جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

راهنمای طراحی و اجرای سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان

ضابطه شماره ۳۸۰

معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی

امور نظام فنی و اجرایی

Nezamfanni.ir

۱۳۹۴

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
رییس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۹۴/۵۱۱۸۳
	تاریخ:	۱۳۹۴/۰۴/۰۶

موضوع: راهنمای طراحی واجرای سیستم های برق اضطراری و پشتیبان

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی- مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست ضابطه شماره ۳۸۰ امور نظام فنی و اجرایی، با عنوان «**راهنمای طراحی و اجرای سیستم های برق اضطراری و پشتیبان**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۴/۰۷/۰۱ الزامی است.

امور نظام فنی و اجرایی این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر نوبخت

امور پیمان
omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

٤- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علی‌شاه، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱، معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی

Email: info@nezamfanni.ir **web:Nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

طبیعت وقوع انواع خرابی های نیروی برق، قطعی ها و مدت آن دارای طیف وسیعی است که از میکروثانیه شروع و ممکن است گاهی تا چند روز ادامه یابد. تغییرات ولتاژ ممکن است درطیف وسیعی از چندین برابر ولتاژ عادی تا قطع کامل برق به وجود آید. تغییرات فرکانس نیز ممکن است در مقیاس وسیعی از هارمونیک ها شروع و تا تبدیل به جریان مستقیم رخ دهد. این گونه اختلالات ممکن است به علت شرایط گوناگونی هم قبل از سرویس مشترک و هم به صورت داخلی در شبکه برق مشترک حادث شود. حوادثی از قبیل باد، باران و طوفان، آذرخش، کلیدزنی خطوط، برخورد با پایه های برق و خرابی دستگاه ها از جمله عواملی هستند که ممکن است خارج از محدوده استفاده کننده باعث قطع برق شود. در محدوده شبکه برق استفاده کننده، عواملی همچون اتصال کوتاه و باز شدن مدارها،کابل های تغذیه کمتر ازظرفیت بار، خرابی تجهیزات، اشتباهات اپراتور، اضافه بارهای موقتی، ناموازنه ناشی از تک فاز شدن فیدرها، آتش و بسیاری عوامل دیگر باعث خرابی و قطع برق می شود.

امروزه با گسترش استفاده از دستگاه ها و تجهیزات الکترونیکی و کامپیوتر، استفاده از نیروی برق مداوم، قابل اعتماد و با کیفیت بالا، امری حیاتی گردیده و در بسیاری موارد استفاده از نیروی برق بدون وقفه (UPS) ،که فاقد تغییرات فرکانس، ولتاژ و جریان است، اجتناب ناپذیر شده است.

این ضابطه باعنوان "راهنمای طراحی و اجرای سیستم های برق اضطرازی و پشتیبان"، در اجرای ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، و به منظور ایجاد هماهنگی و یکنواختی در معیارهای طراحی، اجرا، نظارت، راهبری و نگهداری این گونه سیستم ها در طرح ها و پروژه های سرمایه گذاری عمرانی کشور، تهیه و تدوین شده است. به طور کلی برسی نوع برق اضطراری و پشتیبان و موارد نیاز به آن و تعیین و ارایه راهبرد کلی برای هر یک از نیازها متناسب با هزینه قابل توجیه موضوع مورد مطالعه در این نشریه است. این راهنما عمدتاً بر اساس مفاد استانداردهای IEEE و NFPA در نه فصل و سه پیوست تهیه شده و در موارد لازم از دیگر استانداردها همچون ASCE/SEI,UL,ANSI,ISO,IEC,EN,BS نیز استفاده شده است. این مجموعه شامل ضوابط و معیارهای استاندارد برای انتخاب، طراحی، نصب، کاربری، راهبری و نگهداری سیستم های برق اضطراری و پشتیبان جهت ساختمان های عمومی، تجاری، درمانی، صنعتی، و مراکز داده می باشد.

معاونت فنی و توسعه امور زیر بنایی به این وسیله از دانشگاه علم و صنعت ایران که مسوولیت قرارداد انجام این پروژه را داشته است و همچنین تمامی افرادی که در تهیه و تدوین و پیشبرد این ضابطه اهتمام ورزیده اند، جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی، کارشناسان امور نظام فنی و نیز شرکت های مهندسی مشاور که با اظهار نظرهای سازنده خود این معاونت را در جهت غنا بخشیدن به آن یاری نموده اند سپاسگزاری و قدردانی نموده و توفیق روزافزون آنان را از درگاه ایزد یکتا آرزومند است.

معاون فنی و توسعه امور زیربنایی

تابستان ۱۳۹۴

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

راهنمای طراحی و اجرای سیستم های برق اضطراری و پشتیبان

تهیه و کنترل

مجری طرح: دانشگاه علم و صنعت ایران-معاونت پژوهش و فناوری

اعضای گروه تهیه کننده:

پرویز سیداحمدی	**امور نظام فنی**	**کارشناس مهندسی برق**
وحید طباطباوکیل	**دانشگاه علم و صنعت ایران**	**دکترای برق-مخابرات**

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه

علیرضا توتونچی	**معاون امور نظام فنی و اجرایی**
پرویز سیداحمدی	**کارشناس امور نظام فنی و اجرایی**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

فصل اول ـ کلیات و تعاریف ۱

۱-۱- دامنه پوشش ۳

۱-۲- تعارف و اصطلاحات ۳

فصل دوم ـ راهبردهای نیازهای کلی ۹

۲-۱- مقدمه ۱۱

۲-۲- روش‌های کنترل اختلالات منابع تغذیه ۱۱

۲-۳- انواع اختلالات نیروی برق متناوب ۱۱

۲-۴- اتصال زمین ۱۴

۲-۵- تک فاز شدن ۱۴

۲-۶- نیروی برق اضطراری و پشتیبان ۱۵

۲-۷- روشنایی ۱۶

۲-۸- نیروی برق راه‌اندازی ۲۲

۲-۹- سیستم‌های بالابر و جابجایی ۲۴

۲-۱۰- سیستم‌های مصارف یا تاسیسات مکانیکی ۲۷

۲-۱۱- سیستم‌های گرمازا ۲۹

۲-۱۲- سیستم‌های سرمازا یا تبرید ۳۲

۲-۱۳- فرآوری یا تولید ۳۳

۲-۱۴-آماده‌سازی شرایط محیطی ۳۷

۲-۱۵- حفاظت حریق ۴۳

۲-۱۶- مراکز داده ۴۵

۲-۱۷- سیستم‌های ایمنی حیاتی و حفاظت از زندگی (Life safety and life support systems) ۵۰

۲-۱۸- سیستم‌های مخابراتی و ارتباطی ۵۴

۲-۱۹- مدارهای سیگنال ۵۷

فصل سوم ـ سیستم‌های ژنراتور و نیروی برق عادی ۵۹

۳-۱- مقدمه ۶۱

۳-۲- راهبردهای کاربردی ۶۱

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

۳-۳- موتور ـ ژنراتورها ۶۳

۳-۴- سرویس‌های تغذیه برق چندگانه ۷۷

۳-۵- توربین ـ ژنراتورها ۹۵

۳-۶- مولدهای متحرک ۹۹

فصل چهارم ـ سیستم‌های ذخیره انرژی ۱۰۵

۴-۱- کلیات و تعاریف ۱۰۷

۴-۲- سیستم‌های باتری ۱۰۹

۴-۳- ذخیره انرژی مکانیکی ۱۳۴

۴-۴- سیستم‌های باتری / اینورتر ۱۳۵

فصل پنجم ـ حفاظت سیستم‌ها ۱۶۹

۵-۱-کلیات ۱۷۱

۵-۲- بررسی شرایط جریان اتصال کوتاه ۱۷۱

۵-۳- لوازم انتقال ۱۷۶

۵-۴- حفاظت ژنراتور ۱۸۶

۵-۵- حفاظت محرک اولیه ۱۹۸

۵-۶- منبع برق شهری ۲۰۱

۵-۷- سیستم برق بدون وقفه (UPS) ۲۰۲

۵-۸- حفاظت فیزیکی تجهیزات ۲۱۶

۵-۹- اتصال زمین ۲۱۷

فصل ششم ـ الزامات اتصال زمین ۲۱۹

۶-۱-کلیات ۲۲۱

۶-۲- کارکردهای اتصال زمین سیستم و تجهیزات ۲۲۱

۶-۳- هم‌بندی تجهیزات مکمل ۲۲۴

۶-۴- جریان ایرادی در هادی‌های اتصال زمین ۲۲۵

۶-۵- الزامات اتصال زمین ۲۲۶

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

۶-۶- انواع هادی‌های اتصال زمین تجهیزات ۲۲۸
۶-۷- اتصال زمین سیستم‌های تغذیه جداگانه و تغذیه سرویس ۲۳۰
۶-۸- انواع اتصال زمین‌های سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان ۲۳۲
۶-۹- سیستم‌هایی با هادی مدار زمین شده ۲۳۲
۶-۱۰- هشدار خطای زمین ۲۴۹
۶-۱۱- سیستم‌هایی بدون هادی مدار زمین شده ۲۴۹
۶-۱۲- دستگاه‌های ماشین ـ ژنراتور متحرک ۲۵۵
۶-۱۳- سیستم‌های برق بدون وقفه ۲۵۶

فصل هفتم ـ نگهداری ۲۵۹
۷-۱- کلیات ۲۶۱
۷-۲- ماشین‌های درونسوز ۲۶۲
۷-۳- توربین‌های گازی ۲۶۴
۷-۴- ژنراتورها ۲۶۶
۷-۵- سیستم‌های منبع تغذیه بدون وقفه ۲۶۹
۷-۶- باتری‌های ساکن ۲۷۳
۷-۷- سویچ‌های انتقال خودکار ۲۷۴

فصل هشتم ـ الزامات برخی ساختمان‌ها و صنایع به استفاده از برق اضطراری و پشتیبان ۲۷۹
۸-۱- کلیات ۲۸۱
۸-۲- یادآوری‌های مرتبط با جداول ۸-۱ تا ۸-۱۰ ..... ۲۸۲

فصل نهم ـ ملاحظات طراحی و راهبری برای افزایش پایداری سیستم‌های برق اضطراری ۲۹۱
۹-۱- مقدمه ۲۹۳
۹-۲-کاربردها ۲۹۳
۹-۳- شرایط و بستگی‌های محیطی ۲۹۵
۹-۴- مشخصات دستگاه‌ها و آزمون‌های پذیرش ۲۹۶
۹-۵- نگهداری و آموزش ۲۹۸

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

۹-۶- بررسی انواع خرابی‌ها (عیوب قابل پیش‌بینی) ۳۰۰
۹-۷- آگاهی مدیریتی ۳۰۱
پیوست الف ۳۰۲
پیوست ب ۳۰۳
پیوست پ ۳۴۰
واژه‌نامه انگلیسی ـ فارسی ۳۶۱
فهرست منابع و استانداردها ۳۶۵

omoorepeyman.ir

فصل اول

کلیات و تعاریف

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۱ دامنه پوشش

در این نشریه اصول مهندسی، اجرا و راهنمایی لازم در زمینه انتخاب، طراحی، نصب، کاربرد، راهبری، و نگهداری از سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان ارایه شده است. این اطلاعات اصولا" از دیدگاه مصرف‌کننده بررسی شده است، لیکن در موارد خاص باید اثرات اختلالات سیستم برق منطقه مورد نظر نیز با همکاری کاربر، برق منطقه، و سازندگان تجهیزات بررسی شود.

در این نشریه مباحث زیر مطرح شده است :

- لزوم استفاده از برق اضطراری یا پشتیبان (یا هر دو) و آنچه از آن حاصل می‌شود.
- انواع سیستم‌های موجودی که نیازهای استفاده‌کننده را تامین می‌کند.
- چگونگی طراحی و استفاده از مناسب‌ترین سیستم برای منبع برق موجود.
- الزامات راهبری و نگهداری سیستم برای حفاظت از قابلیت اطیمنان به آن.
- چگونگی کسب اطلاعات اضافی مورد نیاز.
- ملاحظات طراحی برای حفاظت از قابلیت اطیمنان به سیستم.

۱-۲ تعارف و اصطلاحات

در این نشریه تعاریف و اصطلاحات زیر استفاده شده است :

۱-۲-۱ سلول با الکترولیت جذب شده (absorbed electrolyte cell, VRLA)

یک سلول اسید ـ سرب با دریچه قابل تنظیم که الکترولیت آن در جداسازهای جاذب (مانند فیبر شیشه یا پلیمر) غیرفعال شده است.

۱-۲-۲ کلید انتقال خودکار (automatic transfer switch)

کلید خودکاری که برای انتقال بار از یک یا چند هادی بار یک منبع نیرو به منبع دیگر به کار می‌رود.

۱-۲-۳ باتری (battery)

دو یا چند سلول بااتصال الکتریکی برای تولید انرژی الکتریکی.

۱-۲-۴ راک یا قفسه باتری (battery rack)

سازه‌ای که سلول‌ها بر آن استقرار می‌یابد.

omoorepeyman.ir

۱-۲-۵ کلید کنارگذر/جداکننده (bypass/isolation switch)

وسیله‌ای دستی که در ارتباط با کلید انتقال خودکار برای اتصال مستقیم هادی‌های بار به منبع نیرو و جداسازی آن استفاده می شود.

۱-۲-۶ نرخ جریان ایستادگی (current withstand rating)

حداکثر جریان لحظه‌ای یا دوره‌ای مجازی که یک وسیله می‌تواند بدون صدمه و آسیب در برابر آن ایستادگی کند بدون این که از ضابطه ایمنی یا عملکرد استاندارد مرتبط با آن تجاوز نماید.

۱-۲-۷ ولتاژ یاجریان افت (از کار افتادن) ((dropout voltage (or current)

ولتاژ یا جریانی که در آن یک وسیله الکترومغناطیسی غیرفعال می‌شود. ترازی از ولتاژ (یاجریان) است که برای نگهداری دستگاه در حالت تحریک کافی نمی‌باشد.

۱-۲-۸ سیستم نیروی برق اضطراری (emergency power system)

یک منبع پشتیبانی مستقل برق که در صورت خرابی یا قطع نیروی برق عادی، به طور خودکار شروع به‌کار کند و نیروی برق قابل اطمینان را طی مدت زمان مشخصی به لوازم حیاتی و تجهیزاتی که از کار افتادن آن تندرستی و ایمنی افراد را به مخاطره می‌اندازد یا سبب خسارت به اموال می‌شود تامین کند.

۱-۲-۹ قطع اجباری برق (forced outage)

قطع نیرویی که از خرابی یکی از اجزای سیستم حاصل می‌شود و خارج نمودن فوری آن را از سرویس به صورت خودکار یا با کلیدزنی دستی الزام‌آور می‌کند، یا قطع نیرویی که به سبب راهبری نادرست تجهیزات یا اشتباه انسانی نتیجه می‌شود. این نوع قطع برق مستقیما" قابل کنترل نبوده و معمولا" غیره منتظره است.

۱-۲-۱۰ تغییر فرکانس (frequency droop)

تغییر مطلق فرکانس بین حالت ثابت بدون بار وحالت ثابت با بار کامل.

۱-۲-۱۱ تنظیم فرکانس (frequency regulation)

درصد تغییر فرکانس برق اضطراری یا پشتیبان از حالت ثابت در شرایط بی‌باری به حالت ثابت در بار کامل.

$$\%R = \frac{F_{n1} \quad F_{f1}}{F_{n1}}.100$$

omoorepeyman.ir

۱-۲-۱۲ سلول با الکترولیت ژل (سلول ژلی) (gel cell or gelled electrolyte cell)

یک سلول اسید ـ سرب با دریچه قابل تنظیم که الکترولیت آن با افزایش یک عامل ژل‌کننده غیرفعال شده است.

۱-۲-۱۳ محتوای هارمونیک (harmonic content)

مقیاسی از وجود هارمونیک‌ها در شکل امواج ولتاژ یا جریان برحسب درصد دامنه فرکانس پایه در هر فرکانس هارمونیک. مجموع محتوای هارمونیک برحسب مربع مجموع مربعات و دامنه هارمونیک بیان می‌شود.

۱-۲-۱۴ الکترولیت غیرفعال (immobilized electrolyte)

الکترولیت درون سلول که با استفاده از ژل یا فناوری الکترولیت جذب شده نگهداری می‌شود.

۱-۲-۱۵ ریزش بار (load shedding)

فرآیند برداشتن بارها از یک سیستم در واکنش به یک شرایط غیرعادی به منظور نگهداری تمامیت سیستم.

۱-۲-۱۶ شاخص اکسیژن (oxygen index)

حداقل غلظت اکسیژن برحسب درصد حجمی در مخلوط اکسیژن ونیتروژن که برای احتراق در حرارت اتاق کافی باشد. این شاخص در مشخصات قابلیت احتراق ارایه شده توسط سازندگان باتری اعلام می‌شود.

۱-۲-۱۷ خرابی نیروی برق (power failure)

هر تغییری که در منبع تغذیه نیروی برق سبب عملکرد غیر قابل قبول تجهیزات کاربر شود.

۱-۲-۱۸ قطع نیرو (برق) (power outage)

عدم وجود کامل برق در نقطه کاربری.

۱-۲-۱۹ محرک اولیه (prime mover)

ماشین مورد استفاده برای تولید نیروی مکانیکی (اسب بخار hp) به منظور به حرکت درآوردن یک ژنراتور اضطراری یا پشتیبان برای تولید نیروی برق.

۱-۲-۲۰ نیروی برق اولیه یا عادی (prime power)

منبع تغذیه انرژی برق که به طور عادی موجود و در شبانه‌روز تداوم دارد و معمولا" به وسیله شرکت‌های برق منطقه‌ای تامین می‌شود، لیکن در پاره‌ای موارد نیز ممکن است در محل تولید شود.

omoorepeyman.ir

۱-۲-۲۱ ظرفیت اسمی (باتری) ((rated capacity (battery)

مقدار آمپر ـ ساعت یا وات ـ ساعت تعیین شده به وسیله سازنده که می‌تواند به وسیله باتری کاملا" شارژ شده، برابر نرخ تخلیه و دمای الکترولیت مشخص، یک ولتاژ تخلیه انتهایی تحویل شود.

۱-۲-۲۲ تکرارپذیری یا افزونگی (redundancy)

تکرار عناصر در سیستم یا تاسیسات به منظور حصول اطمینان یا تداوم بهره‌برداری از سیستم یا تاسیسات.

۱-۲-۲۳ قطع برنامه‌ریزی شده برق (scheduled outage)

قطع برق که به علت برداشت عمدی یک جزء از سیستم در یک زمان انتخاب شده صورت می‌گیرد و معمولا" به منظور ساخت و ساز، نگهداری پیشگیرانه یا تعمیر انجام می‌شود. این نوع قطع برق مستقیما" قابل کنترل و معمولا" قابل پیش‌بینی است.

۱-۲-۲۴ تحریک جداگانه (separate excitation)

یک منبع نیروی تحریک میدان ژنراتور ناشی از یک منبع مستقل از توان خروجی ژنراتور.

۱-۲-۲۵ تحریک شانت (shunt excitation)

یک منبع نیروی تحریک میدان ژنراتور گرفته شده از خروجی ژنراتور، که معمولا" از طریق ترانسفورماتورهای ولتاژ قدرت مستقیما" یا به طور غیر مستقیم متصل به ترمینال‌های خروجی ژنراتور می‌باشد.

۱-۲-۲۶ سیستم نیروی برق پشتیبان (standby power system)

یک منبع پشتیبانی مستقل برق که در صورت خرابی یا قطع نیروی برق عادی، نیروی برق با کیفیت قابل قبول را تامین کند به گونه‌ای که تجهیزات کاربر بتواند به طور رضایت‌بخشی کار کند.

۱-۲-۲۷ ناپایداری یا گذرا (transient)

آن بخش از تغییر در یک متغیر، مانند ولتاژ، جریان یا سرعت که به وسیله یک تغییر در شرایط حالت ثابت، یا توسط یک عامل خارجی بوجود بیاید، که به دنبال ظهور آن تنزل یافته و ناپدید می‌شود.

۱-۲-۲۸ منبع نیروی برق بدون وقفه ((uninterruptible power supply (UPS)

سیستمی که به گونه‌ای طراحی شده است که در طول هر دوره‌ای در صورت غیرقابل قبول بودن عملکرد منبع برق عادی بتواند به طور خودکار نیروی برق لازم را بدون تاخیر یا وجود جریان‌های زودگذر تامین کند.

omoorepeyman.ir

۱-۲-۲۹ سلول اسید ـ سرب با دریچه قابل تنظیم (valve-regulated lead-acid(VRLAS) cell)

سلول اسید ـ سربی که جز وجود یک دریچه تنظیم کننده‌ای که به فضای آزاد باز می‌شود بسته بوده (آب‌بندی شده) و هنگام تجاوز فشار درون سلول از فشار اتمسفر دریچه مزبور به مقدار از پیش تعیین شده‌ای باز می‌شود.

۱-۲-۳۰ سلول منفذدار (vented cell)

طرح سلولی که با الکترولیت آزاد اضافی توصیف می‌شود و در آن محصولات بخار و الکترولیز آزادانه از راه منفذ خارج می‌شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل دوم

راهبردهای
نیازهای کلی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱ مقدمه

در حالی که استفاده کنندگان از نیروی برق انتظار دارند که این نیرو همواره تداوم داشته و تمامی اجزای آن از قبیل فرکانس، ولتاژ و مانند آن کامل و در بهترین شرایط باشد، لیکن در عمل این امر به علل مختلف خارج از کنترل شرکت‌های برق منطقه‌ای است و امکان‌پذیر نمی‌باشد. عوامل انسانی مانند تصادم اتومبیل‌ها با تیرهای برق و نیز عوامل طبیعی مانند باد، باران، طوفان و زلزله نیز ممکن است باعث اختلال یا قطع برق شود.

اگرچه سیستم‌های کابل‌کشی زیرزمینی کمتر ممکن است تحت تاثیر مخاطرات جوی و طبیعی قرارگیرد وگرچه این‌گونه سیستم‌ها دارای افت کمتری است لیکن در صورت وقوع هرگونه قطعی برق زمان بیشتری برای تعیین محل آن و انجام تعمیرات لازم مورد نیاز خواهد بود.

عملکرد لوازم حفاظتی می‌تواند سبب اختلالات منبع تغذیه شود. به عنوان مثال، برای عملکرد لوازم حفاظت در برابر اضافه جریان و اتصال کوتاه، جریان زیادی باید در مدار بوجود آید که طبعا" باعث افت ولتاژ خط می‌شود. همچنین لوازمی که برای حفاظت خط در برابر آذرخش باز و بسته می‌شود نیز سبب ایجاد قطعی لحظه‌ای (وقفه) می‌گردد.

۲-۲ روش‌های کنترل اختلالات منابع تغذیه

بررسی و اندازه‌گیری اختلالات نیرو مستلزم استفاده از لوازم و وسایل ویژه‌ای است که اندازه و طول زمان این‌گونه اختلالات را بتواند با سرعت پاسخ بسیار بالا اندازه‌گیری و ثبت نماید. این‌گونه اختلالات برحسب مناطق جغرافیایی و فصلی نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

در فهرست زیر روش‌هایی که با استفاده از آن می‌توان اختلالات منبع تغذیه برق را تا حدود قابل قبولی کاهش داده و یا حتی حذف نمود، ارایه شده است :

- اصلاح طرح تجهیزات کاربردی به گونه‌ای که به اختلالات و قطع نیرو تاثیر ناپذیر باشد.
- اصلاح سیستم توزیع نیروی اولیه به گونه‌ای که با تجهیزات کاربردی سازگار باشد.
- اصلاح هر دو سیستم به گونه‌ای که ضوابط برای هر دو واقع‌بینانه باشد.
- استقرار یک سیستم تغذیه برق مداوم بین سیستم نیروی اولیه و تجهیزات کاربردی، که به عنوان میانگیر نسبت به تغییرات لحظه‌ای خارجی عمل می‌کند، اما بسته به طراحی، ممکن است میزان اختلالات ناشی از بار را افزایش دهد.

۲-۳ انواع اختلالات نیروی برق متناوب

در بررسی اختلالات نیروی برق متناوب موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد :

omoorepeyman.ir

۲-۳-۱ تقریبا" هر انحراف قابل ملاحظه از پارامترهای نیروی برق عادی ممکن است سبب ایجاد مشکل برای برخی تجهیزات الکترونیکی شود. انحراف‌های ثابت یا کند از طیف طراحی ولتاژ یا فرکانس خط محصول می‌تواند بر سرعت گردش موتورها، و بر نیرو و سرعت کاراندازها (actuators)، و تبدیل ولتاژ متناوب به ولتاژ مستقیم تنظیم‌شده برای کار مدارهای الکترونیک موثر واقع شود.

۲-۳-۲ اختلالات نیروی برق متناوب شامل انحراف در یک یا چند مورد از زمینه‌های زیر می‌باشد :

الف ـ ولتاژ

۱- مقادیر حالت ثابت متوسط کند (steady state values)، شامل عدم موازنه

۲- قطعی‌ها و وقفه‌ها

۳- ضربه‌ها و افت ولتاژ (sagsξ surges)

۴- ضربه‌های الکتریکی و نویز (noise ξimpulses)

یادآوری : واژه ناپایداری (transient) در موارد ۳ و ۴ به سختی قابل اعمال است.

ب ـ شکل موج

پ ـ فرکانس

ت ـ ارتباطات فازی

۲-۳-۳ اغلب انحراف‌ها در ولتاژ حالت ثابت به سبب افت ولتاژ در خطوط نیرو، ترانسفورماتورها، و فیوزها براثر افزایش بار ایجاد می‌شود. هنگامی که گام ولتاژ اصلاحی به وسیله تپ‌چنجر یا افزایش و حذف خازن‌ها ایجاد می‌شود، ناپایداری بوجود می‌آید. به‌علاوه، روند تغییری که شرایط افت ولتاژ را به علت افزایش بار جبران می‌نماید باید متعاقبا" هنگام کاهش بار معکوس شود، زیرا در غیر این‌صورت اضافه ولتاژ حاصل می‌شود. ولتاژ معمولا" به صورت تدریجی و در گام‌های کوچک تغییر می‌کند، لیکن گاهی اوقات نیز گام‌های بزرگ ممکن است رخ دهد.

۲-۳-۴ بدترین شرایط انحراف ولتاژ در حالت ثابت در مواردی است که مجموع بار به ظرفیت تولید یا توزیع نیرو نزدیک شده یا از آن تجاوز کند. در این‌گونه موارد علی‌رغم مدت زمان کوتاه اضافه بار، ضرورت دارد که در هنگام اوج بار، ریزش بار مد نظر قرار گیرد. مواردی از این نوع شامل هنگامی است که براثر امواج حرارتی جوی، بار سیستم تهویه به بارهای عادی اضافه شود. در این‌گونه موارد ممکن است نه تنها افت ولتاژ شدید بین منبع نیرو وبار وجود داشته باشد بلکه یک کاهش ولتاژ برنامه‌ریزی شده نیز ممکن است پیش‌بینی شده باشد. این کاهش ولتاژ ”بران اوت“ (brownout) نامیده می‌شود. با کاهش ۳، ۵ یا حتی ۸ درصد در نقاطی که ولتاژ معمولی است، می‌تواند سبب یک کاهش اضافی برابر با ۵ تا ۱۰ درصد در نقاط بار شود.

omoorepeyman.ir

معمول‌ترین نوع حفاظت در برابر ''بران اوت'' استفاده از برخی انواع تنظیم ولتاژ، ترجیحا" نوعی است که با امپدانس داخلی کم و زمان پاسخ سریع می‌باشد، که برای اجتناب از اختلالات ناشی از تغییرات بار و تنظیم بار فاز به‌کار می‌رود.

در مواردی که ''بران اوت'' برنامه‌ریزی شده نمی‌تواند اضافه بار سیستم نیرو را جبران نموده و تغذیه انرژی با ولتاژ کاهش یافته به تمامی کاربران ادامه یابد، دیگر راه باقی مانده، خاموشی به صورت دورانی است که ''خاموشی گردشی'' (rolling blackout) نامیده می‌شود.

۲-۳-۵ بارگذاری نا برابر خطوط چند فاز یا خطوط یک فاز سه سیمه اغلب علت ناموازنه ولتاژ است. لوازم کنترل ولتاژ عموما" متوسط ولتاژ را کنترل می‌کند و گاهی فقط ولتاژ یک فاز را تنظیم می‌کند با این فرض که فازهای دیگر برابر آن خواهد بود. بهترین اقدام اصلاحی برای تنظیم ولتاژ خطوط موازنه بار بین فازها است. هر چند، منابع نیرو با امپدانس داخلی بالا برای توزیع مساوی بار و جلوگیری از ناموازنه ولتاژ اضافی حائز اهمیت بیشتری است. برای رفع توزیع نابرابر بارگذاری فازها انتخاب سیم‌پیچ اولیه با اتصال مثلثی و سیم‌پیچ ثانویه با اتصال ستاره نسبت به ورودی و خروجی ستاره چهارسیمه ترجیح دارد.

۲-۳-۶ تاسیسات کامپیوتری بزرگ که معمولا" مجهز به سامانه برق بدون وقفه (UPS) برای مدت حداقل ۵ تا ۱۵ دقیقه می‌باشد، در صورت تداوم قطعی برق عادی برای تغذیه کامپیوتر و دیگر سیستم‌های مورد نیاز در ساختمان مانند تهویه مطبوع و شارژ باتری‌های ذخیره‌ای نیز نیاز به نیروی برق پشتیبان دارد. در این‌گونه موارد موتور ـ ژنراتورهای دیزل یا توربین ـ ژنراتورهای گازی می‌تواند این نوع نیازها را برآورده نماید.

۲-۳-۷ انحراف‌های غیردایم در ولتاژ و فرکانس خط نیروی برق عادی به عنوان اختلال طبقه‌بندی می‌شود. این‌گونه اختلالات شامل ضربه، نویز (نوفه)، ناپایداری و حتی تغییرات فرکانس و نوسانات ناگهانی فاز در زمان عملیات همزمانی می‌شود. اگرچه انحرافات فرکانس و فاز هنگام کلیدزنی بارهای بزرگ بندرت رخ می‌دهد لیکن این‌گونه تغییرات در مورد منابع نیروی مستقل و کوچک در هنگام همزمانی و کلیدزنی بار از یک منبع به منبع دیگر غالبا" پیش‌می‌آید.

۲-۳-۸ اختلالات کوتاه مدت

اغلب اختلالات سیستم نیرو دارای زمان کوتاهی است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که ۹۰ درصد این‌گونه اختلالات در کمتر از یک ثانیه رخ می‌دهد. اختلالات ولتاژی که بیش از یک سیکل تداوم می یابد معمولا" برحسب مقدار موثر (rms) آن بیان می‌شود و در صورتی که کمتر از یک سیکل باشد برحسب مقدار پیک اصلی آن بیان می‌شود. دسته‌بندی اختلالات برحسب طول زمان، شرح و علل آن در بندهای ۲-۳-۸-۱ تا ۲-۳-۸-۳ ارایه شده است :

omoorepeyman.ir

۲-۳-۸-۱ اختلالات کمتر از یک سیکل ـ ناپایداری

ناپایداری‌ها از تمامی انواع اختلالات ناشی می‌شود. شدیدترین اختلالات کمتر از یک سیکل عبارتند از آذرخش طبیعی، تخلیه الکتروستاتیک، کلیدزنی بار و خطاهای کوتاه مدت.

۲-۳-۸-۲ اختلالات از نیم سیکل تا چند ثانیه ـ افت یا خیز (sag or swell)

خیز ولتاژ (افزایش ولتاژ) یا افت آن (کاهش ولتاژ) معمولا" از خطاهای سیستم ناشی می‌شود که با بازشدن متعاقب فیوز و باز و بسته شدن کلید تندکار قطع مدار همراه است. در فازهای باردار افت ولتاژ و در فازهای بدون بار خیز ولتاژ رخ می‌دهد.

۲-۳-۸-۳ اختلالات بیش از چند ثانیه ـ اضافه ولتاژ یا ولتاژ کم (overvoltage or undervoltage)

اضافه ولتاژ یا ولتاژ کم، که معمولا" به علت خطاهای شدید همراه با از دست رفتن ۵۰ تا ۱۰۰ درصد ولتاژ در یک یا چند فاز رخ می‌دهد، اغلب باعث قطع ولتاژ در برخی مدارها و گاهی هر سه فاز می‌شود. این‌گونه اختلالات ممکن است در نتیجه سقوط یک تیر برق یا برخورد درخت یا جرثقیل با خطوط انتقال برق، یا فقل شدن یک کلید قطع‌کننده مدار و یا قطع یک فیوز خط رخ دهد.

۲-۳-۹ اختلالات فرکانس

در سیستم‌های نیروی بزرگ تغییرات فرکانس بندرت رخ می‌دهد، لیکن در موتور ـ ژنراتورهای کوچک که برای تغذیه برق اضطراری به‌کار می‌رود، هنگام کلیدزنی مجموعه‌های بار تغییرات فرکانس اجتناب ناپذیر است. این‌گونه اختلالات را ممکن است با استفاده از گاورنرهای همزمانی مدرن (synchronous governors) به کمتر از ۵ درصد و مدت آن را به کمتر از ۵ ثانیه تقلیل داد.

۲-۴ اتصال زمین

اتصال زمین بخش لازمی از سیستم‌های نیرو و اتصالات آنها به بار است. اتصال زمین ایمنی کارکنان را تضمین و مسیر بازگشت با امپدانس کم را فراهم می‌نماید، و به‌عنوان یک مرجع سیگنال ثابت به‌کار می‌رود. ویژگی‌های اتصال زمین سیستم‌های اضطراری در فصل هفتم ارایه شده است.

۲-۵ تک فاز شدن

طراحان سیستم‌ها باید از امکان تک فاز شدن سیستم‌های سه فاز آگاهی داشته باشند. دو وضعیتی که ممکن است سبب این‌گونه شرایط شود عبارت است از ادامه کار موتورهای سه فاز پس از قطع یکی از فازها و رزونانس غیر خطی یا فرورزونانس.

omoorepeyman.ir

۲-۵-۱ موتورهای سه فاز

در موتورهای سه فاز هنگام قطع یک فاز موتور، ولتاژی به فاز مزبور القاء شده و سبب عمل نکردن مدار حسی می‌گردد. در این‌گونه موارد ادامه کار موتور باعث داغ شدن آن می‌شود. برای اجتناب از بروز این‌گونه حوادث یک روش استفاده از حسگرهای ترتیبی منفی (negative sequence sensing) برای قطع کار موتور است. روش دیگر به‌کارگیری رله‌های قطع اختلاف ولتاژ در هر سه فاز کلید کنترل انتقال می‌باشد (به طور تقریبی ولتاژ پیک آپ ۹۵ درصد و ولتاژ افت ۹۰ درصد).

۲-۵-۲ فرورزونانس (ferroresonance)

فرورزونانس شرایطی است که می‌تواند یک ولتاژ القایی بر روی بازویی از ترانسفورماتور که برق آن قطع شده است ایجاد کند. این شرایط می‌تواند سبب اشتباه عملکرد مجدد کلیدهای انتقال سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان شود. در این‌گونه موارد بازشدن تنها یک فیوز منبع تغذیه برق عادی سبب عملکرد کلید انتقال شده و تمامی بار به برق اضطراری یا پشتیبان منتقل می‌شود و ترانسفورماتور تغذیه برق عادی با بار صفر باقی می‌ماند. فرورزونانس ولتاژی برابر با ولتاژ برق عادی بر روی بازوی بار ترانسفورماتور ایجاد می‌نماید و کلید انتقال بار حساس نیروی برق عادی به حالت اولیه باز می‌گردد.

روش توصیه شده برای کنترل سیستم‌هایی که کلیدزنی به علت قطع یاعملکرد فیوز یک فاز رخ می‌دهد، نگهداری مقدار کمی بار منتقل نشده بر روی سیم‌پیچ ثانویه ترانسفورماتور است. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد IEEE SId 141 نگاه کنید.

۲-۶ نیروی برق اضطراری و پشتیبان

توجیه هزینه‌های لازم برای تامین نیازهای هر کاربر به سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان به سه دسته زیر قابل طبقه‌بندی است :

الف ـ مواردی که براساس قوانین، مقررات و استانداردها باید برق اضطراری و پشتیبان تامین شود.

ب ـ کاهش زیان‌های اقتصادی ناشی از قطع برق.

پ ـ تامین ایمنی افراد هنگام قطع نیروی برق عادی

مقررات الزامی برای منابع نیروی برق جایگزین به منظور تامین ایمنی کارکنان و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست دایما" در حال افزایش است. مقررات لازم برای نصب ایمن سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان در استاندارد NFPA 70 ارایه شده است. ضوابط مرتبط با شرایط آزمون، عملکرد و نگهداری این‌گونه سیستم‌ها در استاندارد NFPA 99 و ANSI / NFPA 110 شرح داده شده است. در استاندارد ANSI / NFPA 101 فهرست تصرف‌هایی که به برق اضطراری نیاز دارند ارایه شده است. این‌گونه الزامات معمولا" در ارتباط با ایمنی متصرفان ساختمان در نظر گرفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

در بندهای ۲-۷ تا ۲-۱۹ شرح کامل نیاز به برق اضطراری و پشتیبان برای موارد مختلف همراه با جداول فشرده نیاز مربوط به هر بند ارایه شده است. در جداول مزبور ارقام ارایه شده در ستون‌های ''حداکثر زمان قطع'' و ''حداقل زمان تغذیه برق کمکی'' براساس تجربه ذکر گردیده و استاندارهای مرجع نیز در موارد مربوط مشخص شده است.

در پاره‌ای موارد، در ستون ''نوع برق کمکی''، برحسب نیاز برق اضطراری و پشتیبان یا هر دو ذکر شده است. در این‌گونه موارد معمولا" برق اضطراری تا به‌کار افتادن نیروی برق پشتیبان، برق مورد نیاز را تامین می‌کند. بدیهی است که ترکیب‌های مختلف نیازها باید با بررسی و تجزیه و تحلیل کامل سیستم‌ها و تجهیزات و مقایسه هزینه‌ها به گونه‌ای انجام شود که نیازهای مورد لزوم را به بهترین وجه تامین نماید.

۲-۷ روشنایی

۲-۷-۱ مقدمه

تامین روشنایی اضطراری در هر نوع کاربری باید با ارزیابی کیفیت، کمیت، نوع، و مدت زمان برق اضطراری و پشتیبان مورد لزوم انجام شود. انواع سیستم‌های مختلف درجات گوناگونی از قابلیت اطمینان دارند که در انتخاب درست آنها باید در نظر گرفته شود.

۲-۷-۲ روشنایی برای تخلیه

قطع برق عادی سیستم روشنایی در هنگام تخلیه ساختمان یا بخشی از آن ممکن است باعث صدمه و آسیب به افراد و یا به مخاطره افتادن حیات آنان شود، بنابراین در این‌گونه موارد سیستم روشنایی اضطراری باید به طور خودکار فعال شود. براساس استاندارد ANS/NFPA 101 در مواردی که برای تغذیه روشنایی اضطراری از سیستم باتری و شارژر استفاده می‌شود، روشنایی اضطراری باید حداقل برای مدت ۱/۵ ساعت تداوم داشته باشد. این‌گونه سیستم‌ها باید روشنایی کافی برای خروج ایمن و آسان از منطقه یا ساختمان مورد نظر را در اختیار قرار دهد. در طراحی سیستم روشنایی اضطراری باید روشنایی لازم برای مشاهده کلیه دستگاه‌های موجود در راهروها یا وسایلی که به طور نیمه توکار نصب شده است در نظر گرفته شود و کلیه چراغ‌های خروج، علائم و چراغ‌های راه‌پله‌ها توسط هر دو نوع نیروی برق عادی و اضطراری تغذیه شود.

۲-۷-۳ روشنایی پیرامونی وحفاظتی

نیروی برق اضطراری یا پشتیبانی لازم برای روشنایی پیرامونی و حفاظتی ممکن است به منظور کاهش خطرات جانی و مالی یا پیشگیری از دزدی مورد لزوم باشد. در این‌گونه موارد نیروی برق اضطراری یا پشتیبان ممکن است با وقفه چند دقیقه‌ای پس از قطع برق عادی جریان یابد لیکن باید بتواند برای ۱۰ تا ۱۲ ساعت در هر ۲۴ ساعت تداوم داشته باشد، بنابراین استفاده از سیستم باتری توصیه نمی‌شود.

omoorepeyman.ir

۲-۷-۴ چراغ‌های هشدار

چراغ‌های اخطار همچون چراغ‌های هشدار هواپیما که بر فراز ساختمان‌های بلند نصب می‌شود و چراغ‌های هشدار کشتی‌ها که در کناره آبراه‌ها مستقر می‌گردد یا دیگر چراغ‌های هشداری که برای پیشگیری از صدمات و آسیب‌های جانی و مالی در نظر گرفته می‌شود باید مجهز به نیروی برق اضطراری باشد. منبع تغذیه برق اضطراری که برای این‌گونه چراغ‌ها در نظر گرفته می‌شود باید برای طولانی‌ترین زمان قطع برق قابل پیش‌بینی باشد، بنابراین استفاده از واحدهای باتری در این موارد مناسب نخواهد بود.

۲-۷-۵ بناهای درمانی

روشنایی اضطراری در بناهای درمانی مانند بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها و امثال آن حائز اهمیت بسیار است. شرح الزامات مربوط به آن در بند ۲-۱۷ (سیستم‌های ایمنی و حفاظت زندگی) ارایه شده است.

۲-۷-۶ روشنایی پشتیبان برای انجام تعمیرات

در محل‌هایی که بیشترین احتمال خرابی سیستم نیروی داخلی وجود دارد و همچنین در اتاق‌های محل استقرار تابلوهای اصلی برق باید از سیستم برق پشتیبان برای روشنایی استفاده شود. بدیهی است که انجام تعمیرات در هنگام قطع برق عادی این نیاز را توجیه می‌کند.

۲-۷-۷ روشنایی برای تولید

قطع نیروی برق عادی سیستم روشنایی در کارخانه‌ها و کارگاه‌های تولیدی می‌تواند باعث ایجاد وقفه در روند تولید و یا قطع کامل آن شود. در مواردی که مخاطرات ایمنی و یا زیان‌های مالی مطرح نباشد، تصمیم‌گیری در هر مورد باید براساس ارزیابی اقتصادی صورت گیرد. میزان روشنایی اضطراری برای تداوم تولید را می‌توان در سطح بالایی در نظر گرفت.

۲-۷-۸ روشنایی کار با ماشین‌آلات

هر اپراتور ماشین‌آلات در اولین ثانیه‌های قطع روشنایی ممکن است دچار صدمه و آسیب شود. بسیاری از دستگاه‌ها در صورت تاریکی ناگهانی دارای مخاطرات ایمنی می‌باشند. در این‌گونه موارد باید روشنایی اضطراری آنی پیش‌بینی و در نظر گرفته شود.

۲-۷-۹ روشنایی تکمیلی برای چراغ‌های تخلیه‌ای ولتاژ بالا

در مواردی که لامپ‌های جیوه‌ای یا انواع دیگر لامپ‌های ولتاژ بالا به‌کار می‌رود، باید از لامپ‌های رشته‌ای یا فلورسنت کمکی نیز استفاده شود. برخی لامپ‌های تخلیه‌ای ولتاژ بالا در صورت قطع برق برای ایجاد قوس

omoorepeyman.ir

الکتریکی مجدد نیاز به زمان برای خنک شدن دارد و پس از روشن شدن نیز مدتی طول می‌کشد تا به روشنایی کامل برسد. مجموع زمان لازم برای روشنایی کامل پس از قطع لحظه‌ای برق از یک دقیقه برای لامپ‌های سدیم فشار بالا تا ۲۰ دقیقه برای لامپ‌های متال هلاید و بخار جیوه متفاوت است.

۲-۷-۱۰ آیین‌نامه‌ها و استانداردها

ضوابط و معیارهای مرتبط با روشنایی اضطراری در آیین‌نامه‌ها و استانداردها به شرح زیر ارایه شده است :

- آیین‌نامه NFPA 70 (National Electrical Code)
- در فصل هفتم، ماده ۷۰۰ استاندارد اجرایی مربوط به ایمنی نصب، راهبری و نگهداری سیستم‌های اضطراری شامل مدارها و تجهیزات مورد نظر برای تغذیه، توزیع و کنترل الکتریکی روشنایی و نیرو مقرر شده است.
- استاندارد ANSI / NFPA 101 (Life Safety Code)

در این استاندارد مشخصات مکان‌هایی که به روشنایی اضطراری برای ایمنی حیاتی و علائم خروج نیاز است مشخص شده است.

- استاندارد ANS1 / UL 924 (Underwriter's laboratories)

این استاندارد آزمون‌های پذیرش تجهیزات را براساس عملکرد یکنواخت مطابق استاندارد مشخص می‌نماید.

- سری استانداردهای BS 5266 بخش‌های ۱ تا ۱۰ و BS EN 50172

این مجموعه به طور مشروح موارد مختلف استانداردهای اجرایی روشنایی اضطراری را پوشش می‌دهد.

- استاندارد ISO 30061 : 2007

این استاندارد الزامات سیستم‌های روشنایی اضطراری برای ساختمان‌ها و فضاهایی که مردم و کارگران به آن دسترسی دارند مشخص می‌کند.

- استاندارد BS EN 1838 : 2013

این استاندارد الزامات روشنایی فرار و پشتیبانی آن را برای مواردی که مورد نیاز است مانند محل‌ها و ساختمان‌هایی که عموم یا کارگران به آن دسترسی دارند، مشخص می‌کند.

- استاندارد IEC 60598 – 2 – 22 Ed. 3.2 b 2008

این استاندارد الزامات چراغ‌های روشنایی اضطراری که از سیستم برق اضطراری تغذیه می‌شود و از ۱۰۰۰ ولت تجاوز نمی‌کند را مشخص می‌کند.

۲-۷-۱۱ سیستم‌های مورد توصیه

الزامات سیستم‌های روشنایی اضطراری کوتاه مدت و بلند مدت به شرح زیر خواهد بود :

omoorepeyman.ir

- در مواردی که روشنایی اضطراری در کوتاه مدت مورد نیاز باشد مانند ایمنی کارکنان و خروج از ساختمان، استفاده از واحدهای باتری کفایت می‌کند.
- در کاربری‌هایی که مدت زمان استفاده از روشنایی اضطراری طولانی‌تر و بار آن سنگین‌تر باشد، باید از موتور ـ ژنراتور یاتوربین ـ ژنراتوری که در صورت قطع برق به طور خودکار روشن شود استفاده نمود.
- براساس استاندارد ANSI/NFPA 101 متوسط شدت روشنایی لازم در هر نقطه‌ای از کف مسیر خروج باید ۱۰ لوکس (یک فوت ـ کاندل) باشد. این استاندارد کاهش متوسط شدت روشنایی را پس از ۱/۵ ساعت ۶ لوکس (۰/۶ فوت ـ کاندل) و حداقل آن را نیز در پایان ۱/۵ ساعت ۰/۶ لوکس (۰/۰۶ فوت کاندل) مقرر می‌دارد.

۲-۷-۱۲ جداول نمونه

- ضوابط فشرده نیاز به روشنایی با استفاده از برق اضطراری و پشتیبان در ارتباط با بند ۲-۷ در جدول ۲-۱ ارایه شده است :
- موارد نمونه استفاده از سیستم‌های روشنایی اضطراری و پشتیبان در جدول ۲-۲ نشان داده شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱ : ضوابط فشرده نیاز به روشنایی با استفاده از برق اضطراری و پشتیبان برای بررسی مقدماتی

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
تخلیه کارکنان	تا ۱۰ ثانیه، ترجیحا" بیش از ۳ ثانیه نباشد	۲ ساعت	×		اجتناب از ایجاد وحشت، آسیب بدنی و خطر مرگ رعایت قوانین و مقررات ملی و محلی کاهش نرخ بیمه جلوگیری از خسارت به اموال کاهش زیان‌های ناشی از شکایات
حفاظت پیرامونی	۱۰ ثانیه	۱۰ تا ۱۲ ساعت در تمامی ساعات تاریکی	×	×	کاهش زیان‌های ناشی از دزدی و خسارت به ساختمان کاهش نرخ بیمه جلوگیری از جراحات
هشدار یا اخطار	از ۱۰ ثانیه تا ۲ یا ۳ دقیقه	تا بازگشت بر ق اولیه	×		جلوگیری یا کاهش زیان به اموال رعایت قوانین و مقررات ملی و محلی جلوگیری از جراحات و از دست رفتن زندگی
قطع سیستم برق عادی	از یک ثانیه تا زمانی نامحدود بسته به روشنایی موجود	تا هنگام اتمام تعمیرات و اعاده برق عادی	×	×	ریسک ادامه قطعی برق عادی و خاموشی به علت زمان طولانی تر تعمیرات
روشنایی عمومی	نامحدود برحسب تحلیل و ارزیابی	نامحدود برحسب تحلیل و ارزیابی		×	جلوگیری از زیان ناشی از عدم فروش کاهش زیان ناشی از عدم تولید کاهش ریسک سرقت کاهش نرخ بیمه
بیمارستان‌ها و مکان‌های درمانی	بدون وقفه تا ۱۰ ثانیه (NFPA 99 – 1996, ANSI/NFPA 101-1994) ۱۰ ثانیه برای راه‌اندازی و انتقال به نیروی برق جایگزین	تا بازگشت نیروی برق اولیه	×	×	تسهیل در نگهداری از بیماران توسط جراحان، پزشکان، پرستاران و دیگر خدمه رعایت کلیه آیین‌نامه‌ها، استانداردها و قوانین جلوگیری از صدمات و حفاظت از حیات کاهش زیان‌های ناشی از شکایات قانونی
زمان‌های خاموشی منظم	از ۰/۱ ثانیه تا یک ساعت	۱۰ دقیقه تا چند ساعت	×		- جلوگیری از صدمات جسمی یا حفاظت از حیات - جلوگیری از زیان‌های مالی با قطع منظم‌تر و سریع سیستم‌های حیاتی - کاهش ریسک سرقت - کاهش نرخ بیمه

جدول ۲-۲ : موارد نمونه استفاده از سیستم‌های روشنایی اضطراری و پشتیبان

روشنایی پشتیبان[۱]	روشنایی فوری کوتاه مدت[۲]	روشنایی فوری دراز مدت[۳]
روشنایی ایمنی روشنایی بیرونی تلویزیون مدار بسته چراغ‌های شب ایستگاه‌های نگهبانی درهای ورودی	روشنایی تخلیه علائم خرج چراغ‌های خروج راه‌پله‌ها مکان‌های باز تونل‌ها سالن‌ها	مناطق مخاطره آمیز آزمایشگاه‌ها چراغ‌های هشدار دهنده فضاهای انباری فضاهای فرآیندی
روشنایی تولید مناطق ماشین‌ها (دستگاه‌ها) انبار مواد خام بسته‌بندی بازرسی انبارداری دفاتر	متفرقه محل نصب ژنراتور پشتیبان دستگاه‌های خطرزا	چراغ‌های هشدار دهنده برج دیده‌بانی مناطق مخاطره آمیز چراغ‌های راهنمایی
روشنایی تجاری ویترین‌ها طبقات محصولات پیشخوان فروش دفاتر		تسهیلات درمانی اتاق‌های عمل اتاق‌های زایمان مناطق مراقبت ویژه مناطق درمان فوریت‌های پزشکی
متفرقه اتاق تابلوها روشنایی چشم‌انداز اتاق دیگ بخار اتاق کامپیوتر		متفرقه اتاق مکانیزم‌های کلیدی آسانسور اتاق دیگ بخار اتاق کنترل

(۱) یک نمونه سیستم روشنایی پشتیبان عبارت از موتور ـ ژنراتور می‌باشد.

(۲) نمونه سیستم روشنایی فوری کوتاه مدت استفاده از سیستم واحدهای باتری است

(۳) نمونه سیستم روشنایی فوری دراز مدت استفاده از بانک باتری مرکزی، ظرفیت تغذیه، و روشنایی مورد لزوم تا هنگام روی خط آمدن موتور ـ ژنراتور می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۲-۸ نیروی برق راه‌اندازی

۲-۸-۱ مقدمه

فرض کنید یک دیگ بخار یا یک کارخانه در شرایط خاموشی، بدون برق یا بخار باشد. برای چنین شرایطی موارد مهم زیر مطرح می شود :

- چگونه این کارخانه در برابر انجماد ناشی از هوای یخبندان محافظت می‌شود؟ حتی با وجود گرمکن‌های گازسور، آیا بدون فعالیت بادزن‌ها و هم فقلی واحدهای هواساز، حرارت کافی قابل تامین است؟
- یک توربین ـژنراتور در اختیار قرار دارد، ولی آیا بدون هوا یا بخار فشرده، تغذیه آب به دیگ، آشکارسازهای شعله، یا کنترل نیرو، می‌توان آن را راه‌اندازی نمود؟
- یک ژنراتور یا توربین گازی نصب شده است، لیکن چگونه ممکن است بدون استفاده از یک توربین بخاری کوچک یا یک موتور برقی، یا نوعی محرک اولیه دیگر، راه‌اندازی شده و شروع به‌کار کند.
- پمپ‌های آتش‌نشانی برقی یا بخاری، بدون وجود برق یا بخار غیرقابل استفاده خواهد بود.

مطالب فوق این واقعیت را نشان می‌دهد که در طراحی هر کارخانه یا واحد صنعتی پیش‌بینی نیروی راه‌اندازی کافی یکی از مهم‌ترین مواردی است که باید مد نظر قرار گیرد. باید توجه داشت که در صورت قطع برق عادی و عدم پیش‌بینی نیروی برق راه‌اندازی جایگزین، به هنگام ضرورت و در موارد بحرانی، تجهیزات و دستگاه‌های گران‌قیمت و پر هزینه، غیرقابل بهره‌برداری و بدون استفاده خواهد بود.

۲-۸-۲ نمونه یک سیستم استفاده کننده از نیروی راه‌اندازی

راه‌اندازی تجهیزات اصلی هر واحد صنعتی یا کارخانه بدون استفاده از برق خارج از آن اصطلاحا" "کاراندازی سیاه" نامیده می‌شود که فقط با به کارگیری امکانات داخل واحد مورد نظر صورت می‌گیرد. یک نمونه از سیستمی که با توانایی راه‌اندازی سیاه طراحی می‌شود عبارت است از یک توربین گازی بزرگی که یک کمپرسور گریز از مرکز را در خط انتقال گاز طبیعی به گردش در می‌آورد. در این نوع سیستم گاز با فشار بالا برای راندن توربین‌های انبساطی و موتورهای گازی و در نتیجه به‌کار انداختن توربین اصلی، پمپ‌ها و تثبیت موقعیت شیرآلات استفاده می‌شود. با استفاده از فشار گاز بالا نیازهای درحد اسب بخار بالا تامین می‌شود و یک ژنراتور کوچک با موتور گاز سوز برای تامین نیروی برق لوازم توربین، شارژ باتری، روشنایی و دیگر بارهای حیاتی به‌کار می‌رود. هنگامی که توربین کار می‌کند یک ژنراتور با شافت گردان (shaftdriven generator) نیروی برق لازم را برای تمامی نیازهای ایستگاه تامین می‌کند و ژنراتور کوچک به عنوان پشتیبان استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

۲-۸-۳ روشنایی

در طراحی سیستم نیروی راه‌اندازی، اولین ملاحظه باید نصب چراغ‌های باتری‌دار در محل نصب منبع نیروی پشتیبان و مکانیزم اتصال آن باشد.

۲-۸-۴ موتور ـ ژنراتور

نیروی باتری مورد استفاده برای راه‌اندازی موتور، می‌تواند برای روشن نمودن برخی چراغ‌ها نیز استفاده شود. راه‌اندازی موتور همچنین ممکن است با استفاده از هوای فشرده ذخیره شده در یک مخزن مجهز به شیر کنترل انجام شود. اندازه موتور ـ ژنراتور را ممکن است برای کوتاه مدت در نظر گرفت اگر بتوان پس از راه‌اندازی نوعی برق مداوم بر روی خط آورده شود. در مواردی که نیروی برق اولیه موجود نباشد، موتور ـ ژنراتور باید در اندازه‌ای در نظر گرفته شود که بتواند تمامی نیازهای الکتریکی لوازم ژنراتور، دیگ بخار، چراغ‌های روشنایی اضطراری، علائم حریق، چراغ‌های خروج، و دیگر اقلام مندرج در جدول ۲-۳ را تامین کند .

۲-۸-۵ سیستم‌های باتری

در طراحی سیستم باتری کارخانه یا برق بدون وقفه آن (UPS) به موارد زیر باید عنایت ویژه‌ای مبذول شود :

۱- ظرفیت نیروی برق باتری‌ها باید برای راه‌اندازی مجدد سیستم‌های کنترل لازم پس از هر توقف ایمن و برنامه‌ریزی شده کافی باشد، و

۲- در موارد ممکن، وسایل قطع‌کننده ویژه‌ای برای قطع سیستم‌های پر مصرف در نظر گرفته شود تا ظرفیت باتری‌ها برای شروع مجدد ذخیره شود.

ظرفیت سیستم باتری باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود که علاوه بر تامین عملکرد تجهیزات ضروری، نیازهای توجیه‌پذیر را نیز پاسخگو باشد.

۲-۸-۶ سیستم‌های دیگر

سیستم‌های دیگری که برای راه‌اندازی ممکن است مورد استفاده قرار گیرد شامل موارد زیر است :

- تجهیزات متحرک در صورتی که به هنگام نیاز در اختیار باشد.
- استفاده از خط دوم نیروی برق عمومی (در صورت موجود بودن)
- کارخانه‌های مجاور، در صورتی که تولید زنده برق داشته باشند (در موارد اضطراری)

۲-۸-۷ توجیه سیستم

در هر کارخانه یا واحد صنعتی پیش از بروز نیاز باید یک برنامه کاری مشخص با تجهیزات لازم برای راه‌اندازی بررسی، ارزیابی و تعیین شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۳ : ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق راه‌اندازی با استفاده از برق اضطراری و پشتیبان برای بررسی مقدماتی

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
دیگ‌های بخار	۳ ثانیه	تا بازگشت برق اولیه	×	×	بازگشت به تولید جلوگیری از خسارت به علت انجماد تامین نیروی برق لازم
کمپرسور هوا	یک دقیقه	تا بازگشت برق اولیه		×	بازگشت به تولید تامین برق ابزار کنترل دقیق

۲-۹ سیستم‌های بالابر و جابجایی

۲-۹-۱ مقدمه

این عنوان سیستم‌هایی را در بر می‌گیرد که انسان‌ها و محصولات را با استفاده از نیروی برق جابجا می‌کند. اهمیت نگهداری و تامین برق برای این سیستم‌ها در طیفی از شرایط مطلوب تا بحرانی قرار دارد.

۲-۹-۲ آسانسورها

در طراحی و اجرای سیستم برق آسانسورها موارد زیر باید مورد توجه قرار گرفته و رعایت شود :

الف ـ در مواردی که دو یا چند آسانسور در ساختمان‌های سه طبقه به بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد، آسانسورها یا هر مجموعه ازآسانسورها (banks of elevators) باید به منابع نیروی برق جداگانه‌ای اتصال یابد. مواردی وجود دارد که نیروی برق پشتیبان باید طی ۱۵ ثانیه برای تمامی آسانسورها تامین شود. برای صرفه‌جویی در انرژی چنانچه ظرفیت آسانسورها کافی بوده و تردد را بتوان تغییر مسیر داد، در هنگام قطعی برق عادی می‌توان نیمی از آسانسورها را با استفاده از برق پشتیبان تغذیه نمود و نیم دیگر را حدود یک دقیقه پس از قطعی برق عادی برای رساندن آسانسورهای متوقف در بین راه به طبقه همکف به سیستم برق پشتیبان متصل نمود.

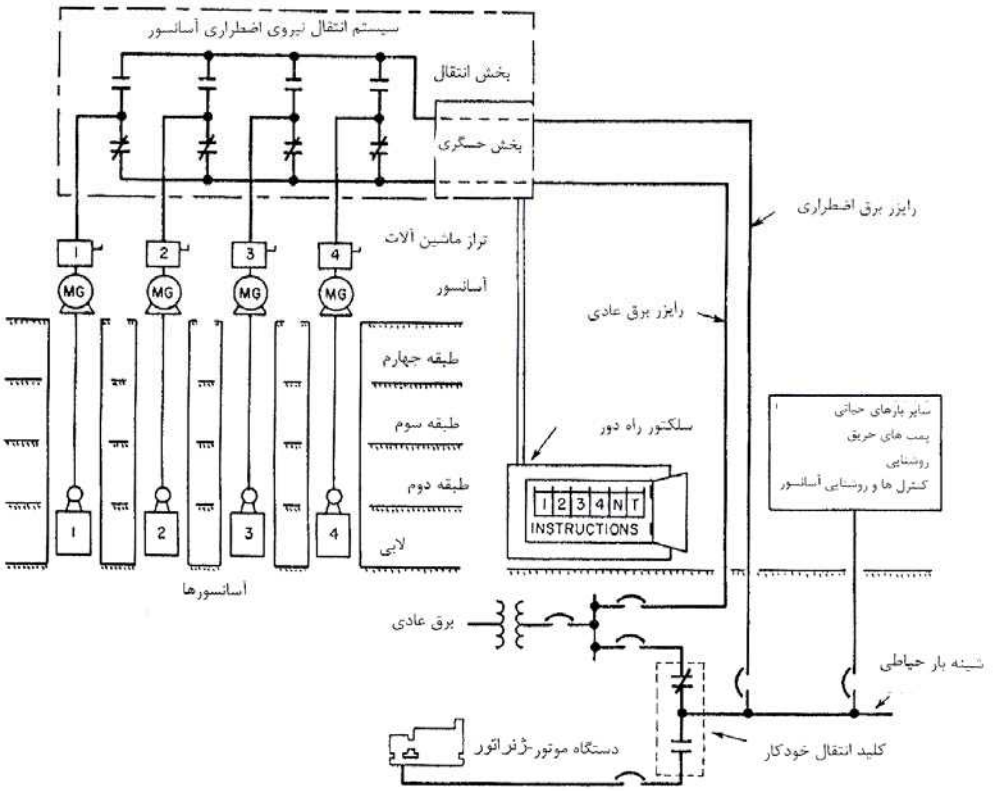
ب ـ در مواردی که استفاده از آسانسورها برای کارکنان و بیماران حیاتی است، بهتر است از سیستم انتقال نیروی خودکار با نظارت دستی استفاده شود، زیرا در صورت قطع برق در شب یا ایام تعطیل ممکن است اپراتورها و مسوولین نگهداری به موقع حضور نداشته باشند.

پ ـ سیستم تغذیه برق اضطراری نوعی آسانسور

یک سیستم انتقال برق اضطراری آسانسور در شکل ۲-۱ ارایه شده است. در این شکل یک آسانسور انتخابی از طریق یک شینه بار حیاتی از یک رایزر اضطراری تغذیه می‌شود در حالی که سایر آسانسورها از برق عادی تغذیه می‌گردد. در این سیستم با استفاده از یک کلید انتقال خودکار برای هر آسانسور و یک سلکتور راه دور

omoorepeyman.ir

می‌توان هر آسانسوری را از برق اضطراری تغذیه نمود و بدین ترتیب، در صورت قطع برق عادی، تخلیه کامل ساختمان امکان‌پذیر می‌شود. موتور ـ ژنراتور و رایزر اضطراری را می‌توان با ظرفیت لازم برای تامین برق فقط یک آسانسور در نظر گرفت، که به این ترتیب صرفه‌جویی در هزینه‌ها محقق می‌شود. از آنجا که کنترل سلکتور راه دور، کلیدهای انتقال خودکار، و راه‌انداز موتور مستقل از کنترل آسانسورها می‌باشد، نصب آنها به سهولت امکان‌پذیر است.



شکل ۲-۱ : سیستم انتقال برق اضطراری آسانسور

omoorepeyman.ir

ت ـ نیروی بازیافت (regenerated power)

در آسانسورهایی که با موتور ـ ژنراتور کار می‌کند، نیروی برق باز یافتی باید مورد توجه قرار گیرد. در برخی کاربری‌ها در هنگام پایین آمدن آسانسور از موتور به عنوان ترمز استفاده می‌شود که تولید برق نموده و به منبع نیرو برگشت داده می‌شود. در این‌گونه موارد در صورتی که از برق شهر استفاده شود مشکلی ایجاد نمی‌شود، لیکن در مواردی که مولد برق به‌کار می‌رود باعث افزایش سرعت ژنراتور و آسانسور می‌شود. برای جلوگیری از سرعت اضافی آسانسور باید حداکثر نیروی تولیدی مشخص شود. مقدار مجاز جذب این نیرو معمولا" برابر حدود ۲۰ درصد ظرفیت مولد برحسب کیلووات است. در صورتی که نیروی پمپ شده به مولد بیش از ۲۰ درصد باشد باید بار دیگری مانند چراغ‌های اضطراری یا بار مصنوعی به مولد اضافه شود. چراغ‌های اضطراری باید برای حداکثر ایمنی به طور دایمی به مولد اتصال یابد. بار مصنوعی باید هنگام کار آسانسور به طور خودکار بر روی خط کلیدزنی شود.

۲-۹-۳ نقاله ها و پله‌های برقی

پله‌های برقی و نقاله‌ها ممکن است به برق اضطراری نیاز داشته باشند زیرا در صورت قطع برق عادی افراد معلول بر خلاف افراد سالم دچار مشکل می‌شوند.

امروزه، توسعه سیستم‌ها و افزایش تجهیزات، ارزیابی مجدد نیروی برق پشتیبان را ضروری نموده است. استفاده از نقاله‌ها برای تغذیه دام یا گردآوری تخم‌مرغ گرچه زمانی برای تسهیل کار مطرح بوده است لیکن با توسعه وسعت استفاده از سیستم‌های مکانیزه و افزایش بستگی به نیروی برق امروزه قطع برق فاجعه آفرین خواهد بود و به همین دلیل نیاز به برق پشتیبان به عنوان یک ضرورت اهمیت بسیار دارد.

۲-۹-۴ دیگر سیستم‌های جابجایی

نمونه سیستم‌های جابجایی یا انتقال که به نیروی برق پشتیبان نیاز دارد به شرح زیر است :

- نقاله‌های مورد استفاده برای انتقال و تبدیل مواد خام به کالاهای ساخته شده.
- تجهیزات مورد استفاده در انبار برای انباشت بارها بر روی هم و نقاله‌های حمل کالاهای ساخته شده به وسایل حمل و نقل.
- پمپاژ مواد آبکی در لوله‌های طویل.
- نقاله‌های تغذیه احشام.
- نقاله‌های جابجایی گندم و مانند آن در سیلوها.

۲-۹-۵ ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های بالابر و جابجایی در جدول ۲-۴ ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۴ : ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های بالابر و جابجایی

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
آسانسورها	۱۵ ثانیه تا یک دقیقه	از یک ساعت تا بازگشت برق اولیه		×	ایمنی کارکنان تخلیه ساختمان ادامه کار عادی
نقل و انتقال مواد	۱۵ ثانیه تا یک دقیقه	از یک ساعت تا بازگشت برق عادی		×	ادامه کار خط تولید تنظیم زمان خاموش کردن دستگاه‌ها تداوم فعالیت‌های عادی
پله‌های برقی	۱۵ ثانیه تارفع نیاز به برق اضطراری	از صفر تا برگشت برق عادی		×	تخلیه منظم ادامه کار عادی

۲-۱۰ سیستم‌های مصارف یا تاسیسات مکانیکی

اغلب سیستم‌های مصارف مکانیکی همانند سیستم‌های مصارف برقی حائز اهمیت هستند. این‌گونه سیستم‌های وابسته به یکدیگر را مدیران و مسوولین شرکت‌ها به طور کلی به عنوان سیستم‌های مصرفی یا تاسیساتی می‌نامند.

۲-۱۰-۱ سیستم‌های نوعی تاسیسات مکانیکی که به نیروی برق قابل اطمینان نیاز دارد :

- هوای فشرده برای سیستم‌های پنوماتیک (pneumatic).
- خنک‌کننده با آب (شامل پمپ‌های برگشت، پمپ‌هآی فشار، هواکش‌های برج).
- آب چاه یا دیگر منابع آب پمپاژ شده برای استفاده کارکنان.
- سیستم‌های هیدرولیکی.
- سیستم‌های فاضلاب (بهداشتی، صنعتی، طوفان).
- سیستم‌های گازی (طبیعی، پروپان، اکسیژن)، شامل کمپرسورها.
- سیستم‌های بخاری (کم فشار و پر فشار).
- سیستم تهویه (ساختمان و فرآیند).
- سیستم‌های خلاء.
- هوای فشرده برای ابزار دقیق.

گرچه این فهرست کامل نمی‌باشد لیکن به مدیر یا مهندس کارخانه در زمینه نیازهای مختلف و زیان‌های بالقوه‌ای که در صورت موجود نبودن نیروی برق ممکن است رخ دهد هشدار می‌دهد.

omoorepeyman.ir

قطع برق برای مدت ۰/۱ تا ۵ ثانیه می‌تواند باعث صرف وقت از چند دقیقه تا چند ساعت برای انجام تنظیمات لازم سیستم‌ها برای رسیدن به وضعیت پایدار و راه‌اندازی مجدد کارخانه شود.

۲-۱۰-۲ خاموش نمودن منظم سیستم‌های تاسیسات مکانیکی

خاموش نمودن منظم سیستم‌های تاسیسات مکانیکی هنگامی قابل قبول است که با استفاده کوتاه مدت از منبع تغذیه کوچکتر برای موارد زیر همراه شود :

- نگهداری دما یا فشار بر روی دستگاه‌های گوگردزن تا پایان ساخت محصول.
- نگهداری فشار هیدرولیک تا پایان مرحله فرآیند در جریان، یا تا هنگامی که حذف فشار باعث زیان نشود.
- ادامه کار پمپ‌ها تا زمانی که تمامی آب فرآیندی قطع یا به مخازن فاضلاب برگردد. این امر هنگامی جدی می‌شود که آب آلوده به روغن و دیگر مواد زائد باعث طغیان شود و نیاز به اقدامات ویژه برای جداسازی موارد مزبور باشد.
- ادامه کار سیستم تهویه برای تخلیه هوای قابل انفجار تا پایان جریان عادی کار خاموشی دستگاه‌ها. پاکسازی هوا برای برخی فرآیندهای خشک نمودن کوره حیاتی است.
- جلوگیری از سرریز فاضلاب‌های بهداشتی قبل از پایان کار تخلیه کارکنان.
- ادامه کار کمپرسورهای گازی تا پایان فرآیندهای بحرانی.

این فهرست برای انجام اقدامات لازم جهت خاموش نمودن منظم کارخانه کامل نمی‌باشد، لیکن برای هشدار به مهندس کارخانه برای تهیه یک برنامه خاموشی منظم کافی خواهد بود. بدین ترتیب مدیریت کارخانه برای برنامه‌ریزی توجیه می‌شود تا در شرایط اضطراری غافلگیر نشود.

۲-۱۰-۳ موارد دیگر از خاموشی منظم

در مواردی که خاموشی منظم قابل قبول نباشد یکی از روش‌های زیر می‌تواند انتخاب شود :

الف ـ تداوم کار سیستم‌های مصارف مکانیکی بدون قطعی برق.

در این روش ظرفیت کامل نیروی برق پشتیبان و سیستم برق بدون وقفه (UPS) باید برای کنترل دیگ‌های بخار، کامپیوترها، رله‌های ضروری و راه‌اندازهای موتورها پیش‌بینی و در اختیار باشد.

ب ـ قبول قطعی برق تا بازگشت نیروی برق پشتیبان

در این نوع سیستم ظرفیت کامل برق پشتیبان پیش‌بینی می‌شود و وظایف راه‌اندازی مجدد به علت از کارافتادن راه‌اندازهای مغناطیسی موتورها و رله‌ها باید انجام شود. گرچه نیروی برق برای مدت ۰/۱ تا ۵ ثانیه قطع می شود لیکن ۱۵ تا ۳۰ دقیقه برای بازگشت به شرایط عادی کار دستگاه‌ها زمان مورد نیاز خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۲-۱۰-۴ ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های تاسیسات مکانیکی در جدول ۲-۵ ارایه شده است.

جدول ۲-۵ : ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های تاسیات مکانیکی (برای بررسی مقدماتی)

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
آب (خنک‌کردن و کاربری عمومی)	۱۵ ثانیه	از نیم ساعت تا بازگشت برق عادی		×	ادامه تولید جلوگیری از صدمه به دستگاه‌ها تغذیه سیستم حفاظت از حریق
آب (نوشیدنی و بهداشتی)	از یک دقیقه تا رفع نیاز	نا محدود تا ارزیابی		×	تامین خدمات به مشتریان ادامه کارآیی کارکنان
برق دیگ بخار	۰/۱ ثانیه	یک ساعت تا برگشت برق عادی	×	×	جلوگیری از ر فتن برق تولید نیروی برق و بخار ادامه تولید جلوگیری از آسیب به دستگاه‌ها
پمپ‌های آب، بهداشتی و تولید مایعات	از ۱۰ ثانیه تا رفع نیاز	نا محدود تا ارزیابی		×	جلوگیری از سرریز نگهداری تجهیزات خنک‌کننده تامین نیازهای بهداشتی ادامه تولید ادامه کار دیگ بخار
فن‌ها و بادزن‌های تهویه و گرمایش	از یک ثانیه تا بازگشت برق عادی	نا محدود تا ارزیابی	×	×	ادامه کار دیگ بخار هواکش واحدهای گازسوز ادامه کار خنک کننده‌ها و گرم کننده‌های ساختمان و تولید

۲-۱۱ سیستم‌های گرمازا

۲-۱۱-۱ تداوم تولید بخار

کارخانه‌های دارای فرآیند تولید مداوم به تولید بدون وقفه بخار نیاز دارد. حداقل الزامات لازم برای تداوم تولید بخار عبارت است از وجود هوای احتراق کافی، هوارسانی به ابزار دقیق و محرک‌ها، ذخایر آب و سوخت، بعلاوه تغذیه برق مداوم به اغلب سیستم‌های کنترل شعله. حداکثر قطعی قابل تحمل مدتی است که در طول آن بادزن‌ها یا پمپ‌ها، جریان و فشار را بالاتر از حداقل نگه می‌دارد. جدول ۲-۶ انواع سیستم‌های تداوم بخار را نشان می‌دهد.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۶ : سیستم‌های تداوم تولید بخار

نوع دستگاه	مدت قطعی مجاز	نوع سیستم
سیستم‌های کنترل شعله	ندارد	سیستم‌های مکانیکی ذخیره انرژی دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور سیستم‌های برق بدون وقفه
کنترل‌های موتور و ابزار دقیق	ندارد	سیستم‌های مکانیکی ذخیره انرژی دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور سیستم‌های برق بدون وقفه
بادزن‌های دیگ بخار	۱/۲ تا ۲ ثانیه	سرویس‌های چندگانه مصرفی، یا درون خطی و رله‌دار، و یا برون خطی، کلیددار، و انتقالی
کمپرسور هوا	تا ۳۰ دقیقه، بسته به ذخیره، مصرف‌کننده‌های غیر ضروری باید به طور خودکار قطع شود	سرویس‌های مصرفی چندگانه موتور یا توربین ژنراتور، برون خطی توربین (احتراقی، بخار، آب)، برون خطی
پمپ آب	تا ۵ دقیقه، بسته به ظرفیت مخزن و اختلالات برقی تولید بخار	سرویس‌های مصرفی چندگانه یا درون خطی و رله‌دار، یا برون خطی، کلیددار، و انتقالی توربین (احتراقی، بخاری، آبی)، برون خطی، راه‌اندازی خودکار
پمپ‌های روغن (برای مشعل‌ها)	تا ۱۵ سیکل، با چرخ لنگر بیشتر	سرویس‌های مصرفی چندگانه، درون خطی و رله‌دار توربین (احتراقی، بخاری،آبی)، درون خطی
پمپ‌های برقی روغن	چند دقیقه	توربین یا موتور ـ ژنراتور، برون خطی سرویس‌های مصرفی چندگانه، درون خطی یا برون خطی

هر یک از سیستم‌های زیر برای تداوم تولید بخار پاسخگو خواهد بود :

- موتور ـ ژنراتور، برون خطی.
- سرویس برق چندگانه، درون خطی و رله‌دار، یا برون خطی، کلیددار و تبدیل.
- توربین (احتراقی، بخاری، آبی) برون خطی یا درون خطی.
- سیستم مکانیکی ذخیره انرژی، با موتور ـ ژنراتور کمکی برون خطی.

۲-۱۱-۲ دمای فرایندی

دمای فرآیندی عبارت است از نگهداری فرآیند مواد معینی در دمای لازم. فرآیندهای حرارتی غیر بحرانی به علت ظرفیت‌های حرارتی ذاتی می‌توانند در برابر قطع برق تا زمان قابل ملاحظه‌ای مانند پنج دقیقه تا حداکثر چند ساعت را تحمل نمایند.

omoorepeyman.ir

در فرآیندهای دیگر، مانند عمل آوری و خشک کردن نخ و الیاف دارای چنان طبیعت بحرانی است که از دست رفتن حرارت طی ۱۰ ثانیه باعث خارج از مشخصات استاندارد شدن محصول می‌شود. مشعل‌های گازی و گازوئیلی و آشکارسازهای شعله به افت ولتاژ حدود ۴۰ درصد برای یک ثانیه یا کمتر حساس هستند. در این‌گونه موارد، یک منبع تغذیه بدون وقفه برای کنترل و یک موتور ـ ژنراتور برای قطع ۱۰ ثانیه‌ای نیروی برق اصلی یا یک سیستم دیگر مورد نیاز خواهد بود.

در خشک نمودن لعاب روی بدنه اتومبیل و وسایل به وسیله اشعه ماوراء بنفش که با حرارت انرژی الکتریکی صورت می‌گیرد، قطع برق برای ۱۰ ثانیه به منظور روی خط آوردن نیروی برق پشتیبان یا کلیدزنی خودکار به منبع جایگزین دیگر قابل قبول خواهد بود.

ضرر و زیان ناشی از قطع برق در حرارت کاری فلزات و در فرآیند مستقیم یا غیر مستقیم ذوب فلزات می‌تواند قابل ملاحظه باشد. در این‌گونه موارد دو ارزیابی باید به‌عمل آید: یکی بر پایه خاموش نشدن مشعل، و دیگری براساس پذیرش قطعی برق برای مدت کوتاه و لزوم راه‌اندازی مجدد. نیروی برق بدون وقفه چندین برابر گران‌تر از کلیدزنی یا برق اضطراری است، اما محصول را نجات می‌دهد و از قطع فرآیند جلوگیری می‌کند. کلیدزنی یا برق اضطراری ارزان‌تر است، اما زیان ناشی از ضایع شدن محصول یا قطع فرآیند ممکن است از صرفه‌جویی در سیستم تغذیه برق انتخابی تجاوز نماید.

۲-۱۱-۳ گرم‌کردن ساختمان

ساختمان‌ها، حتی در سردترین مناطق هم می‌تواند معمولا" برای مدت حداقل ۳۰ دقیقه بدون گرمایش باشد. سیستم‌هایی که برای فرآیندهای غیر بحرانی ذکر گردید برای این نوع کاربری نیز قابل اعمال است.

۲-۱۱-۴ ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های گرمایشی در جدول ۲-۷ ارایه شده است.

جدول ۲-۷ : ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های گرمایشی

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
فرآیند	۵ دقیقه	نامحدود تا تخلیه؛ معمولا" تا زمان خاموش نمودن دستگاه، یا بازگشت برق عادی		×	جلوگیری از ضایعات فرآیند تولید اجتناب از خسارات مالی تداوم تولید اجتناب از بیکاری کارگران کاهش نرخ بیمه
تهیه غذا	۵ دقیقه	تا بازگشت برق عادی		×	جلوگیری از زمان عدم فروش اجتناب از ضایعات مواد در فرآیند تهیه غذا

omoorepeyman.ir

۲-۱۲ سیستم‌های سرمازا یا تبرید

۲-۱۲-۱ الزامات برخی کاربری‌های تبرید

الزامات سیستم‌های تبرید معمولا" در قطعی کوتاه مدت برق از چند دقیقه تا چند ساعت از نوع غیر بحرانی محسوب می‌شود، لیکن این نیاز در صورت تداوم قطعی برق می تواند بی‌نهایت بحرانی شود. نمونه‌های زیر گویای شرایط پیش‌گفته است :

- امکانات پزشکی مستلزم استفاده از تجهیزات تبرید برای نگهداری بانک خون، داروها و آزمون‌های دراز مدت و مانند آن می‌باشد.
- در آزمون‌های علمی دراز مدت که به نگهداری دقیق حرارت پایین نیاز است، قطعی کوتاه برق، نتایج آزمون‌ها را تخریب نموده و تجدید آن را ضروری می‌نماید. فرآیندی پر هزینه و زمان‌بر که ممکن است با استفاده از یک سیستم برق پشتیبان از ضایع شدن نتایج جلوگیری نمود.
- مواد ذخیره شده در یخچال‌ها، سردخانه‌ها، تاسیسات انجماد مواد غذایی، و امثال آن در صورت قطع برق و ادامه آن دچار صدمه و آسیب و فساد می‌گردد.
- تولید بستنی یا انجماد مواد غذایی ممکن است به علت قطع برق در میانه فرآیند متوقف شود. با قطع برق نه تنها تمامی تولید از بین می‌رود بلکه فرآورده‌های فرآیندی نیز ضایع خواهد شد.
- با پیشرفت و توسعه دانش روز در زمینه سوپر رساناها و گسترش آن به رشته‌های دیگر، تامین برق تجهیزات تبرید ممکن است حیاتی‌تر گردد.

در مواردی که واحدهای خنک‌کننده موجود به وسیله نیروی برق عادی تغذیه می‌شود، در زمان افزایش واحد جدید و هنگامی که نیاز به برق اضطراری یا پشتیبان برای مصارف دیگر وجود دارد، می‌توان از یک موتور ـ ژنراتور یا منبع مشابه دیگر به صورت مشترک استفاده نمود.

به علت کندی افرایش دما در تجهیزات سردخانه‌ای، برای صرفه‌جویی می‌توان از یک ژنراتور کوچکتر از نرمال استفاده نمود و واحدهای مختلف را تا بازگشت برق عادی به نوبت به این ژنراتور متصل نمود.

۲-۱۲-۲ سردسازی برای کاهش مخاطرات

برخی فرآیندها حرارت‌زا بوده وطی واکنش شیمیایی ایجاد دما می‌کند. در این‌گونه موارد فقدان سیستم خنک‌کننده می‌تواند باعث خسارات جدی یا حتی انفجار شود.

omoorepeyman.ir

۲-۱۲-۳ راه‌اندازی برق اضطراری سیستم خنک‌کننده

در مواردی که سیستم برق عادی سامانه‌های خنک‌کننده قطع می‌شود، راه‌اندازی دستی موتور ـ ژنراتور، توربین یا منبع جایگزین دیگر به شرطی کفایت می‌کند که یک سیستم هشدار دهنده برای آگاهی افراد مسوول پیش‌بینی شود.

۲-۱۲-۴ ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های تبرید در جدول ۲-۸ ارایه شده است.

جدول ۲-۸ : ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سامانه‌های سرمازا

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
تجهیزات یا وسایل ویژه‌ای که دارای دمای بحرانی است	۵ دقیقه	تا بازگشت برق عادی		×	جلوگیری از آسیب به دستگاه‌ها یا محصولات
انبارهای دارای ویژگی حیاتی (مانند بانک خون)	۵ دقیقه (۱۰ ثانیه برابر استاندارد NFPA 99)	تا بازگشت برق عادی		×	جلوگیری از فساد مواد انبار شده
انبارهای غیر بحرانی (گوشت، محصول و مانند آن)	۲ ساعت	نا محدود تا ارزیابی		×	جلوگیری از ضایعات مواد انباری نرخ بیمه کمتر

۲-۱۳ فرآوری یا تولید

۲-۱۳-۱ بررسی تداوم تولید در یک واحد صنعتی هنگام قطع برق عادی

توجیه نگهداری تولید در یک واحد صنعتی در زمان قطع برق عادی بستگی به مجموعه صرفه‌جویی‌های محسوس و نامحسوس بسیاری دارد. عوامل مختلف موثر در این‌گونه صرفه‌جویی‌ها به شرح زیر قابل بررسی است :

الف ـ مزد پرداختی در برابر هزینه عدم تولید باید بررسی و ارزیابی شود. در مواردی که ماشین‌آلات پر مصرف تا بازگشت نیروی برق عادی خاموش می‌ماند و دیگر مصارف کم است یک سیستم تغذیه کوچک برای مراحل پایانی و بازرسی فرآورده‌ها، دفاتر و دیگر مکان‌هایی که کارکنان بیشتری به‌کار اشتغال دارند قابل توجیه خواهد بود.

omoorepeyman.ir

ب ـ در مواردی که ماشین‌آلات با ظرفیت کامل کار نمی‌کنند و محصولات به انبارها هدایت می‌شود هزینه خاموشی دستگاه‌ها کمتر از مواردی است که ماشین‌آلات با ظرفیت کامل کار می‌کنند و مشتری در انتظار فرآورده‌ها است.

پ ـ هزینه هایی که بر اثر قطع برق در فرآیند تولید ایجاد می‌شود باید بررسی و در نظر گرفته شود. در صنایع داروسازی، لاستیک‌سازی، شیشه‌سازی، فولادسازی، کاغذسازی و موارد مشابه دیگر بر اثر قطع برق محصولات ضایع و غیر قابل استفاده می‌شود و علاوه بر فساد و تباهی فرآورده‌ها، خسارات متعاقبی نیز برای پاکسازی خط تولید گریبان‌گیر می‌شود. به عنوان مثال در صنعت لاستیک‌سازی در صورت قطع برق در فرآیند تولید، افزون بر ضایع شدن محصولات فرآیندی خارج کردن مواد از دستگاه‌های گوگردزن،رانشگرها (extruders)، یا مخلوط کننده‌ها در حرارت بالا بسیار مشکل و پر هزینه است.

ت ـ تجربه نشان می‌دهد که در موارد قطع برق نیم ساعته معمولا" کارکنان نیز نامنظم می‌شوند و دو تا سه ساعت طول می‌کشد تا افراد مجددا" به‌کار مشغول و سطح تولید به میزان قبل از قطعی برق برسد. بنابراین در توجیه پیش‌بینی برق پشتیبان و اضطراری برای واحدهای صنعتی و تجاری کلیه هزینه‌های حقیقی و آتی و زیان‌های حاصله باید بررسی و محاسبه شود.

۲-۱۳-۲ فرمول‌های محاسباتی هزینه قطعی برق

برآورد تقریبی هزینه مستقیم قطعی برق به شرح زیر قابل محاسبه است :

مجموع هزینه خرابی یا قطع برق = E + H + I

که در آن :

E = هزینه نیروی کار

H = هزینه فرآورده‌های ضایع شده

I = هزینه راه‌اندازی

مقادیر E، H و I به شرح زیر محاسبه می‌شود :

$$E = AD\ (1.5B = C)$$
$$H = FG$$
$$I = JK\ (B = C) = LG$$

که در آن :

A = شمار کارکنان خط تولید

B = پایه دست‌مزد ساعتی

C = هزینه‌های بالاسری ساعتی سرانه

D = مدت قطع برق برحسب ساعت

omoorepeyman.ir

F = شمار مواد ضایع شده

G = هزینه هر واحد از مواد ضایع شده

J = مدت زمان راه‌اندازی (برحسب ساعت)

K = شمار کارکنان درگیر در راه‌اندازی

L = شمار مواد ضایع شده به علت راه‌اندازی

پس از محاسبه هزینه مدتی که کارخانه کار نمی‌کند و صرفه‌جویی‌های ناشی از عدم مصار ف آب، برق، گاز و مانند آن، هزینه مجموع زمان خاموشی بدست می‌آید.

۲-۱۳-۳ ساختمان‌های تجاری

برای موسسات تجاری نیز نمونه مشابهی از نحوه محاسبه براساس طول مدت قطعی برق، هزینه نیروی کار، از دست رفتن سود فروش، زیان ناشی از سرقت، و هزینه های راه‌اندازی، می‌توان تدوین نمود.

۲-۱۳-۴ زیان‌های اضافی ناشی از قطع برق

علاوه بر زیان‌های نامبرده در بند ۲-۱۳-۲، مواردی همچون عناوین زیر نیز وجود دارد که محاسبه آن مشکل‌تر است لیکن در موارد لازم باید به آن پرداخته شود :

- سرشکن نمودن هزینه‌های استهلاکی سرمایه‌ای مواد فرآیندی.
- استهلاک در کیفیت مواد فرآیندی
- ‘‘ارزش’’ پول سرمایه‌گذاری شده در مواد مصرف نشده یا ماشین‌آلات.

در شرایط خاص یا غیر عادی زیان‌های دیگری نیز ممکن است بوجود آید. به طور کلی در واحدهای صنعتی که با ظرفیت ۱۰۰٪ کار می‌کنند هرگونه از دست رفتن تولید باعث کاهش سود در واحدهای تولیدی یا خدمات مورد نظر می‌شود. هزینه‌های بالاسری ثابت یا متغییر بر روی کالاهای تولیدی سرشکن می‌شود ومشتریان ممکن است به رقبای دیگری روی آورند. در این‌گونه شرایط هزینه نیروی برق پشتیبان بیشتر قابل توجیه خواهد بود.

۲-۱۳-۵ تعیین احتمال خرابی نیروی برق

احتمال خرابی نیروی برق باید با بررسی سابقه خرابی ثبت شده منابع تغذیه آن صورت گیرد. این‌گونه سوابق ممکن است یا در واحد صنعتی یا تجاری ثبت شود و یا از شرکت‌های برق منطقه‌ای کسب شده و توصیه آنها نیز در نظر گرفته شود. نمونه سابقه خرابی (قطع) برق در جدول ۲-۹ و نمونه سابقه افت‌های کوتاه مدت برق در جدول ۲-۱۰ ارایه شده است .

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۹ : نمونه ثبت سابقه خرابی برق

تاریخ	ساعت	زمان استمرار	شماره خط
۱۸ اسفند	۹ : ۵۲	۱۰ دقیقه	۱۴
۲۱ خرداد	۲۱ : ۵۳	۱۲ ثانیه	۱۴
۲۱ خرداد	۲۲ : ۱۳	۹ ثانیه	۱۴
۲۴ تیر	۲۰ : ۴۰	۵/۵ ثانیه	۱۳ + ۲۲
۲۶ تیر	۱۹ : ۱۳ ۲۰ : ۴۴	۱ – ۲ دقیقه	۱۴ (۹ بار)

جدول ۲-۱۰ : نمونه ثبت افت‌های (dips) کوتاه مدت برق

تاریخ	ساعت	خط	شمار سیکل‌ها	افت خط نسبت به زمین (هر واحد)			
				E_z	E_b	E_c	تغییر ولتاژ
۲۵ فروردین	۲۱ : ۵۰	۳۲	۱۸	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۷۵	۱
۱۰ اردیبهشت	۱۵ : ۵۳	سیستم	۴۳	۰/۸۳	۰/۹۲	۰/۹۲	۱
۱۹ اردیبهشت	۷ : ۵۲	۲۳ و ۲۴	۳۲	۰/۹	۰/۸۵	۰/۸۳	۱
۱۹ اردیبهشت	۷ : ۵۴	۲۰	۲۴	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۵۸	۱
۱۹ اردیبهشت	۷ : ۵۵	۲۲	۴۶	۱	۱	۰/۶۹	۱
						۰/۴۰	
						۰/۵۰	
						۰/۰۶	
۲۷ اردیبهشت	۰۰ : ۴۳	۱۳ و ۲۲	۲۱	۰/۵	۰/۶۹	۰/۳۱	۱

۲-۱۳-۶ عوامل موثر در افزایش احتمال خرابی برق

همچنان که میزان مصرف برق به بار طراحی نزدیک یا از آن تجاوز می‌کند احتمال خرابی و قطع برق افزایش می‌یابد. همچنین احتمال مشابهی نیز در مورد پیچیده‌تر شدن سیستم و افزایش عمر تجهیزات وجود دارد.

۲-۱۳-۷ نیروی برق ذخیره

احتمال نیاز به نیروی برق ذخیره در هر محیط مصرف باید پیش‌بینی و بررسی شود. پیش‌بینی برق ذخیره بیش از مصرف پیک حاشیه اطمینان به نیروی برق را افزایش می‌دهد.

۲-۱۳-۸ بررسی انواع سیستم‌های مورد نیاز

استفاده از یک موتور یا توربین ژنراتور یا منبع مستقل دیگر نیروی برق معمولا" برای تامین نیروی برق پشتیبان کافی است، لیکن برای بارهای حیاتی ممکن است بیش از یک سیستم برق پشتیبان مورد نیاز باشد. راه‌اندازهای موتور، کنتاکتورها و رله‌هایی که توسط یک بوبین یا الکترو مغناطیس بسته نگهداشته می‌شود، به قطعی‌های

omoorepeyman.ir

کوتاه مدت برق یا افت ولتاژ حساس می‌باشند. ویژگی‌های رهاسازی این‌گونه دستگاه‌ها در رابطه با سطح ولتاژ و طول مدت افت ولتاژ متفاوت است، به طوری که مثلا" یک افت ولتاژ ۶۰ تا ۷۰ درصد ولتاژ اسمی برای ۰/۵ ثانیه بسیاری از وسایل را غیر فعال می‌کند. هر چه مدت زمان افت ولتاژ بیشتر باشد لوازم و وسایل بیشتری غیر فعال می‌شود. بسته به نوع کاربرد این‌گونه دستگاه‌ها، یک سیستم برق اضطراری یا بدون وقفه (UPS) می‌تواند قابل توجیه باشد، به ویژه در مواردی که از کنترل دیگ‌های بخار، فرآیندهای شیمیایی حساس، لوازم ایمنی، و دیگر سیستم‌های حیاتی استفاده می‌شود.

لوازم و وسایلی که به علت نوسانات ولتاژ بیشتر در معرض خرابی و عملکرد نادرست هستند عبارتند از لوازم کلیدزنی الکترونیکی مدرن که تقریبا" هیچ‌گونه تاخیر زمان و تغییر فشار یا حرارت را تحمل نمی‌نمایند، و نیز فرستنده‌ها و گیرنده‌های اندازه‌گیری جریان از نوع الکترونیکی، کنترل‌کننده‌های خودکار مورد استفاده برای کنترل فرآیند، و ثبت داده‌ها نیز در همین زمره است.

استفاده از سیستم برق بدون وقفه (UPS) برای رایانه‌های درون خطی حساس یا بارهای کنترل دیگ‌های بخار ضروری است زیرا قطع برق برای ۰/۵ سیکل ممکن است باعث نیاز به راه‌اندازی مجدد کارخانه شود.

در استفاده ترکیبی از سیستم UPS و برق پشتیبان، زمان استفاده از برق بدون وقفه کوتاه خواهد بود زیرا برق پشتیبان باید به گونه‌ای طراحی شود که طی مدت ۱۰ تا ۶۰ ثانیه بر روی خط بیاید. درکارخانه‌ها ساعت‌های مورد استفاده برای کنترل تولید و محاسبه پرداخت اجرت باید مجهز به باتری‌های پشتیبان باشد.

پشتیبانی الکتریکی برای تغذیه لوازم و دستگاه‌های تولیدی برای اغلب یا تمامی موارد نیازهای مندرج در این فصل قابل توجیه است. ارزیابی، توجیه و تصمیم به خرید و نصب یک سیستم برق پشتیبان، اضطراری یا بدون وقفه، یا ترکیبی از این سیستم‌ها، باید با بررسی تمامی نیازها به نیروی برق را در صورت خرابی یا قطع برق تامین کند.

۹-۱۳-۲ ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای فرآوری یا تولید در جدول ۲-۱۱ ارایه شده است.

۱۴-۲ آماده‌سازی شرایط محیطی

۱-۱۴-۲ تعریف

آماده سازی شرایط محیطی عبارت است از کنترل و نگهداری شرایط محیطی یک ساختمان، اتاق یا محفظه در شرایط محیطی استاندارد یا تغییر مصنوعی آن به یک محیط استاندارد.

omoorepeyman.ir

۲-۱۴-۱ انواع متغیرها

در یک محیط کنترل شده ممکن است متغیرهای زیر وجود داشته باشد :

- دما
- بو
- بخار
- گاز
- تهویه
- غبار
- روشنایی
- موجودات زنده
- صدا

جدول ۲-۱۱ : ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای فرآوری یا تولید

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
نیروی برق فرآیندهای بحرانی (تولید فولاد، فرایندهای شیمیایی، تولید شیشه، شکر و غیره)	یک دقیقه	تا بازگشت برق عادی یا خاموش نمودن منظم دستگاه‌ها		×	- جلوگیری از خسارت به تجهیزات و محصولات - تداوم تولید به صورت عادی - کاهش هزینه (مزد و عدم تولید) - کاهش نرخ بیمه - اجتناب از خاموشی دستگاه‌ها به مدت طولانی به علت خاموشی‌های نامنظم
برق کنترل فرآیند	بدون وقفه تا یک دقیقه	تابازگشت برق اولیه	×	×	- پیشگیری در برابر از کارافتادن ماشین‌آلات و برنامه‌های کنترل فرآیند کامپیوتری - تداوم تولید - پیشگیری از مخاطرات ایمنی - پیشگیری از تولید محصولات خارج از استاندارد

۲-۱۴-۳ ملاحظات کاربری

در طراحی آماده‌سازی شرایط محیطی ملاحظات کاربری‌های مختلف به شرح زیر باید موردتوجه قرار گیرد.

۲-۱۴-۳-۱ بارهای تهویه مطبوع که برای آسایش کارکنان در نظر گرفته می‌شود معمولا" بار حیاتی محسوب نمی‌شود و حتی به عنوان شرایط بار قابل قطع هنگام سنگینی بار تلقی می‌شود، لیکن در مواردی که تجهیزات و دستگاه‌ها به افزایش حرارت حساس است مانند وجود اجزای الکترونیکی حالت جامد در محیط، استفاده از سیستم خنک‌کننده حیاتی بوده و باید مورد توجه قرار گیرد. جایی که پشتیبانی نیروی مداوم وجود ندارد می‌توان از

omoorepeyman.ir

یک ژنراتور اضطراری خودکفا (self – contained) یا پشتیبان استفاده نمود. در این‌گونه موارد معمولا" استفاده از سیستم برق بدون وقفه ضروری نمی‌باشد زیر هیچ‌گونه تغییر دمای فوری و لحظه‌ای مطرح نخواهد بود.

۲-۱۴-۳-۲ نمونه‌های زمان قطعی برق قابل تحمل برای کاربردهای مختلف در جدول ۲-۱۲ ارایه شده است. بهترین شیوه آن است که برای هر مورد، زمان قطعی قابل تحمل توسط طراح یا برنامه‌ریز مورد آزمون قرار گرفته و اندازه‌گیری شود. مقدار نیروی برق لازم، زمان قطعی قابل قبول، و جهات اقتصادی، منبع برق مورد لزوم را تعیین می‌کند. اغلب به لحاظ جهات اقتصادی نیروی لازم برای آماده سازی شرایط محیطی در برابر الزامات کل نیرو، امری جزیی محسوب می‌شود و کاربر باید با بررسی نتایج نهایی از دست رفتن نیروی برق مسئله را ارزیابی کند. همچنین در این‌گونه موارد استفاده از یک سیستم هشدار دهنده مناسب باید بررسی و در نظر گرفته شود.

۲-۱۴-۳-۳ مدارهای سیگنال و هشدار اغلب باید از قابلیت اطمینانی برابر یا حتی بیش از تجهیزات آماده‌سازی شرایط محیطی حیاتی برخوردار باشد. در مواردی که حتی یک خاموشی موقت ممکن است افراد را در معرض مخاطره قرار داده یا باعث صدمه شدید به دستگاه‌ها شود باید از سیستم برق بدون وقفه استفاده شود.

۲-۱۴-۴ نمونه‌های آماده‌سازی شرایط محیطی قابل توجیه

نمونه‌های مواردی که در آن یک مطالعه فراگیر نیاز به نیروی برق کمکی مطرح است به شرح زیر است :

- در بناهای درمانی و فضاهای مختلف بیمارستانی نیاز به محافظت و نگهداری شرایط محیطی از قبیل کنترل دما، رطوبت، روشنایی، تعویض هوا، عفونت، و جلوگیری از تداخل امواج الکترومغناطیسی، و مانند آن امری حیاتی و اجتناب ناپذیر است.

بخش‌ها و فضاهای بیمارستانی همچون بخش‌های جراحی، زایمان و مراقبت‌های ویژه نوزادان، مراقبت‌های قلبی، مراقبت‌های ویژه، کانتراسیون قلب، آزمایشگاه، بانک خون و مانند آن نیاز به کنترل شرایط محیطی خاص دارد. پایداری کارکرد دستگاه‌ها و تجهیزات در این‌گونه فضاها مستلزم برنامه‌ریزی و طراحی وسیع در زمینه تامین برق اضطراری و پشتیبان و همچنین در موارد ویژه سیستم برق بدون وقفه است.

برای شرح کامل موارد نیاز به آماده سازی شرایط محیطی بناهای درمانی و نیاز به برق اضطراری، پشتیبان و بدون وقفه به نشریات زیر مراجعه شود :

- مشخصات فنی تاسیسات برق بیمارستان (تجدید نظر اول)، نشریه شماره ۸۹
- طراحی بناهای درمانی ـ (جلدهای اول، دوم و سوم)، نشریه های شماره ۱-۲۸۷ تا ۱۲-۲۸۷

- در کارخانه‌های فرآیندی بزرگ، اولویت‌ها ممکن است به بارهای ضروری داده شده و بارهای غیر ضروری و از جمله تهویه در هنگام سنگینی بار و احتمال قطع برق خود بخود از سیستم قطع شود.در این‌گونه موارد باید یک ارزیابی مجدد اولویت‌ها صورت گیرد به گونه‌ای که کنترل دمای بحرانی بر تهویه فضاهای تولیدی

omoorepeyman.ir

پیش‌بینی شود تا هنگام خاموش کردن کنترل شده منظم دستگاه‌ها به علت فقدان تهویه یا سرمایش، سیستم دچار نقص فنی نشده و به درستی عمل نماید.

- تاسیسات تجاری و از جمله آزمایشگاه‌های گیاه‌شناسی برای رشد محصولات یا آزمون‌های گیاهی نیاز به کنترل برنامه‌ریزی شده دوره‌ای حرارت، رطوبت و روشنایی دارند. در این‌گونه موارد فقدان کنترل دما و رطوبت برای ۶ تا ۸ ساعت می‌تواند منتهی به تخریب کل محصول شود. گلخانه‌ها نیز برای تولید و نگهداری محصولات به نگهداری دما نیاز دارند، بنابراین پیش‌بینی برق اضطراری یا پشتیبان باید مد نظر قرار گرفته و رعایت شود.
- پرورش دام‌های گرمسیری نیاز به کنترل تهویه، دما، رطوبت و روشنایی دارد، که تمامی آنها به نیروی برق وابسته است. فقدان کنترل دما یا سرمایش می‌تواند باعث تلفات یا بیماری دام‌ها شود. همچنین تغییرات روشنایی و دما از مقدار تعیین شده ممکن است باعث نتایج ناخواسته شده و موجودات عجیب و غریبی بوجود آورد. تولیدتخم‌مرغ نیز ممکن است بر اثر تغییر حرارت یا از بین رفتن روشنایی دچار مشکل شود.
- مراحل نهایی و بسته‌بندی مواد حساس به آلودگی در محیط های موسوم به اتاق تمیز انجام می‌شود. قطع برق باعث از کار افتادن دستگاه‌ها و کاهش فشار مثبت اتاق‌های مزبور شده و محصولات را در معرض آلودگی قرار می‌دهد. این‌گونه آلودگی‌ها مستلزم پاک‌سازی مجدد اتاق برای استفاده دوباره از آن نیز می‌شود.
- ساختمان‌ها یا اتاق‌های بدون پنجره ممکن است هنگام قطع ممتد برق برای ساکنان آن غیر ایمن شود. در صورتی که تخلیه این اتاق‌ها قابل قبول نباشد باید یک سیستم تهویه با استفاده از برق اضطراری برای آن پیش‌بینی شود.

۲-۱۴-۵ سیستم‌های برق کمکی نوعی

انواع سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان که برای کاربری‌های مندرج در این بخش ممکن است مورد استفاده قرار گیرد برحسب نوع نیاز متفاوت است. به طور کلی استفاده از موتور یا توربین ژنراتور ممکن است مورد توجه و بررسی قرار گیرد. استفاده از خط تغذیه دوم، در صورتی که موجود باشد، مستلزم سرمایه‌گذاری کمتر می‌باشد. یک سیستم برق بدون وقفه کوتاه مدت نیز برای کاربردهای حیاتی در هنگام کلیدزنی یا راه‌اندازی موتور ـ ژنراتور مورد نیاز خواهد بود.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱۲: ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای آماده‌سازی شرایط محیطی

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
کنترل دما(کاربردهای حیاتی)	۱۰ ثانیه	یک دقیقه تا بازگشت برق اولیه	×	×	- حفاظت کارکنان در برابر مخاطرات - پیشگیری در برابر صدمه به محصول یا اموال - کاهش نرخ بیمه - تداوم فعالیت‌های عادی - پیشگیری در برابر از کارافتادن کامپیوتر
فشار (بحرانی) اتمسفر مثبت یا منفی	یک دقیقه	یک دقیقه تا بازگشت برق اولیه	×	×	- حفاظت کارکنان در برابر مخاطرات - تداوم فعالیت‌های عادی - پیشگیری در برابر آسیب به تولید یا اموال - کاهش نرخ بیمه - مطابقت با قوانین، استانداردها و آیین‌نامه‌ها
رطوبت (بحرانی)	یک دقیقه	تا بازگشت برق اولیه		×	- پیشگیری در برابر عدم عملکردهای کامپیوتری - نگهداری راهبری و آزمون‌های عادی - پیشگیری از انفجار و مخاطرات دیگر
شارژ استاتیک	۱۰ ثانیه یا کمتر	تا بازگشت برق اولیه	×	×	- پیشگیری در برابر الکتریسته ساکن و مخاطرات آن - تداوم تولید عادی (عملیات چاپی، نقاشی با اسپری)
گرمایش و سرمایش ساختمان	۳۰ دقیقه	تا بازگشت برق اولیه		×	- پیشگیری در برابر خسارت ناشی از انجماد - نگهداری کارایی کارکنان - تداوم فعالیت‌های عادی
تهویه (گازهای سمی)	۱۵ ثانیه	تابازگشت برق اولیه یا خاموش کردن منظم دستگاه‌ها	×	×	- کاهش مخاطرات تندرستی - انطباق با مقررات، استانداردها و آیین‌نامه‌ها - کاهش آلودگی

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱۲ : ضوابط فشرده نیاز به نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای آماده‌سازی شرایط محیطی (ادامه)

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
تهویه (هوای قابل انفجار)	۱۰ ثانیه	تا بازگشت برق اولیه یا خاموش نمودن منظم دستگاه‌ها	×	×	- کاهش خطر انفجار - پیشگیری از خسارات مالی - کاهش برخ بیمه - مطابقت با قوانین، استانداردها و آیین‌نامه‌ها - کاهش خطر آتش‌سوزی - کاهش آسیب به کارکنان
تهویه (ساختمان به طور کلی)	یک دقیقه	تا بازگشت برق اولیه		×	- نگهداری کارایی کارکنان - تدارک هوای مطلوب
تهویه (تجهیزات و غیره)	۱۵ ثانیه	تا بازگشت برق اولیه یا خاموش کردن منظم دستگاه‌ها	×	×	- عملیات پاک‌سازی برای روشن و خاموش کردن دستگاه‌ها - کاهش مخاطرات نسبت به کارکنان و اموال - مطابقت با الزامات شرکت‌های بیمه - مطابقت با قوانین، استانداردها و آیین‌نامه‌ها - تداوم راهبری عادی
تهویه (تمامی رسته‌های غیر بحرانی)	یک دقیقه	اختیاری		×	- نگهداری آسایش - پیشگیری از صدمه به آزمون‌ها
کنترل آلودگی هوا	یک دقیقه	نامحدود تا تخلیه؛ ایجاب یا خاموش نمودن اختیاری	×	×	- تداوم راهبری عادی - مطابقت با قوانین، مقررات، استانداردها و آیین‌نامه‌ها

omoorepeyman.ir

۲-۱۵ حفاظت حریق

۲-۱۵-۱ آیین نامه‌ها و استانداردها

الزامات پایه برای مواردی که نیروی برق اضطراری و پشتیبان مورد نیاز است در آیین‌نامه‌های ساختمانی و حفاظت از حریق ارایه شده است. آنچه در آیین‌نامه‌های مختلف ذکر شده در مجموع با یکدیگر همخوانی دارد لیکن بدیهی است که الزامات ویژه هر ساختمان بر حسب نوع تصرف آن، امکانات مورد استفاده، و عملکردهای حیاتی مربوط متفاوت خواهد بود. توصیه‌ها و ضوابط الزامی در ارتباط با تامین و توزیع برق اضطراری و پشتیبان برای سامانه‌های حفاظت از حریق در استانداردها و آیین‌نامه‌ها به شرح زیر ارایه شده است :

- استانداردهای NFPA 99 و NFPA 101

این دو استاندارد پایه برای طراحی تسهیلات درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آیین‌نامه NFPA 101 کلیه طبقه بندی‌های انواع تصرف ساختمان را پوشش می‌دهد و آیین‌نامه NFPA 99 ویژه تسهیلات درمانی است.

- استاندارد NFPA 70

در ماده ۷۶ این آیین‌نامه فهرست برخی الزامات حفاظت مدارهای سیستم اعلام حریق مشخص شده است. همچنین در ماده ۹۴-۲۳۰ استاندارد مزبور منابع تغذیه نیروی الکتریکی سیستم اعلام حریق ارایه شده است.

- استاندارد BS 5839-1

در بند ۲۵ این استاندارد منابع تغذیه نیروی سیستم اعلام حریق مشخص شده است.

- نشریه شماره ۶۲۲ " مشخصات فنی عمومی و اجرایی سیستم‌های ردیابی و اعلام حریق ساختمان"

در بند ۳-۷ این نشریه منابع تغذیه نیرو مورد بحث قرار گرفته است.

۲-۱۵-۲ نیازهای نوعی به برق اضطراری و پشتیبان در سامانه‌های حفاظت از حریق

برخی نیازهای مشخص کاربران در ارتباط با نیازهای عمومی به سیستم‌های نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سامانه‌های حفاظت از حریق به شرح زیر است :

- نیروی برق برای راه‌اندازی پمپ‌های حریق گردنده توسط موتورهای درونسوز (معمولا" باتری)
- تامین برق سیستم‌های هشدار جریان ـ بارنده.
- نیروی سیستم‌های ارتباطی برای اطلاع به ایستگاه آتش‌نشانی و کمک به انجام فعالیت‌های لازم.
- چراغ‌های مورد نیاز آتش‌نشان‌ها که در ساختمان‌ها و اطراف آن وجود دارد و همچنین موبایل روی ماشین‌های آتش‌نشانی.
- نیرو برای دیگ‌های بخار پمپ‌های آتش‌نشانی که با بخار کار می‌کند.
- پمپ‌های آتش‌نشانی، پمپ چاه و پمپ‌های بوستر که با موتور کار می‌کند.

omoorepeyman.ir

- کمپرسورهای مرتبط بامخازن آب آتش‌نشانی.
- هشدارهای حرارت و دود.
- شیرهای برقی.
- درهای برقی کارخانه، کشویی و غیره.
- سیستم‌های ارتباطی اعلام به کارکنان برای تخلیه.
- آشکارسازهای مخاطرات گاز و آتش.

۲-۱۵-۳ ملاحظات کاربری

وقوع هر حریقی در کارخانه تقریبا" همیشه حکم به شروع خاموشی کارخانه توسط لوازم دستی یا خودکار می‌کند. مدارهای لازم برای خاموشی کارخانه طبعا" مانند مدارهای اصلی فوق دارای اهمیت حیاتی است و منابع تغذیه بدون وقفه برای این‌گونه کاربری‌ها انتخاب اول خواهد بود. در مواردی که حفاظت خودکار مانند عملکرد سامانه‌های بارنده، تخلیه گاز CO_2 و غیره مطرح است باید تمهیداتی به‌عمل آید تا از شروع به کار سیستم به صورت خطا جلوگیری شود.

در کارخانه‌های بزرگ مرسوم است که برای پشتیبانی یک پمپ برقی آتش‌نشانی یک پمپ مکانیکی با استفاده از نیروی یک موتور دیزل نیز پیش‌بینی شود تا در صورت قطع برق متناوب به علت خاموشی اضطراری کارخانه، حفاظت از حریق امکان‌پذیر باشد، که در این‌صورت تغذیه برق متناوب به پمپ‌های موتوری مطلقا" حیاتی نخواهد بود. در مواردی که استفاده از پمپ مکانیکی میسر نباشد، باید از پمپ برقی با تغذیه ژنراتور اضطراری استفاده شود.

در شرایط اضطراری همچون وقوع حریق، سیستم‌های ارتباطی برای ایمنی افراد و حفاظت ماشین‌آلات نقش حیاتی داشته و نباید در معرض هیچ‌گونه قطعی برق قرار گیرد. در این‌گونه موارد، به ویژه هنگامی که کنترل از راه دور استفاده می‌شود، قطعی برق حتی برای چند سیکل نیز ممکن است باعث ایجاد پیام‌های اشتباه شود.

۲-۱۵-۴ مسیر تغذیه تجهیزات حفاظت حریق

سیستم‌های توزیع نیروی برق مورد استفاده برای تغذیه تجهیزات حفاظت از حریق باید به گونه‌ای مسیردهی شود که در هنگام آتش‌سوزی در یک منطقه سیم‌ها و کابل‌ها دچار سوختگی نشود.

مدارهای کنترل و همچنین مدارهای اصلی حفاظت از حریق را ممکن است در لوله‌های زیرزمینی جدا از سایر مدارها و با استفاده از کابل‌های مقاوم حریق مانند کابل‌های عایق معدنی (MI) اجرا نمود.

۲-۱۵-۵ ضوابط فشرده نیاز به برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های حفاظت حریق در جدول ۲-۱۳ ارایه شده است.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱۳ : ضوابط فشرده نیاز به برق اضطراری و پشتیبان برای سامانه‌های حفاظت حریق

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع برق	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم برق کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
اعلام کننده‌های هشدار	یک ثانیه	تا بازگشت برق اولیه	×		- مطابقت با قوانین، استانداردها و آیین‌نامه‌ها - کاهش نرخ بیمه - به حداقل رساندن خسارات جانی و مالی
پمپ‌های آتش‌نشانی	۱۰ ثانیه	تا بازگشت برق اولیه		×	- مطابقت با قوانین، استانداردها و آیین‌نامه‌ها - کاهش نرخ بیمه - به حداقل رساندن خسارات جانی و مالی
روشنایی کمکی	۱۰ ثانیه	پنج دقیقه تا بازگشت برق اولیه	×	×	- سرویس موتور پمپ آتش‌نشانی در صورت شروع به کار نکردن - تدارک روشنایی دیداری برای آتش‌نشانان

۲-۱۶ مراکز داده

۲-۱۶-۱ کلیات

برآورد نیروی برق برای یک مرکز داده یا اتاق داده مستلزم درک مقدار برق لازم برای سیستم خنک‌کننده، سیستم برق بدون وقفه (UPS)، و بارهای بحرانی سیستم فناوری اطلاعات IT (Information Technology) خواهد بود. الزامات نیروی موارد یاد شده ممکن است کاملا" با یکدیگر متفاوت باشد، لیکن ممکن است به درستی برآورد شود هنگامی که بار سیستم IT مشخص شود. علاوه بر برآورد میزان برق مورد نیاز، عناصر سیستم را می‌توان برای تعیین ظرفیت ژنراتور پشتیبان نیز مورد استفاده قرار داد.

۲-۱۶-۲ ارزیابی نیازها

هر نوع اقدامی برای بهبود توانایی یک مرکز داده، صرف نظر از اندازه و مقیاس آن، باید با یک ارزیابی نیازها شروع شود. ارزیابی نیازها لزوما" براساس میزان دردسترس بودن اطلاعاتی که تجهیزات فناوری اطلاعات در اختیار قرار می‌دهد تعیین می‌شود. این میزان را می‌توان به شرح زیر طبقه‌بندی نمود :

omoorepeyman.ir

الف ـ پیکربندی نوع "N" ("N" configuration)

هر فرآیند حرفه‌ای که زمان حساس نبوده یا به صورت دسته‌ای (batch) انجام شود، را می‌توان در پیکربندی نوع "N" که بدون افزونگی برای دردسترس بودن است، قرار داد.

ب ـ پیکربندی یاتوپولوژی نوع "N+1"

مراکز حساس‌تر ممکن است درجه‌ای از افزونگی در عناصر کلیدی سیستم را طلب کند و باید در توپولوژی "N+1" قرار گیرد. در این نوع سیستم و عنصر کلیدی مجهز به یک دستگاه افزونه خواهد بود به گونه‌ای که در صورت از کارافتادن واحد مربوط سیستم بتواند عملکرد بار بحرانی IT را تداوم بخشد.

پ ـ پیکربندی نوع "2N"

حیاتی‌ترین کاربردهای مراکز داده که به صورت شبانه‌روزی باید در دسترس باشد (۲۴×۷) از توپولوژی "2N" استفاده خواهد کرد. در این نوع سیستم تمامی سامانه‌های بحرانی (حیاتی) کاملا" افزونه می‌باشد و در صورت از کارافتادن هر سیستم بحرانی، بارهای مربوط توسط سیستم دیگری راهبری می‌شود.در این‌گونه سیستم‌ها همچنین درجه‌ای از نگهداری همزمان امکان‌پذیر است به گونه‌ای که هنگام تعمیر یک سیستم، سامانه دیگری تغذیه بار را به عهده می‌گیرد.

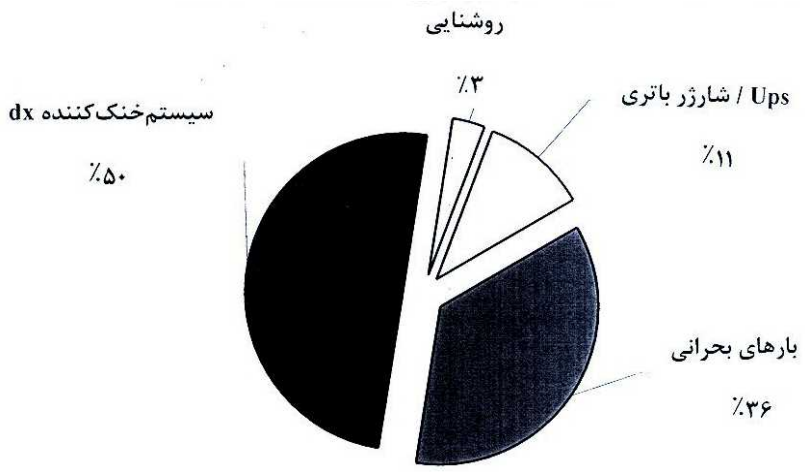
هر آنچه که پیکربندی واقعی طرح سیستم UPS (N, N+1, 2N) باشد، مسئله اصلی تدارک نیروی کافی به بارهای حیاتی و خنک نگهداشتن آن یکسان خواهد بود، و باید به دقت مورد توجه قرار گیرد. برآورد کم ظرفیت بار ممکن است در آینده هنگام افزایش اجباری ظرفیت سبب قطعی‌های نیرو، و برآورد زیاده آن موجب هزینه‌های اضافی اولیه و نگهداری آتی شود.

۲-۱۶-۳ تعیین ظرفیت نیروی برق برای یک مرکز داده

اغلب مراکز داده بخشی از یک ساختمان بزرگتر است. مطالب مندرج در این بند صرفا" برآورد نیروی لازم برای مرکز یا اتاق داده می‌باشد. تفاوت بین نیروی حالت ثابت و نیروی پیک هنگام محاسبه ظرفیت نیروی برق بسیار مهم است و در این مبحث مورد توجه قرار گرفته است.

شکل ۲-۲ تقسیم‌بندی ظرفیت نیروی برق در بارهای مختلف یک مرکز داده نمونه را نشان می‌دهد. در این نمونه یک مرکز داده با وسعت ۵۰۰۰ فوت مربع (۴۶۵ مترمربع) و بار بحرانی اولیه در حالت ثابت ۵۰ کیلووات، بعلاوه یک بار آتی حالت ثابت ۵۰ کیلووات در نظر گرفته شده است. سیستم خنک کننده از نوع توسعه مستقیم DX (direct expansion) و ولتاژ برق ورودی ۴۸۰ ولت متناوب فرض شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۲ : تقسیم‌بندی ظرفیت نیروی برق برای بارهای مختلف یک مرکز داده نمونه

۲-۱۶-۴ بارهای بحرانی

طراحی درست برای ایجاد یک مرکز داده، از یک مرکز کوچک ساده با یک راک گرفته تا یک مرکز تمام عیار بزرگ با تعیین میزان بار بحرانی مورد لزومی که باید تغذیه و حفاظت شود شروع می‌گردد. بارهای بحرانی عبارت است از عناصر سخت افزاری که معماری سیستم IT را تشکیل می‌دهد شامل سرورها، مسیریاب‌ها (routers)، کامپیوترها، دستگاه‌های ذخیره اطلاعات، تجهیزات مخابراتی و مانند آن، و نیز سیستم‌های حفاظتی و سیستم‌های مانیتورکننده مربوط می‌باشد.

۲-۱۶-۵ سیسستم‌های نیروی اضطراری و پشتیبان

۲-۱۶-۵-۱ تعیین ظرفیت و کاربرد

سیستم‌های برق پشتیبان به منظور تغذیه مرکز داده در صورت قطع برق عادی اولیه برای مدتی بیش از ظرفیت باتری UPS پیش‌بینی می‌شود (مانند قطع برق عادی برای چند ساعت یا چند روز).

علاقه به پیل سوختی و دیگر منابع تولید انرژی در محل رو به افزایش است، لیکن ظهور و نفوذ این‌گونه تکنولوژی‌ها به فضای IT هنوز درصد کوچکی را تشکیل می‌دهد. در این‌گونه موارد انتخاب غالب، سیستم موتور ـ ژنراتور به ویژه موتور دیزل است، اما سیستم‌های توربینی و بنزینی نیز در مراکز کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مبحث منبع نیروی پشتیبان سیستم موتور ـ ژنراتور در نظر گرفته شده است.

omoorepeyman.ir

نیروگاه برق موتور ـ ژنراتور، سیستم نیروی نصب در محل می باشد که تغذیه برق قابل اطمینان و پایدار را هنگام انجام تعمیرات و قطع برق عادی به عهده خواهد داشت. در پاره‌ای موارد یک نیروگاه برق محلی یا منبع برق دیگر نیز می‌تواند جایگزین مولد برق نصب در محل مزبور گردد.

توان نامی ژنراتور یا کل سیستم نیروی کنترل شده محلی باید با توجه به الزامات محتوای هارمونیک و کیفیت بار و نیز نیازهای راه‌اندازی IT، بارهای مکانیکی و غیر بحرانی در نظر گرفته شود.

هنگام راه‌انـدازی موتور ـ ژنراتور حداکثر افت ولتاژ نوعـی حدود ۱۵٪ است. تداوم این‌گونه افت‌ها باعـث از کارافتادن ناگهانی سیستم‌های در حال کـار می‌گردد. از جانب دیـگر ژنراتـورهایی که با بار سبک کـار می‌کند به علت تزریق سوخت ناکافی و حرارت پایین‌تر، سوپاپ‌ها و اگزوز دچار اختلال می‌شود. بنابراین هنگام تعیین ظرفیت و انتخاب موتور ـ ژنراتور و یا سیستم‌های موازی موارد زیر باید مورد ملاحظه و توجه قرار گیرد :

- طرح انتقال ـ گذار باز یا بسته
- محتوای هارمونیک
- افت ولتاژ مجاز برای سیستم‌های مکانیکی و روشنایی
- تولوپوژی و شمار ژنراتورها ـ تعداد واحدهای ژنراتور لازم برای بار، گردش نگهداری و افزونگی(redundancy)
- جریان هجومی و بارهای راه‌اندازی موتور هنگام قطعی اولیه و همچنین هنگامی که پس از تعمیر و نگهداری اتصال بار به صورت دستی انجام می‌شود.
- رطوبت و دمای راهبری نهایی برای محل نصب باید براساس یکی از استانداردهای معتبر و شناخته شده جهانی مانند ASHRAE رعایت شود.
- ارتفاع سایت از سطح دریا
- آلودگی و کیفیت هوا، موفعیت در ارتباط با تهویه ساختمان
- کاهش نویز
- زمان مورد انتظار برای کار سیستم
- حداقل و حداکثر میزان بار، و مشخصات سیستم از نظر انواع شامل پشتیبانی، مداوم یا اولیه بودن
- هماهنگی شارژ باتری UPS با بارهای مورد نظر

ژنراتورها باید تمامی بارهای مرتبط با مرکز داده شامل بارهای IT، خنک‌کننده و تهویه و نیز بارهای غیر بحرانی و ساختمان را پشتیبانی نماید. در مراکز وسیع‌تر که مرکز داده با اهمیت بوده ولی همسایگان دیگری نیرو وجود دارد، نیروگاه باید به گونه‌ای انتخاب شود که پاسخگوی نیازهای دیگر نیز باشد.

ژنراتورهایی که تمامی بار یک مرکز داده اضطراری (بر حسب تعریف آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مربوط مانند ماده ۷۰۰ استاندارد NEC) را تغذیه می‌کند باید مجهز به کلیدهای انتقال خودکار (ATS) جداگانه باشد.

omoorepeyman.ir

در این‌گونه موارد بارهای اضطراری سیستم باید جدا از سایر بارهای مرکز داده بوده و دارای کلیدهای انتقال خودکار مربوط به خود باشد.

برای تمامی کلاس‌ها، توصیه می‌شود بار ژنراتور کلیه بارهای مرکز داده بعلاوه سایر بارهای لازم مانند پمپ‌های چاه، سیستم‌های ایمنی و دیگر سیستم‌های مستقر در محل را شامل شود.

هنگامی که مراکز داده در تسهیلات درمانی نصب می‌شود، بار مرکز داده به عنوان یک انشعاب بار تجهیزات سیستم نیروی اضطراری غیر ضرور محسوب می‌شود.

هنگامی که کاربرد مرکز داده بر ایمنی زندگی تاثیر می‌گذارد، ژنراتور و سیستم توزیع نیروی پایین‌دست با عنوان ''اضطراری'' مشخص می‌شود به گونه‌ای که استفاده از آن به بارهای ویژه اختصاص یافته و با بارهای دیگر مشترک نخواهد بود. برای این منظور دو سیستم باید در نظر گرفته شود ـ یکی برای پشتیبانی و دیگری برای عملیات اضطراری. این ممکن است با استفاده از یک انشعاب جداگانه با نام ایمنی زندگی انجام شود، که منحصرا" بارهای ایمنی حیاتی را سرویس می‌دهد، در حالی که بارهای مرکز داده توسط سیستم‌های دیگر تحت یک ژنراتور واحد یا سیستم ژنراتورها تغذیه می‌شود.

۲-۱۶-۵-۲ سیستم‌های راه‌اندازی

شایع‌ترین مسئله موتور ـ ژنراتورهای گازوئیلی خرابی هنگام راه‌اندازی است. ژنراتورهای بزرگ بسته به اندازه آن گرایش به راه‌اندازهای چند تایی دارد، لیکن راه‌اندازی‌های چند تایی تا آنجا که به افزونگی مربوط است هیچ چیزی ارایه نمی‌کند ـ(راه‌اندازهای چندتایی صرفا" موتور را سریع‌تر می‌گرداند.

برای کاربردهای مرکز داده که در آن اعاده و تداوم نیرو حیاتی است، نیاز به راه‌اندازی و زیر بار رفتن ژنراتور(ها) هر چه زودتر اهمیت دارد. راه‌اندازی سریع با استفاده از روش‌های بیشماری همچون انتخاب راه‌انداز بزرگتر از استاندارد، آمپر ـ ساعت بالاتر، یا سیستم راه‌اندازی افزونه، میسر می‌شود. باتری‌ها نیز مانند همه انواع دیگر آن، در دمای نامی دارای بهترین عملکرد است. دماهای پایین‌تر یا بالاتر باعث کوتاهی عمر باتری و کاهش نیروی هندل‌زنی می‌شود.

۲-۱۶-۵-۳ سایر مشخصات دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور

برای دیگر مشخصات دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور و همچنین سیستم‌های سوخت، ورود و خروج هوا، کاهش آلودگی و غیره به فصل سوم نگاه کنید.

omoorepeyman.ir

۲-۱۷ سیستم‌های ایمنی حیاتی و حفاظت از زندگی (Life safety and life support systems)

۲-۱۷-۱ بناهای درمانی

در بناهای درمانی بزرگ نمونه‌های نوعی الزامات نیروی برق اضطراری برای ایمنی زندگی و حفاظت از حیات کاملا" مشهود است. بدین ترتیب درک صحیح از این دو نیاز با بررسی و مرور سیستم نیروی اضطراری یک بیمارستان حاصل می‌شود.

بیمارستان‌ها به طور روز افزونی به تجهیزات برقی برای حفاظت از زندگی بیمار و درمان وی، به گونه‌ای که ذیلا" شرح داده می‌شود، وابسته‌اند.

- سیستم‌های مانیتورینگ الکترونیکی برای درمان بیمارانی که در شرایط بحرانی قرار دارند استفاده می‌شود.
- در اتاق‌های عمل، هنگام جراحی قلب باز، یک دستگاه الکترونیکی قلب ـ ریه گردش خون در خارج از بدن بیمار را کنترل می‌کند.
- در واحدهای مراقبت ویژه، بیماران به دستگاه تهویه الکتریکی وابسته‌اند.
- در واحدهای مراقبت قلبی، لوازم کمکی قلبی، گردش خون بیمار را کنترل می‌کند.
- در مناطق مراقبت اولیه از بیمار، روشنایی مداوم برای نظارت شرایط بیمار ضرورت دارد.
- برای خنک نگهداشتن ذخایر حیاتی مانند بانک بافت و خون، تامین مداوم برق الزامی است.

علاوه بر نمونه‌های ذکر شده، که برای پرستاری بیمار مستقیما" به برق نیاز دارد، تداوم قطع برق همچنین می‌تواند آثار روانی ناخواسته‌ای برای بیماران بد حال در بر داشته باشد.

بیمارستان‌ها همچنین باید دارای یک منبع بسیار قابل اطمینان برق اضطراری برای ایمنی حیاتی داشته باشند تا از حفاظت زندگی افراد بیمار و ناتوان در زمان‌های اضطراری اطمینان حاصل شود.

۲-۱۷-۲ الزامات تداوم نیرو

استاندارد NFPA 99 مقرر می‌دارد که کلیه تسهیلات درمانی باید علاوه بر سیستم برق عادی مجهز به یک منبع نیروی دوم باشد. این منبع جز در موارد استثنایی، باید شامل یک موتور ـ ژنراتور نصب در محل باشد که هر دو سیستم تجهیزات الکتریکی اصلی ضروری و سیستم‌های اضطراری را تغذیه کند. براساس استاندارد مزبور وظایف مرتبط با نگهداری بیمار، وابسته به روشنایی یا تجهیزاتی که مجاز به اتصال به سیستم برق اضطراری است به دو انشعاب اجباری ''ایمنی حیاتی'' و ''بحرانی'' تقسیم می‌شود. انشعاب‌های سیستم اضطراری به سیستم برق پشتیبان متصل می‌شود به گونه‌ای که کلیه وظایف مشخص شده آن به طور خودکار در مدت ۱۰ ثانیه پس از قطع برق عادی تداوم یابد.

omoorepeyman.ir

برای تحقق ''ضابطه ۱۰ ثانیه'' سیستم اضطراری باید دارای مدارهای توزیع مستقل با کلید انتقال خودکار متصل به سیستم برق پشتیبان باشد. کلیدهای انتقال جداساز و کنارگذر دو راه برای انشعابات اضطراری مزبور توصیه شده است. شکل ۲-۳ سیستم سیم‌کشی اضطراری برای یک بیمارستان نوعی را نشان می‌دهد. سیستم برق اضطراری بیمارستان باید با مفاد مواد ۵۱۸ و ۷۰۰ استاندارد NEC مطابقت داشته باشد.

''انشعاب ایمنی حیاتی'' سیستم برق اضطراری، به شرحی که در استاندارد NFPA 99 آمده است، شامل موارد زیر است :

- علایم و روشنایی راه‌های فرار از حریق (الزامات ANSI / NFPA 101)
- سیستم اعلام حریق
- سیستم هشدار گازهای طبی غیر قابل احتراق
- سیستم‌های ارتباطی بیمارستان
- پریزهای روشنایی انتخابی در محل نصب ژنراتور اضطراری

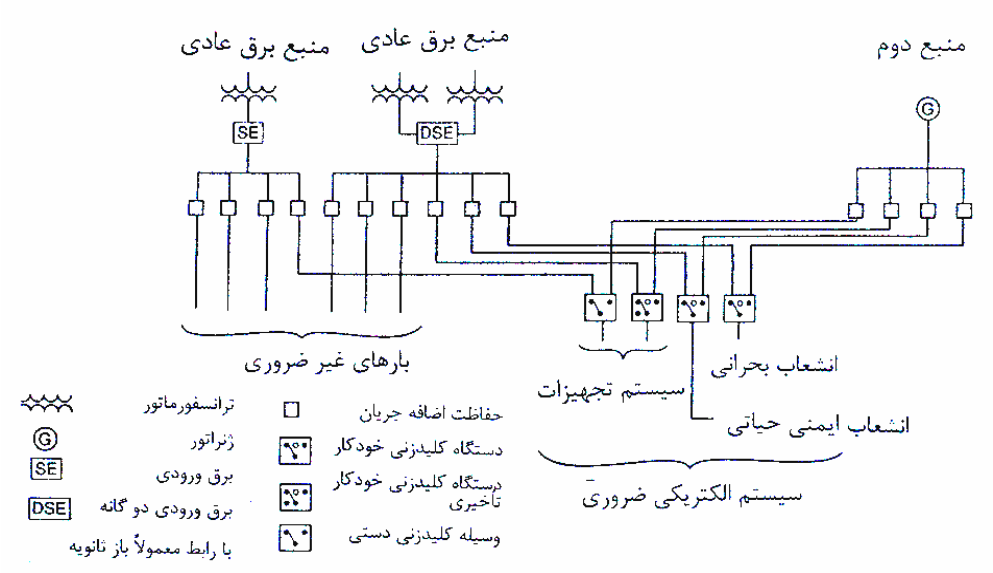
فهرست کامل مدارهایی که باید به فیدرهای ''انشعاب بحرانی'' در مناطق مرتبط با پرستاری بیمار متصل شود در استاندارد NFPA 99 ارایه شده است . برای اغلب این‌گونه بارهای بحرانی ''ضابطه ۱۰ ثانیه'' کافی است، لیکن تداوم یک روشنایی حداقلی با استفاده از باتری برای روشنایی کار در اتاق‌های عمل، زایمان و رادیولوژی که ممکن است زندگی بیمار تحت جراحی یا دیگر روش‌های تهاجمی را به مخاطره اندازد، توصیه می‌شود.

نمونه‌های انواع تجهیزات حفاظت از زندگی و ایمنی حیاتی با باتری سرخود پشتیبان به قرار زیر است :

- حفاظت از زندگی : پمپ‌های بالن شاهرگ (Aortic balloon pumps)، مانیتورهای ECG و EEG، فیبریلاتورهای متحرک، دستگاه‌های تنفس مصنوعی، روشنایی موضعی.
- ایمنی حیاتی : سیستم‌های مانیتور و هشدار حریق، سیستم‌های ارتباطی، روشنایی ایمنی برای اطمینان از عملکرد درست سیستم برق اضطراری و اجزای آن باید یک سری آزمون‌های نگهداری دوره‌ای همراه با روش آزمون مشخص در نظر گرفته شده و انجام شود. قطعی‌های برق در گذشته نشان داده است که عدم نگهداری درست سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان باعث می‌گردد که سیستم مزبور به هنگام قطع برق عادی، پاسخگو نبوده و برق لازم را تامین ننموده است. نگهداری پایه و الزامات آزمون برای سیستم‌های الکتریکی ضروری در بیمارستان‌ها در استاندارد NFPA 99 ارایه شده است.

سیستم‌های الکتریکی بیمارستان باید با توجه به مندرجات استانداردهای NEC، NFPA 99 و ANSI / NFPA101 و همچنین آیین‌نامه‌های یکسان ساختمانی (UBC) طراحی و اجرا شود.

omoorepeyman.ir



شکل ۲-۳ : نمونه سیستم سیم‌کشی برق اضطراری بیمارستان

۲-۱۷-۳ الزامات کیفیت نیرو

مسئله دیگری که در نیروی برق بیمارستان‌ها مطرح بوده و در استانداردها و آیین‌نامه‌های فوق‌الذکر به آن پرداخته نشده است، اثر کیفیت پایین نیرو بر بارهای الکترونیکی حساس است. با بستگی روز افزون تجهیزات پزشکی به دستگاه‌های الکترونیکی، کاربران دریافته‌اند که ”فاصله ۱۰ ثانیه“ در عمل غیرقابل قبول است. این‌گونه بارها توسط اضافه ولتاژهای چند میکرو ثانیه‌ای و افت‌های حالت ثابت با تداوم چند سیکل دچار اختلال می‌شود. برای شرح جزییات اختلالات نوعی خط نیرو و اثر آن بر تجهیزات الکترونیکی به جدول ۲-۱۴ نگاه کنید.

این نوع مشکلات در صورتی ممکن است کاهش یابد که سازندگان تجهیزات پزشکی در طراحی این نوع دستگاه‌ها برای اختلالات خط تغذیه پیش‌بینی‌های لازم را انجام داده باشند، مثل این که باتری‌هایی پیش‌بینی شود که دستگاه مورد نظر را در حال کار نگهدارد و یا حداقل محتویات حافظه را در قطعی‌های لحظه‌ای حفاظت کند. بعلاوه آمادگی اضافه ولتاژ لحظه‌ای در صورتی کاهش می یابد که طرح منبع نیرو مجهز به جداسازی درون ساختی برای حفاظت در برابر اضافه ولتاژ باشد. این اقدامات جلوگیری کننده توسط سازنده تجهیزات پزشکی می‌تواندروش موثری در ارتباط با اجتناب از مسایل کیفیت برق باشد.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱۴ : بارهای حساس بیمارستان

بار حساس	نتایج احتمالی اختلالات شدید نیرو
سیستم‌های مانتیور بیمار در ICU	آنالیز گرایش نادرست یا هشدار اشتباه هدررفتن زمان برای شروع و برنامه‌ریزی مجدد هدر رفتن داده‌ها
تجهیزات آزمایشگاهی آنالیز گاز خون	بسته به پیچیدگی، ممکن است باعث اتلاف وقت برای برنامه‌ریزی وسیع و آمادگی مجدد شود.
شمارش گلبول خون	قطع خودکار برق برای حفاظت که باعث قطع یا تاخیر آزمایش‌ها می‌شود.
مانیتور هسته‌ای	قطع آزمون و عدم امکان تجدید آن به علت محدودیت در معرض پرتو قرار گرفتن بیمار
اشعه ایکس / اسکنر مافوق صوت	برحسب نوع دستگاه ممکن است از بی اثر بودن گرفته تا خراب شدن آن متفاوت باشد
کامپیوترهای سیستم اطلاعاتی بیمارستان	قطعی کامپیوتر و نیاز به راه‌اندازی و برنامه‌ریزی مجدد وپاک شدن حافظه

سیستم‌های کامپیوتر سازگار شده برای کاربردهای بیمارستانی نوعا" فاقد حفاظت‌های درون ساختاری در برابر اختلالات نیروی خط می‌باشد، معهذا همانند بخش تجاری، سیستم‌های کامپیوتری ناچارا" نقش عمده‌ای در بیمارستان‌ها به عهده دارند. سازمان‌هایی مانند انجمن کامپیوتر پزشکی (Society for Computer Medicine) دارای ضوابط خاصی برای شناسایی و اجرای کاربردهای کامپیوترهای پزشکی دارند. این کاربردها به عنوان ''پرستاری رایانه‌ای بیمار'' نامیده می‌شود که شامل مانیتورکردن بیمار، لابراتور، رادیولوژی، امور تشخیصی، بانک نگهداری داده‌های بیمار، برنامه‌ریزی برای بیمار، و غیره می‌باشد.

با افزایش بستگی سیستم‌های کامپیوتری در بیمارستان‌ها، یقینا" در آینده اولویت بیشتری به تغذیه نیروی مداوم و بدون اختلال به این‌گونه مراکز داده خواهد شد. برای کامپیوترها و دیگر سیستم‌های ایمنی حیاتی و حفاظت زندگی در مواردی که برای شرکت‌های سازنده امکان پیش‌بینی حفاظت‌های درون ساختاری میسر نیست، کاربران باید راه‌حل‌های لازم را در نظر گرفته و اجرا نمایند. سیستم‌های واسط نیرو پلی بین فاصله آسیب‌پذیری تجهیزات و اختلالات خط نیرو خواهد بود. برای مسایل اضافه ولتاژ یا نویز الکتریکی، نصب ترانسفورماتورهای جداساز یا فیلترهای لحظه‌ای ضد تداخل (transient suppressors) در منبع برق ساختمان بازدارنده موثری خواهد بود. ذخیره انرژی برای تداوم ولتاژ پایین و قطعی‌های لحظه‌ای را می‌توان با به کارگیری

omoorepeyman.ir

دستگاه موتور ـ ژنراتور واسط یا در صورت نیاز استفاده از سیستم برق بدون وقفه (UPS) تامین نمود. این‌گونه سیستم‌های واسط در فصل سوم و سیستم‌های ذخیره انرژی در فصل چهارم مورد بحث قرار گرفته است.

در تسهیلات پزشکی وسیع مانند بیمارستان‌های بزرگ با وظایف گسترده مرتبط با حفاظت زندگی به احتمال قوی ترکیبی از هر دو سیستم برق اضطراری و واسط نیرو مورد نیاز خواهدبود. در این‌گونه موارد، پیش‌بینی یک سیستم مرکزی تامین برق اضطراری و پشتیبان مقرون به صرفه‌تر از سیستم‌های تکی تامین برق اضطراری جداگانه برای دستگاه‌های مختلف می‌باشد.

در مواردی که مسئله کیفیت برق حائز اهمیت است قویا" توصیه می‌شود که کاربران از خدمات مهندسین متبحر و با تجربه در زمینه الزامات کیفیت برق استفاده نمایند.

۲-۱۷-۴ سایر سیستم‌های بحرانی حیاتی

سیستم‌های بحرانی حیاتی دیگری نیز وجود دارد که الزاما" منحصر به بیمارستان نمی‌باشد لیکن تابع ضوابط و مقررات خاص از نظر تامین نیروی برق اضطراری می‌باشد. برخی نمونه‌های این‌گونه سیستم‌ها شامل موارد زیر است :

- کنترل‌های روی مخازن تحت فشار مانند دیگ‌های بخار و کوره‌ها، که قطع برق می‌تواند باعث آتش‌سوزی و انفجار شده و جان انسان‌ها را به مخاطره اندازد.
- سیستم‌های هوادهی برای افراد در فضاهای بسته.
- پمپ‌های آتش‌نشانی، سیستم اعلام حریق و لوازم مربوط به آن.
- سیستم‌های ارتباطی در مناطق مخاطره آمیز.
- فرآیندهای صنعتی که قطع برق موجب به مخاطره افتاده زندگی شود.

برای الزامات برق اضطراری این‌گونه موارد و دیگر نمونه‌های مشابه باید به آیین‌نامه مربوط و کمک گرفتن از مهندسی که دارای اطلاعات و تجربه مربوط است مشورت شود.

۲-۱۷-۵ ضوابط فشرده نیاز به برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های ایمنی حیاتی و حفاظت از زندگی در جدول ۲-۱۵ ارایه شده است.

۲-۱۸ سیستم‌های مخابراتی و ارتباطی

۲-۱۸-۱ شرح کلی

سیستم‌های ارتباطی شامل تجهیزاتی است که برای انتقال و دریافت گفتاری، نوشتاری، تصویری یا نمابر نیاز به نیروی برق دارد. سیستم‌های معمولی از این نوع مشتمل بر موارد زیر است :

- تلفن

omoorepeyman.ir

- نمابر یا فاکس
- تله تایپ
- پیجینگ (paging)
- رادیو
- تلویزیون

در هنگام قطع برق نیاز به یکی یا همه موارد فوق می‌تواند هزینه سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان را، همراه با هر نوع بار احتمالی دیگر، توجیه نماید.

جدول ۲-۱۵ : ضوابط فشرده نیاز به برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های ایمنی حیاتی و حفاظت از زندگی (رشته پزشکی، بیمارستان‌ها، کلینیک‌ها و غیره)

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
دستگاه عکسبرداری اشعه ایکس	از میلی ثانیه تا چند ساعت	برحسب ارزیابی از عدم نیاز تا بازگشت برق اولیه	×	×	ـ نگهداری کیفیت ظهور ـ موجود بودن برای موارد اضطراری
روشنایی	از میلی ثانیه تا چند ساعت	تا بازگشت برق اولیه	×	×	ـ مطابقت با مقررات، استانداردها و آیین‌نامه‌ها ـ جلوگیری از ایجاد وقفه در جراحی و نیازهای مرتبط با آن
دستگاه‌ها و خدمات بحرانی برای زندگی	از نیم سیکل تا ده ثانیه	تا بازگشت برق اولیه	×	×	ـ حفاظت ا زندگی ـ جلوگیری از ایجاد وقفه در جراحی و درمان ـ تداوم فعالیت‌های عادی ـ مطابقت با آیین‌نامه‌ها، استانداردها و قوانین
سردسازی	پنج دقیقه	تابازگشت برق اولیه		×	ـ نگهداری خون، پلاسما، و مواد مربوط در دما و شرایط لازم

۲-۱۸-۲ سیستم‌های برق کمکی معمول

منابع تامین برق پشتیبان برای سیستم‌های فوق معمولا" باتری و مبدل با استفاده از شارژر شناور است. استفاده از موتور ـ ژنراتورهای کوچک نیز عملی و اقتصادی است.

۲-۱۸-۳ ارزیابی نیاز به نیروی برق کمکی

نیاز به سامانه نیروی برق اضطراری و پشتیبان برای سیستم‌های ارتباطی باید شامل پاسخ رضایتبخش به سئوالات زیرین باشد.

الف ـ آیا تجهیزات ارتباطی الزامی است.

omoorepeyman.ir

۱- برای صدور فرمان توقف منظم فرآیندها و تجهیزات.

۲- اعلام دستور کار به کارکنان. یک اعلام نوعی می‌تواند برای زمان انتظار در کنار دستگاه یا اعلام پایان شیفت باشد.

۳- استمداد کمک کردن، صدور اخطار، و هماهنگ نمودن کارها هنگام آتش‌سوزی، آشوب‌های شهری، خرابکاری، یا دیگر تهدیدها به ایمنی کارکنان یا کارخانه.

ب ـ چطور پیام‌های حیاتی برای کارگاه‌های دور در مورد تولید، موجودی کالا یا تغییرات فروش فرستاده یا دریافت شود.

پ ـ چطور کارکنان کلیدی را بتوان پیدا نمود، یا معرفی کرد و چطور این‌گونه کارکنان شرایط را به مرکز مسوول یا منبع کنترل گزارش نمایند.

بسیاری سئوالات دیگر نیز ممکن است پرسیده شود، اما نگهداری ارتباطات در شرایط اضطراری، زمان ارزشمند را صرفه‌جویی نموده و بدون ابهام شرایط را به حالت عادی سوق می‌دهد.

۲-۱۸-۴ ضوابط فشرده نیاز به برق اضطراری و پشتیبان برای برخی سیستم‌های ارتباطی در جدول ۲-۱۶ ارایه شده است.

جدول ۲-۱۶ : ضوابط فشرده نیاز به برق اضطراری و پشتیبان برای برخی سیستم‌های ارتباطی

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
تلویزیون مدار بسته	۱۰ ثانیه	تابازگشت برق اولیه		×	ـ تداوم فروش ـ مطابقت با پیمان ـ نگهداری امنیت ـ تداوم تولید
سیستم رادیویی	۱۰ ثانیه	تا بارگشت برق اولیه	×	×	ـ نگهداری ایمنی و هشدار حریق ـ صدور دستور تخلیه ساختمان ـ تداوم خدمات مشتریان ـ جلوگیری از زیان‌های اقتصادی ـ هدایت عادی خودروها
سیستم‌های ارتباط داخلی	۱۰ ثانیه	تا بازگشت برق اولیه	×	×	ـ صدور دستور تخلیه ساختمان ـ هدایت فعالیت‌ها در زمان اضطراری ـ تداوم فعالیت‌های عادی ـ نگهداری امنیت
سیستم پیجینگ	۱۰ ثانیه	نیم ساعت	×	×	ـ یافتن افراد مسوول قطعی برق ـ صدور دستور تخلیه ساختمان ـ جلوگیری از وحشتزدگی
تله تایپ	۵ دقیقه	تا بازگشت برق اولیه		×	ـ تداوم خدمات مشتریان ـ نگهداری کنترل تولید و انبار ـ تداوم ارتباطات عادی برای جلوگیری از زیان‌های اقتصادی

omoorepeyman.ir

۲-۱۹ مدارهای سیگنال

۲-۱۹-۱ شرح کلی

یک مدار سسیگنال برق دستگاهی را تغذیه می‌کند که سیگنال قابل تشخیصی را تولید می‌کند. این‌گونه دستگاه‌ها شامل زنگ، بازر، تجهیزات تولید رمز (code)، چراغ، بوق، آژیر و بسیاری وسایل دیگر می‌باشد.

۲-۱۹-۲ مدارهای سیگنال در بناهای درمانی

مدارهای سیگنال در بناهای درمانی که هنگام قطعی برق عادی باید طی ۱۰ ثانیه تداوم انرژی داشته باشد، برابر استاندارد ANSI / NFPA 101، به شرح زیر خواهد بود :

الف ـ سیستم‌های اعلام حریق

۱- شستی‌های دستی

۲- آشکارسازهای خودکار

۳- لوازم هشدار جریان آب مورد استفاده در شبکه‌های بارنده

ب ـ آژیرهای لازم برای سیستم‌های لوله‌کشی گازهای طبی غیر قابل احتراق

پ ـ سیستم فراخوانی (paging)

ت ـ سیستم ایستگاه پرستاری از مناطق بیمار

ث ـ سیستم هشدار متصل به تجهیزات ایمنی دستگاه‌های اصلی

ج ـ تجهیزات سیگنال‌دهی مورد استفاده در آسانسورها در ساختمان‌های بیش از چهار طبقه

۲-۱۹-۳ مدارهای سیگنال در ساختمان‌های صنعتی و تجاری

مدارهای سیگنال مورد استفاده در ساختمان‌های تجاری و کارخانه‌های صنعتی که ممکن است نیاز به برق اضطراری طی یک دقیقه داشته باشد به شرح زیر است :

الف ـ سیستم اعلام حریق

ب ـ سیستم برج دیده‌بانی

پ ـ سیستم سیگنال آسانسور

ت ـ سیگنال‌های درها (درهایی که به فضاهای محدود شده باز می‌شود مانند اتاق‌های دیگ بخار و آزمایشگاه‌ها با در برقی قفل‌دار)

ث ـ نشان دهنده‌های سطح مایعات، فشار و حرارت

omoorepeyman.ir

۲-۱۹-۴ انواع سیستم‌های نیروی کمکلی

منبع برق اضطراری برای مدارهای سیگنال می‌تواند موتور ـ ژنراتور، سرویس برق عادی چندگانه، یا سیستم‌های باتری شناور با نیروی برق کمکی باشد. اغلب مدارهای سیگنال تا ۷۰ درصد زیر ولتاژ اسمی کار می‌کند و بنابراین الزامی به استفاده از رله‌های ویژه احساس ولتاژ بر روی وسیله انتقال نمی‌باشد.

توصیه می‌شود که یک منبع اضطراری نیروی برق برای تمامی بخش‌های هر سیستم اعلام حریق و سیستم‌های حفاظتی تامین شود. یک منبع باتری محلی با شارژ شناور، نزدیک به محل نیاز، برای تداوم کار بسیار قابل اطمینان خواهد بود. در این‌گونه موارد هنگام قطعی برق اولیه استفاده از یک کلید انتقال خودکار برای اتصال سیستم به نیروی باتری ممکن است استفاده شود.

مدارهای سیگنال معمولا" بار الکتریکی کوچکی بوده و بخش یکپارچه‌ای از مجموع باری که الزام به منبع برق اضطراری دارد، می‌باشد. بنابراین، انتخاب سیستم برق اضطراری و نوع سخت‌افزار مورد لزوم بستگی به الزامات دیگر بارهای مربوط خواهد داشت .

جدول ۲-۱۷ : ضوابط فشرده نیاز به برق اضطراری و پشتیبان برای مدارهای سیگنال

نوع کاربری	حداکثر زمان قطع	حداقل زمان برق کمکی	نوع سیستم کمکی		توجیه علت استفاده از سیستم
			اضطراری	پشتیبان	
هشدارها و اعلام‌ها	۱ تا ۱۰ ثانیه	تابازگشت برق اولیه	×	×	ـ جلوگیری از زیان‌های ناشی از دزدی، آتش‌زنی، و آشوب ـ نگهداری سیستم‌های حفاظتی ـ مطابقت با آیین‌نامه‌ها، استانداردها و قوانین ـ نرخ‌های پایین‌تر بیمه ـ هشدار برای موارد بحرانی دما، فشار، سطح آب، و دیگر شرایط مخاطره‌آمیز ـ جلوگیری از زیان‌های اقتصادی
سیستم‌های‌هواپیمایی زمین پایه، راه‌آهن، و اخطار کشتی	یک ثانیه تا یک دقیقه	تا بازگشت برق اولیه	×	×	ـ مطابقت با آیین‌نامه‌ها، استانداردها و قوانین ـ جلوگیری از صدمه و آسیب به کارکنان ـ جلوگیری از زیان‌های مالی و اقتصادی

omoorepeyman.ir

فصل سوم

سیستم‌های ژنراتور و نیروی برق عادی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱ مقدمه

در این فصل ترکیبی از سیستم‌ها و سخت‌افزارهای قابل اطمینانی که برای جلوگیری از انواع خاموشی‌های زیر مطرح است شرح داده شده است :

- خاموشی‌های دراز مدت (ساعت‌ها).
- خاموشی‌های میان مدت (دقیقه‌ها).
- خاموشی‌های کوتاه مدت (ثانیه‌ها).
- کمی یا فزونی ولتاژ (over or undervoltage).
- کمی یا فزونی فرکانس (over or underfrequency).

۳-۲ راهبردهای کاربردی

در طراحی و اجرای سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان راهبردها و نکات زیر باید مد نظر قرار گرفته و رعایت شود :

الف ـ سیستم‌های برق اضطراری عبارت از دو نوع پایه زیر است :

- یک منبع نیروی الکتریکی جدا از منبع اولیه نیرو، که به صورت موازی نیروی برق بارهای بحرانی را در صورت قطع برق اولیه تامین می‌کند.
- یک منبع نیروی قابل اطمینان موجودی که در صورت قطع برق عادی به تندی و به طور خودکار کلید خورده و بارهای بحرانی را تغذیه می‌کند.

ب ـ سیستم‌های نیروی برق پشتیبان از اجزای اصلی زیر تشکیل شده است :

- یک منبع قابل اطمینان دیگر انرژی الکتریکی جدا از منبع نیروی برق اولیه.
- در صورتی که منبع پشتیبان از نوعی باشد که نیرو در محل تولید می‌شود، راه‌اندازی و کنترل تنظیمات آن در اختیار خواهد بود.
- کنترل و انتقال بار از منبع نیروی برق اولیه یا منبع نیروی اضطراری به منبع پشتیبان.

پ ـ بلحاظ صرفه‌جویی، کاربر باید با توجه به توصیه‌های اجرایی فصول گذشته، نیازهای مشخص به برق اضطراری و پشتیبان را قبل از تعیین مشخصات تجهیزات و سفارش آن با دقت بررسی و تعیین کند، زیرا هزینه تجهیزات با الزامات و مشخصات زیر تناسب دارد :

- دوام بیشتر دستگاه‌ها.
- فزونی ظرفیت.
- تنظیم فرکانس دقیق‌تر.
- تنظیم ولتاژ دقیق‌تر.

omoorepeyman.ir

- رهایی از ولتاژ و فرکانس لحظه‌ای.
- در اختیار بودن بیشتر برق.
- اطمینان بیشتر.
- قابلیت افزایش ظرفیت اضافه بار موقت.
- کارکرد آرام.
- ایمنی از مخاطرات سوخت.
- کارکرد بدون آلودگی.
- رهایی از هارمونیک‌ها.
- تنظیم ولتاژ و فرکانس دقیق‌تر باطیف گسترده تغییرات بار سریع.

ت ـ رشد میزان بار و نیازهای نیروی برق آنی که باید به سیستم برق اضطراری و پشتیبان وصل شود باید در نظر گرفته شود. همچنین ممکن است پس از شروع به کار سیستم نیاز به اتصال برخی بارها نیز به شینه اصلی لازم تشخیص داده شود. اگر ظرفیت اضافی در ابتدا قابل توجیه نباشد، تجهیزات و سیستم باید به گونه‌ای طراحی و انتخاب شود که توسعه آتی اقتصادی و با تاسیسات اولیه سازگار باشد.

ث ـ هزینه راهبری سیستم‌ها و سخت‌افزار مربوط معمولا" نسبت به هزینه اولیه خرید تجهیزات در درجه دوم اهمیت قرار دارد، اما باید به عنوان یکی از عوامل انتخاب به حساب آید. این هزینه‌ها شامل بهای سوخت، فرکانس بازرسی، سهولت تعمیر و نگهداری، تناوب آزمون‌ها، هزینه قطعات یدکی و مالیات می‌باشد.

ج ـ کیفیت نصب باید بالا باشد تا از قابلیت اعتماد به سیستم برق طراحی شده و سخت افزار خریداری شده کاسته نشود. همچنین در طراحی و اجرای این‌گونه سیستم‌ها همواره باید در برابر ورود ولتاژ لحظه‌ای به سیستم توزیع برق اضطراری و پشتیبان توجه شده و سطوح ولتاژ رضایت‌بخش پیوسته تحت شرایط بار حفظ و نگهداری شود.

چ ـ سیستم‌های الکتریکی در واحدهای صنعتی و ساختمان‌های تجاری و همچنین اتصال زمین در موارد مزبور باید با توصیه‌های مندرج در استانداردهای زیر مطابقت نماید :

- سیستم توزیع نیروی برق در واحدهای صنعتی برابر استاندارد IEEE Std 141.
- سیستم توزیع نیروی برق در ساختمان‌های تجاری برابر استاندارد IEEE Std 241.
- سیستم اتصال زمین برابر استاندارد IEEE Std 142 و فصل هفتم این نشریه.

برای نگهداری کیفیت نیروی برق اضطراری و پشتیبان اقدامات اضافی از قبیل حفاظ گذاری (shielding)، هم‌بندی، زمین کردن و حتی صافی گذاری نیز ممکن است مورد نیاز باشد.

omoorepeyman.ir

ح ـ منابع نیروی برق اضطراری باید مجهز به چراغی برای نشان داده وجود برق در آن و یک سیستم هشداردهنده برای اعلام عدم وجود برق باشد. این کنترل‌ها باید در محلی نصب شود که افراد مسوول برای بررسی این‌گونه موارد حضور دارند.

خ ـ کاربران برای اطمینان از عملکرد درست سیستم باید اقدامات اضافی زیر را انجام دهند :

- برقراری بازرسی‌های منظم وثبت موارد لازم.
- انجام نگهداری پیشگیرانه و تعمیر اقلام معیوب ثبت شده در بازرسی‌ها.
- انجام آزمایش‌های شبیه‌سازی قطع برق به گونه‌ای که در صورت عدم عملکرد برق اضطراری باعث ضرر و زیان نشود.

روش‌های ریاضی کمیّ برای اندازه‌گیری میزان قابلیت اطمینان به یک سیستم برق اضطراری و پشتیبان وجود دارد. در مواردی که بر اثر قطع برق جراحات و خسارات جانی مطرح است می‌توان از این‌گونه روش‌ها برای تعیین میزان قابلیت اطمینان به سیستم استفاده نمود.

۳-۳ موتور ـ ژنراتورها

۳-۳-۱ مقدمه

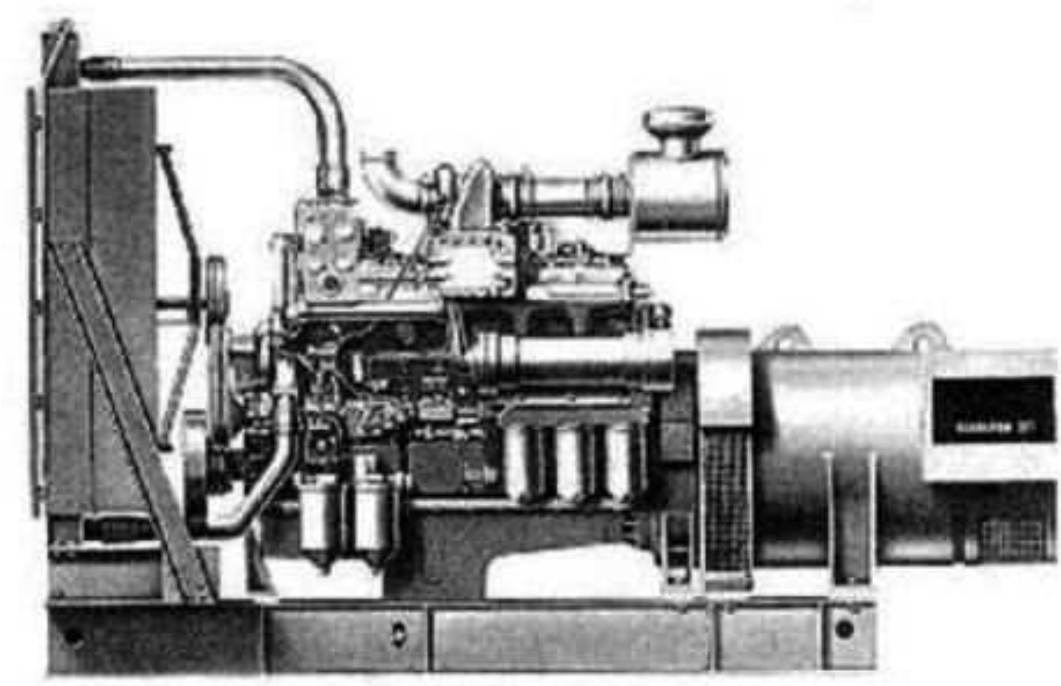
موتور ـ ژنراتورها، که نیاز به برق اضطراری و پشتیبان را تامین می‌کند، در اندازه‌های کوچک یک کیلوولت ـ آمپر تا ظرفیت‌های بزرگ چند هزار کیلوولت ـ آمپر ساخته می‌شود. این‌گونه دستگاه‌ها هنگامی که به درستی نگهداری شده و گرم باشد طی ۸ تا ۱۵ ثانیه روی خط می‌آید و علاوه بر تامین برق اضطراری، برای بارهای پیک نیز به‌کار می‌رود و برخی اوقات به عنوان منبع نیرو ترجیح داده می‌شود.

دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور همچنین نیاز سیستم‌های نیروی پشتیبان بدون وقفه را تامین می‌کند. در مواردی که سیستم‌های مرتب و منظمی که رها از اختلالات ولتاژ، فرکانس و هارمونیک‌ها باشد مورد نیاز است مانند تغذیه کامپیوترها باید از یک میانگیر (buffer) بین بار مورد نظر و دستگاه موتور ـ ژنراتور استفاده شود.

۳-۳-۲ دیزل ـ ژنراتور

یک دیزل ـ ژنراتور با ظرفیت ۵۰۰ کیلوولت در شکل ۳-۱ نشان داده شده است. ظرفیت‌های نوعی دستگاه‌های مختلف موتور ـ ژنراتور در جدول ۳-۱ ارایه شده است. مدل‌های مختلف هر یک از سازنده‌ها متفاوت است لیکن به طور کلی دستگاه‌های دارای سرعت کمتر سنگین‌تر و پر هزینه‌تر است، اما برای کاربری دایمی مناسب‌تر است. موتورهای دیزل در اندازه‌های کوچکتر قدری گران‌تر و سنگین‌تر است، لیکن مستحکم و قابل اعتماد است. موتورهای دیزل در مقایسه باموتورهای بنزینی از نظر آتش‌سوزی و انفجار ایمن‌تر است. این‌گونه دستگاه‌ها در ظرفیت‌های ۲/۵ کیلووات تا چند مگاوات ساخته می‌شود.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱ : نمونه یک دیزل ـ ژنراتور

جدول ۳-۱ : ظرفیت‌های نوعی دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور

ظرفیت اسمی کیلووات	ظرفیت نیروی اولیه کیلووات	ظرفیت پشتیبان کیلووات	ضریب قدرت	محرک اولیه			سرعت دور در دقیقه
				بنزینی	دیزل	گاز طبیعی/مایع	
۵				×	×	×	۳۶۰۰
۱۰	۱۰	۱۰	۱	×	×	×	۱۸۰۰
۲۵	۲۵	۳۰	۰/۸	×	×	×	۱۸۰۰
۱۰۰	۹۰	۱۰۰	۰/۸	×	×	×	۱۸۰۰
۲۵۰	۲۲۵	۲۵۰	۰/۸	×	×	×	۱۸۰۰
۷۵۰	۶۶۵	۷۵۰	۰/۸	×	×	×	۱۸۰۰
۱۰۰۰	۸۷۵	۱۰۰۰	۰/۸	×	×	×	۱۸۰۰

omoorepeyman.ir

۳-۳-۳ موتور ـ ژنراتور بنزینی

موتورهای بنزینی را ممکن است تا خروجی ۱۰۰ کیلووات تهیه و نصب نمود. این‌گونه موتورها به سرعت راه‌اندازی می‌شود و در مقایسه با موتورهای دیزلی دارای هزینه اولیه کمتری است. اشکالات موتورهای مزبور عبارت است از هزینه راهبری بیشتر، مخاطرات ذخیره و نگهداری بنزین، کوتاهی عمر ذخیره سوخت، و عموما" کوتاهی زمان بین تعمیرات اساسی. کوتاهی عمر ذخیره سوخت استفاده از موتورهای بنزینی را برای پشتیبانی اضطراری محدود می‌کند.

۴-۳-۳ موتور ـ ژنراتورهای گازسوز

موتورهای گازسوز که با گاز طبیعی یا گاز مایع کار می‌کند از نظر هزینه در زمره موتورهای بنزین‌سوز قرار دارد و تا ۶۰۰ کیلووات و بیشتر ساخته می‌شود. این موتورها به علت استفاده از منبع سوخت تازه پس از خاموشی دراز مدت می‌تواند به سرعت راه‌اندازی شود. طول عمر موتور به لحاظ سوخت تمیز گاز طبیعی بیشتر و نگهداری آن کمتر است، لیکن باید احتمال قطع همزمان برق و گاز در نظر گرفته شود. این‌گونه موتورها در صورت کار با گاز طبیعی در مقایسه با استفاده از بنزین تقریبا" ۱۵ درصد از قدرت خود را از دست می‌دهد، مگر این که نسبت تراکم (compression ratio) آن افزایش داده شود. در بررسی انتخاب موتور با سوخت گاز طبیعی یا گاز مایع، موجود بودن و قابلیت اتکا به منبع سوخت به ویژه در شرایط اضطراری باید ملاک قرار گیرد. برای تعیین ضرورت نیاز به منبع سوخت در محل به بند 11 - 700 و 12 - 700 از نشریه NFPA 70 رجوع شود.

۵-۳-۳ الزامات کاهش دهنده قدرت موتور

همچنان که در شکل ۳-۲۴ در بند ۳-۵-۲ قابل ملاحظه است، ارتفاع باعث کاهش قدرت گشت‌آور محرک اولیه برای خروجی کامل ژنراتور می‌شود. افزایش اندازه موتور برای استفاده در ارتفاع بالاتر یک باید محسوب می‌شود. ژنراتورها در صورت تدارک هوای خنک برای دفع حرارت ایجاد شده در برابر کاهش ظرفیت خروجی کمتر حساسیت دارند. قاعده کلی برای کاهش قدرت موتور با افزایش ارتفاع عبارت است از حدود ۴ درصد کاهش قدرت موتور در برابر هر ۱۰۰۰ فوت (۳۰۴ متر) افزایش ارتفاع. در موتورهای توربوشارژ معمولا" کاهش قدرت در کمتر از یک حداقل ارتفاع تعیین شده مانند ۲۵۰۰ تا ۵۰۰۰ فوت (۷۶۲ تا۱۵۲۴ متر) بالاتر از سطح دریا، مطرح نمی‌باشد. ضریب افزایش حرارت محیطی برابر با یک درصد برای هر ۱۰ درجه فارنهایت بالاتر از ۶۰ درجه در نظر گرفته می‌شود. کاهش قدرت موتور براثر افزایش حرارت در مقایسه با تغییرات ارتفاع حائز اهمیت نمی‌باشد.

۶-۳-۳ سیستم‌های موتور ـ ژنراتور چندتایی

استفاده از واحدهای چندتایی موتور ـ ژنراتورها و راه‌اندازی خودکار و همزمانی آنها در موارد لازم امکان‌پذیر است. کاربری چند واحد کوچک در برابر استفاده از یک واحد موتور ـ ژنراتور بزرگ مزیت دارد زیرا در صورت

omoorepeyman.ir

تعمیر و نگهداری یکی از واحدها، برق اضطراری و پشتیبان ممکن است همچنان تداوم داشته باشد. در این‌گونه موارد راه‌اندازی، معمولا" قابل اطمینان‌تر از یک واحد بزرگ است به ویژه اگر واحدها گرم و به طور منظم نگهداری شود و احتمال این که همه واحدها راه‌اندازی نشود بسیار غیر محتمل خواهد بود.

واحدهای کوچک همچنین از نظر گسترش آتی سیستم نیز حائز اهمیت است زیرا در صورت نیاز می‌توان واحدهای هم اندازه را از یک نوع انتخاب نمود که طبعا" مسایل قطعات یدکی، نگهداری و آموزش را تسهیل می‌کند. گرایش به سوی برق اضطراری وسیع‌تر نیز استفاده از دستگاه‌های چندتایی را توجیه می‌نماید. شکل ۳-۲، ۳-۳، ۳-۴ و ۳-۵ انواع مختلف سیستم‌های نوعی چندتایی را نشان می‌دهد.

یکی از عوامل مهمی که در انتخاب بین واحدهای کوچک و بزرگ موتور ـ ژنراتورها باید مورد توجه قرار گیرد نوع استفاده از آنها است. تقریبا" همه واحدهای کوچک با سرعت بالاتر (۱۸۰۰ دور در دقیقه) از واحدهای بزرگ کار می‌کنند، و اگر قرار است این واحدها برای مدت طولانی به طور مدام مورد بهره‌برداری قرار گیرد، موتور باید کاملا" ارزیابی شود. برای مقایسه بین ظرفیت ژنراتور مورد استفاده برای نیروی اولیه و ظرفیت ژنراتور پشتیبان به جدول ۳-۱ رجوع شود. واحدهای با ظرفیت تامین نیروی برق پشتیبان برای زمان خاموشی مورد استفاده قرار می‌گیرد و با آن ظرفیت نباید به طور مداوم بهره برداری شود، ژنراتورهای مورد استفاده برای تامین برق پشتیبان اغلب با خروجی و افزایش دمای بالاتر از واحدهای برق دایمی کار می‌کنند.

۳-۳-۷ ساختار و کنترل

اجزای اساسی الکتریکی یک سیستم موتور ـ ژنراتور شامل دستگاه موتور ـ ژنراتور ولوازم اندازه‌گیری، کنترل‌ها و وسایل کلیدزنی مربوط به آن می‌باشد. این‌گونه تاسیسات اغلب شامل یک دستگاه ژنراتور تکی است که یا برای تمامی بارهای الکتریکی عادی یک ساختمان و یا برای یک مدار اضطراری محدود طراحی شده است. همچنین ممکن است دو یا چند ژنراتور به صورت موازی بار یکسانی را تغذیه کنند. گاهی اوقات سامانه شامل دو یا چند ژنراتور از انواع و اندازه‌های مختلفی است که بارهای گوناگون را تغذیه می‌کنند.

۳-۳-۸ سیستم‌های موتور ـ ژنراتور نوعی

اطلاعات ارایه شده در این بند برای کمک به انتخاب اجزای الکتریکی یک سیستم موتور ـ ژنراتور نوعی طراحی شده است و تمامی موارد ممکن را پوشش نمی‌دهد.

در شکل‌های ارایه شده برای هر دستگاه ژنراتور یک قطع کننده مدار نشان داده شده است. بنابراین در این‌گونه موارد ممکن است یک قطع کننده مدار از نوع دیگری از حفاظت در برابر اضافه جریان استفاده شود. برای ملاحظه بحث کامل حفاظت ژنراتور به فصل ششم نگاه کنید.

در شکل‌های ۳-۲، ۳-۳، ۳-۴، ۳-۵ و ۳-۶ اختصارات زیر استفاده شده است :

ATO = کلید انتقال خودکار با قطع‌کننده مدار برقی

omoorepeyman.ir

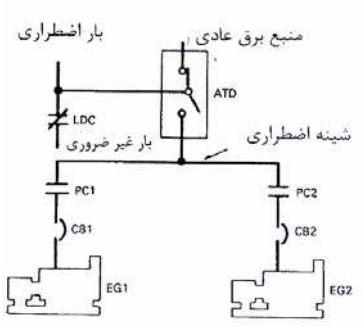
CB = قطع‌کننده مدار

EG = دستگاه موتور ـ ژنراتور

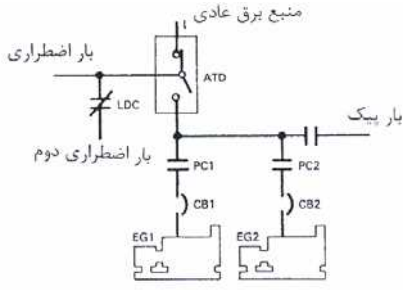
LDC = کنتاکتور قطع‌کننده بار، عملکرد برقی، نگهداری مکانیکی

PC = کنتاکتور موازی کننده

شکل ۳-۲ سیستم برق پشتیبانی را نشان می‌دهد که در صورت قطع برق عادی هر دو موتور به طور خودکار راه‌اندازی می‌شود. ژنراتور اول پس از رسیدن به ولتاژ فرکانس کار، مدارهای قطع‌کننده بار را فعال نموده و بخشی از بار اضطراری را به این ژنراتور منتقل می‌نماید. هنگامی که ژنراتور دوم به شرایط همزمانی رسید به طور خودکار با ژنراتور اول موازی می‌شود. پس از موازی شدن ژنراتورها، قسمتی یا در صورتی که ظرفیت کافی باشد تمامی بار اضطراری قطع شده به آنها منتقل می‌شود.



شکل ۳-۲ : دو دستگاه موتور ـ ژنراتور با اتصال موازی



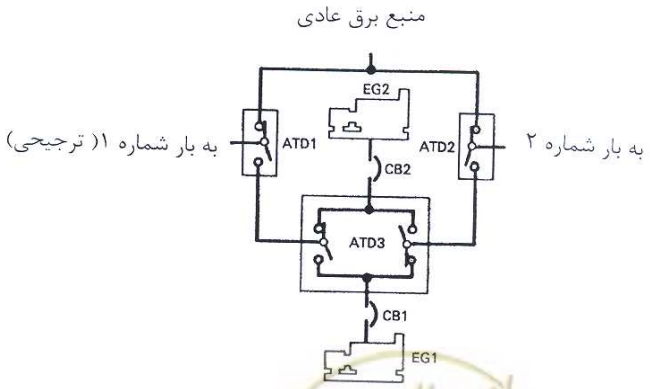
شکل ۳-۳ : سیستم کنترل اوج بار

omoorepeyman.ir

اگر یک ژنراتور از کار بیفتد، فورا" از مدار خارج شده و بخش متناسبی از بار به ژنراتور دوم منتقل می‌شود. هنگامی که ژنراتور از کار افتاده دوباره برقرار شود، بار قطع شده مجددا" متصل می‌گردد. پس از بازگشت منبع برق عادی مجددا" بار به آن منتقل شده و ژنراتورها به طور خودکار خاموش می‌شوند.

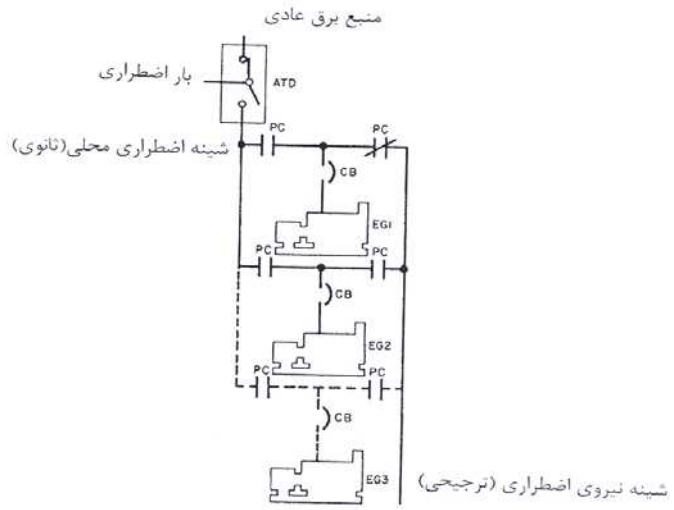
در شکل ۳-۳ سیستمی از ژنراتورهای پشتیبان نشان داده شده است که در ساعات اوج بار می‌توان از آن به عنوان تغذیه کمکی استفاده نمود. در این نوع سیستم در حالی که سیستم برق عادی مدارهای اضطراری را تغذیه می‌کند با استفاده از این سامانه برحسب نیاز بار می‌توان از یک ژنراتور یا بیشتر برای اوج بار به‌کار گرفت. به این ترتیب که پس از این که ژنراتور دوم در شرایط همزمانی قرار گرفت به طور خودکار با ژنراتور اول موازی می‌شود. در مواردی که سیستم برق عادی قطع می‌شود، بارهای پیک به طور خودکار قطع شده و ژنراتورها بارهای اضطراری را از طریق کلید انتقال تغذیه می‌کنند. استفاده از ژنراتورهای پشتیبان در زمان اوج مصرف (peak shaving) ممکن است باعث افزایش فرسودگی و در نتیجه کوتاهی فواصل تعمیرات اساسی دستگاه‌ها گردد، که با نگهداری برنامه‌ای و درست می‌توان قابلیت اطمینان به سیستم را حفظ نمود.

شکل ۳-۴ سیستم برق پشتیبانی را با دو نوع بار اضطراری نشان می‌دهد که یکی از آن دیگری حیاتی‌تر است. هنگامی که برق اولیه قطع می‌شود، هر دو ژنراتور شروع به کار می‌کند.اگر بار شماره یک بار مرجح باشد، ژنراتوری که اول به سرعت کار می‌رسد به وسیله ATD3 از طریق ATD1 بار مزبور را تغذیه می‌کند. هنگامی که ژنراتور دیگر به سرعت کار رسید، بار شماره ۲ را تغذیه خواهدکرد. اگر ژنراتوری که بار شماره یک را تغذیه می‌کند در هر زمانی خراب شود، ژنراتور دیگر از بار شماره۲ به بار شماره یک منتقل می‌شود. هنگامی که برق اصلی باز می‌گردد، هر دو بار به خط نامبرده منتقل شده و ژنراتورها خاموش می‌شوند.



شکل ۳-۴ : سیستم انتخاب اولویت بار با سه منبع تغذیه

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۵ : ترکیب برق عمومی و نیروی اضطراری تولیدی در محل

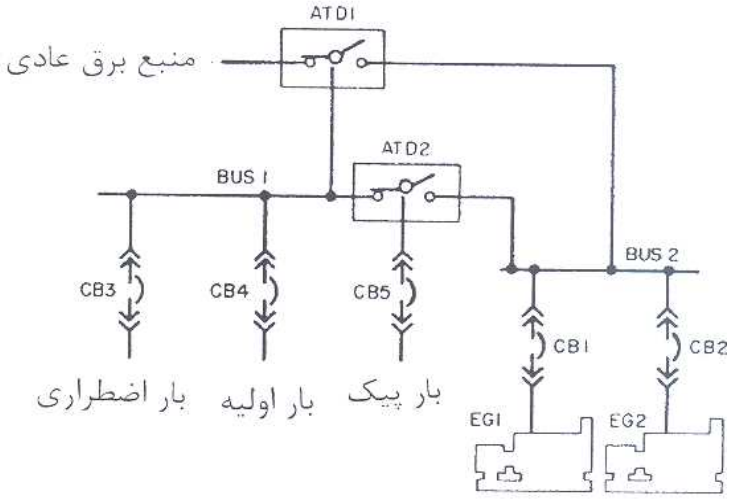
سیستم ارایه شده در شکل ۳-۵، کلیدزنی و کنترل مدارهای برق عمومی و نیروی تولید شده در محل را نشان می‌دهد. در این شکل دوشینه محلی وجود دارد: (۱) یک شینه (ترجیحی) نیروی برق کامپیوتر و دیگر بارهای ضروری را تغذیه می‌کند، و (۲) یک شینه برق اضطراری (ثانوی) که در صورت قطع برق عادی نیروی برق ژنراتورها را از طریق بک وسیله (کلید) انتقال خودکار به بارهای اضطراری تغذیه می‌کند.

در شرایط کار عادی، یکی از ژنراتورها برای تغذیه نیروی مداوم به شینه ترجیحی متصل خواهد بود (شکل ۳-۵، EG1). مدارهای کنترل ساده نیمه خودکار ژنراتورهای خارج از مدار را بدون قطع بار راه‌اندازی و همزمان نموده و با ژنراتور در حال کار موازی می‌نماید. همچنین مدارهایی پیش‌بینی می‌شود که در صورت پایین بودن فشار روغن و یا ازدیاد حرارت خنک کننده‌ها، بدون قطع بار ژنراتور دیگری را جایگزین نماید، لیکن خرابی یک ژنراتور و جایگزینی آن با ژنراتور دیگر مستلزم قطع بار خواهد بود.

بارهای بسیاری همچون روشنایی، اعلام حریق، گرمایش و تهویه مطبوع از طریق کلید انتقال به وسیله سیستم برق عادی تغذیه می‌شود و در صورت قطع نیروی مزبور با عملکرد کلید انتقال ژنراتورهای بیکار به طور خودکار راه‌اندازی شده و این‌گونه بارها را تغذیه می‌کنند.

شکل ۳-۶ مشابه شکل ۳-۳ می‌باشد که در آن دستگاه‌های ژنراتور پشتیبان می‌تواند یک وظیفه دومی را نیز برای تغذیه اوج بار انجام دهد. این سیستم برحسب الزامات بار می‌تواند یک یا هر دو ژنراتور را برای تغذیه اوج بار از طریق کلید ATD2 کلیدزنی و راه‌اندازی نماید در حالی که سیستم برق عادی نیز بارهای اولیه و اضطراری را تغذیه می‌کند. ژنراتور دوم به طور خودکار با ژنراتور اول موازی می‌شود. بسته به ظرفیت ژنراتور، بار اوج می‌تواند برقرار بماند، یا این که کلید CB5 برق اضطراری اوج بار را قطع نماید.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۶ : سیستم برق پشتیبان با موتور ـ ژنراتور دوگانه

۳-۳-۹ شرایط ویژه

شرایط غیر متعارف ارتفاع، دمای محیط، یا تهویه ممکن است مستلزم استفاده از ژنراتور بزرگتر برای پایین نگهداشتن حرارت سیم‌پیچ‌ها و یا عایق‌بندی ویژه در برابر دمای بیشتر باشد. ژنراتورهای مورد استفاده در مناطق گرمسیر معمولا" در معرض رطوبت زیاد، دمای بالا، قارچ‌ها، جانوران موذی و امثال آن قرار می‌گیرند و ممکن است نیاز به عایق‌بندی ویژه مناطق گرمسیری و گرم کننده برای خشک نگهداشتن سیم‌پیچ‌ها و عایق کاری حفاظتی در برابر فساد داشته باشند.

۳-۳-۱۰ ظرفیت موتور ـ ژنراتور

برای برخی ساختمان‌ها حداکثر بار مداوم ژنراتور عبارت است از مجموع بار هنگامی که تمامی تجهیزات در ساختمان در حال کار کردن باشد. برای دیگر موارد، ممکن است عملی‌تر و اقتصادی‌تر آن باشد که یک یا چند مدار اضطراری به گونه‌ای در نظر گرفته شود که فقط چراغ‌ها و تجهیزات ضروری معینی و شاید فقط یک آسانسور بر روی ژنراتور پشتیبان قرار گیرد. برای مشخص نمودن نیاز به منبع سوخت بـه بندهای 5 - 700 و 6 - 701 از استاندارد NFPA 70 باید مراجعه شود

omoorepeyman.ir

۳-۳-۱۱ ملاحظات راه‌اندازی موتور

راه‌اندازی درست برای یک موتور الکتریکی متصل به یک موتور ـ ژنراتور مستلزم تولید نیروی چرخشی لازم برای باری که موتور باید بگرداند و نگهداری ولتاژ سیستم بیش از حدود بحرانی آن است. موتورها اغلب در هنگام راه‌اندازی همچون یک بار امپدانس ثابت رفتار می‌کنند. بدین معنی که گشت‌آور راه‌اندازی متناسب است با مجذور ولتاژ ترمینال. اگر ولتاژ ترمینال موتوری در هنگام راه‌اندازی ۸۰ درصد مقدار اسمی آن باشد، گشت‌آور راه‌اندازی آن ۶۴ درصد گشت‌آور روتور قفل شده خواهد بود. بنابراین منظور از مطالعه راه‌اندازی موتور یافتن حداکثر افت ولتاژی است که سیستم و موتور می‌تواند تحمل کند. چون ضریب قدرت راه‌اندازی موتورها پایین است (نوعا" از ۲۰ درصد تا ۵۰ درصد) و جریان روتور قفل شده بالا است (نوعا" از ۵۰۰ درصد تا ۷۰۰ درصد)، دیماند نیروی راه‌اندازی موتورها اغلب رآکتیو بوده و ممکن است تا ده برابر بار کامل دیماند نیروی رآکتیو موتور باشد.

اندازه موتور ـ ژنراتور باید به گونه‌ای انتخاب شود که بار مداوم برحسب کیلووات، بعلاوه الزامات راه‌اندازی موتور و اتلاف ژنراتور را تامین کند.

سازندگان ژنراتورها معمولا" برای محاسبه اثرات راه‌اندازی موتور راهبردهایی ارایه می‌کنند. یک قاعده معمول اغلب محاسبه ۰/۵ اسب نیرو در هر کیلووات است لیکن تصمیم نهایی باید براساس داده‌های سازنده اتخاذ گردد. در مواردی که راه‌اندازی موتور برحسب کیلو ولت ـ آمپر یا ادامه کار برحسب کیلووات از مقادیر اسمی دستگاه موتور ـ ژنراتور متجاوز باشد، اثرات انحراف ولتاژ و فرکانس حاصله بر روی تجهیزات غیر راه‌اندازی موتور باید ارزیابی شود (یعنی راه‌اندازهای موتور، رله‌ها، کامپیوترها، تجهیزات مخابراتی و غیره).

اندازه ژنراتورها معمولا" براساس حداکثر دیماند مداوم برحسب کیلوولت ـ آمپر تعیین می‌شود. در مواردی که بارهای با انرسی بالای غیر معمول بدون استفاده از راه‌اندازهای با کاهش ولتاژ باشد، یا اگر در زمان راه‌اندازی تنظیم ولتاژ و فرکانس غیر از آنچه مشخص شده قابل تحمل نباشد، باید ژنراتوری با ظر فیت اسمی بالاتر انتخاب شود.

۳-۳-۱۲ ملاحظات بار لحظه‌ای

دستگاه موتور ـ ژنراتور باید به گونه‌ای طراحی و انتخاب شود که دارای ظرفیت کافی و قابلیت لازم برای به حداقل رساندن بار لحظه‌ای بوده و مجهز به یک رگولاتور ولتاژ با ظرفیت پاسخ کافی برای به حداقل رساندن افت یا موج ولتاژ پس از بار لحظه‌ای باشد. بسیاری کاربردهای صنعتی می‌توانند افت ولتاژ زیادی را تحمل کنند تا جایی که باعث قطع کنتاکتورها یا عملکرد ترمز خودکار نشود (معمولا" تا ۸۰ درصد، اما در موارد خاص تا ۶۵ درصد). در این‌گونه موارد اثر بارهای غیر خطی بر روی کنترل‌های دستگاه موتور ـ ژنراتور باید ارزیابی و کنترل شود. همچنین باید تاثیر بر روی مدارهای الکترونیکی و کامپیوترها نیز بررسی و در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

۳-۳-۱۳ سیستم‌های دستی

سرویس برق پشتیبان باکنترل دستی ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش برای استفاده در مواردی است که راه‌اندازی خودکار و انتقال بار از حساسیت خاصی برخوردار نمی‌باشد. در این‌گونه موارد باید یک اپراتور به صورت تمام وقت در محل حضور داشته باشد.

۳-۳-۱۴ سیستم‌های خودکار

موتور ـ ژنراتورهایی که به عنوان یک سیستم نیروی اضطراری خودکار استفاده می‌شود باید مجهز به کنترل‌های راه‌اندازی خودکار موتور، شارژر باتری خودکار، و کلید انتقال خودکار باشد. در اغلب کاربردها، سیستم برق شهری به عنوان منبع برق عادی استفاده می‌شود و موتور ـ ژنراتور به عنوان سیستم برق اضطراری، در صورت قطع برق عادی یا نامطلوب بودن کیفیت آن جایگزین می‌گردد. در این نوع سیستم منبع برق عادی کنترل و مانیتور می‌شود و در صورت قطع برق یا کاهش ولتاژ و فرکانس بیش از حدود معینی موتور به طور خودکار شروع به‌کار می‌کند. پس از تثبیت ولتاژ و سرعت ژنراتور به مقادیر اسمی، بار به طور خودکار به برق پشتیبان منتقل می‌شود. هنگام بازگشت نیروی برق عادی کلید انتقال به طور خودکار بار را منتقل نموده و موتور ـ ژنراتور خاموش می‌شود. برای ملاحظات ویژه انتقال بار موتورهای الکتریکی به بند ۳-۴-۷ نگاه کنید.

۳-۳-۱۵ وسایل انتقال خودکار

تجهیزات انتقال مورد استفاده در دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور مشابه کلیدهای انتقال در سیستم‌های تغذیه برق چندگانه می‌باشد با این تفاوت که در این نوع دستگاه‌ها کنتاکت‌های معینی پیش‌بینی شده که هنگام قطع نیروی برق عادی بسته می‌شود. این کنتاکت‌های معین، راه‌اندازی و قطع موتور ـ ژنراتور را شروع می‌کند. وسیله انتقال خودکار همچنین ممکن است مجهز به وسایل اضافی برای ادامه کار موتور ـ ژنراتور در حالت بدون بار برای پنج دقیقه قبل از خاموش شدن دستگاه باشد. برای اطلاعات اضافی در مورد وسایل انتقال خودکار به بند ۳-۴ رجوع شود.

۳-۳-۱۶ قابلیت اطمینان دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور

برای نگهداری موتور در شرایط مطلوب باید در هر بار راه‌اندازی آن فرصت داده شود تا کلیه بخش‌های موتور به حرارت عادی بهره‌برداری برسد. در موارد قطع برق کوتاه مدت موتور ـ ژنراتور باید پس از بازگشت برق عادی برای حداقل ۱۵ دقیقه به‌کار ادامه دهد. یک برنامه کنترلی باید به گونه‌ای پیش‌بینی شود که حداقل هفته‌ای یک بار موتور ـ ژنراتور راه اندازی شده و برای مدت معینی زیر بار کار کند.

omoorepeyman.ir

برای حصول اطمینان و رضایت از کار موتور ـ ژنراتور موارد زیر باید ملاک عمل قرار گرفته و رعایت شود :

الف ـ سیستم‌هایی که با آب شهر خنک می‌شود قابل اطمینان نمی‌باشد زیرا در مواقع اضطراری ممکن است با قطعی آب مواجه گردد. استفاده از سیستم‌خنک‌کننده با رادیاتور یا یک سیستم خنک‌کننده تبادل حرارتی با منبع آب مستقل توصیه می‌شود.

ب ـ استفاده از ضد یخ برای سیستم خنک‌کننده ممکن است مورد نیاز باشد. برای بهبود شرایط راه‌اندازی موتور باید از نوعی سیستم گرمایش مانند گرم‌کن اتاق یا حرارت دهنده غوطه‌ور و یا ژاکت بخار استفاده شود.

پ ـ به منظور کاهش صدای موتور باید یک سیستم خفه‌کننده صدا بر روی خروجی موتور پیش‌بینی و نصب شود.

ت ـ سیستم ذخیره سوخت باید برابر قوانین و مقررات محلی و الزامات بیمه پیش‌بینی شود. ظرفیت منبع سوخت بسته به شرایط تحویل سوخت باید در نظر گرفته شود .

ث ـ استفاده از منبع سوخت دفن شده در زمین مطلوب‌تر است. منابع مستقر در روی زمین ممکن است به مواد ضد انجماد نیاز داشته باشد.

ج ـ کیفیت بنزین و سوخت دیزل در صورتی که راکد مانده و استفاده نشود پس از چند ماه کاهش می‌یابد. آزمون‌های منظم و افزودنی‌ها می‌تواند مواد سوختی را سالم نگهدارد. استفاده از سوخت برای منظورهای مختلف سبب تازگی آن می‌شود.

چ ـ لرزش موتور در هنگام کار باید با استفاده از لرزه‌گیرهای مناسب کنترل شود. همچنین لوله‌کشی‌های مختلف مانند سوخت، اکزوز، آب و برق باید مجهز به کوپلینگ‌های انعطاف‌پذیر باشد.

ح ـ نصب تجهیزات باید برابر الزامات مقررات محلی در برابر زلزله انجام شود .

خ ـ انواع روش‌های کمک به راه‌اندازی موتور شامل موارد زیر است که روش سوم غالبا" ترجیح داده می‌شود :

۱- حرارت دادن هوا قبل از رسیدن به سیلندر

۲- تزریق مایعات فرار به درون هوای موتور

۳- گرم نگهداشتن بلوک موتور

۳-۳-۱۷ ورود و خروج هوا

لوله‌های خروجی موتور (اگزوز) در داخل ساختمان باید به منظور حفاظت کارکنان و کاهش دمای اتاق توسط وسایل عایق گاز پوشیده شود. لوله‌کشی اگزوز برای جلوگیری از برگشت فشار باید دارای قطر کافی باشد. برای جلوگیری از آلودگی هوای ورودی، لوله‌های اگزوز باید به دور از کانال‌های ورودی هوا نصب شود.

در اتاق‌های ژنراتور تدارک امکانات لازم برای جریان هوای تازه به منظور نگهداری اتمسفر راحت برای کارکنان و هوای تمیز و خنک برای موتور ـ ژنراتور ضرورت دارد. موثرترین و کم هزینه‌ترین روش معمولا"استفاده از یک

omoorepeyman.ir

بادزن (فن) از نوع فشاری بر روی رادیاتوری[1] است که توسط یک کانال به خارج ساختمان متصل می‌شود. بازشو ورودی کانال باید تقریبا" ۲۵ تا ۵۰ درصد از کانال بزرگتر باشد.

۳-۳-۱۸ کاهش صدا و آلودگی

برای کاهش صدا غالبا" باید لرزش از سازه جدا شود. صدا خفه‌کن‌ها برحسب درجه فرونشانی صدا برای انطباق با استانداردهای صوتی با عبارت‌هایی همچون صنعتی، مسکونی یا بحرانی نامیده می‌شوند. در ورودی هوای اتاق موتور ـ ژنراتور معمولا" نیاز به نصب صدا خفه‌کن نمی‌باشد زیرا تمیزکننده هوای ورودی به عنوان صدا خفه‌کن نیز عملکرد دارد. علاوه بر صدا خفه‌کن، سیستم‌های کنترل آلودگی نیز ممکن است با توجه به مقررات محلی مورد لزوم باشد. کنترل آلودگی به دو صورت کاهش انتشار ذرات و کاهش انتشار گازهای NO_x مطرح است. مشخصات موتور باید از نظر میزان تولید این‌گونه آلودگی‌ها در سایت مورد نظر بررسی شود.

۳-۳-۱۹ سیستم‌های سوخت

کیفیت پایین سوخت سبب گرفتگی انژکتور و فیلتر شده و قطع کار موتور ـ ژنراتور را در پی خواهد داشت. کیفیت سوخت را می‌توان به سه طریق اصلاح نمود ـ افزودنی‌های سوخت، عمل‌آوری یا پالایش سوخت و فیلتر نمودن آن در روی موتور ـ ژنراتور.

سوخت درون منبع ذخیره ممکن است در شرایط عادی هوا و بهره‌برداری توسط آب، میکروب‌ها یا ذرات ریزی که به درون تانک نفوذ می‌کند آلوده شده و تغییر کیفیت دهد. افزودنی‌های سوخت و برخی عمل‌آوری و پالایش‌ها می‌تواند شرایط را بهبود بخشد، اما این روش‌ها کاملا" ایمنی و سلامت سوخت را تامین نمی‌کند.

عمل‌آوری سوخت در خطوط اولیه تغذیه به موتور ـ ژنراتور توسط یک سیستم پالایش کننده جداگانه انجام می‌شود. سیستم پالایش کننده آب و مواد زائد را از سوخت جدا نموده و سبب سبک‌تر شدن کار فیلتر نصب شده بر روی موتور می‌شود. این‌گونه سیستم‌ها باید در صورت گرفتگی فیلتر موتور ـ ژنراتور بتواند سوخت را از مسیر کنارگذر عبور داده و به سیستم پالایش کننده برگشت نماید. پالایش کننده سوخت باید هنگام سرویس شدن دارای امکانات لازم برای عبور سوخت از مسیر کنارگذر باشد.

مرحله نهایی پالایش سوخت توسط فیلتر نصب شده روی موتور ـ ژنراتور است. فیلترهای سوخت سه مرحله‌ای (۱۰۰ میکرون، ۳۰ میکرون و ۱۰ میکرون) مجهز به شیر برای برداشت آن حین کار موتور باید برای تجهیزات کلاس F3 و کلاس F4 مورد استفاده قرار گیرد.

فیلترهای سوخت یک مرحله‌ای (۱۰۰ میکرون یا ۳۰ میکرون) مجهز به شیر برای برداشت آن حین کار موتور باید به عنوان حداقل الزامات لازم در تجهیزات کلاس F1 و کلاس F2 استفاده شود.

(۱) رادیاتوری که فن در جلوی آن قرار داشته و هوا را به درون آن می‌فشارد.

omoorepeyman.ir

مرکز داده باید مجهز به یک منبع سوخت ذخیره و شماری منبع سوخت روزانه متناسب با شماره موتور ـ ژنراتورها باشد.

برای سهولت سوخت رسانی، منبع سوخت باید حتی‌المقدور به موتور نزدیک باشد. در مواردی که از سوخت بنزین یا گاز مایع استفاده می‌شود، منبع سوخت نباید با موتور در یک اتاق استقرار یابد زیرا خطر نشت گاز و آتش‌سوزی وجود دارد، لیکن چنانچه از سوخت دیزل استفاده شود می‌توان منبع سوخت را با موتور در یک اتاق قرار داد. اگر از منبع دور استفاده شود، یک منبع انتقال واسط در نزدیکی موتور توصیه می‌شود. مقررات آیین‌نامه ساختمان و بیمه باید بررسی شود تامشخص گردد که منبع سوخت در کنار موتور ـ ژنراتور، خارج یا مجاور اتاق قرار داده شود و یا این که در زیر زمین دفن گردد.

موتور ـ ژنراتوری که برای کار با بنزین، گاز مایع یا گازوئیل تجهیز شده است یک سیستم خودکفا است و به خدمات خارجی مانند برق عمومی یا شهرداری بستگی ندارد. این‌گونه سیستم‌ها متکی به خود است و باید دارای حفاظت پشتیبان مستقل باشد.

۳-۳-۲۰ تنظیم سرعت موتور توسط گاورنر

دستگاه‌های گاورنر تنظیم سرعت موتور را با دو روش افت سرعت و همزمانی کنترل می‌نمایند.در روش اول افت سرعت، که بر اثر افزایش بار موتور حاصل می‌شود، سرعت موتور کنترل می‌گردد و در روش دوم گاورنر در تمامی شرایط بار و تا بار کامل سرعت موتور را ثابت نگه می‌دارد. درصد افت سرعت از رابطه زیر قابل محاسبه است :

$$\text{سرعت افت (speed droop)} = \frac{\text{سرعت با بار کامل (دور در دقیقه)} - \text{سرعت بدون بار موتور (دور در دقیقه)}}{\text{سرعت با بار کامل (دور در دقیقه)}} \times ۱۰۰\ ٪$$

تنظیم نوعی افت سرعت برای ژنراتوری که با گاورنر افت سرعتی کار می‌کند برابر است با ۳ تا ۵ درصد. بنابراین اگر سرعت و فرکانس در بار کامل به ترتیب ۱۸۰۰ دور در دقیقه و ۶۰ هرتس باشد، در حالت بی‌باری با چهار درصد افت، سرعت ۱۸۷۲ دور در دقیقه و فرکانس ۶۲/۴ هرتس خواهد بود.

هنگامی که ژنراتور در دوره نگهداری با سیستم موازی است، گاورنر با روش افت سرعت یعنی با بار پایه کار می‌کند. در شرایط جدایی، استفاده از گاورنر در حالت همزمانی که فرکانس ثابت می‌ماند مطلوب‌تر است. در شرایط بار ثابت، فرکانس دارای تغییرات کمی از حدود تنظیم گاورنر می‌باشد. حدود این تغییرات مقیاس پایداری گاورنر محسوب می‌شود. یک گاورنر همزمانی بایستی تنظیم فرکانس را در حدود $\frac{۱}{۴}$ درصد نگهدارد.

هنگامی که بار افزایش یا کاهش می‌یابد، سرعت و فرکانس موتور به صورت لحظه‌ای افت و خیز می‌یابد، و معمولا" یک تا سه ثانیه طول می‌کشد تا گاورنر سرعت موتور را با بار تازه تنظیم کند. در مواردی که ژنراتور به صورت موازی با منبع اولیه نیرو کار می‌کند، گاورنر باید به گونه‌ای تنظیم شود که در صورت قطع برق عادی به طور خودکار از حالت افت به همزمانی تغییر یابد.

omoorepeyman.ir

۳-۳-۲۱ روش‌های راه‌اندازی

در اغلب دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور برای راه‌اندازی موتور از یک موتور الکتریکی و باتری استفاده می‌شود. برای راه‌اندازی واحدهای بزرگ که استفاده از باتری غیر عملی است معمولا" از سیستم‌های بادی یا هیدرولیکی استفاده می‌شود.

۳-۳-۲۲ شارژ باتری

علاوه بر شارژر باتری مستقر بر روی دستگاه موتور ـ ژنراتور، ژنراتور، یک شارژر باتری خودکار جداگانه نیز برای نگهداری شارژ باتری برای هنگامی که ژنراتور خاموش است توصیه می‌شود. قصور در نگهداری و شارژ درست باتری بزرگترین علت خرابی سیستم‌های برق اضطراری است.

۳-۳-۲۳ امتیازات و اشکالات دیزل ـ ژنراتورها

در مقایسه و ارزیابی بین موتورهای دیزل و توربین‌های گازی به عنوان محرک اولیه ، امتیازات و اشکالات زیر باید مورد توجه قرار گیرد :

- منبع تغذیه : توربین‌های گازی و موتورهای دیزل به طور کلی می‌توانند از یک نوع سوخت استفاده کنند.
- راه‌اندازی : در کاربری‌هایی که مستلزم ۱۰۰ درصد بار در ۱۰ ثانیه می‌باشد، می‌توان از دیزل ـ ژنراتور استفاده نمود. در اغلب توربین ـ ژنراتورهای گازی برای تغذیه بار کامل بیش از ۳۰ ثانیه زمان نیاز است.
- نوفه یا نویز : توربین گازی آرام‌تر از موتور دیزیل کار می‌کند و دارای لرزش کمتری است.
- نرخ‌بندی (rating) : توربین‌های گازی در اندازه‌های کمتر از ۵۰۰ کیلووات به آسانی در دسترس نمی‌باشد، در صورتی که موتورهای دیزل از ۱۵ کیلووات و کمتر نیز در اختیار قرار می‌گیرد.
- خنک کردن : موتورهای دیزل در اندازه‌های بزرگتر معمولا" با آب خنک می‌شود، در صورتی که توربین‌های گازی با هوا خنک می‌شود.
- نصب : توربین‌های گازی بسیار سبک‌تر و اندازه‌آن کوچکتر است. توربین‌ها همچنین به خنک‌کنندگی و هوای احتراقی کمتری نیاز داشته و لرزش کمتری ایجاد می‌کنند. هزینه نصب معمولا" کمتر است و در کاربردهای نصب بر روی سقف عملی‌تر است.
- هزینه : هزینه اولیه موتورهای دیزل کمتر از توربین‌های گازی است، اما گاهی اوقات هزینه کل نصب شده هر دو دستگاه به علت هزینه نصب کمتر توربین‌های گازی قابل مقایسه است.
- دوره‌کاربری : موتورهای دیزل در مقایسه با توربین‌های گازی در کارکرد دوره‌ای در زیر بار از استحکام بیشتری برخوردار است.

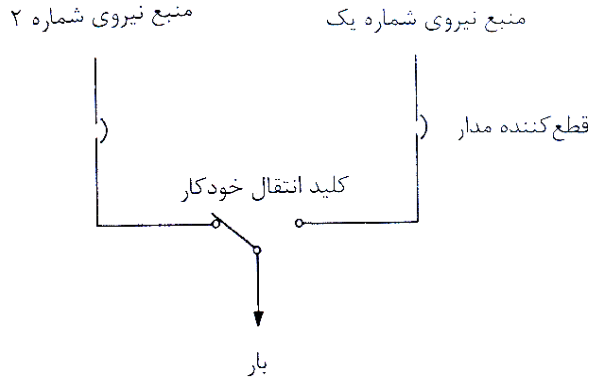
omoorepeyman.ir

- نگهداری : توربین گازی نسبت به موتور دیزل دستگاه ساده‌تری است، لیکن تعمیر و نگهداری موتور دیزل به طور کلی با سهولت بیشتری امکان‌پذیر است.
- کارایی : موتور دیزل در زیر بار کامل از توربین گازی کاراتر است، لیکن در کاربری‌های کم مصرف‌تر که به صورت پشتیبان استفاده می‌شود توربین‌ها سوخت کمتری نیاز دارند.
- پاسخ فرکانس : توربین ـ ژنراتور گازی در بار کامل لحظه‌ای دارای فرکانس پاسخ ممتازتری است.

۳-۴ سرویس‌های تغذیه برق چندگانه

۳-۴-۱ مقدمه

سرویس‌های تغذیه برق چندگانه را می‌توان به عنوان منبع نیروی برق اضطراری یا پشتیبان مورد استفاده قرار داد. در این‌گونه موارد، یک سرویس تغذیه اضافی از یک منبع نیروی جداگانه همراه با تجهیزات کلیدزنی لازم، مورد نیاز خواهد بود. شکل ۳-۷ انتقال خودکار بین دو منبع تغذیه ولتاژ پایین را نشان می‌دهد. منبع تغذیه شماره یک خط نیروی عادی است و منبع تغذیه شماره دو منبع جداگانه دیگری است که برق اضطراری را تامین می‌کند. هر دو قطع‌کننده مدار از نوع در حالت عادی بسته می‌باشند. بار باید بتواند قطع برق برای چند سیکل را هنگام عملکرد کلید انتقال تحمل کند.



شکل ۳-۷ : سیستم تغذیه دوگانه با استفاده از کلید انتقال خودکار

omoorepeyman.ir

۳-۴-۲ جدایی سرویس‌های تغذیه برق

استفاده از سرویس منابع تغذیه چندگانه در صورتی که شرکت برق منطقه‌ای بتواند آن را باخطوط جداگانه به نحوی تامین کند که هنگام قطع برق یا وجود اختلالات مختلف بر روی یک خط بر خط دیگر موثر نباشد از نظر اقتصادی با صرفه‌تر از استفاده از مولد برق اضطراری است. استفاده از این روش دارای این امتیاز است که انتقال از یک خط به خط دیگر سریع انجام شده و زمان راه‌اندازی ۵ تا ۱۵ ثانیه مولد پشتیبان مورد نیاز نخواهد بود. در این‌گونه موارد استفاده از نوعی هشدار در صورت قطع برق اضطراری باید در نظر گرفته شود تا بتوان اقدامات احتیاطی لازم را اعمال نمود. در مواردی که قطع کامل برق قابل تحمل نیست مانند بیمارستان‌ها نباید از این سیستم استفاده شود، بلکه باید از مولد برق اضطراری و پشتیبان که از ضریب اطمینان بالاتری برخوردار است استفاده شود.

۳-۴-۳ طرح انتقال خودکار ساده (با دو منبع ورودی)

تجهیزات کلیدزنی خودکار ممکن است از سه کلید خودکار مدار با کنترل و اینترلاک مناسب برابر شکل ۳-۸ تشکیل شود. کلیدهای خودکار معمولا" برای کلیدزنی اولیه در مواردی که ولتاژ از ۶۰۰ ولت تجاوز می‌کند استفاده می‌شود.این‌گونه کلیدها گران‌تر ولی دارای عملکرد ایمن‌تر است. در این نوع موارد باید از کاربری فیوز برای حفاظت در برابر اضافه جریان اجتناب شود. انتقال خودکار بار در صورت قطع یکی از منابع با فعال شدن مدار رله مربوط به منبع دیگر انجام می‌شود. در مواردی که هر یک از خطوط تغذیه نتواند تمامی بار را تغذیه کند باید تدابیری اندیشه شود تا قبل از انتقال بار بخشی از بارهای غیر حیاتی از مدار خارج شود.اگر در نظر است که بار توسط هر دو مدار تغذیه شود کلیدهای خودکار R بسته و کلید رابط باز می‌شود. هر سه کلید خودکار به گونه‌ای اینترلاک می‌شود که هر دو کلیدی بتواند بسته شود ولی از بسته شدن هر سه کلید جلوگیری گردد. امتیاز این ترکیب آن است که قطعی انتقال لحظه‌ای فقط بر روی باری که از مدار قطع شده تغذیه می‌شود، رخ می‌دهد.

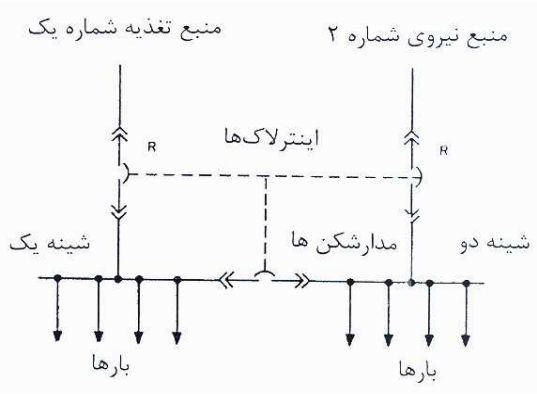
ترکیب نشان داده شده در شکل ۳-۸ فقط حفاظت در برابر قطع برق عادی را تامین می‌کند. تداوم نیرو برای بارهای حیاتی همچنین ممکن است در موارد زیر قطع شود :

- قطعی مدار در داخل ساختمان (طرف بار تغذیه ورودی).
- اضافه بار یا نوعی قطعی مدار.
- خرابی الکتریکی یا مکانیکی سیستم توزیع برق در داخل ساختمان.

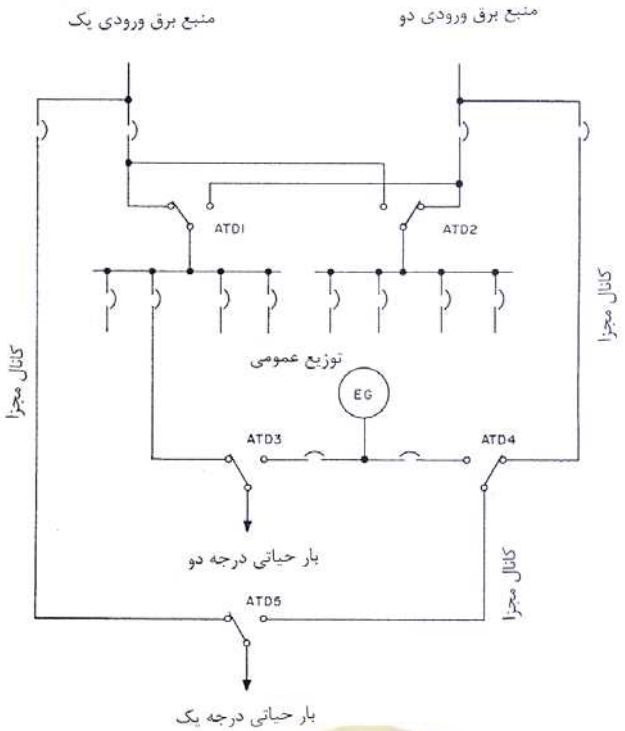
کلیدهای انتقال را می‌توان نزدیک بار قرار داد و عملکرد آن را مستقل از حفاظت در برابر اضافه جریان نمود.

قابلیت استفاده از سیستم‌های تغذیه چندگانه را می‌توان با افزایش یک سیستم موتور ـ ژنراتور برای بارهای حیاتی‌تر بهبود بخشید. چنین سیستمی در شکل ۳-۹ ارایه شده است.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۸ : سیستم با دو منبع تغذیه و امکان بسته شدن هر دو مدارشکن



شکل ۳-۹ : ترکیب دو برق ورودی با یک موتور ـ ژنراتور برای تامین موارد مختلف برق اضطراری

omoorepeyman.ir

۳-۴-۴ حفاظت در برابر اضافه جریان

ذکر این نکته ضروری است که کنترل و عملکرد انتقال نباید باعث عدم توجه به حفاظت در برابر اضافه جریان یا بر عکس شود. بعلاوه، وسایل انتقال و حفاظت در برابر اضافه جریان بایستی به ترتیبی در نظر گرفته شود که وسایل قطع سرویس ورودی به سهولت در دسترس قرار گیرد. بررسی و تحلیل کامل حفاظت در برابر اضافه جریان در فصل ششم ارایه شده است.

۳-۴-۵ نرخ‌بندی وسایل انتقال و لوازم فرعی آن

ویژگی‌های لازم برای وسایل انتقال بایستی شامل توانایی‌های زیر باشد :

- بسته شدن در برابر جریان هجومی بدون جوش کنتاکت.
- انتقال مداوم جریان کامل نامی بدون ایجاد حرارت بیش از حد.
- ایستادگی در برابر جریان‌های اتصال ـ کوتاه موجود بدون جدایی کنتاکت.
- قطع درست بارها بدون ایجاد قوس الکتریکی بین دو سرویس برق ورودی.

علاوه بر در نظر گرفتن هر یک از موارد بالا به تنهایی، باید اثر آنها بر یکدیگر را نیز مورد توجه قرار داد. برای هماهنگی بین کلیدهای انتقال خودکار و حفاظت در برابر اضافه جریان نیز باید توجه ویژه‌ای مبذول شود. جریان‌های خطای بالا ایجاد نیروهای الکترومغناطیسی درون ساختار کنتاکت مدار شکن‌هامی‌کند، که با باز شدن سریع و به حاقل رساندن زمان کمک می‌نماید، اما در کلیدهای خودکار طراحی شده برای ایستادگی در برابر جریان‌های خط این نیروی الکترومغناطیسی به طور معکوس برای اطمینان از بسته ماندن کنتاکت‌های کلید انتقال تا هنگام از بین رفتن خط استفاده می‌شود. جدایی کنتاکت، در حالی که جریان خطا ادامه دارد، سبب ایجاد قوس الکتریکی، ذوب سطح کنتاکت، و احتمالا"جوش کنتاکت پس از بستن مجدد و سرد شدن فلز ذوب شده می‌شود. کلیدهای انتقال باید برابر استاندارد ANSI / UL 1008 مورد آزمون جریان ایستادگی قرار گیرند و جوش کنتاکت در آن مجاز نخواهد بود. بنابراین وسایل کلیدی انتقال باید از نوعی انتخاب شود که برای این منظور طراحی و ساخته شده باشد.

اغلب کلیدهای انتقال می‌توانند ۱۰۰٪ جریان نامی را در حرارت ۴۰ درجه سانتیگراد انتقال دهند لیکن، کلیدهای انتقالی که دارای وسایل حفاظتی اضافه جریان یکپارچه می‌باشند ممکن است محدود به جریان بار مداوم حداکثر ۸۰٪ ظرفیت کلید باشند. اوراق مشخصات ارایه شده توسط سازنده ظرفیت دستگاه را که آیا ۸۰٪ یا ۱۰۰٪ است نشان می‌دهد.

کلیدهای انتقال از دیگر تجهیزات اضطراری از این جهت تفاوت دارد که منبع تغذیه را مداوما" مانیتور نموده و جریان الکتریکی را مداوما" به بارهای حیاتی انتقال می‌دهند. در این‌گونه دستگاه‌ها جریان‌های خطا، کلیدزنی

omoorepeyman.ir

مکرر انواع بارها، و شرایط محیطی نامساعد نباید باعث ایجاد دمای بیش از حد و یا کاهش اطمینان نسبت به عملکرد آنها شود.

اغلب کلیدهای انتقال برای انتقال تمامی بار سیستم تعیین ظرفیت می‌شوند و بنابراین برای وظیفه مداوم کنترل موتورها، لامپ‌های تخلیه الکتریکی، لامپ‌های تنگستن و تجهیزات الکتریکی حرارتی مناسب است، مشروط بر این که بار لامپ‌های تنگستن از ۳۰٪ ظرفیت کلید تجاوز نکند. برخی سازنده‌ها کلیدهای انتقال را برای ۱۰۰٪ بار لامپ‌های تنگستن تولید می‌کنند. مواردی نیز وجود دارد که کلیدهای انتقال فقط برای بارهای خاصی مانند بارهای مقاومتی در نظر گرفته می‌شود.به همین مناسبت هنگام انتخاب کلیدهای انتقال بایدبه طبقه بندی بارها نیز توجه شود.

وسایل انتقال بار در اشکال زیر وجود دارد :

- کلیدهای انتقال خودکار با ظرفیت‌های ۳۰ تا ۴۰۰۰ آمپر، تا ۶۰۰ ولت
- مدار شکن‌های نیروی خودکار (کلید خودکار) شامل دو یا چند مدار شکن نیرو که به صورت مکانیکی یا الکتریکی با هر دو اینترلاک شده با ظرفیت ۶۰۰ تا ۳۰۰۰ آمپر تا ۱۵ کیلوولت
- کلیدهای انتقال دستی (۶۰۰ ولت) با ظرفیت‌های جریان ۳۰ تا ۲۰۰ آمپر
- کلیدهای انتقال غیر خودکار با ظرفیت جریان ۳۰ تا ۴۰۰۰ آمپر، تا ۶۰۰ ولت، با کنترل دستی و عملکرد الکتریکی
- کلیدهای فشاری دستی یا الکتریکی (۶۰۰ ولت) فیوزدار یا بدون فیوز در ظرفیت‌های ۸۰۰ تا ۶۰۰۰ آمپر

ویژگی‌ها و لوازم کمکی مورد استفاده در وسیله انتقال به شکل آن بستگی دارد و ممکن است شامل موارد زیر باشد :

- کنترل‌کننده‌های ولتاژ: این‌گونه کنترل‌کننده‌ها دارای قابلیت تنظیم در هنگام افت ولتاژ (dropout voltage) و وصل مجدد (pickup voltage) در زمان برقراری ولتاژ قابل قبول می‌باشند. بدیهی است که در شرایط افت ولتاژ تغذیه به منبع دوم منتقل شده و در زمان وصل مجدد به حالت اولیه باز می‌گردد. طیف افت ولتاژ معمولا" از ۷۵٪ تا ۹۵٪ قابل تنظیم است و طیف وصل مجدد از ۸۵٪ تا ۹۸٪ ولتاژ نامی ممکن است تنظیم شود. تنظیم معمول برای اغلب بارها برای افت ولتاژ برابر ۸۵٪ ولتاژ نامی و برای وصل مجدد برابر با ۹۰٪ ولتاژ نامی می‌باشد (افت ولتاژ معمولا" برابر با ۹۵٪ وصل مجدد است). افت ولتاژ پایین‌تر یا تاخیر زمانی بیشتر بر اثر راه‌اندازی موتورهای بزرگ مورد نیاز خواهد بود.
- کلید آزمون : این کلید برای شبیه‌سازی قطع برق برای آزمون دوره‌ای منبع اضطراری و عملکرد انتقال استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

- وسایل کنترل تبدیل بسته (closed transition) : این‌گونه وسایل در صورتی که شرکت تغذیه کننده اتصال همزمان دو منبع تغذیه با هم را اجازه دهد و طرح کلید نیز برای این منظور در نظر گرفته شده باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- امکانات کلیدزنی هادی خنثی و در نتیجه به حداقل رساندن جریان زمین و ساده نمودن کشف جریان خطای زمین. برای اطلاعات بیشتر به فصل هفتم نگاه کنید.
- کنترل‌هایی برای انتقال بار موتوری به منبع دیگر به طوری که از جریان‌های غیر عادی ناشی از ولتاژ باقی‌مانده (residual voltage) خارج از فاز با ولتاژ منبع اجتناب شود.
- پیش‌بینی یک رله تاخیری قابل تنظیم بین ۰-۶ ثانیه برای گذار از قطعی‌های لحظه‌ای و در صورت تداوم قطعی یا کاهش ولتاژ راه‌اندازی موتور با تاخیر زمانی مناسب، در کلید انتقال. این ویژگی برای به حداقل رساندن استهلاک موتور راه‌انداز دستگاه، دنده رینگی و دیگر تجهیزات سیستم و جلوگیری از تخلیه غیر ضروری باتری در نظر گرفته می‌شود.

میزان زمان تاخیر معمولا" در حدود یک ثانیه تنظیم می‌شود لیکن در صورت لزوم می‌توان آن را طولانی‌تر نمود. در مواردی که تنظیم تاخیر بیشتر در نظر گرفته می‌شود باید اطمینان حاصل نمود که زمان باقی‌مانده برای انتقال سیستم به منبع دوم از مقدار مقرر در آیین‌نامه مربوط متجاوز نباشد.

پس از راه‌اندازی موتور و رسیدن خروجی ژنراتور به ولتاژ و فرکانس لازم، یک تاخیر زمانی دیگر برای تثبیت خروجی ژنراتور در حالت بدون بار فعال می‌شود که معمولا" در حدود یک دقیقه تنظیم می‌شود، و پس از گذشت زمان مزبور بار به منبع پشتیبان منتقل می‌شود.

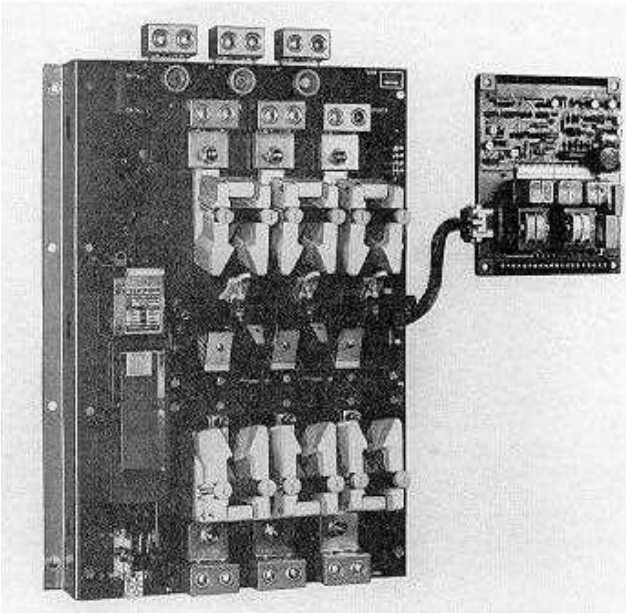
فعال شدن زمان سنج دیگر هنگام بازگشت برق عادی صورت می‌گیرد. این زمان‌سنج نوعا" بین صفر تا ۳۰ دقیقه قابل تنظیم است. وظیفه این رله تعیین حداقل زمان کار موتور ـ ژنراتور پس از برقراری نیروی برق عادی و نگهداری کلید انتقال در حالت پشتیبان است.

هدف از این تاخیر زمان دوگانه است. معمولا" در پی قطعی طولانی مدت برق، بروز قطعی‌های کوتاه مدت در فواصل چند ثانیه یا چند دقیقه پیش می‌آید، این تاخیر زمان از این نوع موارد جلوگیری می‌نماید، و بعلاوه موتور ـ ژنراتور در زیر بار مورد آزمون قرار گرفته و در شرایط کاری مطلوب قرار می‌گیرد.

کلید انتقال باید به گونه‌ای طراحی شود که در صورت از کار افتادن موتور ـ ژنراتور و برقراری برق اولیه فعال شدن رله تاخیر زمانی متوقف شود.

یک زمان‌سنج چهارم نیز برای کار موتور ـ ژنراتور در حالت بدون بار پس از انتقال بار به منبع اولیه قابل توصیه است که معمولا" حدود پنج دقیقه یا کمتر خواهد بود. این عملکرد به دستگاه‌ها اجازه می‌دهد تا به درستی خنک شده و از بوجود آمدن دمای اضافی در ژنراتور ممانعت شود. این ویژگی به خصوص در مورد دیزل ـ ژنراتور توصیه می‌شود.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱۰ : نمونه کلید انتقال خودکار مدولار، مناسب برای انواع بارها

در مواردی که سیستم برق پشتیبان از چند کلید انتقال خودکار تشکیل شود، بهتر است انتقال بارها از برق عادی به پشتیبان به صورت مرحله‌ای انجام شود. این عمل که ممکن با استفاده از زمان‌سنج انجام شود، سبب کاهش الزامات ولت ـ آمپر راه‌اندازی موتور ـ ژنراتور در مواردی که بارهای موتوری مطرح است می‌شود.

۳-۴-۶ رواداری‌های ولتاژ

استاندارد پایه برای رواداری‌های ولتاژ برای تجهیزات کاربردی در آیین‌نامه ANSI c 84.1 ارایه شده است. حدود ارایه شده در این استاندارد بر پایه موتورهای دارای فریم T استوار بوه و برای تجهیزات غیر از موتور با اندکی کاهش ذکر شده است. در تعیین ولتاژ عملکرد کلید انتقال باید دقت کافی مبذول شود تا دستگاه‌های حساس به ولتاژ پایین دچار صدمه و آسیب نشوند.

۳-۴-۷ انتقال بارهای موتوری

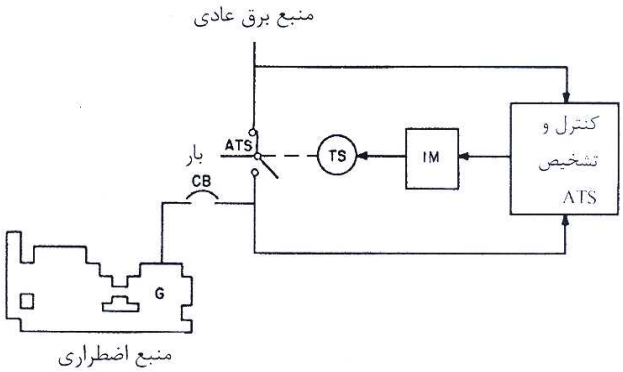
انتقال بارهای موتوری بین دو منبع تغذیه مستلزم ملاحظات ویژه‌ای است. اگرچه دو منبع را می‌توان همزمان نمود لیکن سرعت موتور هنگام قطع برق متمایل به آهستگی می‌شود و در طی شرایط انتقال، ولتاژ باقی مانده موتور باعث انحراف فاز با منبع تغذیه جدید می‌شود. در این‌گونه موارد سرعت انتقال، مجموع اینرسی (نیروی مقاومت) و موتور و ویژگی‌های سیستم مطرح است. در انتقال، اختلاف بردار و جریان هجومی غیر عادی زیاد

omoorepeyman.ir

حاصله می‌تواند به موتور آسیب وارد نموده و جریان بیش از حد کشیده شده توسط موتور ممکن است باعث عملکرد وسیله حفاظت در برابر اضافه جریان شود. هر دو نوع بارهای موتوری شامل دارای اینرسی نسبتا" کم در ارتباط با الزامات گشتاور مانند پمپ‌ها و کمپرسورها و همچنین بارهای دارای اینرسی بالا مانند فن‌های کششی که پس از قطع برق با سرعت نزدیک به سنکرون برای مدت بیشتری کار می‌کنند، در معرض خطر کلیدزنی با انحراف فاز می‌باشند. کلیدهای انتقال خودکار را می‌توان با استفاده از لوازم کنترل زیر در برابر این‌گونه مشکلات مجهز نمود :

- انتقال هم‌فاز
- کلید انتقال با موقعیت مرکز خاموش زماندار
- مدار کنترل قطع بار موتوری
- انتقال موازی لحظه‌ای منابع نیرو

انتقال هم‌فاز نشان داده شده در شکل ۳-۱۱ معمولا"برای انتقال موتورهای کم سرعتی به‌کار برده می‌شود که بارهای با انرسی زیاد را می‌گردانند، مشروط بر آن که کلید انتقال دارای سرعت عملکرد زیاد باشد. امتیاز اولیه روش انتقال هم‌فاز آن است که موتور و فرآیندی که توسط آن کنترل می‌شود با اختلال کمی در سیستم الکتریکی به‌کار ادامه می‌دهد. امتیاز دیگر این است که یک کلید دو قطبی استاندارد بـا افزایش ساده یک مانیتور هم‌فاز کننده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این نوع سیستم مانیتور زاویه نسبی بین دو منبع تغذیه را نمونه‌گیری نموده و هنگامی که زاویه فاز ولتاژ به صفر نزدیک می‌شود با ارسال سیگنال به کلید انتقال فرمان عملکرد می‌دهد و اتصال مجدد در حدود قابل قبولی انجام می‌شود.



اختصارات

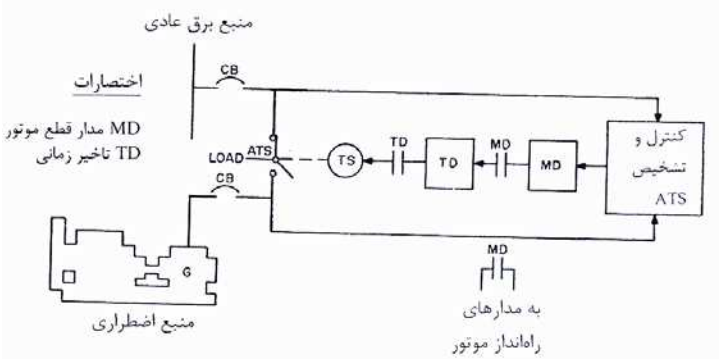
ATS کلید انتقال خودکار
CB مدارشکن
TS سیم‌پیچ عملکرد کلید انتقال
IM مانیتور هم‌فازکننده
G ژنراتور

شکل ۳-۱۱ : انتقال بار موتوری هم‌فاز

omoorepeyman.ir

مدارهای کنترل قطع بار موتوری مانند آنچه در شکل ۳-۱۲ نشان داده شده و طرح‌های رله‌ای مشابه نیز برای انتقال بارهای موتوری معمول است.

به طوری که شکل ۳-۱۲ نشان می‌دهد، مدار کنترل قطع بار موتوری یک کنتاکت پیلوت بر روی کلید انتقال است که مدار سیم‌پیچ کنترل‌کننده موتور را باز می‌کند. پس از انتقال بار، کنتاکت پیلوت کلید انتقال بسته می‌شود تا اجازه دهد کنترل‌کننده موتور دوباره بسته شود. برای این‌گونه کاربردها، کنترل‌کننده باید به طور خودکار بازنشانی (reset) شود. مدار قطع بار باید به گونه‌ای تنظیم شود که طی مدت تقریبا" ۰/۵ تا ۳ ثانیه قبل از شروع انتقال بار به منبع نیروی دیگر، کنتاکت پیلوت را باز کند.



اختصارات

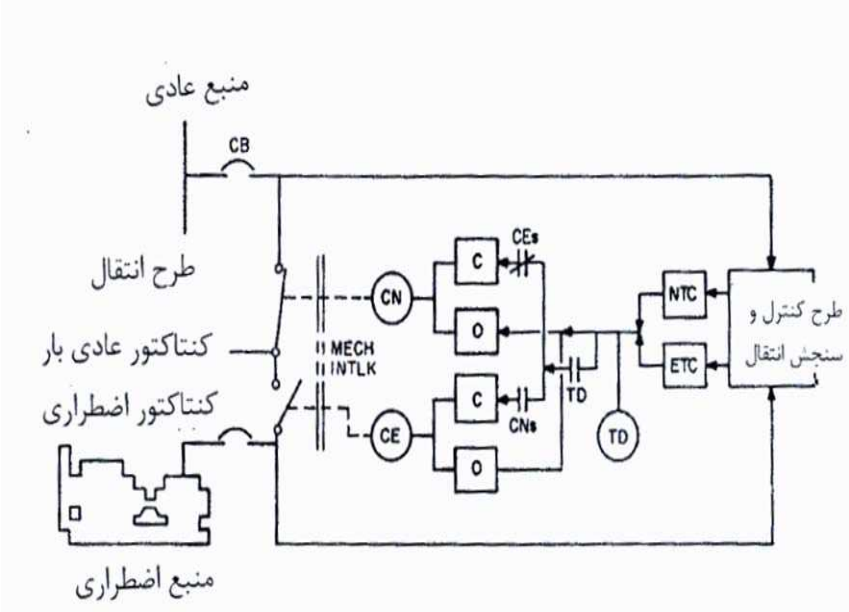
MD مدار قطع موتور
TD تاخیر زمانی

شکل ۳-۱۲ : مدار قطع بار موتوری

کلیدهای انتقال با مرکز خاموش زماندار (خنثی) نیز برای کلیدزنی بارهای موتوری به‌کار می‌رود. شکل ۳-۱۳ شمای استقرار مدارهای نوعی این‌گونه سیستم‌ها را نشان می‌دهد. در این نوع سیستم اتصالات بین کلید انتقال و کنترل‌کننده موتور مورد نیاز نمی‌باشد زیرا کنترل‌کننده موتور تا هنگامی که ولتاژ باقی‌مانده موتور در حال چرخش وجود دارد عمل نمی‌کند، به این ترتیب که زمان خاموشی باید به قدری باشد که ولتاژ باقی‌مانده (پس ماند) به حدی برسد (نوعا" ۲۵ درصد ولتاژ اسمی موتور) که اتصال مجدد باعث صدمه و آسیب به موتور، یا بار تحت کشش، و یا قطع کلید خودکار نشود. روش محاسبه مقادیر ولتاژ ایمن برای این‌گونه موارد در استاندارد ASNI / NEMA MG 1 به طور خلاصه درج شده است. زمان‌های نزول ولتاژ مدار باز برای یک سری از موتورها در شکل ۳-۱۴ نشان داده شده است. در زمان‌بندی مرکز خاموش، زمان راه‌اندازی ژنراتور نباید مورد محاسبه

omoorepeyman.ir

قرار گیرد زیرا عملکرد مرکز مزبور باید فقط هنگامی صورت گیرد که هر دو منبع تغذیه در شرایط برق‌دار و زنده باشد.

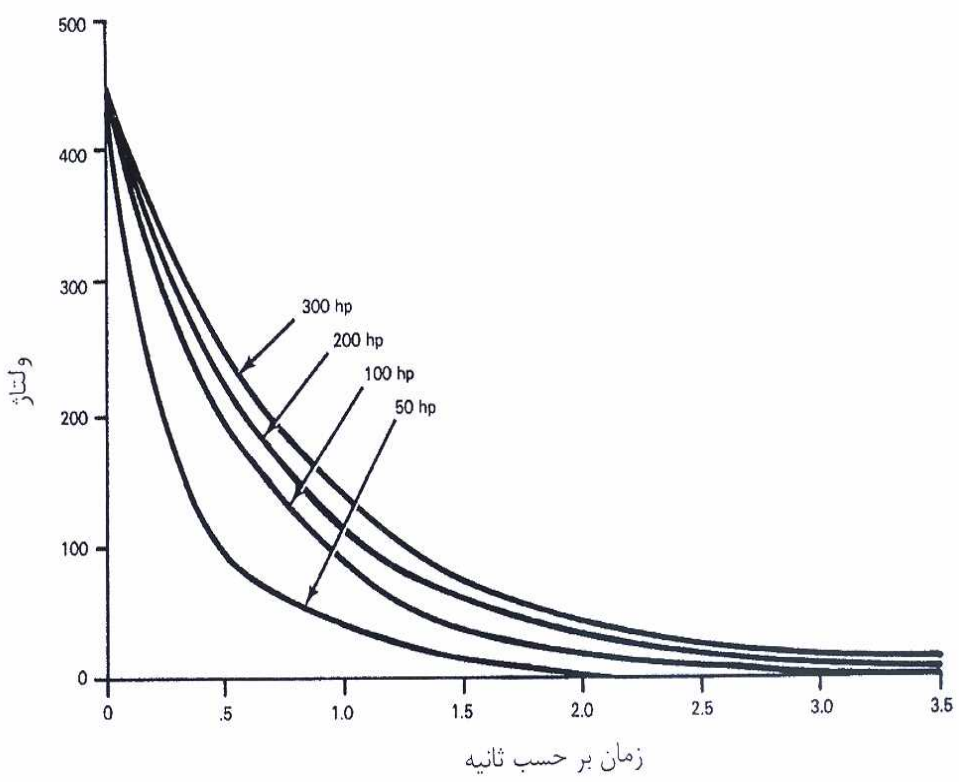


اختصارات

NTC انتقال به مدارهای کنترل عادی
ETC انتقال به مدارهای کترل اضطراری
CE کنتاکتور منبع اضطراری
CN کنتاکتور منبع برق عادی
CEa کنتاکتور اینترلاک الکتریکی منبع اضطراری
CNa کنتاکتور اینترلاک الکتریکی منبع برق عادی
TD تاخیر زمانی
C مدار مسدود کننده
O مدار بازکننده

شکل ۳-۱۳: شمای کلید انتقال با مرکز خاموش زماندار

omoorepeyman.ir

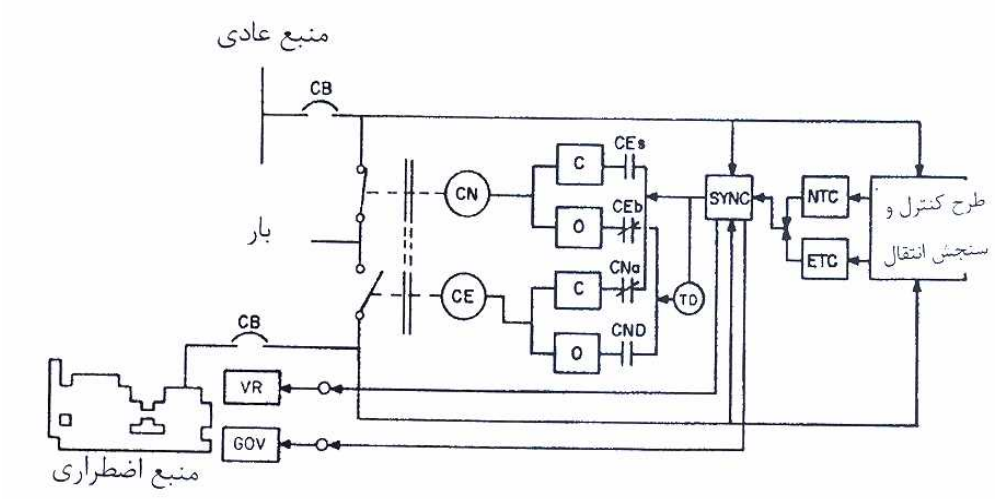


شکل ۳-۱۴ : افت ولتاژ مدار ـ باز در موتورهای القایی (بر پایه سرعت ثابت)

روش دیگر انتقال بار موتوری اشتراک انتقال (overlap transfer) یا گذار بسته (closed transition) می‌باشد که با موازی سازی لحظه‌ای دو منبع صورت می‌گیرد و در شکل ۳-۱۵ نشان داده شده است. انتقال بار بدون وقفه دارای کمترین سیستم و فرآیند اختلال می‌باشد. در این‌گونه موارد باید هر دو منبع نیرو از نظر ولتاژ، فرکانس، و زاویه فاز به درستی همزمان باشند.

در سال‌های اخیر استفاده از روش گذار بسته در سیستم‌های نیروی اضطراری و پشتیبان رو به فزونی گذاشته است. در این روش مسایل مرتبط با انتقال غیر هم‌فاز موتورها، مانند جریان هجومی لحظه‌ای یا افت سرعت موتور حذف می‌شود. در این نوع سیستم همچنین قطع برق و وقفه بارهای حساس همچون سیستم‌های کامپیوتری نیز بر طرف می‌شود. برای استفاده از این روش ممکن است موافقت و رعایت مقررات خاص برق‌های منطقه‌ای نیز ضروری باشد.

omoorepeyman.ir



اختصارات

CEb : اینترلاک الکتریکی کنتاکتور منبع اضطراری
CNb : اینترلاک الکتریکی کنتاکتور منبع عادی
TD : رله تاخیر زمانی برای بازکردن کنتاکتور دیگر در صورت عدم عملکرد کنتاکتور مربوط برای قطع موازی سازی
SYNC : همزمان کننده خودکار برای همزمانی منبع اضطراری با منبع عادی از نظر ولتاژ، فرکانس و زاویه فاز

شکل ۳-۱۵ : انتقال بار موتوری با گذار بسته

۳-۴-۸ سامانه‌های متداول

شکل ۳-۱۶ یک سیستم متداول را برای تغذیه نیروی برق به یک کارخانه تولیدی نشان می‌دهد. در این نوع سیستم دو خط تغذیه در نظر گرفته شده است، خط شماره یک برای تغذیه برق عادی و خط شماره دو به عنوان کمکی که در حالت عادی باز می‌باشد. دو خط تغذیه به گونه‌ای با یکدیگر همزمان شده است که بتوان آنها را موازی نمود، اما معمولا" بدین گونه استفاده نمی‌شود. به هر صورت، جز در مواردی که برای تغذیه به صورت موازی طراحی شده باشد، عملکرد دو خط به صورت موازی در حداقل بوده و فقط در هنگام کلیدزنی رخ می‌دهد. در این‌گونه موارد معمولا" خطوط تغذیه یک و دو از پستی با فاصله نسبتا" دور از طریق لوله‌های زیرزمینی به کارخانه کشیده می‌شود. این لوله‌ها باید در پوششی از بتن با ابعاد ۳×۳ فوت (۹۱/۴۴ ×۹۱/۴۴ سانتیمتر) و با فاصله یک فوت از یکدیگر در عمق ۷ فوت (۲۱۳/۳۶ سانتیمتر) از سطح زمین قرار داده می‌شود.

عملکرد سیستم تغذیه به شرح زیر خواهد بود :

omoorepeyman.ir

الف ـ اگر ولتاژ منبع عادی (خط یک) برای چند سیکل افت کند، رله ولتاژ کم غیرفعال شده، کلید خودکار خط یک را رها نموده و کلید خودکار خط دو را می‌بندد (در صورتی که ولتاژ بر روی خط دو قابل قبول باشد).

ب ـ هنگامی که ولتاژ بر روی خط یک برقرار می‌شود، رله ولتاژ کم فعال شده و یک زمان‌سنج را به‌کار می‌اندازد. پس از این که ولتاژ بر روی خط یک در مدت زمان از پیش تعیین شده‌ای برقرار شد (معمولا" یک تا ده دقیقه)، کلید خودکار بر روی خط یک می‌بندد و سپس کلید خودکار خط دو باز می‌شود.

پ ـ در مواردی که هنگام قطع ولتاژ بر روی خط یک، ولتاژ خط دو برقرار نباشد، کلید خودکار خط دو نمی‌بندد. هنگامی که ولتاژ خط یک برقرار شد، کلید خودکار خط یک فورا" بسته می‌شود.

ت ـ در مواردی که یک خرابی یا اضافه بار بر روی طرف بار هر یک از کلیدهای خودکار ورودی رخ می‌دهد، یک رله قفل‌کننده هر دو کلید خودکار را باز نگه‌می‌دارد و سیستم انتقال خودکار را تا هنگام بازنشانی غیرفعال می‌کند.

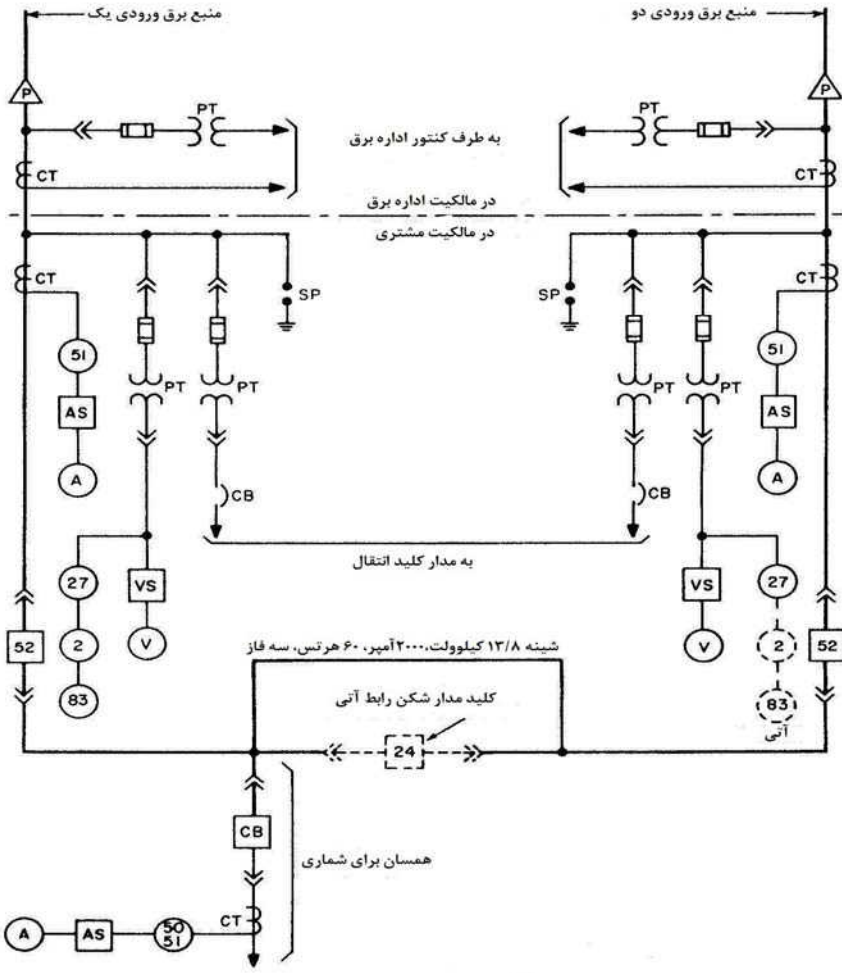
در مواردی که تقاضای نیرو افزایش می‌یابد، این سیستم را می‌توان با استفاده از یک کلید مدارشکن رابط (tie circuit breaker) در شینه ۱۳/۸ کیلوولتی و رله اضافی، توسعه داد. به این ترتیب بخشی از بار می‌تواند توسط هر یک از خطوط تغذیه شود و در صورت قطع یکی از منابع تغذیه، منبع دیگر تمامی بار را تغذیه کند. همچنین در این‌گونه موارد ممکن است در صورت لزوم بارهای غیر حساس را نیز حذف نمود.

چگونگی عملکرد این سیستم به قرار زیر خواهد بود :

الف ـ قطع یا کاهش محسوس ولتاژ هر یک از خطوط برق ورودی باعث باز شدن کلید مدار شکن معمولا" بسته، شده و کلید مدار شکن رابط معمولا" باز، بسته می‌شود. هنگامی که ولتاژ برق عادی برقرار می‌شود، مدار شکن برق ورودی باز طی مدت زمان از پیش تعیین شده‌ای (یک تا ده دقیقه) بسته شده و سپس مدارشکن رابط باز می‌شود.

ب ـ قطع همزمان ولتاژ هر دو خط تغذیه برق عادی باعث باز شدن هر دو کلید خودکار معمولا" بسته خطوط مزبور شده و کلید خودکار رابط معمولا" باز، بسته می‌شود. بازگشت برق عادی هر کدام از دو خط تغذیه باعث بسته شدن کلید خودکار آن شده و در عین حال بسته ماندن کلید خودکار رابط خواهد شد. در صورت برقراری خط ولتاژ دوم کلید خودکار آن بسته شده و کلید رابط باز می‌شود.

omoorepeyman.ir



2 : رله تنظیم وقت
27 : رله ولتاژ کم
51 : رله اضافه جریان
52 : کلید خودکار
83 : رله شروع کننده انتقال
A : آمپرمتر
AS : کلید آمپرمتر
CT : ترانس جریان
SP : حفاظت موج ضربه
P : اتصال سر
PT : ترانس ولتاژ
V : ولت‌متر
VS : کلید ولت‌متر

شکل ۳-۱۶ : سیستم نوعی تغذیه دو گانه برق ورودی برای یک کارخانه تولیدی

omoorepeyman.ir

پ ـ جریان خطا یا اضافه جریانی که ممکن است باعث بازشدن هر یک از خطوط تغذیه شود به طور خودکار کلید مدارشکن رابط را تا زمان بازنشانی غیر قابل استفاده می‌کند.

ت ـ در مواردی که برق منطقه‌ای در نظر دارد یکی از خطوط را برای سرویس قطع نماید، باید مشتری را مطلع نماید تا به طور دستی کلید رابط را بسته و کلید خط مزبور را باز نماید.

طرح ارایه شده در شکل ۳-۱۵ صرفا" حفاظت در برابر قطع برق ورودی را نشان می‌دهد. برای تامین حفاظت در برابر قطع برق داخلی ساختمان باید در پایین دست از کلیدهای انتقال خودکار اضافی نزدیک به بار استفاده شود. یک ترکیب از کلیدهای مدارشکن و کلیدهای انتقال پایین دست در شکل ۳-۹ نشان داده شده است.

۳-۴-۹ کلیدهای جداساز کنارگذر (bypass isolation switch)

در بسیاری از تاسیسات، بازرسی وآزمون‌های منظم سامانه‌های اضطراری به لحاظ نیاز به تداوم تغذیه برخی یا تمامی بارهای حیاتی یا مرتبط با زندگی انسان مقدور نمی‌باشد و قطع برق این‌گونه بارها حتی در کوتاه مدت نیز میسر نخواهد بود. بنابراین برای انجام سرویس و نگهداری کلید انتقال در این‌گونه موارد می‌توان امکاناتی فراهم نمود تا بارهای حیاتی با استفاده از یک کلید جداساز کنارگذر مستقیما" به منبع نیروی قابل اطمینان متصل شده و کلید انتقال جدا گردیده و مورد بازرسی و سرویس قرار گیرد.

برای این منظور می‌توان از کلیدهای جداساز دو راه استفاده نمود. این‌گونه کلیدها سه وظیفه را به شرح زیر انجام می‌دهند :

الف ـ تغییر مسیر تغذیه پیرامون کلید انتقال بدون قطع بار : هنگامی که دسته کنارگذر BP (دسته فوقانی) در موقعیت کنارگذر ـ به ـ عادی (BP – NORM) قرار داده می‌شود (شکل ۳-۱۷)، کنتاکت‌های طر ف راست کلید انتقال بسته می‌شود و سپس جریان برق بین کنتاکت‌های کنارگذر و انتقال تقسیم می‌شود. در این حالت در صورت قطع برق از طریق کلید انتقال این اطمینان حاصل می شود که تغذیه برق به بار حتی لحظه‌ای نیز قطع نشده و جریان کامل از راه کنتاکت‌های کنارگذر ادامه می‌یابد.

ب ـ آزمون الکتریکی و عملکرد کلید انتقال بدون قطع بار : این امر می‌تواند به طوری که در شکل ۳-۱۸ نشان داده شده است انجام شود. با قراردادن دسته جداساز (دسته تحتانی) در موقعیت آزمون، ترمینال‌های بار کلید انتقال از منبع نیرو جدا می‌شود. کلید انتقال همچنان از منبع برق عادی و اضطراری برق‌دار بوده و می‌تواند بدون قطع برق بار مورد آزمون الکتریکی قرار گیرد. کنتاکت‌های بسته BP در طرف راست، بار کامل را حمل خواهد کرد.

omoorepeyman.ir

اختصارات :

AUTO خودکار

BP-NORM کنارگذر به عادی

BP-EMERکنارگذر به اضطراری

BYPASS(BP) دسته کنارگذر

ISOLATIONدسته جدایی

HANDLE(IS)

OPENباز

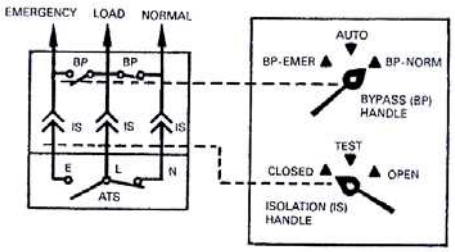
TESTآزمون

CLOSEDبسته

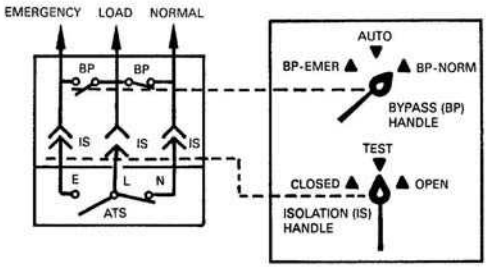
NORMALعادی

LOADبار

EMERGENCYاضطراری



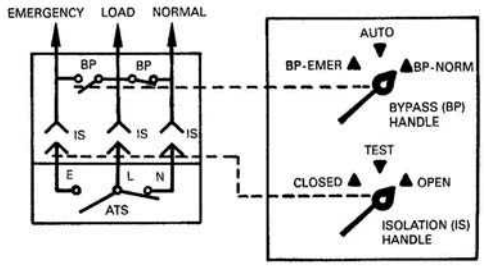
شکل ۳-۱۷ : شرایط کنارگذر به عادی



شکل ۳-۱۸ : موقعیت آزمون

پ ـ جداسازی الکتریکی کلید انتقال از هر دو منبع نیرو و هادی‌های بار برای آزمون و سرویس کلید انتقال (به شکل ۳-۱۹ نگاه کنید) : با قراردادن دسته جداساز در موقعیت باز، کلید انتقال خودکار (ATS) به طور کامل جدا می‌شود و تغذیه بار از طریق کنتاکت BP ادامه می‌یابد. در چنین شرایطی کلید انتقال کشویی را می‌توان بدون قطع تغذیه بار به طور کامل خارج نمود. در این حالت، کلیدکنارگذر علاوه بر وظیفه کنارگذر نمودن، به عنوان یک کلید انتقال پشتیبان نیز عمل می‌کند.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱۹ : جدایی کامل کلید انتقال

گرچه مثال‌های فوق کنارگذر نمودن منبع عادی را نشان می‌دهد، لیکن همچنین ممکن است منبع برق اضطراری را نیز بدون قطع تغذیه بار کنارگذر نمود. هنگامی که منبع اضطراری کنارگذر می شود، همان سه عملکرد فوق صورت می‌گیرد. در حالی که ترکیب کلید جداساز کنارگذر دو راه، دیرزمانی است که در دسترس قرار دارد، لیکن امروزه ترکیب عملکرد کنارگذر غیر قابل قطع دو راه و عملکرد انتقال خودکار نیز در یک مجموعه موجود است.

بخش‌های کنارگذر و جداساز مجموعه کلید بایستی به گونه‌ای طراحی شود که نیاز به تعمیر و نگهداری نداشته باشد. در این نوع طراحی از خاموش نمودن سیستم در هنگام تعمیر و نگهداری اجتناب می‌شود. برای حصول به این منظور کنتاکت‌های کنارگذر باید فقط در زمان عملکرد کنارگذر در مدار نیرو قرار گیرد. ایراد نگهداشتن کنتاکت‌های کنارگذر همراه با شینه‌ها در مدار در تمامی اوقات این است که در معرض صدمه و آسیب ناشی از جریان‌های خطا قرار می‌گیرد. در حالی که کلید انتقال بدون قطع سرویس قابل تعمیر است، کلید کنارگذر را نمی‌توان بدون خارج کردن از سرویس تعمیر و نگهداری نمود.

تدارک ترکیب کلید انتقال خودکار و کلید جداساز کنارگذر به جای کلید انتقال خودکار هزینه را بیش از دو برابر می‌نماید.

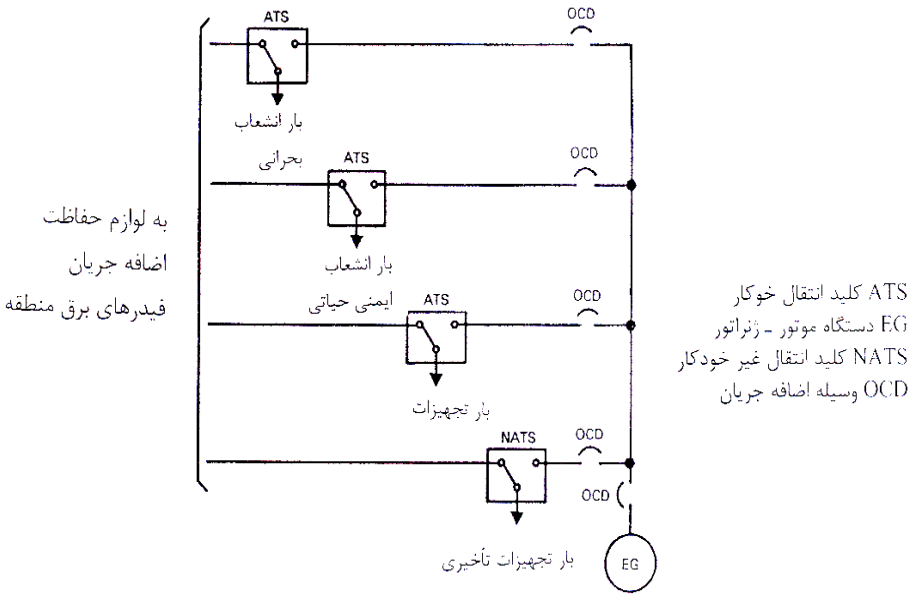
omoorepeyman.ir

۳-۴-۱۰ کلیدهای انتقال غیر خودکار

کلیدهای انتقال غیر خودکار در کاربری‌هایی استفاده می‌شود که کارکنان راهبری حضور داشته و بار به گونه‌ای است که بازگشت خودکار فوری نیرو الزامی نمی‌باشد.

برخی از کاربردهای متداول این‌گونه کلیدها عبارت است از سامانه‌های تجهیزات درمانی، کارخانه‌های صنعتی، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، مراکز کنترل دفاع غیر نظامی، مزارع، اقامتگاه‌ها، تسهیلات ارتباطی، و دیگر تاسیساتی که آیین‌نامه‌ها استفاده از آن را الزام آور می‌کند.

یکی از تاسیسات نمونه استفاده از کلید انتقال غیر خودکار همراه با چند کلید انتقال خودکار در شکل ۳-۲۰ ارایه شده است.



شکل ۳-۲۰ : نمونه تاسیسات بیمارستانی بایک کلید انتقال دستی و چند کلید انتقال خودکار

omoorepeyman.ir

کلیدهای چاقویی دو قطبی و کلیدهای ایمنی اغلب برای این نوع کاربردها مناسب نیستند. بسیاری از این نوع وسایل هنگام کلیدزنی بین دو منبع غیر همزمان دارای ظرفیت محدود می‌باشند. کلیدهای انتقال غیر خودکار مجهز به همان نوع کنتاکت‌ها و لوازم ضد جرقه مورد استفاده در کلیدهای خودکار برابر استاندارد ANSI / UL 1008 می باشند.

کلیدهایی که با برق کار می‌کند در ایستگاه‌های کنترل محلی و راه دور مورد استفاده قرار می‌گیرند. دسترسی به کلید انتقال در مواردی که از ایستگاه راه دور کنترل می‌شود ضرورت ندارد. این نوعی امتیاز است برای کارخانه‌های وسیعی که دستگاه‌ها از اتاق مهندس کنترل اداره می‌شود.

کلیدهایی که به طور الکتریکی کار می‌کنند مجهز به دو رله کنترل اینترلاک برای استفاده در موارد زیر می‌باشند :

- خط با سیم نازک اجرا شود.
- کلید ایستگاه کنترل از نوع جریان ضعیف باشد.
- کنترل جزیی ولتاژ قبل از راه‌اندازی سیستم.

کلیدهای غیر برقی مشابه کلیدهای برقی است جز این که به صورت دستی کار می‌کند و دارای راه‌انداز تندکاری است که از خارج محفظه کلیدزنی می‌شود. سرعت راه‌اندازی در هر دو نوع کلید به علت وجود فنرهای اصلی تحت فشار یکسان است.

۳-۵ توربین ـ ژنراتورها

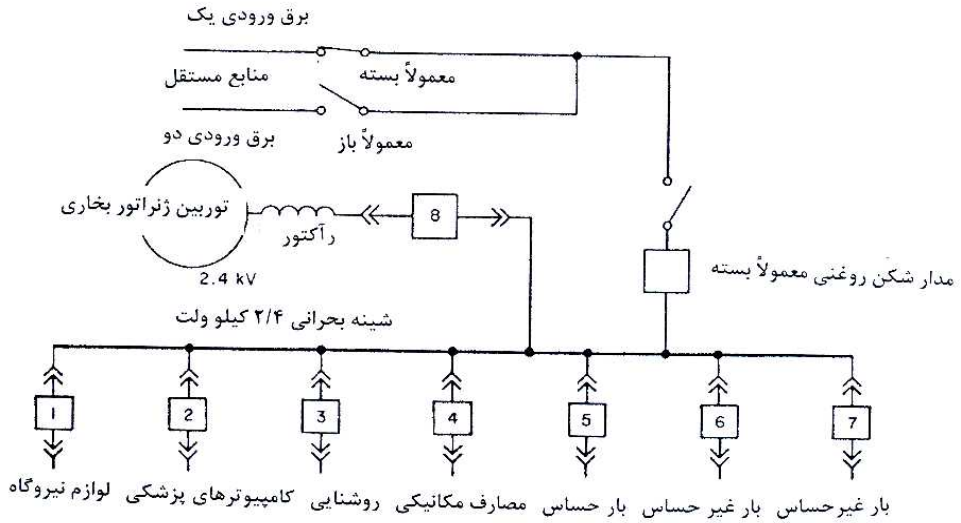
توربین‌های گرداننده ژنراتورها در دو نوع کلی بخاری و گازی / گازوئیلی تولید و استفاده می‌شود :

۳-۵-۱ توربین ـ ژنراتور بخاری

به طور کلی در صورتی که تمامی نیروی برق قطع شود، بخار نیز به وجود نمی‌آید، گرچه سیستم‌های توربین ـ ژنراتور کمپکت و مستقلی وجود دارد که مجهز به سیستم برق بدون وقفه بوده و می‌تواند در حدود پنج دقیقه خط را برق‌دار نماید. توربین‌های بخار معمولا" در مواردی استفاده می‌شود که ژنراتورها بزرگتر از آن است که توسط موتور دیزل گردانده شود. به هر صورت، توربین‌های بخار برای کاربردهای دایمی طراحی می‌شود و به یک دیگ بخار با منبع سوخت و آب نیاز دارد. بنابراین این‌گونه دستگاه‌ها برای استفاده به عنوان برق اضطراری یا پشتیبان گران محسوب می‌شود و همچنین دارای مشکلات زیست محیطی مانند ذخیره‌سازی سوخت، نویز، خروجی محصولات سوختی و حرارت دادن آب نیز خواهد بود . سیستم تامین برق اضطراری و پشتیبان با استفاده از یک توربین ـ ژنراتور بخاری و تغذیه دوگانه برق عادی در شکل ۳-۲۱ ارایه شده است. در این سیستم یک توربین ـ ژنراتور بخاری به موازات یک منبع برق عادی یک شینه بحرانی را تغذیه می‌کند و بعلاوه یک منبع برق عادی دوم وجود دارد که می‌توان آن را در صورت قطع برق منبع اولیه در حدود یک دقیقه به صورت دستی

omoorepeyman.ir

کلیدزنی نمود. سیستم منبع برق عادی باید در صورت خاموشی توربین ـ ژنراتور بتواند به تنهایی برق مجموعه را تامین کند. در این‌گونه موارد باید طی قراردادی موافقت برق منطقه مربوط کسب شود.



شکل ۳-۲۱ : سیستم تامین برق اضطراری و پشتیبان با استفاده از توربین بخاری و تغذیه دوگانه برق عادی

۳-۵-۲ توربین ـ ژنراتورهای گازی و گازوئیلی

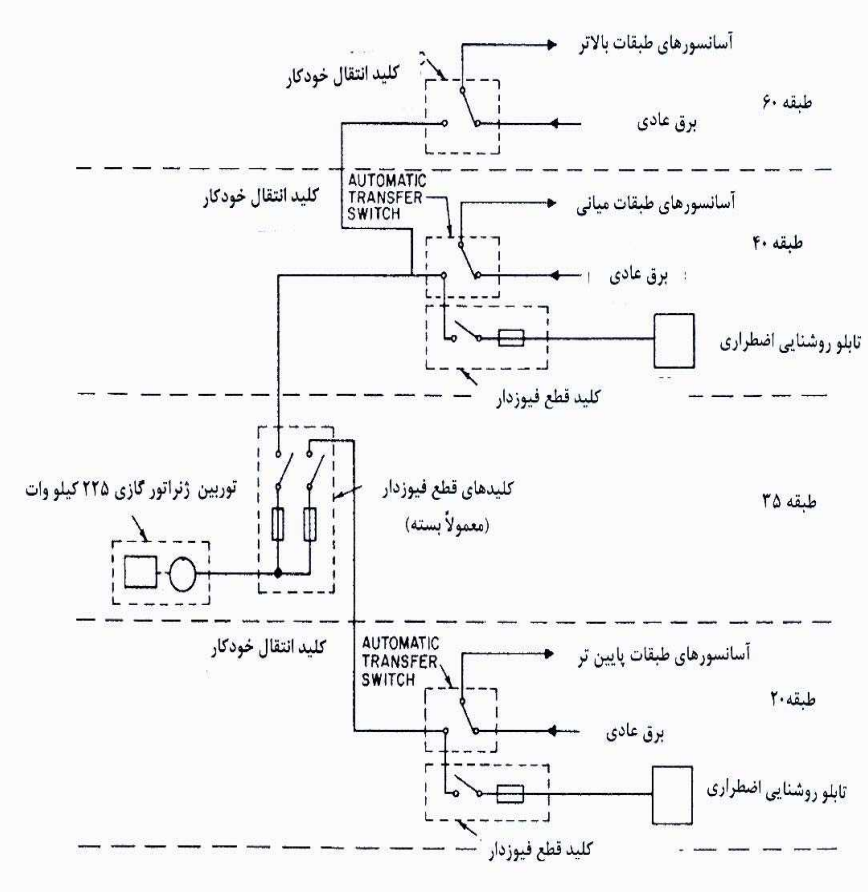
امروزه معمول‌ترین انواع دستگاه‌های توربین ـ ژنراتورهای مورد استفاده برای تولید برق اضطراری و پشتیبان از گاز طبیعی یا پروپان استفاده می‌کنند. انواع سوخت کمتر معمول شامل بنزین و نفت است. سرویس بازگشت تغذیه برق بر حسب نوع توربین می‌تواند از حداقل ۱۰ ثانیه تا چند دقیقه به طول انجامد. توربین‌های شبیه موتور هواپیما (aircraft – type) در مواردی استفاده می‌شود که نیاز به برق از چند ساعت تا چند روز باشد. در این‌گونه توربین‌ها که برای واحدهای صنعتی کوچک طراحی می‌شود می‌توان به لحاظ ایمنی از مخازن سوخت کوچک استفاده نمود، مشروط بر این که در موارد لازم برای سوخت اضافی برنامه‌ریـزی شده باشد. در مواردی که از سوخت گاز به عنوان منبع انرژی استفاده می‌شود، باید از ذخیره کافی گاز اطمینان حاصل شود زیرا تامین

omoorepeyman.ir

سوخت بدون وقفه ممکن است یا موجود نباشد یا گران باشد. مواردی از این نوع شامل فصل سرما، وقوع زلزله و مانند آن می‌باشد که با ذخیره محلی ممکن است پیش‌بینی و تامین شود.

طرح توربین‌ها در نهایت به دو دسته زیر قابل طبقه‌بندی است :

- موتورهای شبیه موتور هواپیما که دارای تکنولوژی بسیار پیچیده با وزن سبک در ارتباط با قدرت اسب بخار آن است (۲۵/ ۰-۵۰ /۰ پوند / اسب بخار) و دارای طول عمر کوتاه‌تری می‌باشد. یک نمونه از این نوع توربین ـ ژنراتورهای گازی همراه با نقشه سیم‌کشی آن در شکل ۳-۲۲ نشان داده شده است.



شکل ۳-۲۲ : نمونه توربین ـ ژنراتور گازسوز کمکی همراه با نقشه سیم‌کشی رایزر ساختمان

omoorepeyman.ir

- نوع دیگر توربین‌های بخاری که بر خلاف نوع اول دارای وزن سنگین و حجیم است (۱۰ پوند / اسب بخار) برای طول عمر زیاد ساخته می‌شود.

هر دو نوع توربین ـ ژنراتورها بر حسب توجیه فنی اقتصادی و میزان مصرف در سال در جای خود می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در مواردی که شرایط جوی حاکی از آلودگی‌ها مانند وجود یا تجمع گرد و غبار باشد یا جایی که کنترل نوفه (نویز) و لرزش مورد نیاز باشد باید از لوازم فرعی مانند فیلتر، صدا خفه‌کن، و لرزه‌گیر استفاده شود. باندهای نوفه از ۷۵ هرتس تا ۹۶۰۰ هرتس به طور معمول وجود دارد و میزان تضعیف از ۵ دسی‌بل تا ۶۰ دسی‌بل در باندهای مختلف ممکن است مورد نیاز باشد.

یک توربین ـ ژنراتور گازی با قدرت ۷۵۰ کیلووات تقریبا" ۱۳۰۰۰ پوند (۵۸۹۶ کیلوگرم) وزن دارد و کمتر از ۸۰ فوت مربع (۷/۴۳۲ مترمربع) فضا نیاز دارد. استفاده از دستگاه‌های کامپکت و سبک وزن از عواملی است که هزینه ساختمان را کاهش داده و کاربری اقتصادی از فضا را میسر می‌کند. بدین ترتیب نصب تاسیسات بر روی سقف کاملا" عملی و قابل اجرا است.

راه‌اندازی و بارگذاری توربین‌های احتراقی به طور خودکار و یا دستی انجام می‌شود و به گرم شدن نیاز ندارد.

برای راه‌اندازی توربین‌ها چهار نوع سیستم پایه وجود دارد :

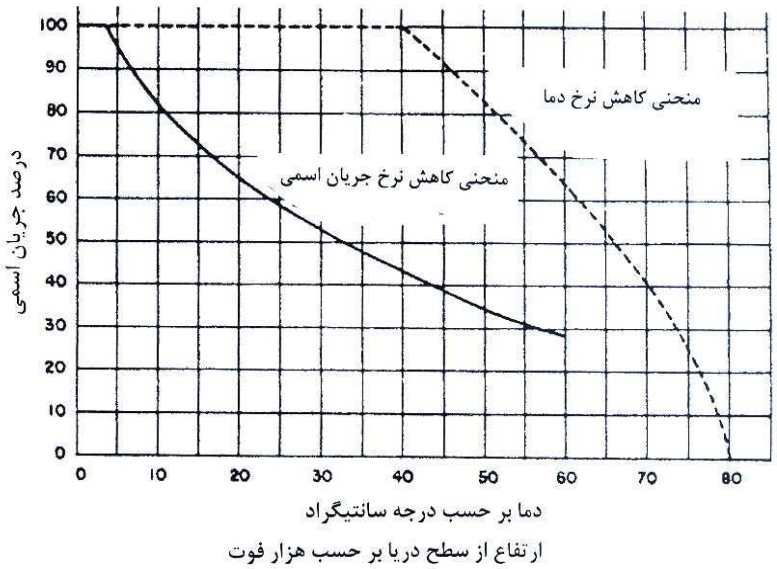
- تغذیه موتور از باتری.
- استفاده از یک توربین بخاری کوچک.
- استفاده از یک سیستم هوا یا گاز فشرده.
- کاربری یک موتور دیزل کوچک.

کنترل تاسیسات چندتایی معمولا" شامل اتصالات درونی پانل کنترل اصلی یا پانل سنکرون می‌شود. توربین‌ها را در صورت نیاز می‌توان از نظر راهبری خودکار یا دستی، راه‌اندازی به ترتیب یا همزمان برنامه‌ریزی نمود.

کاهش ظرفیت خروجی توربین‌های گازی یا گازوئیلی نصب شده در ارتفاع‌های مختلف از سطح دریا در منحنی شکل ۳-۲۳ نشان داده شده است. حرارت هوای بالای ورودی با چگالی پایین‌تر و فشار هوای پایین مرتبط با آن نیز قدرت تولید نیروی توربین‌ها را کاهش می‌دهد. این‌گونه محدودیت‌ها باید در هنگام تعیین ظرفیت توربین ـ ژنراتورها در نظر گرفته شود تا قابلیت اطمینان پیش‌بینی شده بدست آید.

میزان مصرف سوخت توربین‌ها در سطح دریا بسته به اندازه آن و اعمال ضرایب مختلف حدود ۱۰٫۰۰۰ تا ۱۷٫۰۰۰ بی‌تی یو (Btu) در هر کیلووات ساعت خروجی می‌باشد. در صورت استفاده از بازیافت دما، کارایی توربین‌ها را می‌توان افزایش داد.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۲۳ : ضریب اصلاح عملکرد نوعی برای ارتفاع از سطح دریا

۳-۶ مولدهای متحرک

۳-۶-۱ کلیات

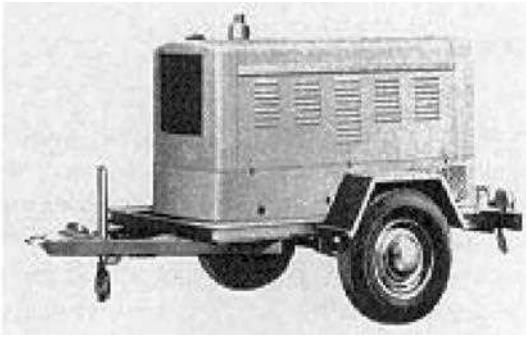
یک منبع انرژی اضطراری یا پشتیبان که اغلب نادیده گرفته می‌شود دستگاه‌های توربین و موتور ژنراتور متحرک است. در برخی کاربردهای صنعتی و تجاری استفاده از دستگاه‌های متحرک تولید برق برای تامین برق اضطراری و پشتیبان ساده‌ترین، اقتصادی‌ترین و راحت‌ترین راه حل به شمار می‌رود. ویژگی‌های هر دو نوع دستگاه‌های محرک اولیه ثابت به تفصیل در بندهای ۳-۳ و ۳-۵ مورد بحث قرار گرفته است. در این مبحث الزامات ویژه این‌گونه دستگاه‌ها هنگامی که به عنوان برق اضطراری و پشتیبان متحرک مورد استفاده قرار می‌گیرد، بررسی می شود. برخی احتیاط‌های ویژه که هنگام استفاده از این دستگاه‌های متحرک باید رعایت شود نیز خلاصه شده است. تصمیم به استفاده از تجهیزات متحرک معمولا" به لحاظ بهره‌برداری چندگانه از آن مطرح است. بنابراین قابلیت حمل برای تامین برق چندین بار مختلف با نیازها و ویژگی‌های گوناگون الکتریکی از جمله مواردی است که محدودیت‌های طراحی و انتخاب تجهیزات را تعیین می‌کند.

omoorepeyman.ir

۳-۶-۲ الزامات ویژه

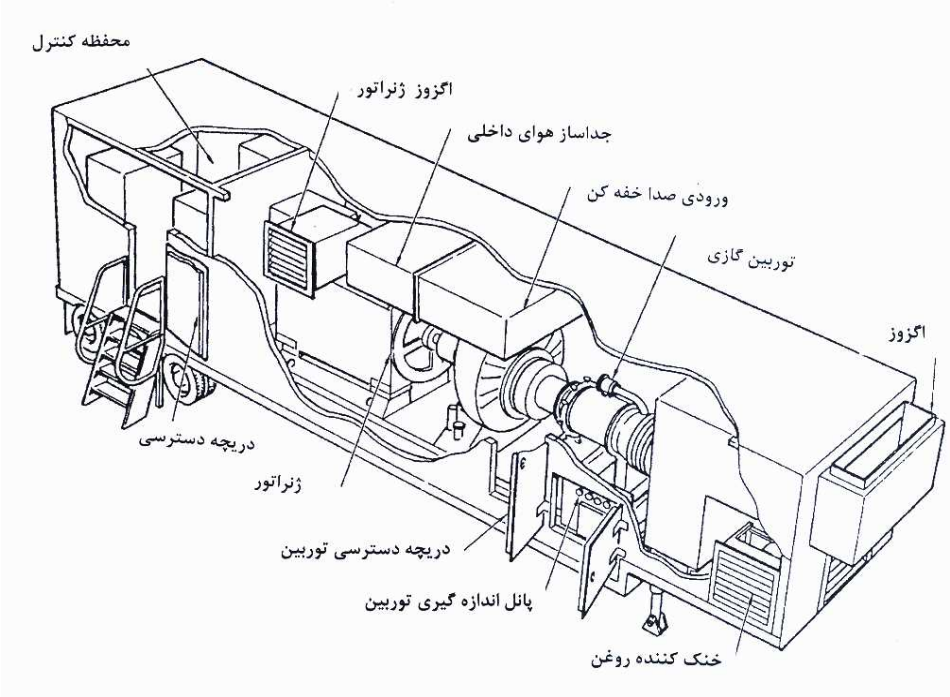
دستگاه‌های تولید برق متحرک ممکن است دارای اشکال مختلفی باشد که از یک محرک اولیه و ژنراتور شروع شده و تا یک مجموعه کامل خودکفا با امکانات جابجایی را شامل می‌شود. در مواردی که تجهیزات متحرک در خارج از ساختمان استفاده یا نگهداری می‌شود باید مجهز به پوشش حفاظت در برابر شرایط جوی باشد. این‌گونه دستگاه‌ها در صورتی که در شرایط محیطی حساس به سر و صدا به‌کار رود باید مجهز به امکانات کاهش صدا باشد. هر آنچه پوششی که در آن استفاده شود، باید تمهیداتی در نظر گرفته شود که هوای لازم برای احتراق و خنک کردن آن به گونه‌ای باشد که دستگاه در حد توان خروجی اسمی کار کند.

در مواردی که استفاده چندگانه از سوخت مصرفی مطرح است باید برای موتور ـ ژنراتور مخزن جداگانه در نظر گرفته شود. ظرفیت این‌گونه مخازن، که باید در بار کامل ارزیابی شود، بر حسب مورد استفاده متفاوت خواهد بود لیکن نباید از حداقل ۸ ساعت کار کمتر باشد. سوخت گازوئیل مورد استفاده در مورد دیزل با توجه به موجود بودن، قابلیت حمل و ذخیره‌سازی آن و این که در مقایسه با بنزین و کپسول گاز از مخاطرات کمتری برخوردار است انتخاب سوخت مناسبی می‌باشد. یک نمونه از دستگاه موتور ـ ژنراتـور (ظرفیت ۱۵ تا ۴۵ کیلووات) نصب بر روی یدک‌کش در شکل ۳-۲۴ ارایه شده است. یک نمونه از واحد توربین ـ ژنراتور ۲۸۰۰ کیلووات با مکانیزم اتصال خود اتکا در شکل ۳-۲۵ نشان داده شده است.



شکل ۳-۲۴ : نمونه دستگاه موتور ـ ژنراتور (ظرفیت ۱۵ تا ۴۵ کیلووات) نصب بر روی یدکش

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۲۵ : نمونه دستگاه توربین ـ ژنراتور ۲۸۰۰ کیلووات با مکانیزم اتصال خود اتکا

انتخاب ولتاژ یا ولتاژهای خروجی، فازها، و فرکانس ژنراتور سازگار با الزامات بار پیش‌بینی شده باید با دقت انجام شود. با استفاده از ژنراتورهای دارای چند سیم‌پیچ می‌توان ولتاژهای مورد نیاز را انتخاب نمود. در واحدهای کوچک اغلب همراه نمودن کابل اتصال با دستگاه ژنراتور مفید خواهد بود. اگر سرعت اتصال برای برقراری برق حیاتی باشد، کابل اتصال ممکن است به ترمینال های ژنراتور اتصال داده شده و کابل بر روی قرقره حمل گردیده و با استفاده از یک پلاگ به پریز بار متصل شود . پریز نیز می‌تواند به سیستم الکتریکی بار متصل باشد. بسیاری از تسهیلات تلفن ساختمان‌ها و مراکز کلیدزنی با استفاده از اتصال پلاگ و پریز به واحدهای پشتیبان متحرک متصل می‌شود. طول کابل در این‌گونه موارد باید با توجه به دورترین فاصله‌ای که تجهیزات ممکن است مورد استفاده قرار گیرد، در نظر گرفته شود. در مواردی که از حلقه کابل استفاده می‌شود، قطر آن باید برابر با حداقل شعاع خم تعیین شده به وسیله سازنده پیش‌بینی شود. کابل مورد استفاده باید از نوع قابل حمل برابر استاندارد NEC باشد.

omoorepeyman.ir

یک کلید قطع و وصل دستی یا خودکار حسب مورد باید بر روی ژنراتور نصب شود. برای اطلاعات لازم در مورد حفاظت سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان به فصل ششم نگاه کنید.

انتخاب کنترل سرعت موتور با استفاده از گاورنر و سیستم تغذیه سوخت برای هر دستگاه متحرک انتخابی حیاتی خواهد بود اگر دیماند بار مورد نظر مشخص نباشد. همچنین است در مورد روش‌های تنظیم ولتاژ در ترکیب با سیستم‌های تحریک ژنراتور. کافی است که گفته شود بررسی و تحلیل انتخاب یک سیستم متحرک در مقایسه با یک سیستم موتور ـ ژنراتور ثابت باید با مطالعه و دقت بیشتری صورت گیرد. این امـر به علت وجود تقاضاهای مختلفی از بار است که ممکن است بر روی موتور ـ ژنراتور متحرک گذارده شود. انتخاب نادرست کنترل سرعت موتور یا کنترل ولتاژ، یا هر دو به معنی آن است که یا هزینه انجام شده به هدر رفته است و یا دستگاه‌ها پاسخگوی برخی بارهای حیاتی نخواهد بود .

به طور کلی بهتر است سیستم‌های متحرک با استفاده از واحدهای باتری خود اتکا که حمل و نقل آن آسان‌تر است راه‌اندازی شود. در محل پارک این‌گونه واحدها باید یک شارژر باتری برای مواردی که از باتری استفاده نمی‌شود پیش‌بینی گردد. استفاده از واحدهای راه‌اندازی هـوای فشرده با توجه به حجم و وزن زیاد مخزن هـوا به علت دشواری حمل و نقل آن مقرون به صرفه نمی‌باشد.

در مواردی که از موتورهای رفت و برگشتی در خارج از ساختمان استفاده می‌شود، در سیستم خنک‌کننده باید از محلول ضد یخ (ethylene glycol) و گرمکن غوطه‌ور استفاده شود.

۳-۶-۳ اقدامات احتیاطی ویژه

استفاده از مولدهای متحرک در مقایسه با دستگاه‌های ثابت مستلزم برنامه‌ریزی و رعایت اقدامات احتیاطی ویژه‌ای است. بسیاری از موارد بیان شده زیر بدیهی به نظر می‌رسد، معهذا، به ویژه در مراحل اولیه برنامه‌ریزی استفاده از مولدهای متحرک و پیش‌بینی فضای نگهداری آن، اغلب نادیده گرفته می‌شود.

در مواردی که محل جداگانه‌ای برای نگهداری دستگاه هنگامی که از آن استفاده نمی‌شود اختصاص می‌یابد، محل مزبور باید مجهز به امکانات گرم‌کننده سیستم خنک‌کننده دستگاه، شارژ باتری‌ها و پلاگ و پریز قابل انعطاف باشد. چنانچه محل استقرار دستگاه فاقد گرمایش یا خارج از ساختمان باشد و همچنین در مناطق سردسیر باید سیم‌کشی مدار لازم برای اتصال گرمکن از نوع غوطه‌ور مورد استفاده در پوشش سیستم سردکننده دستگاه پیش‌بینی شود. در مواردی که استفاده از راه‌اندازی بادی مطرح باشد، باید یک کمپرسور هوا همراه با خطوط فشار قوی قابل انعطاف و اتصالات لازم در نظر گرفته شود. اگر دستگاه برای مدتی استفاده نمی‌شود بهتر است یک بار مصنوعی برای آزمون در زیر بار پیش‌بینی شود. از دیگر امکاناتی که در محل انبار دستگاه می‌تواند مفید واقع شود یک دستگاه نشان دهنده، که عملکرد کلید ژنراتور را کنترل می‌کند و یک واحد تمرین خودکار است. در مواردی که از مولدهای متحرک با استفاده از اتصال پلاگ و پریز برنامه‌ریزی می‌شود، آنچه اهمیت دارد

omoorepeyman.ir

این است که هر یک از بارهای مورد نظر که به مولد متصل می‌شود مجهز به پلاگ هماهنگ با پریز دستگاه بوده و دارای ظرفیت اسمی لازم باشد. اتصال مولد به بار باید از طریق یک کلید انتقال صورت گیرد. به علت ویژگی‌های ذاتی هر واحد تولید برق متحرک، در مقایسه با یک منبع برق عادی، بازگشت بار به سیستم برق عادی می‌تواند با ترتیب مرحله‌ای انجام شود. به ندرت اتفاق می‌افتد که در یک سیستم راه‌اندازی خوب برنامه‌ریزی شده استفاده از ترتیب انتقال بار خودکار به ترتیب دستی ترجیح داده شود.

با فرض این که در برنامه‌ریزی اولیه امکان پیش‌بینی محل استقرار مولد متحرک با توجه به وسایل بار میسر باشد، ورودی هوای تازه برای ساختمان مجاور یا فرعی باید کاملا" از محل کار مولد به کلی جدا باشد.

۳-۶-۴ سرویس و نگهداری

نظر به این که استفاده از مولدهای متحرک اغلب برنامه‌ریزی شده نمی‌باشد، بنابراین اقدامات لازم برای آزمون و نگهداری این‌گونه دستگاه‌ها ممکن است نامنظم گردیده و نکات با اهمیت دستخوش فراموشی شود. این نوع دستگاه‌ها باید به گونه‌ای نگهداری شود که همواره آماده بهره‌برداری باشد. اگر دستگاه به عنوان پشتیبان برای تغذیه تجهیزات حیاتی استفاده می‌شود، باید همانند تجهیزات نصب ثابت سرویس و نگهداری شود.در این‌گونه موارد باید یک برنامه منظم راه‌اندازی دستگاه در زیر بار برای مدت معین در نظر گرفته شود تا مواردی مانند روغن‌کاری محرک اولیه و سیستم‌های خنک‌کننده، شارژ باتری‌ها، و راه‌اندازی دستگاه بررسی و کنترل شود. این آزمون اغلب ممکن است از طریـق تجهیزات خودکار و نمایش دهنـده نصب شده در محل انبار دستگاه انجام شود.

۳-۶-۵ کاربردها

مولدهای متحرک در کاربردهای متنوع و پراکنده موردی عمومی و خصوصی استفاده می‌شود. کاربری این‌گونه دستگاه‌ها در مواردی همچون آبرسانی و کشاورزی، دفع یا تصفیه فاضلاب، جمع‌آوری و دفع زباله، ایستگاه‌های اعلام حریق مرکزی، تاسیسات کنترل ترافیک متحرک، همایش‌ها، مجموعه‌های ورزشی و تفریحی، و کارخانه‌های مولد برق و بخار، معمول است. موارد دیگر کاربری مولدهای متحرک شامل دانشگاه‌ها و موسسات آموزشی، پادگان‌های نظامی و مجموعه‌های دولتی و صنعتی و بالاخره کلیه موارد تامین برق خصوصی که در آن ساختمان‌های منفرد و دور از هم وجود دارد، می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۳-۶-۶ مولدهای استیجاری

اغلب هزینه خرید یک دستگاه مولد متحرک با توجه به موارد نیاز و میزان کاربری در برابر هزینه اجاره آن قابل توجیه نمی‌باشد، بنابراین در این‌گونه موارد می‌توان مولدهای برق متحرک را از شرکت‌های مختلف فروشنده و اجاره دهنده این‌گونه دستگاه‌ها به صورت استیجاری در ظرفیت‌های گوناگون تهیه و مورد استفاده قرار داد.

۳-۶-۷ سیستم سوخت

منابع سوخت مولد برق متحرک باید به گونه‌ای از پیش برنامه‌ریزی شود که در صورت کمبود یا قطع آن، استفاده از منابع ذخیره امکان‌پذیر باشد. در مواردی که از گاز طبیعی استفاده می‌شود باید یک منبع ذخیره پروپان پیش‌بینی شود. در مواردی که از سوخت مایع استفاده می‌شود باید یک منبع ذخیره سوخت در نقطه مصرف در نظر گرفته شود. از آنجا که کیفیت سوخت مایع به مرور زمان کاهش می‌یابد، سیستم استفاده از آن باید به گونه‌ای طراحی شود که جایگزینی سوخت به تدریج انجام شده و همواره سوخت تازه در اختیار باشد.

۳-۶-۸ کاربردهای کشاورزی

استفاده از ژنراتورهای پشتیبان که توسط تراکتور گردانده می‌شود با توجه به این که محرک اولیه کاربرد دوگانه دارد کاملا" عملی و با صرفه است.

omoorepeyman.ir

فصل چهارم

سیستم‌های ذخیره انرژی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۴-۱ کلیات و تعاریف

انرژی مورد نیاز برای تولید نیروی برق را می‌توان به طرق مختلف ذخیره کرد. برای مثال، سوخت‌های مایع و گازی نوعی انرژی ذخیره شده هستند که در موتورها و توربین، برای راه‌اندازی و فعال ساختن مولدها، به کار گرفته می‌شوند. در این فصل، دو سیستم ذخیره انرژی عمده، یعنی سیستم‌های باتری و سیستم‌های ذخیره انرژی مکانیکی مورد بررسی و تحقیق قرار می‌گیرند.

سیستم‌های باتری انرژی را در سلول‌های الکتروشیمیایی که انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند، ذخیره می‌کنند (شکل ۴-۱). سلول‌های مذکور از نوع ذخیره قابل شارژ مجدد بوده و برای کاربردهای پشتیبان طراحی شده‌اند. همچنین این سلول‌ها را سلول‌های ساکن یا ثابت می‌نامند چون برای سرویس در مکان‌های ثابت و دایمی طراحی شده‌اند. هر باتری از دو یا چند سلول متصل به یکدیگر از نظر الکتریکی و به شکل سری، موازی یا ترکیبی از هر دو، تشکیل یافته تا ولتاژ یا ظرفیت باتری (برحسب آمپر ساعت یا وات ساعت) لازم برای کاربرد مورد نظر را تامین کند. این انرژی را می‌توان مستقیما" به منظور فعال‌سازی تجهیزات dc به‌کار برد، یا براساس یکی از دو روش : الف) به کار گرفتن موتور dc به منظور تحریک مولد ac ب) به‌کارگرفتن مولد ac - dc ایستا (به عنوان مثال، اینورترایستا)، انرژی مذکور را به نیروی برق قابل استفاده تبدیل کرد.

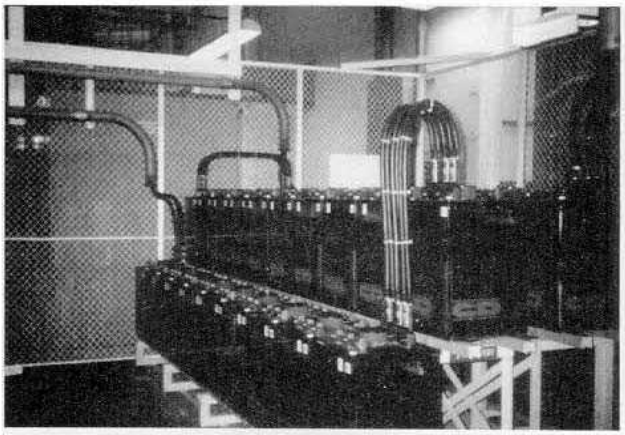
سیستم‌های مکانیکی انرژی را به شکل انرژی کینتیک (Kinetic) در اجرام چرخان ذخیره می‌کنند. با استفاده از انرژی کینتیک جهت تحریک مولد ac، این انرژی به نیروی برق مفید تبدل می‌شود.

در این فصل، همچنین روش‌هایی که براساس آنها مجموعه‌های موتور ـ ژنراتور و اینورترهای ایستا به نحوی پیکربندی شده‌اند تا به صورت سیستم‌هایی با ویژگی‌های نیروی برق مناسب و سیستم‌های نیروی برق بدون وقفه عمل کنند، مورد بحث قرار می‌گیرد. هر سیستم به صورتی طراحی می‌شود که یک یا چند از اهداف زیر را تحقق بخشد :

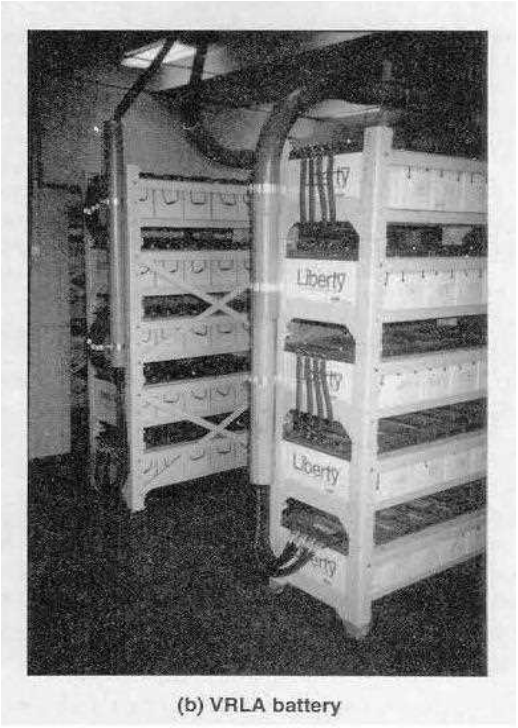
- نیروی برق را فیلتر، تنظیم و آماده برای استفاده در کامپیوترهای حساس و سایر تجهیزات الکترونیکی نماید.
- بار را از منبع نیرو جدا و ایزوله کند.
- در صورت خرابی در نیروی برق، امکان از کارانداختن قابل کنترل آن فراهم باشد.
- بازه زمانی بین لحظه، وقوع خرابی در نیروی برق و لحظه شروع مولد برق اضطراری پشتیبان و ارایه نیرو به بار تا حد امکان کوتاه و آنی باشد.
- نیروی برق دایمی و پیوسته‌ای را به نحوی تامین کند که خرابی‌های نیرو در آن وقفه‌ای ایجاد نخواهدکرد.

باید توجه کرد که آماده‌سازی و ایجاد ویژگی‌های مناسب در نیروی برق و ایزولاسیون از مزایای مهم سیستم‌های ذخیره انرژی هستند. در واقع اکثر سیستم‌های نیروی برق بدون وقفه (UPS) بیشتر به منظور ایجاد ویژگی‌های

omoorepeyman.ir



الف) باتری منفذدار



(b) VRLA battery

ب) باتری اسید سربی با دریچه قابل تنظیم

شگل ۴-۱: تجهیزات باتری ثابت

omoorepeyman.ir

مناسب در نیروی برق نصب می شوند تا به عنوان نیروی برق پشتیبان، و علت آن عدم نیاز بسیاری از مشکلات مرتبط با نیروی برق به باتری و ورود آن به شبکه است.

بنابراین در انتخاب هر سیستم، باید به کیفیت نیروی برق خروجی برحسب اعوجاج هارمونیک، پایداری، ظرفیت اضافه بار، حفاظت اضافه بار و قابلیت اطمینان، توجه دقیق و با احتیاطی به‌عمل آید.

تفاوت اولیه در دو سیستم ذخیره انرژی عبارت است از این که، باتری را می‌توان به نحوی انتخاب کرد که قادر به تامین دقایق یا ساعاتی از زمان پشتیبانی باشد، در حالی که سیستم ذخیره انرژی مکانیکی در عمل محدودیت زمان کمتر از ۱۰ ثانیه را دارا است. باتری‌های مورد استفاده در سیستم UPS اکثرا" دارای زمان پشتیبانی ۱۵ دقیقه می‌باشند و در این مدت زمان اگر نیروی برق عادی باز نگردد مولد اضطراری می‌تواند وارد مدار شود.

بدین دلیل، اغلب سیستم‌های UPS (ایستا یا چرخان) از باتری‌ها به عنوان منبع نیروی برق پشتیبان اولیه، استفاده می‌کنند. یک استثنای قابل توجه در این مورد، سیستم موتور ـ ژنراتور / ماشین (MG) است که در بخش ۴-۵-۸ بررسی می‌شود. استنثای دیگر موتور ـ ژنراتور / ماشین ـ ژنراتور توصیف شده در بخش ۴-۵-۹ می‌باشد. کلیه سیستم‌های دیگر موجود در زمان حاضر، نیروی dc حاصل از باتری را توسط اینورتر، ژنراتور ac یا ترکیبی از هر دو به نیروی برق ac تبدیل می‌کند.

این فصل سیستم‌های مذکور را بررسی کرده و در ابتدا دو سیستم ذخیره انرژی یعنی الکتروشیمیایی (باتری) و اینرسی (مکانیکی) را مورد بحث قرار می‌دهد. سپس دو روش اساسی مطرح برای تبدیل انرژی ذخیره شده به نیروی برق ac یعنی ژنراتور ac و اینورترایستا برای مواردی مورد تحقیق قرار می‌دهد که در آنها نیروی برق dc حاصل از باتری مستقیما" در دستگاه‌های نیازمند به نیروی برق dc به‌کار گرفته نمی‌شوند. سیستم‌های UPS ایستا در بخش ۴-۴ مورد بررسی قرار می‌گیرند. سیستم‌های UPS چرخان و موتور ـ ژنراتورها در بخش ۴-۵ شرح داده می‌شوند. هر دو نوع سیستم های UPS یک یا چند هدف مندرج در این بخش را برآورده می‌سازند. به منظور آشنایی با تعاریف و مفاهیم واژه‌های به‌کار رفته در این فصل به فصل اول این نشریه رجوع کنید.

۴-۲ سیستم‌های باتری

۴-۲-۱ مقدمه

باتری پر کاربردترین منبع موجود برای تامین نیروی برق اضطراری یا پشتیبان بوده و نیز می‌تواند، در صورت به‌کار گرفتن با سایر دستگاه‌ها منبعی با تنوع زیاد باشد. طرح‌های باتری مختلفی وجود دارد به طوری که هر یک از آنها الزامات خاص یک کاربرد بخصوص را برآورده می‌سازند. برای مثال، می‌توان باتری‌ها را به عنوان راه‌اندازی، روشنایی، احتراق (SLI)[1] یا صنعتی توصیف یا مشخص کرد. باتری‌های (SLI) شامل باتری‌های مورد استفاده در اتومبیل‌ها، کاربردهای دریایی، ارابه گلف، کامیون‌ها و غیره می‌باشد. باتری‌های (SLI) خارج از اهداف و دامنه

1- Starting, Lighting, Ignition

omoorepeyman.ir

پوشش این نشریه بوده و مورد بررسی و تحقیق قرار نخواهند گرفت. باتری‌های صنعتی شامل انواع باتری‌های نیروی برق محرک و حرکت دهنده، راه‌آهن و پشتیبان (شامل باتری‌های ثابت) می‌باشد. باتری‌های نیروی برق محرک در کاربردهایی مانند کامیون‌های بالابر تجهیزات، دستگاه‌های معدن، تجهیزات زمینی خطوط هوایی و ماشین‌های الکتریکی به‌کار می‌روند. باتری‌های راه‌آهن، همانگونه که عنوان آن بیان می‌کند در لوکوموتیوها، سیگنال‌های خطوط راه‌آهن، روشنایی و یا تهویه هوای واگن‌ها و جابجایی مردم به‌کار گرفته می‌شوند. باتری‌های نوع پشتیبان با توجه به ارتباط آنها با اهداف این نشریه، از اهمیت خاصی در این فصل برخوردار است. این نوع باتری‌ها در کاربردهای زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- سیستم‌های مخابراتی
- ایستگاه‌های فرعی الکتریکی
- ایستگاه‌های تولید برق
- سیستم‌های UPS
- کنترل صنعتی
- روشنایی اضطراری
- سیستم‌های حفاظت / هشدار
- سیستم‌های فتوولتایی خورشیدی

سیستم باتری پشتیبان از سه بخش اصلی، باتری، شارژکننده و بار تشکیل یافته است. هنگامی که باتری در ارتباط با UPS به‌کار می‌رود، آن را بخشی از سیستم UPS تلقی می‌کنند. باتری ثابت طراحی شده برای سرویس پشتیبان، اغلب در حالت شناور کامل (Full Float) عمل کرده و به ندرت در آن چرخه شارژ مجدد پس از دشارژ در طول عمر سرویس این باتری رخ می‌دهد.

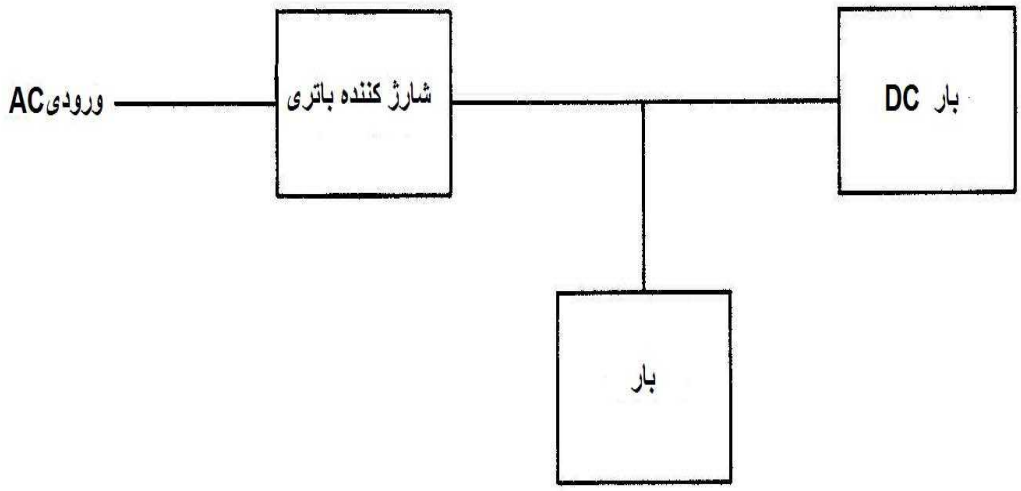
عملیات شناور کامل براساس باتری، شارژ و بار که به صورت موازی به یکدیگر اتصال یافته‌اند مشخص می‌شود (شکل ۴-۲). درعملیات عادی، شارژکننده نیروی برق بار را تامین کرده و در عین حال مقدار کوچکی از جریان شارژ را به باتری اعمال می‌کند تا آن در حالت شارژ باقی بماند. تنها در زمانی باتری نیروی برق بار را تامین می‌کند که شارژکننده در دسترس نبوده یا جریان مورد نیاز بار از جریان اسمی خروجی شارژکننده تجاوز نماید.

۴-۲-۲ باتری‌های ثابت در سرویس پشتیبان

دو نوع باتری ثابت در کاربردهای پشتیبان به‌کار می‌روند : نوع اسید ـ سربی (شکل ۴-۳) و نوع نیکل ـ کادمیوم (NiCd) (شکل ۴-۴). از میان این دو نوع باتری، اسید ـ سربی اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرد. باتری اسید ـ سربی در مقایسه با نوع نیکل ـ کادمیوم معادل هزینه کمتری داشته و برای ایجاد ولتاژ معینی به سلول‌های کمتری نیازمند بوده و در ظرفیت‌های بزرگتر، بیشتر از سلول‌های نیکل ـ کادمیوم، در دسترس می‌باشند. در

omoorepeyman.ir

اروپا، باتری‌های نیکل ـ کادمیوم بیشتر استفاده می‌شوند. هر دو نوع باتری به صورت طرح‌های متعددی وجود داشته و این طرح‌ها در هر کاربرد خاص می‌تواند سبب ارجحیت یک نوع باتری بر نوع دیگر باشد. اگرچه در این فصل بررسی مختصری در این باره پیش‌بینی شده است، سازندگان باتری می‌توانند جزییات اضافی را برای هر طرح ارایه دهند.



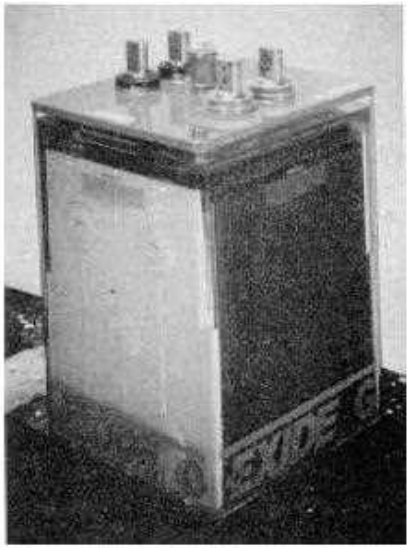
شکل ۴-۲ : عملیات شناور باتری ثابت

۴-۲-۲-۱ باتری‌های اسید ـ سربی

سلول اسید ـ سربی قدیمی‌ترین باتری ثانویه (یعنی قابل شارژ مجدد) می‌باشد. اولین باتری اسید ـ سربی تجارتی توسط Gaston Planté در سال ۱۸۶۶ توسعه و ساخته شد. صفحات این باتری از سرب خالص ساخته شده بود و تا امروز، صفحات سرب خالص جامد را نوع Planté می‌نامند. سلول‌های اسید ـ سربی دارای ولتاژ مدار باز اسمی ۲Vdc بوده و در نتیجه می‌توان با اتصال سری ۱۲، ۲۴، ۶۰ یا ۱۲۰ سلول، باتری با ولتاژ به

omoorepeyman.ir

ترتیب ۲۴، ۴۸، ۱۲۰ یا ۲۴۰ ولت dc را طراحی و ساخت. این موضوع در جدول ۴-۱ نشان داده شده است، به هر حال تعداد واقعی سلول‌های (و مشابها" ولتاژهای شناور و متعادل) مورد استفاده در هر تاسیسات بخصوص تابعی از طراحی سیستم است. هنگامی که تجهیزات dc (مانند کنترل‌های وسایل سویچینگ، رله‌ها، تایمرها و



شکل ۴-۳ : سلول اسید - سربی ثابت (نوع منفذدار)

شکل ۴-۴ سلول نیکل ـ کادمیوم ثابت

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱ : تعداد نوعی سلول‌ها در باتری‌ها

ولتاژ اسمی باتری	۱۲۰	۴۸	۳۲	۲۴	۱۲
تعداد سلول‌های اسید ـ سربی	۶۰	۲۴	۱۶	۱۲	۶
تعداد سلول‌های نیکل ـ کادمیوم	۹۲	۳۷	۲۴	۱۹	۹
ولتاژ شارژ مجدد ـ متعددل‌سازی	۱۴۰	۵۶	۳۷	۲۸	۱۴
ولتاژ شناور	۱۳۳	۵۳	۳۶	۲۶/۶	۱۳/۳
ولتاژ انتهایی	۱۰۵	۴۲	۲۸	۲۱	۱۰/۵
پنجره ولتاژ	۱۴۰-۱۰۵	۵۶-۴۲	۳۷-۲۸	۲۸-۲۱	۱۴-۱۰/۵

یادآوری‌ها :

۱- تغییر تعداد سلول‌ها برای یک کاربرد بخصوص امر غیر معمول نیست.

۲- هدف از جدول فوق ارایه اطلاعات عمومی است. اعداد مندرج در آن به منظور توصیف مناسب و سهل داده‌ها، گرد شده‌اند. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد معیارهای انتخاب تعداد سلول‌های مورد نیاز در تاسیسات باتری و نیز ولتاژهای شناور و متعادل‌سازی، خواننده باید به فصل ۶ استاندارد IEEE Std 485، IEEE Std 1184 و - IEEE Std 115 رجوع کند.

غیره) از باتری تغذیه شده و به محدودیت‌های ولتاژ سیستم وابسته هستند، می‌توان یک باتری با یک تا چهار سلول کمتر به‌کار گرفت تا بدون تجاوز از حداکثر ولتاژ اسمی تجهیزات متصل به باتری، پتانسیل مورد نیاز شارژکننده کاهش یابد. برای مثال اگر وسایل و اقلام حساس به ولتاژ (با ولتاژ اسمی ۱۲۵Vdc ± ٪۱۰) بارهای یک شینه dc که مستقیما" توسط باتری تغذیه می‌شود را تشکیل دهند، باتری ۱۲۵Vdc اسمی مرکب از ۵۸ سلول (در مقایسه با ۶۰ سلول) قادر به محدود کردن ولتاژ متعادل‌سازی به ۱۳۵ Vdc بجای ۱۴۰Vdc خواهد بود مشروط بر آن که سلول‌ها را با ولتاژ ۲/۳۳ V به ازاء هر سلول شارژ کند. هنگامی که تاسیسات از تعداد کاهش یافته‌ای از سلول‌ها بهره می‌برد، برای ارایه سرویس به بار، پیش‌بینی سلولی با ظرفیت بزرگتر ضروری است، چون به ولتاژ و شارژ انتهایی بالاتری برای برآورده ساختن الزامات ولتاژ حداقل نیاز می‌باشد. اطلاعات در مورد انتخاب تعداد سلول‌های یک باتری (همچنین اطلاعات در مورد اندازه باتری) را می‌توان در استاندارد IEEE Std 485 یافت. ضمنا" باید اضافه کرد که در صنعت، باتری‌های ۱۲۰V و ۲۴۰V را اغلب به عنوان به ترتیب ۱۲۵ V و ۲۵۰ V نام می‌برند.

omoorepeyman.ir

سلول‌های اسید ـ سربی به صورت منفذدار یا از نوع دریچه قابل تنظیم می‌باشند. می‌توان آنها را به صورت واحدهای انفرادی (یعنی سلول‌های منفرد و تکی) یا واحدهای چند سلولی پیاده کرد. هنگامی که ظرفیت بیشتری از ظرفیت موجود در یک رشته باتری تنها مورد نیاز است، می‌توان رشته‌های باتری‌های انفرادی را موازی کرده و ظرفیت مورد لزوم را بدست آورد.

۴-۲-۲-۱-۱ سلول‌های منفذدار (سلول‌های سیلابی)

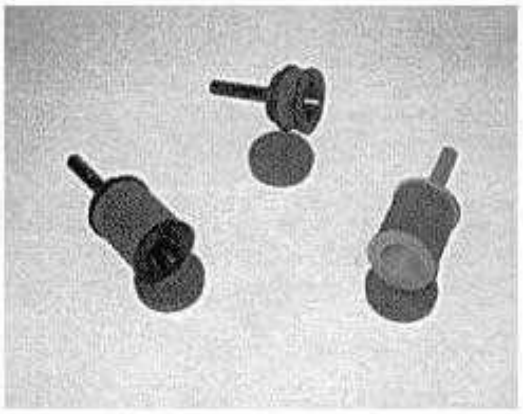
اگر چه اصطلاح ''سلول‌های منفذدار'' در جدیدترین استانداردهای مرتبط با این نوع سلول‌ها، به منظور متمایز کردن آنها از سلول‌های با دریچه تنظیم، به‌کار می‌رود، بسیاری در صنعت از جمله کاتالوگ‌ها و راهنمای استفاده از محصولات بسیاری از سازندگان باتری، هنوز واژه ''سلول‌های سیلابی'' را به‌کار می‌برند. با توجه به این امر، از هر دو واژه در این نشریه استفاده می‌شود. سلول منفذدار (سیلابی) سلولی است که در آن صفحات در الکترولیت غرق شده‌اند (شکل ۴-۳). الکترولیت، که اسید سولفوریک رقیق شده با آب است، در صورت خم‌کردن یا سروته کردن سلول می‌توان از آن سر رود.

عرفا"، وزن مخصوص شارژ کامل اسمی الکترولیت برای سلول‌های منفذدار نوع ثابت ۱۰٪ ± ۱٫۲۱۵ بود. به هرحال سلول‌های دردسترس امروزی اغلب و بخصوص در مواردی که در سیستم‌های UPS به‌کار می‌روند دارای وزن مخصوص اسمی ۱/۲۵۰ و ۱/۳۰۰ می‌باشند. الکترولیت با وزن مخصوص بالاتر به سلولی با ظرفیت بیشتر منجر می‌شود ولی عمر کاری آن به نحوی از انحا کاهش یافته و برای ترمیم تلفات داخلی بیشتر سلول، ولتاژ شناور آن باید افزایش یابد. علاوه بر این، هنگامی که باتری در مکانی با دمای محیط متوسط $85^{o}F$ به‌کار گرفته می‌شود، وزن مخصوص اسمی ۱/۱۷۰ را می‌توان در نظر گرفت. در این مورد سلول دارای منفذ بوده و گازهای تولید شده در طول زمان شارژ از طریق آن خارج می‌شوند. به منظور پرهیز از احتراق تصادفی این گازها، سلول باید به منفذ نوع ضد شعله مجهز باشد (شکل ۴-۵).

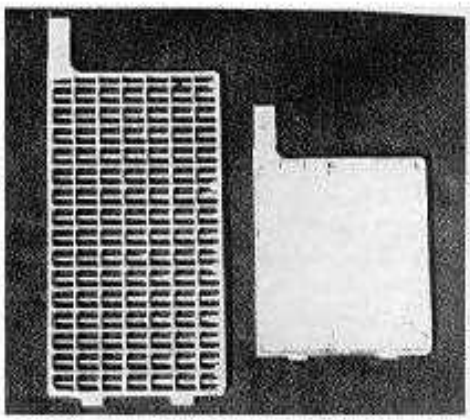
با فرض این که باتری به طرز صحیحی برآورد، نصب و نگهداری می‌شود، مکانیسم خرابی معمول در سلول اسید ـ سربی منفذدار، خوردگی صفحه مثبت می‌باشد. بدین سبب، تعدادی طرح صفحه مثبت توسعه و استفاده می‌شود :

- صفحه هموار مستطیلی : این صفحه به صفحه مستطیلی چسب دار یا صفحه Faurè نیز معروف است. این نوع صفحه از دو جزء تشکیل شده، جزء اول ساختار نگهدارنده به نام شبکه و جزء دوم ماده فعال است که به شکل چسب به شبکه اعمال می‌شود. شبکه از آلیاژ سرب ساخته شده (که به آن استحکام مکانیکی می‌دهد) و کارکرد آن نگاهداری ماده فعال و انتقال جریان به و از ماده مذکور می‌باشد. ماده فعال به صورت شیمیایی واکنش نشان داده و در طول دشارژ یا شارژ سلول، انرژی تولید یا جذب می‌کند (به شکل ۴-۶ مراجعه کنید).

omoorepeyman.ir



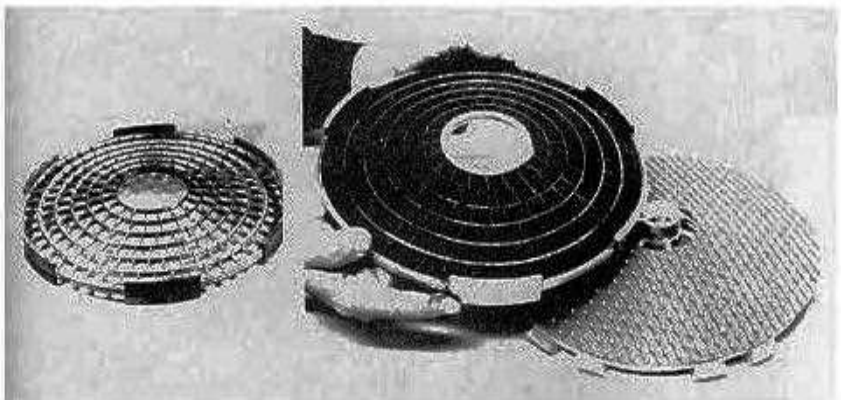
شکل ۴-۵ : منفذهای ضد شعله با روکش ضد گرد و خاک



شکل ۴-۶ : صفحه هموار (راست) و شبکه (چپ)

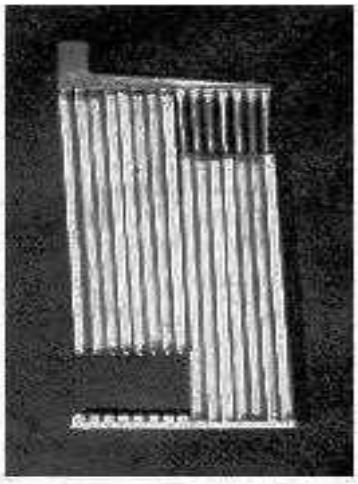
omoorepeyman.ir

- صفحه چسبی گرد : این صفحه به صفحه گرد نیز معروف است. این صفحه از شبکه‌ای با جنس سرب خالص که ماده فعال به صورت خمیر به آن چسبیده، تشکیل یافته است. در هنگام ساخت، این صفحات به طور افقی مستقر شده و به شکل مخروطی کم و جزیی می‌باشند (به شکل ۴-۷ رجوع کنید).
- صفحه لوله‌ای : این صفحه از چهار جزء تشکیل شده است. اولین جزء آلیاژ سرب ریخته شده‌ای است که دارای میله فوقانی بوده و به آن تعدادی مهره متصل است. سپس یک لوله فیبر متخلخل به هر مهره نصب شده و ناحیه بین مهره و لوله با پودر اکسید سرب پر شده است. انتهاهای لوله‌ها با درپوش پلاستیکی که پودر را داخل لوله‌ها نگاه می‌دارند بسته می‌شوند (به شکل ۴-۸ مراجعه کنید).
- صفحه اصلاح شده Planté : این صفحه شبکه آلیاژ سربی را به‌کار می‌برد که در آن سوراخ‌های مدور ریخته‌گری شده‌اند. نوارهای سرب خالص چین‌دار و پیچانده شده و به شکل روزت (Rosette) در می‌آیند. سپس روزت‌ها به درون شبکه پرس و محکم می‌شوند (به شکل ۴-۹ مراجعه کنید).

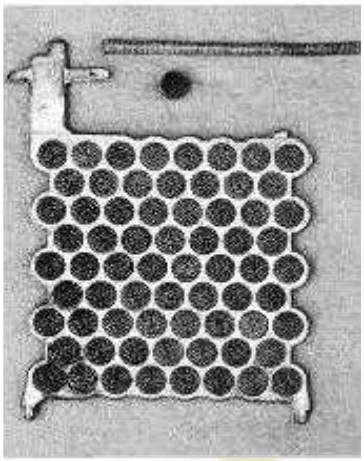


شکل ۴-۷ : صفحه گرد (راست) و شبکه (چپ)

امور پیمان
omoorepeyman.ir



شکل ۴-۸ : صفحه لوای



شکل ۴-۹ : صفحه اصلاح شده Planté

امور پیمان
omoorepeyman.ir

صفحه منفی که با هر نوع صفحه مثبت به‌کار می‌رود به صورت صفحه چسبدار بوده و در هر مورد، شکل صفحه منفی یعنی گرد یا مستطیلی با شکل صفحه مثبت انطباق دارد. آلیاژهای سرب مورد استفاده در ریخته‌گری شبکه صفحه هموار از نوع سرب ـ آنتیمون (Pb –Sb) یا سرب ـ کلسیم (Pb – Ca) می‌باشند. آلیاژ دیگری که گهگاه به‌کار می‌رود سرب ـ سلینوم (Pb –Se) است که در واقع آلیاژی با مقدار کمی از آنتیمون است که به آن سلینوم اضافه شده تا قابلیت ریخته‌گری آن بهبود یابد. صفحات چسبدار را می‌توان به صورت آلیاژهای مختلف پیدا کرد در حالی که صفحات لوله‌ای و اصلاح شده Planté فقط به صورت سرب ـ آنتیمون وجود دارند. سلول عمده‌ای که امروزه به‌کار می‌رود صفحه چسبدار از نوع سرب ـ کلسیم است و علت آن داشتن بهترین نرخ دشارژ کوتاه مدت (یعنی کمتر از یک ساعت) می‌باشد. این سلول، همچنین از نظر نگهداری ارجح بوده ولی برای کاربردهایی که در آنها سلول به‌کرات بازیافت و استفاده مجدد می‌شود یا معمولا" دمای محیط بالا است، مناسب نمی‌باشد. از طرف دیگر سلول سرب ـ آنتیمون می‌تواند تقریبا"۶ برابر سلول سرب ـ کلسیم بازیافت شود، به هر حال با طولانی‌تر شدن زمان استفاده از این سلول، محدودیت اضافه کردن مکرر آب و متعادل سازی مکرر شارژ، بیشتر خود را نشان می‌دهد. سلول سرب ـ کلسیم در سراسر عمرکاری خود به اضافه کردن آب جزیی نیاز دارد.

۴-۲-۲-۱-۲ سلول‌های با دریچه قابل تنظیم

سلول اسید ـ سربی با دریچه قابل تنظیم (VRLA) سلولی است (شکل ۴-۱۰) که در آن :

الف ـ الکترولیت در حالت عدم تحرک است.

ب ـ سلول اساسا" آب بندی شده است به استثنای دریچه اطمینان که در صورت تجاوز فشار داخلی از یک مقدار از قبل تعیین شده، باز می‌شود وپ ـ ترکیب مجدد اکسیژن تولید شده در درون سلول رخ داده و اساسا" سبب حذف تحول هیدروژن و محدود کردن مصرف آب می‌گردد. برخی مواقع، این سلول‌ها را ’’بدون نیاز به نگاهداری‘‘ یا ’’آب بندی شده‘‘ می‌نامند که در حقیقت صحت ندارد. در عمل، این سلول‌ها در هنگام کار به نحوی به تغییرات ولتاژ و دما حساس‌تر از سلول‌های منفذدار مشابه هستند. علاوه براین، سلول‌های مذکور به دشارژهای عمیق بیشتر حساسیت دارند. این سلول‌ها به صورتی عمل می‌کنند که آن را چرخه ترکیب مجدد اکسیژن می‌نامند. هنگامی که سلول در حالت شارژ است، در صفحه مثبت اکسیژن تولید می‌شود (مشابه سلول منفذدار)، به هر حال، از آنجا که سلول آب بندی شده، (یعنی دریچه اطمینان بسته است) اکسیژن از سلول خارج نشده و از طریق جداکننده به صفحه منفی انتقال می‌یابد. پس از رسیدن به صفحه منفی، اکسیژن سرب روی صفحه را اکسیده می‌کند. اکسید سرب ایجاد شده به اسید سولفوریک موجود در الکترولیت واکنش نشان داده و سولفات سرب و آب را تولید می‌نماید. سپس از آنجا که صفحه منفی در حالت شارژ است، سولفات سرب به سرب و اسید سولفوریک تبدیل می‌شود. این واکنش‌ها ضرورتا" اتلاف آب در سلول را منتفی کرده و

omoorepeyman.ir

بدین سبب، در عملیات عادی، نیازی به اضافه کردن آب به سلول در طول عمر آن نمی‌باشد. اگر سلول VRLA به درستی عمل نکند، آب را که قابل جایگزینی نیست از دست داده و این امر به ''خشک شدن'' سلول یا در بدترین حالت به از بین رفتن حرارتی سلول منجر می‌شود. هر دوی این شرایط سبب از دست رفتن ظرفیت و در نهایت خرابی و از کار افتادن زود هنگام سلول خواهد شد.

شکل ۴-۱۰ : برشی از سلول VRLA (نوع الکترولیت جذب شده)

با استفاده از یک جداکننده (از جنس شیشه یا فیبر پلیمری) جهت جذب الکترولیت یا با استفاده از عنصر ژل‌کننده به منظور تبدیل حالت الکترولیت به ژل، الکترولیت داخل سلول فاقد تحرک می‌شود، بسته به طراحی و سازنده سلول، وزن مخصوص الکترولیت مقداری بین ۱/۲۶۰ و ۱/۳۱۰ می‌باشد.

۴-۲-۲-۲ سلول‌های نیکل کادمیوم

سلول ثابت نیکل ـ کادمیوم، سلول ثانویه‌ای است که از الکترولیت آلکالاین استفاده می‌کند. ولتاژ اسمی آن ۱/۲Vdc است. به هر حال، بر خلاف سلول اسید ـ سربی، الکترولیت آن که محلول رقیق هیدروکسید پتاسیم در آب است، در واکنش‌های سلولی نقشی ندارد.

omoorepeyman.ir

به طور کلی، سلول‌های نیکل ـ کادمیوم عمر چرخه طولانی داشته و از نظر ساختاری محکم و مقاوم هستند. آنها نسبتا" به شارژ اضافی یا شارژ نقصانی حساس نیستند اگرچه شارژ اضافی بیش از حد می‌تواند به علت تجزیه آب در الکترولیت به هیدروژن و اکسیژن به کاهش و از دست دادن آب در محلول الکترولیت منجر شود. این باتری‌ها برای ذخیره دراز مدت مناسب بوده و الزامات نگهداری آسان و نرخ‌های دشارژ کوتاه مدت خوبی را دارند. این نوع باتری‌ها، بخصوص برای کاربردهایی که در آنها باتری در معرض دمای بسیار بالا است مناسب می‌باشند. دو طرح سلول نیکل ـ کادمیوم برای باتری‌های ثابت در کاربردهای پشتیبانی به‌کار گرفته می‌شود. طرح صفحه ـ جیبی و طرح صفحه ـ فیبری. سلول‌های هر دو طرح از نوع منفذدار بوده و در مقایسه با باتریَ‌های ثابت اسید ـ سربی دارای الکترولیت آزاد و عمر چرخه طولانی می‌باشند.

طرح دیگری که صفحه ـ رسوبی نامیده می‌شود، مشخصه نامطلوبی به نام ''اثر حافظه'' دارد. این مشخصه در طرح‌های صفحه ـ جیبی و صفحه ـ فیبری مشاهده نمی‌شود، هر چند اغلب به اشتباه آن را یکی از دو ویژگی‌های هر سلول نیکل ـ کادمیوم در نظر می‌گیرند. طرح صفحه ـ رسوبی در انواع منفذدار یا آب بندی شده وجود دارد. این طرح در برخی واحدهای روشنایی اضطراری، بخصوص انواع فلورسنت یا دکوراتیو مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۲-۲-۲-۱ سلول‌های صفحه جیبی

نام این طرح از آنجا ناشی می‌شود که مواد فعال صفحه‌ها در ''جیب‌ها'' نگاه داشته می‌شوند (شکل ۴-۴). جیب‌ها از نوارهای فولادی، سوراخ‌های ظریف ساخته شده و دو عدد از این نوارها به شکل تغار جهت ساندویچ کردن ماده فعال در جیب به‌کار گرفته می‌شوند.

۴-۲-۲-۲-۲ سلول صفحه فیبری

سلول صفحه ـ فیبری آخرین و جدیدترین طرح معرفی شده در کاربردهای ثابت است. خود صفحه به شکل یک قطعه فیبر بسیار متخلخل بوده و فیبرها از جنس نیکل آبکاری و سپس در مواد فعال اشباع شده‌اند. این نوع سلول دارای نسبت توان به وزن بالا می‌باشد.

۴-۲-۳ اصول نصب

استاندارد IEEE Std 484در مورد طراحی و تعیین اصول نصب باتری‌های اسید ـ سربی منفذدار دستورالعمل و راهنمایی‌های لازم را ارایه می‌دهد. سند مشابه دیگر، استاندارد IEEE Std 1178 است که در مورد اصول نصب باتری‌های VRLA بحث می‌نماید. [B5] ANSI / NFPA 111 الزامات عملکردی را برای سیستم‌های UPS و نیز اطلاعات محدودی در مورد باتری‌ها را بیان می‌کند.

omoorepeyman.ir

طراحی و تعیین اصول نصب باید عوامل زیر را در نظر بگیرد، هرچند به این عوامل محدود نیست :

- ایمنی
- موقعیت مکانی
- مونتاژ و نصب
- گرمایش و تهویه هوا
- الزامات از نظر زمین‌لرزه
- الزامات نگاهداری
- روشنایی
- حفاظت در برابر جریان اضافی (به فصل ۵ مراجعه کنید)

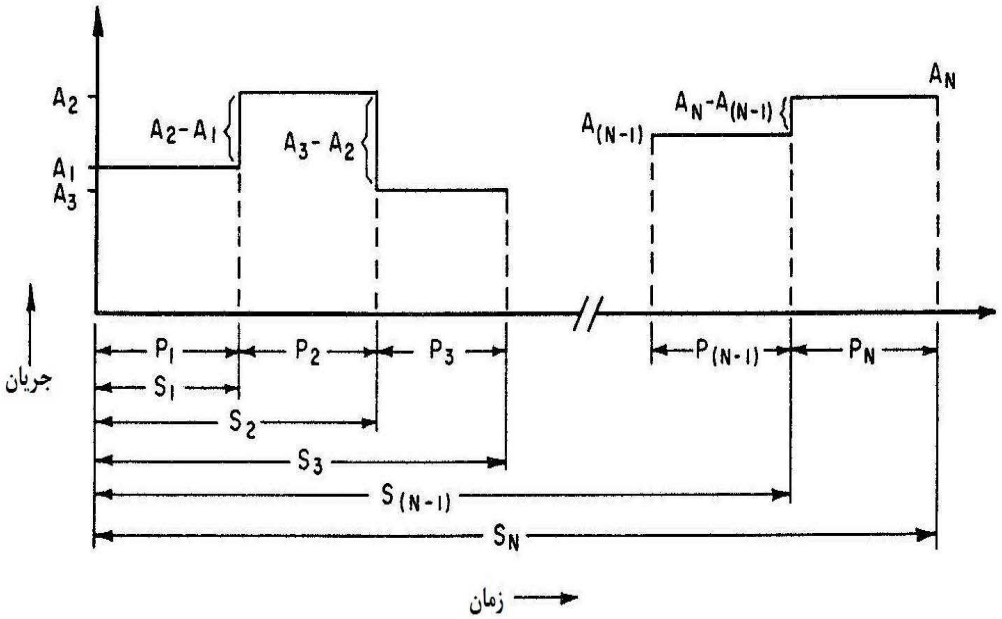
۴-۲-۴ تعیین اندازه باتری

تعیین مناسب اندازه باتری به ما اطمینان می‌دهد که کارکرد طراحی آن برآورده خواهد شد. با استفاده از روش‌هایی که حالت جریان ثابت یا توان ثابت (یعنی سیستم‌های UPS) را در نظر می‌گیرند، می‌توان اندازه باتری را محاسبه کرد. استانداردهای IEEE Std 485و IEEE Std 1115 نحوه وروش‌های محاسبه تعیین اندازه باتری‌های به ترتیب اسید ـ سربی و نیکل ـ کادمیوم را ارایه می‌دهند. تعیین اندازه باتری‌های اسید ـ سربی یا نیکل ـ کادمیوم مورد استفاده در سیستم‌های UPS، براساس روش توان ثابت در استاندارد IEEE Std 1184 پیش‌بینی و منظور شده است. در استانداردهای458 IEEE Std و IEEE Std 1115 اوراق کاری برای تعیین اندازه سلول‌ها در نظر گرفته شده‌اند به طوری که کاربر را قدم به قدم در مراحل محاسبه راهنمایی می‌کند. اگرچه روش‌های مندرج در این استانداردها برای تمامی باتری‌های ثابت معتبر هستند، نشریه‌ای برای تاکید بر معیار تکمیلی انتخاب در سلول‌های VRLA تدوین شده است (IEEE P1189). یکی از اولین قدم‌ها در تعیین صحیح و مناسب اندازه هر باتری عبارت است از تعریف بارهایی که باتری به آنها سرویس می‌دهد و مشخص کردن چرخه کارکرد (شکل ۴-۱۱).چرخه کارکرد و نیز انواع مختلف بارها (شکل ۴-۱۲) مانند دایم، غیر دایمی، آنی و تصادفی در استانداردهای IEEE Std 485 و IEEE Std 1115 مورد بحث قرار گرفته‌اند.

اندازه باتری مورد نیاز نه تنها به اندازه و مدت زمان هر بار بستگی دارد، بلکه به ترتیبی که در آن بارها رخ می‌دهند نیز وابسته است. برای مثال، اگر با توجه به الزامات بار، اگر باتری در انتهای چرخه کارکرد در مقایسه با ابتدای چرخه کارکردش، سرویس بزرگتری را باید ارایه دهد، در این‌صورت به باتری با ظرفیت بزرگتر نیاز خواهد بود. همچنین اندازه مذکور به عواملی که در حاشیه طراحی انتخاب می‌شوند (مانند ظرفیت اضافی برای رشد آنی بار) و نیز پایین‌ترین دمای قابل انتظار کار باتری و عمر آن بستگی خواهد داشت. توجه به پایین‌ترین

omoorepeyman.ir

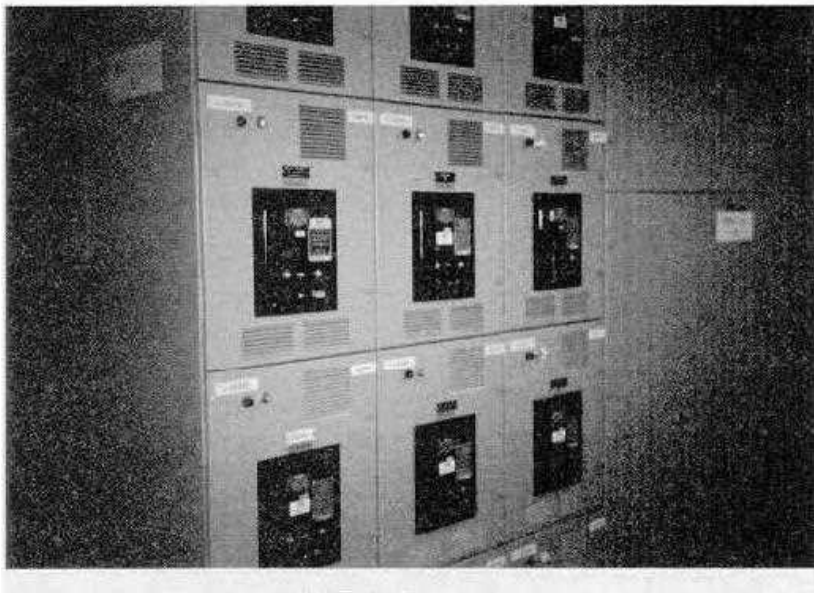
دمای قابل انتظار سلول در هنگام عملیات امری مهم است چون اگر دما به کمتر از 25^{oC} برسدظرفیت باتری کاهش می‌یابد. مشابها" عامل پیر شدن باید در نظر گرفته می‌شود تا اطمینان حاصل کرد که باتری قادر به ارایه سرویس به بار طراحی شده، حتی در حالی که باتری به انتهای عمرش نزدیک می‌شود، خواهد بود. هر یک از این عوامل در استاندارد IEEE STD 485 و IEEE Std 1115 مورد بررسی قرار گرفته‌اند.



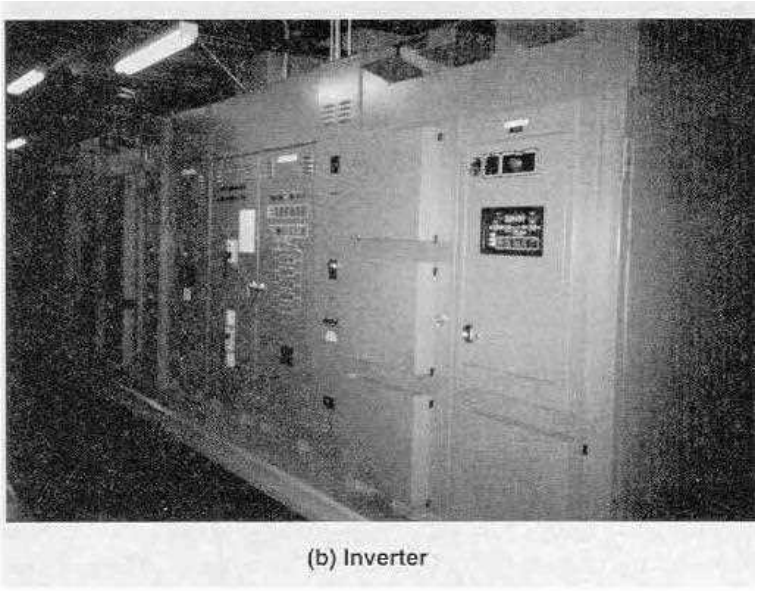
شکل ۴-۱۱ : نمودار چرخه کارکرد کلی

چرخه کارکرد نوعی (شکل ۴-۱۱) و فرمول‌های تعیین اندازه جهت هر دو نوع باتری اسید ـ سربی و نیکل ـ کادمیوم[روابط (۱) الی (۳)] از استانداردهای IEEE Std 485 و IEEE Std 1115 نقل گردیده‌اند. مدت زمان چرخه کارکرد براساس انتخاب کاربرد مبتنی بر الزامات خاص نصب باتری‌ها می‌باشد، اگرچه به مرور زمان، برخی زمان‌های پشتیبان به عنوان "استاندارد" تکامل یافته و تثبیت شده‌اند. برای مثال، غالبا" ۸ تا ۱۰ ساعت برای باتری‌های ایستگاه فرعی در نظر گرفته شده، ۵ ساعت برای باتری‌های مخابرات دور، ۲، ۳ یا ۸ ساعت برای واحدهای تولید انرژی و ۵ یا ۱۵ دقیقه برای سیستم‌های UPS منظور می‌شود.

omoorepeyman.ir



الف) مدار سویچینگ

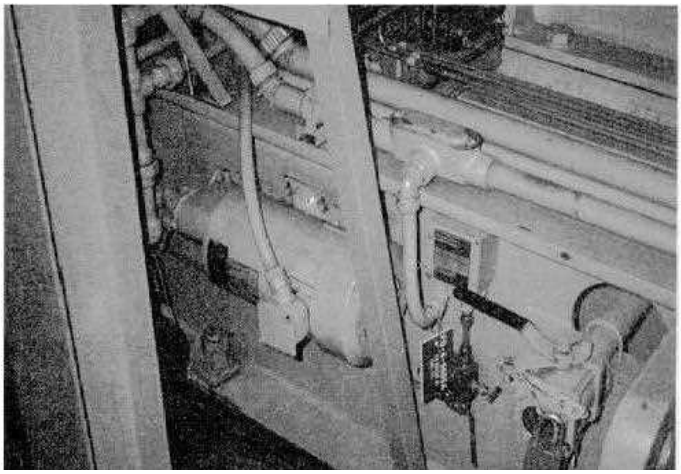


(b) Inverter

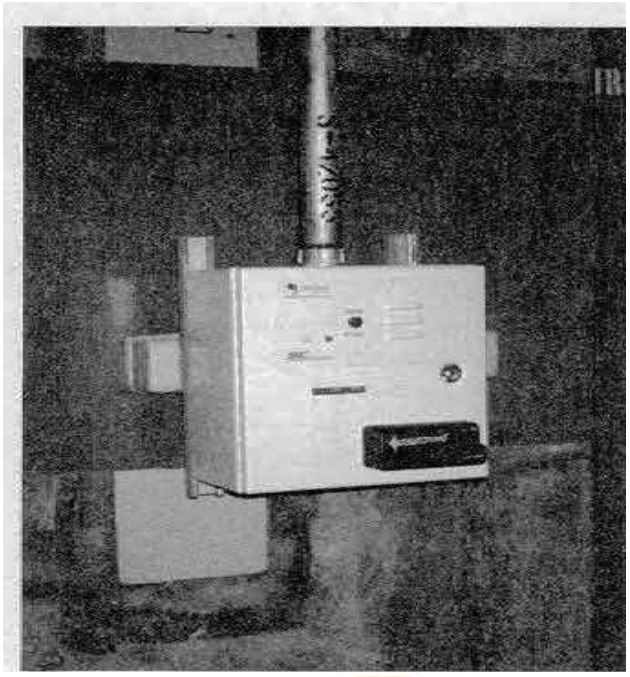
ب) اینورتر

شکل ۴-۱۲ : مثال‌هایی از بارهای باتری

omoorepeyman.ir



پ) موتور اضطراری



ت) سیستم‌های حفاظتی

شکل ۴-۱۲ : مثال‌هایی از بارهای باتری (ادامه)

omoorepeyman.ir

تعیین اندازه سلول اسید ـ سربی (روش صفحه مثبت)

$$\underset{S=1}{\overset{S=N}{\text{Max } F_S}} = \underset{S=1}{\overset{S=N}{\text{Max } F_S}} = \sum_{P=1}^{P=S} \frac{A_P - A_{(P-1)}}{R_T} \qquad (۱)$$

تعیین اندازه سلول اسید ـ سربی (روش آمپرساعت)

$$\underset{S=1}{\overset{S=N}{\text{Max } F_S}} = \underset{S=1}{\overset{S=N}{\text{Max}}} = \sum_{P=1}^{P=S} [A_P - A_{(P-1)}]\, K_T \qquad (۲)$$

تعیین اندازه سلول نیکل ـ کادمیوم

$$\underset{S=1}{\overset{S=N}{\text{Max } F_S}} = \underset{S=1}{\overset{S=N}{\text{Max}}} = \sum_{P=1}^{P=S} [A_P - A_{(P-1)}]\, K_t\, T_t \qquad (۳)$$

به طوری که

A_P آمپر مورد نیاز پریود مربوط (یادآوری ۳).

F_S ظرفیت مورد نیاز هر بخش S.

K_T نسبت ظرفیت آمپر ـ ساعت اسمی (درنرخ زمان استاندارد، در ۲۵^{oC} و به ولتاژ انتهای دشارژ استاندارد) یک سلول اسید ـ سربی، به آمپری که می‌توان در T دقیقه، در ۲۵^{oC} و به ولتاژ انتهای دشارژ مفروضی، تامین کرد.

K_t ضریت اسمی ظرفیت به ازاء نوع سلول نیکل ـ کادمیوم مفروض، در t دقیقه نرخ دشارژ در ۲۵^{oC} ، به ولتاژ انتهای دشارژ معین (یادآوری۴).

N تعداد پریودها در چرخه کارکرد.

P پریودی که موردتحلیل قرار می‌گیرد.

R_T تعداد آمپرهایی که هر صفحه مثبت می‌تواند به ازاء T دقیقه، در ۲۵^{oC}، به ولتاژ انتهای دشارژ معین برای یک سلول اسید ـ سربی، تامین کند.

S بخشی از چرخه کارکرد است که مورد تحلیل قرار می‌گیرد. بخش S شامل S پریود اول چرخه کارکرد است، برای مثال، بخش S_5 شامل پریودهای ۱ الی ۵ می‌باشد (شکل ۴-۱۱).

T,t مدت زمان برحسب دقیقه، از لحظه شروع پریود P تا انتهای بخش S برای به ترتیب سلول‌های اسید ـ سربی و نیکل ـ کادمیوم.

یادآوری‌ها :

۱- سلول نهایی منتخب باید شامل ضرایب حاشیه اطمینان طراحی، تصحیح دما و پرشدن (عمر کاری) سلول باشد (به اوراق کاری تعیین اندازه سلول در استاندارد IEEE Std 485 مراجعه کنید).

omoorepeyman.ir

۲- سلول نهایی منتخب باید شامل ضرایب حاشیه اطمینان طراحی و پیرشدن (عمر کاری) سلول باشد (به اوراق کاری تعیین اندازه سلول در استاندارد IEEE Std 1115 رجوع کنید).
۳- اگر جریان به ازاء پریود P+1 از جریان به ازاء پریود P بزرگتر باشد، در این‌صورت بخش S = P+1 به سلول بزرگتری از سلول بخش S = P نیاز دارد. در نتیجه، محاسبات بخش S = P می‌تواند حذف شود.
۴- اگر سلول نیکل ـ کادمیوم از نوع شارژ پتانسیل ثابت باشد، ضریب اسمی ظرفیت مورد استفاده، مبتنی بر شارژ پتانسیل ثابت خواهد بود.

به منظور انتخاب مناسب سلول نیکل ـ کادمیوم، روش مورد استفاده در شارژ سلول باید مشخص شود. مقادیر اسمی نیکل ـ کادمیوم براساس شارژ جریان ثابت است، به هر حال، اغلب باتری‌های پشتیبان از شارژ پتانسیل ثابت بهره می‌برند. شارژ پتانسیل ثابت طولانی (یعنی شناور) باتری نیکل ـ کادمیوم، بسته به نرخ دشارژ، می‌تواند ظرفیت آن را کاهش داده و به زیر مقدار اسمی آن رساند. در نتیجه افت ولتاژ به واسطه دشارژ سریع‌تر از افت آن در باتری با ظرفیت کامل رخ می‌دهد. اثرات شارژ پتانسیل ثابت را، با به کاربردن ضرایب اسمی ظرفیت مبتنی بر این روش شارژ، می‌توان در تعیین اندازه باتری در نظر گرفت (به استاندارد IEEE Std 1115 مراجعه کنید). این ضرایب بایستی از سازنده باتری درخواست شود چون سازنده‌ها ضرایب متفاوتی ارایه می‌دهند. حتما" باید دقت شود که سلول نیکل ـ کادمیوم آب‌بندی فقط با شارژکننده جریان ثابت شارژ شود.

پس از آن که بارها تعریف شدند، نوع سلول و نیز تعداد سلول‌هایی که رشته سلول‌ها را تشکیل می‌دهند باید انتخاب گردد. نوع عمده‌ای از سلول‌ها که در باتری‌های ثابت به کار می‌رود سلول صفحه هموار سرب ـ کلسیم به صورت طرح منفذدار یا VRLA می‌باشد. چند نوع دیگر از سلول‌ها یا تعداد متفاوتی از آنها را می‌توان ارزیابی کرده و انتخاب را بهینه نمود. تعداد سلول‌ها در یک باتری برای هر سیستم بخصوص را می‌توان با در نظر گرفتن هر یک از شرایط محدود کننده زیر تعیین کرد : حداقل ولتاژ سیستم، حداکثر ولتاژ سیستم، ولتاژ شناور و ولتاژ شارژ. ولتاژهای حداکثر و حداقل امکان دارد برای سیستم‌های UPS به عنوان شرط محدود کننده و بحرانی در نظر گرفته نشود، چون در طرح اینورتر معمولا" تغییرات ولتاژ بزرگی (یعنی پنجره ولتاژ) پیش‌بینی می‌شود.

به منظور پشتیبانی بار بحرانی در شرایط بدترین حالت، باتری تعیین اندازه می‌شود تا این که بتوان به طریق معینی بار بحرانی را از مدار خارج کرده و منبع نیروی عادی باز گردد یا یک منبع ac پشتیبان دیگر راه‌اندازی و وارد مدار شود. زمان‌های پشتیبانی باتری می‌تواند برحسب دقیقه (مانند، ۵، ۱۰، ۱۵ یا ۳۰ دقیقه) یا برحسب ساعت (مانند ۱/۵، ۲، ۵ یا ۸ ساعت) باشد. زمان‌های پشتیبانی کوتاه در طرح سیستم UPS در نظر

omoorepeyman.ir

گرفته شده و زمان‌های طولانی‌تر در سیستم‌های مخابراتی، سیستم‌های نیروی برق و روشنایی اضطراری منظور و استفاده می‌شوند. هر چه زمان تغذیه باتری طولانی‌تر باشد، ظرفیت باتری مورد نیاز جهت سرویس بار بزرگتر خواهد بود. بجای تهیه و خرید ظرفیت باتری بزرگتر (یعنی، هنگامی که زمان پشتیبانی طویل‌تر جزء الزامات کد یا استانداردی نیست) نصب منبع نیروی پشتیبان از نوع مولد توربین ـ احتراق یا ماشین باید بررسی و ارزیابی شود.

۴-۲-۵ نگاهداری و آزمون باتری

الزامات نگاهداری و آزمون باتری در فصل ۷ این نشریه بررسی می‌شوند. علاوه بر آن استانداردهای IEEE Std 450 و IEEE Std 1106در مورد نگاهداری و آزمون باتری‌های به ترتیب اسید ـ سربی منفذدار و نیکل ـ کادمیوم، راهنمایی‌هایی را ارایه می‌دهند. در مورد باتری VRLA، دستورالعمل‌های استاندارد IEEE Std 450 به همراه توصیه‌های نگاهداری سازنده باتری می‌تواند ملاک عمل قرار گیرد. – ANSI / NFPA 111 [B5] الزامات نگاهداری و آزمون را برای باتری‌ها در برخی سیستم‌های پشتیبان و اضطراری مورد لزوم از نظر قانون، تعیین و ارایه کرده است.

۴-۲-۶ شارژ مجدد / شارژ متعادل ساز

۴-۲-۶-۱ باتری‌های اسید ـ سربی

باتری‌های ثابت اسید ـ سربی با استفاده از شارژکننده پتانسیل ثابت شارژ می‌شوند. معمولا" دو مقدار ولتاژ شارژ مشخص می‌شود که عبارتند از ولتاژ شناور و ولتاژ متعادل ساز (همچنین به فصل ۵ مراجعه کنید). ولتاژ متعادل ساز مشخص شده توسط سازنده در واقع مقدار به‌کار رفته در شارژ مجدد باتری پس از دشارژ است. برای هر باتری، دستورالعمل‌های سازنده، ولتاژ یا محدوده ولتاژ، برای شناور و متعادل ساز را مشخص می‌کند. در مورد باتری VRLA ، امکان دارد سازنده محدوده ولتاژهای شناور سلول مبتنی بر دمای سلول را مشخص کرده یا به سادگی، ضریب تصحیح دما که باید به ولتاژ شناور اعمال شود را ارایه دهد. ضروری است که دستورالعمل‌های سازنده در مورد ولتاژ شناور، ولتاژ متعادل ساز و عمل شارژ رعایت شوند. برای مثال امکان دارد سازنده باتری، ولتاژ متعادل ساز باتری VRLA را مشخص نکند. اعمال ولتاژ نا مناسب (یعنی خیلی بالا) در طول عمل شارژ باتری VRLA ممکن است به خشک شدن سلول‌ها یا تخریب حرارتی منجر شود. این امر می‌تواند در عملیات شناور یا متعادل ساز به واسطه اعمال نا مناسب ولتاژ شارژ باتری VRLA رخ دهد.

سلول‌های سرب ـ کلسیم که در حالت شارژ شناور در انتهای بالای محدوده ولتاژ عمل می‌کنند امکان دارد به شارژ متعادل ساز نیازی نداشته باشند. اگر ولتاژها یا وزن مخصوص‌های هر سلول گستره تغییرات وسیعی داشته باشند، ممکن است شارژ متعادل ساز ضروری باشد. علت این امر آن است که برخی سلول‌های واقع در

omoorepeyman.ir

رشته یا زنجیره سلول‌ها ممکن است از جریان کافی برای نگاهداشتن آنها در شارژ کامل، در حالی که در شارژ شناور هستند، برخوردار نباشند. اتلاف شارژ مذکور با دشارژ خودی هر سلول که به مرور زمان به افت ولتاژ آن منجر می‌شود ارتباط دارد. هنگامی که باتری در حالت متعادل سازی قرار می‌گیرد، ولتاژ شارژ بالاتر سبب افزایش جریانی می‌شود که در زنجیره باتری‌ها جاری است. این جریان افزایش یافته جهت غلبه بر دشارژ خودی تمام سلول‌های زنجیره کافی بوده و هر یک از آنها را در شارژ کامل نگاه می‌دارد. شارژ متعادل ساز باید فقط در صورت لزوم اعمال شده و بایستی براساس دستورالعمل‌های سازنده انجام پذیرد. در گذشته، شارژ متعادل ساز به عنوان بخشی از نگهداری دوره‌ای محسوب می‌شد ولی امروزه به عنوان یک عمل تصحیح کننده در نگهداری باتری‌ها تلقی می‌گردد. سلول‌های آلیاژ سرب ـ آنتیمون در مقایسه با سایر سلول‌های اسید ـ سربی به شارژهای متعادل ساز بیشتری نیاز دارند. علت آن در واقع افزایش نرخ و شارژ خودی آنها در طول زمان کاری این نوع سلول‌ها است.

اگرچه داشتن هر دو کارکرد شناور و متعادل ساز بهترین است ولی برخی شارژکننده‌های باتری سیستم UPS فاقد کارکرد متعادل ساز می‌باشند. امکان دارد به سبب این ایده که بالابردن ولتاژ شناور به اندازه کافی، نیاز به شارژهای متعادل ساز را منتفی خواهد کرد، کارکرد مذکور از مشخصات حذف شده باشد. اگر مشخصه متعادل ساز در دسترس نباشد، هر گونه شارژ باتری (مانند شارژ اولیه، شارژ مجدد پس از یک آزمون، یا دشارژ) بایستی به ازاء ولتاژ شناور صورت پذیرد. این امر می‌تواند به زمان‌های شارژ فوق‌العاده طولانی منجر شده و حتی به استفاده از شارژکننده‌های تکمیلی (مانند شارژکننده‌های تک سلولی) نیاز باشد تا از سلامت کامل باتری اطمینان خاطر داشت. باید توجه کرد که شارژ سلول‌های VRLA بایستی در تطابق کامل و مطابق با دستورالعمل‌های سازنده باتری صورت پذیرد.

۴-۲-۶-۲ باتری‌های نیکل ـ کادمیوم

باتری‌های نیکل ـ کادمیوم منفذدار را می‌توان به صورت پتانسیل ثابت شارژ کرد ولی برای شارژ جریان ثابت مناسب‌تر هستند، مشروط بر آن که بار باتری تحمل این نوع شارژ را داشته باشد. هنگامی که شارژ جریان ثابت به‌کار می‌رود، عمل شارژ مجدد می‌تواند با استفاده از شارژ دو نرخی صورت پذیرد یعنی نرخ اولیه (جریان بالا) که به دنبال آن نرخ پایانی (جریان پایین)، زمانی که شارژ تقریبا" ۸۰ درصد کامل شده است آغاز می‌گردد. اگر شارژ پتانسیل ثابت استفاده شود، باتری نیکل ـ کادمیوم ممکن است قادر به حصول ظرفیت اسمی خود نباشد و این امر به نرخی که در آن دشارژ می‌شود و حداقل ولتاژ باتری مورد نیاز بستگی دارد (به بخش ۴-۲-۴ و استاندارد IEEE Std 1115 مراجعه کنید). باید دقت شود که در باتری نیکل ـ کادمیوم آب بندی شده فقط از شارژکننده جریان ثابت استفاده گردد.

omoorepeyman.ir

۴-۲-۶-۳ عملیات

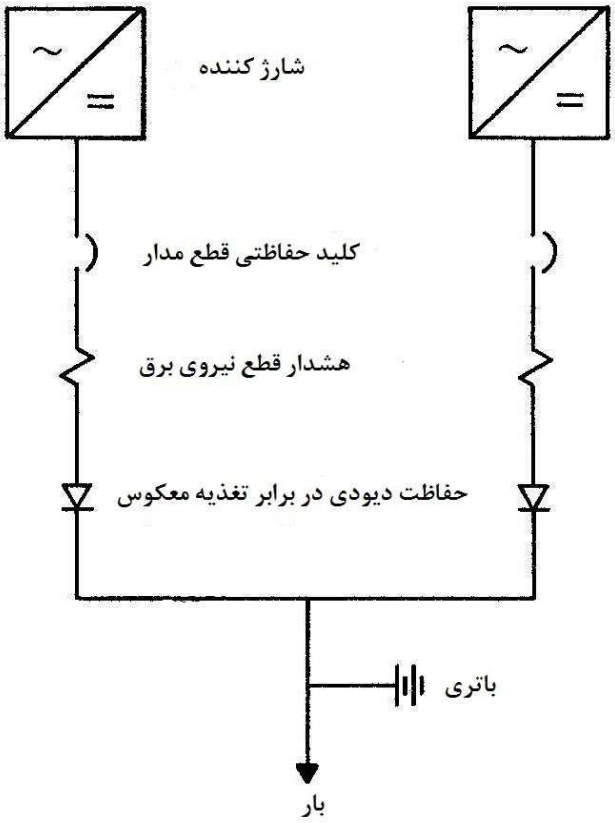
باتری‌های پشتیبان معمولا" به صورت عملیات شناور به‌کار گرفته شده و باتری، شارژکننده باتری و بار به شکل موازی اتصال می‌یابند (به شکل ۴-۲ مراجعه کنید). تجهیزات شارژ باید به نحوی تعیین اندازه و برآورد شود که قادر به تامین نیروی برق مورد نیاز بارهای نسبتا" دایمی مانند لامپ‌های نشانگر، کویل‌های رله و بارهای میانی فرعی بعلاوه نیروی برق اضافی کانی جهت نگاهداشتن باتری در شارژ کامل باشد. بارهای میانی نسبتا" بزرگ، نیروی برق را از باتری اخذ کرده و هنگامی که بارهای میانی از مدار خارج می‌شوند، نیروی برق مذکور توسط شارژکننده در باتری مجددا" ذخیره می‌شود. تعیین اندازه شارژکننده باتری در استاندارد IEEE Std 946 مورد بررسی قرار گرفته است.

هنگامی که توان ac ورودی به سیستم از دست می‌رود، باتری فورا" تمام بارهای متصل را در بر گرفته و انرژی آنها را تامین می‌کند. اگر باتری و شارژکننده به طور مناسب با یکدیگر و نیز با بار منطبق باشند، هنگامی که سیستم به عملیات کامل باتری تغییر وضعیت می‌دهد، هیچگونه افت ولتاژ قابل تشخیصی رخ نخواهد داد.

هنگامی که بار اضطراری سیستم خاتمه یافته و نیروی برق شارژ مجددا" ذخیره می‌شود، شارژکننده پتانسیل ثابت، جریانی بیشتر از حالتی که باتری کاملا" شارژ شده است، تحویل می‌دهد. برخی شارژکننده‌های پتانسیل ثابت، پس از ذخیره مجدد نیروی برق اعمالی به آن، به طور خودکار ولتاژ خروجی خود را افزایش داده و آن را متعادل‌سازی می‌کنند. شارژکننده باید به طرز مناسبی برآورد و تعیین اندازه شود تا اطمینان حاصل کرد که می‌تواند به بار سرویس داده و در مدت زمان قابل قبولی باتری را به حالت شارژ کامل باز گرداند. جریان افزایش یافته تحویلی توسط شارژکننده پتانسیل ثابت در طول دوره بازیابی فوق‌الذکر با نزدیک شدن باتری به شارژ کامل، کاهش خواهد یافت.

یکسوساز شارژ یا شارژکننده باتری، بخش مهمی از سیستم نیروی برق اضطراری بوده و باید به شارژکننده‌های اضافی در سیستم‌های خاص و بحرانی، توجه بخصوصی به‌عمل آید. در مورد سیستم اضافی نوعی به شکل ۴-۱۳ رجوع کنید. شارژکننده باید فقط هنگامی عمل کند که باتری به شینه dc اتصال دارد. بدون این اتصال، ممکن است موجکهای اضافی در سیستم رخ داده و به تجهیزات متصل اثر گذار باشد (برای مثال، سبب نقص در عملیات یا خرابی گردد). اگر سیستمی باید قادر به کار بدون اتصال به باتری باشد در این‌صورت حذف کننده باتری باید پیش‌بینی شود. در شرایطی که شارژکننده باتری در مکان‌هایی با ارتفاع بیش از ۱۰۰۰ متر و نیز در محیط‌هایی با دمای بیش از ^{oC}۵۰ نصب می‌شود مقادیر اسمی خروجی آن باید تغییر یابد. سازنده شارژکننده باتری می‌تواند این ضرایب تغییر مقادیر اسمی را مشخص و آنها در طراحی شارژکننده منظور نماید.

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۳ : مدار شارژکننده اضافی نوعی

۴-۲-۷ محاسبه اتصال کوتاه سیستم باتری

در فصل ۵، قابلیت اتصال کوتاه سیستم dc بررسی شده و بحث تفصیلی در این مورد در استاندارد IEEE Std 946 درج شده است. همچنین پیوست‌های این استاندارد روش محاسبه مورد استفاده در تعیین سهم هر دو باتری و شارژکننده در ایجاد چنین نقصی را توصیف می‌کنند.

آزمون مندرج در استاندارد IEEE Std 946 نشان می‌دهد که جریان اتصال کوتاه حاصل از باتری مستقل از دمای سلول و وزن مخصوص شارژ کامل می‌باشد. توصیه می‌شود که با استفاده از ولتاژ مدار باز باتری در دمای ۲۵^{oC}، محاسبات اتصال کوتاه صورت پذیرد. براساس یک قاعده سرانگشتی محافظه کارانه می‌توان گفت که جریان اتصال کوتاه تحویلی از باتری اسید ـ سربی با ده برابر نرخ دشارژ یک دقیقه‌ای آن (برحسب آمپر) به ولتاژ انتهایی ۱/۷۵ ولت در هر سلول و در دمای ۲۵^{oC}، برابر است.

omoorepeyman.ir

نقش شارژکننده باتری نوع پتانسیل ثابت و ایستا از نظر اتصال کوتاه، در مقدار حد نهایی جریان آن برحسب آمپر قابل مشاهده است. شارژکننده‌های موتور ـ ژنراتور و نیز موتورهای dc موجود در سیستم در اتصال کوتاه سهم دارند. راهنمایی‌های مشخصی در استاندارد IEEE Std 946 - 1992 برای این موضوع پیش‌بینی و ارایه شده ولی در هر صورت گستره نوعی برای این جریان ۷ تا ۱۰ برابر جریان اسمی ارمیچر ماشین می‌باشد.

۸-۲-۴ روشنایی اضطراری با تغذیه باتری

هنگامی که منبع نیروی برق معمولی از کار می‌افتد، سیستم‌های روشنایی اضطراری به منظور تامین روشنایی برای خروجی یاسایر اهداف (مانند حفاظت) مورد استفاده قرار می‌گیرند. هدف چنین روشنایی، در واقع نورانی کردن مسیرها و خروجی‌های تخلیه است تا در صورت وقوع آتش یا موارد اضطراری دیگر که می‌تواند روشنایی آن ناحیه را قطع یا به سطحی کاهش دهد که تخلیه مشکل یا ناممکن شود، احتمال زخمی شدن افراد و یا تلفات انسانی را به حداقل برساند.

باتری‌ها در واحدهای روشنایی اضطراری مستقل (شکل ۴-۱۴) و سیستم‌های روشنایی اضطراری مرکزی (که می‌تواند dc یعنی فقط باتری یا UPS باشد) مورد استفاده قرار می‌گیرد. (الزامات خاص ومشخص سیستم‌های روشنایی اضطراری را می‌توان در ANSI / NFPA 101، NFPA 99 و NFPA 70 بدست آورد. الزامات تجهیزات روشنایی اضطراری (به استثنای UPS ها) در ANSI / UL 924 درج شده است. زمان پشتیبانی باتری‌ها در روشنایی اضطراری ۹۰ دقیقه است، اگرچه برخی سیستم‌ها ممکن است به نحوی طراحی شوند که زمان پشتیبانی طولانی‌تری داشته باشند. همچنین اگر روشنایی اضطراری به تغییر منابع وابسته باشد (برای مثال، از جریان ac معمولی به dc)، این تغییر باید به طور خودکار و بدون هیچگونه وقفه‌ای (یعنی در کمتر از ۱۰ ثانیه) رخ دهد. در مناطقی که معمولا" روشنایی منحصرا" توسط سیستم دشارژ شدت بالا (HID) تامین می‌شود، هرگونه روشنایی اضطراری با نیروی باتری (یعنی مستقل یا مرکزی) حتی پس از بازگشت نیروی برق، باید به کار خود ادامه دهد و پس از روشن شدن چراغ‌های HID از مدار خارج شود. در طراحی سیستم، همچنین باید به خرابی یک وسیله روشنایی تنها (مانند خرابی یک لامپ) توجه شود چون هیچگونه فضای نیازمند به روشنایی اضطراری را نمی‌توان در تاریکی مطلق رها کرد.

چراغ‌های روشنایی اضطراری می‌تواند رشته‌ای (مانند هالوژن) یا فلورسنت باشند. این چراغ‌ها از نظر سبک متفاوت بوده و از انواع صنعتی مناسب برای مناطق صنعتی یا انواع دکوراتیو جهت استفاده دردفاتر، ادارات، مراکز گردهمایی‌ها و غیره تغییر می‌کنند. چراغ‌های روشنایی اضطراری همچنین دارای علائم خروجی هستند. لامپ‌ها، روشنایی پله‌ها، محوطه مربوط به پله‌ها، کریدورها، پاساژها و مسیر آنها، درب‌های خروجی و هر ناحیه دیگر نیازمند به روشنایی اضطراری را تامین می‌کنند.

omoorepeyman.ir

شکل ۴-۱۴ : واحد روشنایی اضطراری مستقل

۴-۲-۸-۱ واحدهای روشنایی اضطراری

واحدهای روشنایی اضطراری پرکاربردترین تجهیزات روشنایی اضطراری در زمان حاضر می‌باشند (شکل۴-۱۴). این واحد از یک باتری قابل شارژ مجدد، یک شارژکننده باتری و یک یا چند لامپ یا تمهیداتی برای لامپ‌های دوردست (یا هردو) تشکیل یافته است. این واحد شامل کنترل‌های ضروری برای نگاهداشتن باتری در حالت شارژ کامل به هنگامی که منبع نیروی برق معمولی در دسترس است، بوده و در صورت قطع نیروی برق معمولی کنترل‌های مذکور وظیفه تحویل خودکار انرژی، به لامپ‌ها را به عهده دارند. این کنترل‌ها، پس از بازگشت نیروی برق معمولی، بلافاصله یا پس از یک تاخیر زمانی، رساندن انرژی به لامپ‌هارا متوقف خواهند ساخت. اگر این واحد با چراغ فلورسنت به‌کار رود، دارای اینورتر فرکانس بالا و کنترل‌های مورد نیاز این نوع چراغ نیز خواهد بود.

واحدهای مذکور را می‌توان با باتری‌های اسید ـ سربی یا نیکل ـ کادمیوم صفحه جیبی مورد بررسی در بخش‌های قبل این فصل به‌کار برد. این باتری‌ها شامل سلول‌های سرب خالص، سرب ـ آنتیمون و سرب ـ کلسیم بوده و از هر دو نوع منفذدار و دریچه قابل تنظیم می‌باشند. همچنین امکان دارد آنها به سلول‌های نیکل ـ کادمیوم با صفحه سوراخ‌دار مجهز باشند. علاوه بر این ممکن است این واحدهادارای

omoorepeyman.ir

شارژکننده‌هایی باشند که ولتاژ شناور / شارژ را از نظر دما جبران می‌سازند. این ویژگی را هنگامی که باتری VRLA در واحد پیش‌بینی شده، باید ضروری در نظر گرفت. انتخاب نوع باتری به تاسیسات مربوطه بستگی دارد. برای مثال، باتری‌های نیکل ـ کادمیوم صفحه ـ جیبی را می‌توان در مناطقی با دمای بالا مانند نواحی مجاور بویلر صنعتی به‌کار برد، در حالی که باتری‌های VRLA یا صفحه ـ سوراخ‌دار آب بندی شده را می‌توان درمناطق اداری و دفتری به‌کار گرفت. کلیه این باتری‌ها به نگهداری و آزمون متناوب نیاز داشته و علاوه بر آن، انواع منفذدار به افزودن متناوب آب نیز نیازمند هستند.

باتری‌هایی از این نوع ۶Vdc یا ۱۲Vdc هستند. در سلول‌های اسید ـ سربی، وزن مخصوص الکترولیت معمولا" ۱/۲۲۵ یا بیشتر بوده و ظرفیت سلول اغلب برحسب آمپر ساعت به ازاء نرخ دشارژ ۱۰ ساعت یا ۲۰ ساعت تا ۱/۷۵ ولت در هر سلول و در ۲۵^{oC} بیان می‌شود.

۴-۲-۸-۲ سیستم روشنایی اضطراری با باتری مرکزی

سیستم‌های روشنایی اضطراری ساختمانی برای اتصال لامپ‌های بسیاری به باتری مرکزی و شارژکننده باتری یا UPS روشنایی اضطراری اختصاصی به‌کار گرفته می‌شود، عموما" این سیستم‌ها ۳۲، ۴۸ یا ۱۲۰ ولت dc هستند، گرچه ولتاژهای ۱۲ و ۲۴ ولت نیز به‌کار می‌رود. هنگامی که سیستم UPS استفاده می‌شود، بسته به اندازه و طرح UPS، ولتاژ باتری می‌تواند از ۱۲۰Vdc بیشتر باشد.

مزایای سیستم روشنایی اضطراری با باتری مرکزی عبارتند از :

- منبع نیروی متمرکز، عدم نیاز به واحدهای منفرد واقع در سرتاسر ساختمان، استفاده از فضای کمتر (فقط لامپ‌های هر ناحیه باید حفاظت شوند) و مکان دوردست منبع نیروی برق. این امر می‌تواند به کاهش زمان نگهداری و آزمون سیستم منجر شود.
- در دسترس بودن مدارهای اعلام خطر و حفاظت که سبب افزایش انعطاف پذیری سیستم می‌شود.
- توانایی استفاده از چراغ‌هایی با جریان کمتر، در ولتاژ بالاتر که به تلفات کمتری منجر می‌شود.

محدودیت‌های سیستم روشنایی اضطراری با باتری مرکزی عبارتند از :

- طراحی تاسیسات اولیه پیچیده‌تر بوده وبه مسیرها (سینی کابل، لوله‌کشی) و نصب کابل‌ها نیاز دارد.
- خرابی یک شاخه یا مدار تغذیه تنها، ممکن است روشنایی اضطراری یک منطقه بزرگ را از کار بیاندازد.

۴-۲-۸-۲ انتخاب سیستم روشنایی اضطراری

انتخاب سیستم روشنایی اضطراری به نوع تسهیلات، طرح ساختمان و نواحی آن و کاربری مکان مورد نظر (مانند ادارات و دفاتر، انبارها، آزمایشگاه ها و غیره) بستگی دارد. نواحی ساختمان که نیاز به روشنایی اضطراری

omoorepeyman.ir

دارند و نیز شدت روشنایی مورد لزوم باید مشخص شود. راهنمایی و دستورالعمل‌های مربوط به تعیین الزامات تسهیلات بخصوص شامل سطوح و شدت روشنایی را می‌توان در NFPA 99 و ANSI/NFPA101 ملاحظه کرد. NEC برای نصب چنین سیستم‌هایی قابل اعمال است ولی به هر حال در آن راجع به لزوم به‌کار گرفتن چنین سیستم‌هایی و نیز مکان تجهیزات آنها توصیه‌ای وجود ندارد. حداقل شدت روشنایی اولیه، مشخص شده توسط ANSI / NFPA 101 عبارت است از میانگین ۱۰ لوکس و حداقل در هر نقطه با یک لوکس که در مسیر خروجی و در تراز کف آن اندازه‌گیری شده باشد. این اعداد می‌تواند به میانگین ۶ لوکس و ۰/۶ لوکس حداقل در هر نقطه در انتهای دوره اضطراری کاهش یابد.

۳-۴ ذخیره انرژی مکانیکی

۱-۳-۴ مقدمه

مقدار قابل توجهی از انرژی را می‌توان به شکل انرژی جنبشی (اینرسی) در جرم چرخان ذخیره کرد. این انرژی توسط یک موتور dc یا ac که انرژی چرخشی آن به روتور این موتور و روتور مولد ac انتقال می‌یابد، بوجود می‌آید. انرژی جنبشی ذخیره شده را می‌توان با استفاده از مولد ac چرخان به نیروی برق ac مفید تبدیل کرد.

۲-۳-۴ انرژی جنبشی

انرژی موجود در یک جرم چرخان براساس رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$J = \frac{1}{2}(IA^2) \qquad (۴)$$

که در آن

$I = \ Kg.m^2 / rad^2$ گشتاو اینرسی جرم برحسب

$A = \ rad/S$ سرعت زاویه‌ای برحسب

$J = Joules\ (N.m)$ انرژی برحسب

این انرژی توسط یک موتور ac یا dc که خود و یک مولد ac را می‌چرخاند بوجود می‌آید. روتورها و شفت(ها) موتور و مولد در واقع جرم چرخان را تشکیل می‌دهند. می‌توان چرخ لنگری را اضافه کرده و جرم را افزایش داد. کوپلاژ موتور و مولد به طرق مختلف انجام می‌پذیرد. کوپلینگ‌هایی از قبیل قرقره‌ها و تسمه‌ها سبب افزایش جرم می‌شوند.

انرژی جنبشی ذخیره شده حاصل به چرخاندن مولد ac، در غیاب نیروی برق اعمالی به موتور، ادامه خواهد داد. مدت زمانی که نیروی برق مفید تولید می‌شود (زمان گردش) توسط معیارهای کلیدی زیر تعیین می‌گردد.

- اینرسی جرم چرخان

omoorepeyman.ir

- درصد بار اسمی کامل اعمال شده به مولد ac
- تولرانس قابل قبول برای فرکانس خروجی

در مورد موتور ـ ژنراتورهای تحت بار کامل با حداکثر تولرانس فرکانس مادون H_z ۱ـ و بدون چرخ لنگر، مقدار نوعی زمان‌های گردش ۵۰ تا ۱۰۰ میلی ثانیه است. اضافه کردن چرخ لنگر می‌تواند زمان مذکور را به ۰/۵ ثانیه یا بیشتر افزایش دهد. موتور ـ ژنراتورهایی با چرخ لنگر و زمان‌های گردش چند دقیقه‌ای براساس کوپلینگ خاص ساخته شده‌اند اگرچه از نظر تجارتی سودمندی آنها به اثبات نرسیده است.

۴-۴ سیستم‌های باتری / اینورتر

۱-۴-۴ مقدمه

سیستم‌های DC، بخصوص هنگامی که بزرگ هستند، می‌توانند اینورترهای ایستا را به عنوان بار تغذیه کنند و در گذشته غالبا" به این اینورترها، منابع تغذیه بدون وقفه می‌گفتند. به هر حال، در شرایطی که نیاز به منابع نیروی برق بدون وقفه است، استفاده از یک باتری، شارژکننده، اینورتر و ملحقات اختصاصی امری رایج است. ترکیب مذکور از باتری، یکسوساز / شارژکننده اینورتر ایستا و ملحقات را امروزه سیستم UPS ایستا می‌نامند. هدف اولیه UPS تامین نیروی برق دایم و با کیفیت به بارهای اصلی و بحرانی مورد تغذیه است. باتری‌های به‌کار رفته در سیستم‌های UPS از نوع ثابت و مورد بررسی در بخش ۴-۲-۲ می‌باشند.

سیستم‌های UPS به صورت طرح‌ها و اندازه‌های مختلف در گستره کمتر از ۱۰۰W تا چند مگاوات وجود دارند. سیستم‌های مذکور قادر به تامین نیروی برق تک فاز یا سه فاز در فرکانس‌های برق ۵۰ تا ۶۰ هرتز یا فرکانس‌های بالاتر مانند ۴۰۰ هرتز می‌باشند. علاوه براین، سیستم‌های UPS ایستا به علت گستره وسیع طرح‌ها و کاربردهای آنها، می‌توانند نیروی برقی را تامین کنند که در آن خلوص خروجی از موج سینوسی تقریبا" کامل (اعوجاج کل هارمونیکی کمتر از ۱٪) تا اساسا" موج مربعی (اعوجاج کل هارمونیکی بزرگتر از ۲۵٪) تغییر نماید.

۲-۴-۴ توصیف سیستم UPS ایستا

سیستم UPS ایستا یک سیستم حالت ـ جامد با کنترل الکترونیکی است که به منظور تامین نیروی برق مناسب، قابل اعتماد و بدون وقفه به تجهیزات کاربر طراحی می‌شود. این تجهیزات را اغلب به عنوان بار ''بحرانی'' یا ''حفاظت شده'' نام می‌برند. سیستم UPS در صورت وقوع رخداد خرابی جزیی یا کلی نیروی برق معمولی که نوعا" از برق شهری تغذیه می‌شود، نیروی برق لازم برای بار بحرانی را فراهم می‌سازد.

پیکربندی‌های مختلفی از UPS وجود دارد که در آنها تنظیم ولتاژ، مناسب‌سازی خط، حفاظت در برابر رعد و برق، اضافات، مدیریت تداخل الکترومغناطیسی، زمان اجرای توسعه یافته، انتقال بار به سایر واحدها و سایر

omoorepeyman.ir

ویژگی‌های مورد نیاز جهت حفاظت بار(های) بحرانی در مقابل خرابی منبع ac معمولی یا در برابر سایر اختلالات سیستم نیروی برق، پیش‌بینی و صورت می‌پذیرد.

امروزه، فناوری UPS به تغییر کردن ادامه داده و مناسب‌تر است که سیستم UPS را برحسب مشخصه‌های عملکردی آن بجای قطعات و عناصر الکترونیکی آن که می‌تواند از سیستمی به سیستم دیگر و با توجه به گذشت زمان و تحولات فناوری تغییر کند، توصیف کرد. بنابراین؛ یک سیستم باید حداقل ویژگی‌های اولیه زیر را دارا باشد :

- سیستم UPS باید نیروی برق بدون وقفه را تامین کند. در شرایطی که منبع نیروی برق معمولی در خارج از محدوده ولتاژ قرار می‌گیرد، و یا به طور بسیار زیادی نویزی می‌شود، و بنظر می‌رسد امکان قطع و وقفه وجود دارد یا قادر به اجرای عملکرد قابل قبولی نیست، UPS باید به تامین نیروی برق دایمی و بدون توقف به بار(های) بحرانی خود حداقل به مدت زمان پشتیبانی ادامه دهند. حداقل زمان پشتیبانی عموما" توسط کاربر مشخص می‌شود ولی زمان کار واقعی توسط اندازه وسیله ذخیره انرژی یعنی باتری موجود در UPS یا به وسیله بار UPS در زمان خرابی منبع نیروی برق نرمال تعیین می‌شود.
- UPS باید نیروی برق خویش را در فرکانس پایداری تامین کند. فرکانس اصلی می‌تواند فرکانس‌های برق مانند ۵۰ یا ۶۰ هرتز یا فرکانس‌های دیگری مانند ۴۰۰ یا ۱۰۰۰ هرتز باشد. الزامات نوعی برای سیستم‌های UPS ۵۰ تا ۶۰ هرتزی، قرار داشتن فرکانس اصلی در محدوده ۰/۵± درصد است.
- در اغلب کاربردها، شکل موج خروجی سیستم UPS باید سینوسی با اعوجاج کل هارمونیکی ۱۰٪ یا کمتر، هنگامی که با بار خطی و با تک فرکانس ۵٪ یا کمتر مورد آزمون قرار می‌گیرد، باشد. به هر حال بارهایی وجود دارند که می‌توانند به طور قابل اعتمادی با شکل موج‌های ورودی دارای محتوای هارمونیکی بالاتر و یا در حالت افراطی، یا ورودی‌های موج مربعی (مانند شکل موج‌های شبه سینوسی پله‌ای) عمل نمایند. اگرچه برخی بارها می‌توانند با ورودی موج مربعی به خوبی کار کنند ولی تداخل الکتریکی حاصل از موج مربعی می‌تواند بر سایر تجهیزات الکتریکی در مجاورت UPS اثرگذار باشد.
- امکان دارد سیستم شامل تجهیزاتی باشد که نیروی برق را از خط به باتری یا از باتری به خط به نحو ناپیوسته و غیر دایمی که به الزامات بار یا کاربر بستگی دارد، انتقال دهد. این دستگاه‌ها را که در طول انتقال از خط به باتری یا از باتری به خط دچار ایست و وقفه می‌شوند، ''سیستم‌های نیروی برق پشتیبان'' (SPS) می‌نامند. در برخی مواقع آنها را به اشتباه سیستم‌های UPS پشتیبان می‌خوانند. بسیاری دستگاه‌های SPS امروزه هنوز مورد استفاده قرار گرفته و بخصوص در سیستم‌های UPS کوچک مانند سیستم‌های کامپیوتری کوچک به‌کار می‌روند. در چنین سیستم‌هایی، وقفه‌ای در جریان نیروی برق توسط مشخصه زمان گردش منبع تغذیه کامپیوتر جبران می‌شود، اگر چه قابلیت زمان گردش، هنگامی که منبع نیروی برق معمولی کمتر از نرمال است، می‌تواند از بین برود.

omoorepeyman.ir

۴-۴-۳ انواع سیستم‌های UPS

دو نوع اصلی از میان سیستم‌های UPS مورد استفاده در عصر حاضر قابل تفکیک و تشخیص است. این سیستم‌ها در پیکربندی‌های مختلف به‌کار گرفته می‌شوند. انواع سیستم‌های UPS در این بخش مورد بررسی قرار می‌گیرند، در حالی که پیکربندی‌های مختلف در بخش ۴-۴-۴ معرفی و توصیف می‌شوند. انواع و ساختارهای UPS تحت بررسی، مورد تک باتری را در نظرگرفته ولی می‌تواند به صورت تک سلولی یا از چند زنجیر سلول‌ها با اتصال موازی به منظور حصول ظرفیت مورد لزوم باتری، تشکیل شده باشد. به طور کلی، این دو نوع سیستم UPS، اگر به نحو مناسب استفاده شوند، قابل اعتماد می‌باشند. قابلیت اعتماد هر سیستم UPS می‌تواند براساس چند عامل تغییر کند. مشابها"در دسترس بودن سیستم UPS می‌تواند با افزایش سویچ‌های انتقال، تجهیزات اضافی و غیره افزایش یابد. موضوع قابلیت اعتماد در استاندارد IEEE Std 493 و قابلیت اعتماد سیستم های نیروی برق پشتیبان و اضطراری در فصل ۶ این استاندارد تعریف و مورد توصیه قرار گرفته است.

۴-۴-۳-۱ سیستم‌های تبدیل دوگانه

سیستم‌های دوگانه براساس توپولوژی توصیف و مشخص می‌شوند. در این سیستم‌ها، در ابتدا خط ورودی به dc تبدیل شده و سپس dc مذکور نیروی ورودی به مبدل dc به ac (یعنی اینورتر) را تامین می‌کند. خروجی اینورتر به صورت ac بوده و نیروی برق تحویلی به بار بحرانی را تشکیل می‌دهد. تعداد بسیاری از اینورترهای متفاوت که هر یک از یک فناوری متنوع موجود استفاده می‌کند، به‌کار می‌روند. باید توجه کرد که در NEMAPE 1 ، از سیستم تبدیل دوگانه به عنوان ''یکسوساز ـ اینورتر'' نام برده می‌شود.

از نظر تاریخی UPS با تبدیل دوگانه بیشترین کاربرد را در صنعت به خود اختصاص داده است. سیستم UPS تبدیل دوگانه سال‌های متمادی به‌کار رفته و در شرایطی که در محدوده طراحی خود عمل کند تجربه نشان داده که سیستمی قابل اعتماد است. این نوع سیستم در واقع معادل الکتریکی ایستای مجموعه موتور ـ ژنراتور است. باتری به طور موازی با ورودی dc به اینورتر وصل شده و نیروی برق پیوسته‌ای را، در هر زمان که خط ورودی برق ناقض مشخصات فنی بوده یا دچار نقص شود، تامین می‌کند. سویچ شدن به باتری به صورت خودکار بوده و هیچگونه وقفه‌ای در ورودی به اینورتر یا خروجی آن رخ نمی‌دهد.

سیستم تبدیل دوگانه دارای چند مزیت است :

- پایداری فرکانسی بسیار خوبی را دارا است.
- درجه بالایی از ایزولاسیون در برابر تغییرات ولتاژ و فرکانس خط برق ورودی دارد.
- زمان انتقال صفر امکان‌پذیر است.
- عملیات نسبتا" آرام و بی سروصدا است.

omoorepeyman.ir

- برخی سیستم‌ها می‌توانند موج خروجی سینوسی با اعوجاج ناچیزی را تولید کنند.

در کاربردهای UPS با توان کمتر (۰/۱ تا ۲۰ کیلووات)، UPS تبدیل دوگانه دارای معایب زیر است. البته می‌توان با استفاده از جدیدترین تولوپوژی‌ها، دقیقا" طراحی و مشخصات آن را تعیین کرده و این معایب را به حداقل رساند.

- راندمان کلی پایینی دارد.
- منبع تغذیه dc بزرگی را نیاز دارد (نوعا"، ۱/۵ برابر نرخ کامل بار UPS)
- ایزولاسیون نویز خط برق با بار می‌تواند ضعیف باشد.
- اتلاف حرارتی بیشتری رخ داده که می‌تواند بر طول عمر کاری UPS اثرگذار باشد.

علاوه براین، اگر اینورتر از نوع مدولاسیون پهنای پالسی (PDM) باشد، مدار فرکانس بالا می‌تواند باعث ایجاد تداخل الکترومغناطیسی (EMI) شود. امکان دارد در این رابطه به فیلترینگ و شیلدکردن خاص به منظور حفاظت تجهیزات حساس در برابر تداخل تشعشعی و هدایتی، نیاز باشد. همچنین UPS تبدیل دوگانه می‌تواند جریان موجکی اضافی باتری را تولید کرده و سبب کاهش طول عمر باتری شود.

۲-۳-۴-۴ سیستم‌های تبدیل یگانه

در سیستم‌های تبدیل یگانه، در طول عملیات نرمال، خط ورودی، نیروی برق را از طریق ترانسفورماتور یا برخی امپدانس سری به بار بحرانی تحویل می‌دهد. برخی انواع UPS تبدیل یگانه به عنوان ''تعاملی خط'' طبقه‌بندی می‌شوند. UPS تبدیل یگانه معمولا" با هزینه کمتر راندمان عملیاتی بالاتری در مقایسه با UPS تبدیل دوگانه تحت شرایط قابلیت اعتماد تقریبا" یکسان، ارایه می‌دهد.

بر خلاف سیستم تبدیل دوگانه، خط ورودی به UPS تبدیل یگانه به منظور تولید نیروی برق dc ورودی به اینورتر، یکسوسازی نمی‌شود. نیروی برق ac معمولی از طریق اندوکتور سری یا ترانسفورماتور خطی یا فرورزونانت مستقیما" به بار بحرانی اعمال می‌شود. نیروی ac معمولی همچنین شارژکننده کوچکی که باتری‌های UPS را در شرایط شارژ کامل نگاه می‌دارد، تغذیه می‌کند. بنابراین باتری فقط هنگامی به‌کار می‌رود که اینورتر به خروجی باتری به منظور تکمیل یا جایگزینی نیروی برق نرمال، نیاز دارد. سیستم های UPS تبدیل یگانه شامل نوع فرورزونانت، برخی نسخ نوع سه پورتی، انواع تعاملی خط و برخی انواع دیگر می‌باشد. بررسی برخی از سیستم‌های مذکور در بخش‌های زیر ارایه می‌شود.

۱-۲-۳-۴-۴ سیستم‌های تعاملی خط

UPS تعاملی خط به سرعت در صنعت کاربرد پیدا کرده و هزینه کمتر، سادگی طرح و ساختار و حجم بسته‌بندی کوچک‌تر برخی از مزایای آن هستند.

omoorepeyman.ir

در UPS تعاملی خط، نیروی برق خط به dc تبدیل نشده بلکه مستقیما" از طریق اندوکتور سری یا ترانسفورماتور بار بحرانی را تغذیه می‌کند. عمل تنظیم و تحویل نیروی دایمی به بار توسط عناصر سویچینگ اینورتر همراه با اجزاء مغناطیسی اینورتر مانند اندوکتورها، ترانسفورماتورهای خطی یا ترانسفورماتورهای فرورزونانت، صورت می‌پذیرد. اصطلاح ‘‘UPS تعاملی خط’’ از این واقعیت ناشی می‌شود که به منظور ثابت نگاهداشتن ولتاژ بار بحرانی، اینورتر با خط برق تعامل کرده و نیروی برق ورودی را تقویت نموده و یا جایگزین آن می‌شود. در غیاب نیروی برق خط شهری، UPS تعاملی خط، نیروی برق کل بار بحرانی را تامین می‌کند. برخی محصولات تعاملی خط در طول انتقال خط ـ به ـ باتری یا باتری ـ به ـ خط، وقفه‌ای در نیروی برق اعمالی به بار بحرانی از خود نشان می‌دهند. طرح‌های دیگر قادر به تولید برق واقعی بدون وقفه به بار بحرانی هستند. UPSهای تعاملی خط به شکل واحدهای یک فازه یا سه فازه در دسترس وموجود هستند.

۴-۴-۳-۲-۲سیستم‌های سه پورتی

سیستم‌های سه پورتی با استفاده ترانسفورماتور خطی با سیم‌پیچی چندگانه به همراه فیلترینگ مناسب، سبب بهبودسازی خط و ایزولاسیون آن از ورودی تا خروجی می‌گردند. در این ساختار، اینورتر به صورت دایمی عمل کرده و از همان هسته ترانسفورماتور به عنوان سیم‌پیچی ورودی ac استفاده می‌کند. فاز دهی به نحوی تنظیم می‌شود که اینورتر در عین عمل نمودن به صورت دایمی، نیروی برق جزیی یا هیچگونه نیرویی به بار بحرانی تحویل نمی‌دهد. در برخی موارد، هنگامی که اینورتر نقش ارایه نیروی برق به بار را ایفا نمی‌کند، ممکن است از آن به عنوان شارژکننده باتری استفاده شود. هنگامی که ورودی ac در خارج از محدوده مشخصات بوده یا دچار نقص می‌شود، اینورتر پاسخ داده ونیروی برق اعمالی به سیم‌پیچی اینورتر از نظر مغناطیسی توسط هسته ترانسفورماتور به بار کوپله شده و بار بحرانی را تغذیه می‌کند. از آنجا که اینورتر به طور پیوسته و دایمی عمل می‌کند، اتصال توان بدون وقفه واقعی به بار بحرانی صورت می‌پذیرد. در این آرایش، توان یا نیروی برق می‌تواند به خط ورودی اضافه یا از آن کسر شود تا تنظیم سازی و جریان توان به بار بحرانی برقرار نگاهداشته شود. چنین تصحیح توانی را اغلب ’’تعامل خط‘‘ نامیده و UPS سه پورتی را می‌توان شکلی از UPS تعاملی خط تلقی کرد.

مزایای سیستم سه پورتی در واقع راندمان سراسری بالاتر در مقایسه با UPS از نوع تبدیل دوگانه و در اغلب موارد عدم نیاز به شارژکننده باتری جداگانه است. محدودیت این نوع سیستم، ایجاد تداخل EMI به واسطه کار دایمی اینورتر فرکانس بالا می‌باشد. بدین علت اضافه کردن مدار فیلترینگ و شیلدکردن جهت حفاظت بار(های) بحرانی ضروری است. عیب دیگر آن است که به سبب خطی بودن ترانسفورماتور، امکان دارد تغییرات در ولتاژهای ورودی به بار بحرانی منتقل شده و حذف نویز مود ـ مشترک می‌تواند در سطح نازلی باشد.

omoorepeyman.ir

۴-۴-۳-۲-۳سیستم‌های فرورزونانت

سیستم UPS نوع ترانسفورماتور فرورزونانت مشابه سیستم UPS سه پورتی است. همچنین این سیستم را می‌توان شکلی از UPS تعاملی خط محسوب کرد. در این آرایش، ترانسفورماتور فرورزونانت مشابه ترانسفورماتور سه پورتی خطی، ورودی ac را به بار بحرانی کوپلاژ مغناطیسی می‌کند. تفاوت اساسی در واقع عبارت است از این که در UPS مبتنی بر فرورزونانت، اینورتر به نحو دایم عمل نمی‌کند.هنگامی که مانیتور خط سیستم نشان می‌دهد که ولتاژ خط خارج محدوده مشخصات بوده و دارای نویز اضافی سوار شده بر آن است یا ولتاژ مذکور دچار نقص می‌باشد، خط ورودی به طور خودکار از اولیه ترانسفورماتور جدا و اینورتر به طور همزمان روشن می‌شود.در طول مدت انتقال یا تبدیل به توان اینورتر، انرژی ذخیره شده در مدار تانک ترانسفورماتور فرورزونانت به تامین نیروی برق برای بار بحرانی ادامه داده و از آنجا که قبل از افت ولتاژ تانک مذکور، اینورتر توان را به هسته ارایه می‌دهد، بار توان یا نیروی برق واقعی، دایمی و بدون وقفه را دریافت می‌کند. این ویژگی ذخیره انرژی، UPS نوع فرورزونانت را به عنوان UPS بر ـ خط (on – line) واقعی معرفی و متمایز می‌کند، هرچند در آن اینورتر به طور دایمی عمل نمی‌نماید.

اگرچه ورودی ac به این سیستم اعمال می‌شود، ترانسفورماتور فرورزونانت سبب تحقق مناسب سازی خط، حفاظت در برابر رعد و برق، ایزولاسیون در برابر نویز، ایزولاسیون زمین و تنظیم ولتاژ با سیم‌پیچی بار فرورزونانت که در حالت اشباع عمل می‌کند، خواهد بود. جبران و ترمیم در طرح فرورزونانت باعث می‌شود که موج سینوسی خوبی به بار بحرانی اعمال گردد بدون آن که نیاز به عناصر فیلترینگ گران قیمت و پیچیده باشد. در ترانسفورماتور فرورزونانت، سیم‌پیچی‌ها روی بخش‌های مختلف هسته پیچیده می‌شوند. چنین ساختاری ایزولاسیون فیزیکی و نویزی بین سیم‌پیچی‌های اولیه و ثانویه ایجاد می‌کند. شیلد فاراده سبب ایجاد ایزولاسیون نویز اضافی و ارتقاء حفاظت در مقابل رعد و برق می‌گردد.

در کاربردهای UPS تبدیل یگانه، ترانسفورماتور فرورزونانت در مقایسه با ترانسفورماتور خطی چند مزیت را دارا است. برای مثال، ترانسفورماتور فرورزونانت دارای تنظیم خط، نوعا" ۳ درصد به ازاء ۱۵٪ تغییرات در ورودی ac است. همچنین ترانسفورماتور فرورزونانت، نویز ورودی مود ـ مشترک را تقریبا" ۱۲۰ دسیبل تضعیف کرده ونویز مود ـ متقاطع را در حدود ۷۰ دسیبل دفع و حذف می‌کند.اگر واحد در حالت کار بر ـ خط (on – line) باشد راندمان‌های عملیاتی نوعی ۹۱ درصد و بیشتر در بار کامل بوده واگر در حالت کار بر ـ اینورتر (on – inverter) باشد راندمان‌های عملیاتی نوعی ۸۹ درصد در بار کامل خواهد بود. علاوه بر این، حذف نویز مود ـ مشترک بالا و ایزولاسیون خوبی نیز صورت می‌پذیرد. ترانسفورماتور فرورزونانت سبب همواری ضریب توان ورودی شده و هنگامی که ترانسفورماتور دارای بارهایی با ضریب توان ضعیف است، ضریب توان نزدیک به یک را به خط ارایه می‌دهد. نوعا" بار با ضریب توان (تاخیری) ۰/۷ به اولیه ترانسفورماتور فرورزونانت به صورت باری با ضریب توان ۰/۹۷ انعکاس می‌یابد.

omoorepeyman.ir

ترانسفورماتور فرورزونانت قادر به تامین توان بارهایی با ضریب رأس (crest factor) بالا می‌باشد. انرژی ذخیره شده اضافی در مدار تانک مغناطیسی می‌تواند جریان‌هایی با پیک بالا تولید کند. فرکانس خروجی بر ـ خط همان مقدار مناسب شبکه خط برق شهری را خواهد داشت (نوعا ۰/۵± درصد) ـ پایداری فرکانسی بر ـ اینورتر از کامپیوتر منشأ گرفته ونوعا" بهتر از ۳٪± هرتز (در سیستم ۶۰ هرتز) می‌باشد. اینورتر ترانسفورماتور فرورزونانت در فرکانس خط (۵۰ یا ۶۰ هرتز) عمل می‌کند. عملکرد فرکانس پایین اینورتر به راندمان اینورتر بالا، اتلاف‌های حرارتی کمتر، EMI کاهش یافته و هزینه کمتر منجر می‌شود.

البته، ترانسفورماتور فرورزونانت معایبی دارد که از آن جمله وزن آن در مقایسه با اینورتر PWM فرکانس بالای معادل است. در اغلب تاسیسات، به هر حال، این امر مشکل بخصوصی نیست، چون UPS جزء تجهیزات ثابت منظور شده و پس از نصب، جابجا نمی‌شود. علاوه بر این، با کاهش تراز بار به پایین ۵۰ درصد، هارمونیک‌های خروجی افزایش می‌یابند. به هر صورت، در اغلب موارد اعوجاج کل هارمونیکی در حدود ۵٪ است. اگرچه ترانسفورماتور فرورزونانت هنگامی که در یا مجاورت مقدار اسمی عمل می‌کند همان کارآمدی ترانسفورماتور خطی را دارد، راندمان آن هنگامی که دارای بار سبکی است کاهش می‌یابد. به عنوان مثال، زمانی که ترانسفورماتور در ۲۵ درصد مقدار اسمی عمل می‌کند راندمان آن نوعا"۷۷٪ خواهد بود. مقایسه‌ای بین ترانسفورماتورهای خطی و فرورزونانت در جدول ۴-۲ ارایه شده است.

جدول ۴-۲ : مقایسه ترانسفورماتورهای فرورزونانت و خطی با مقدار اسمی یکسان (۶۰Hz ،۷۵۰۰ VA ،۲۲۰V)

بار (درصد)	راندمان ترانسفورماتور فرورزونانت (درصد)	راندمان ترانسفورماتور خطی (درصد)
۱۰	۶۰	۸۲
۲۵	۷۵	۹۲
۵۰	۸۵	۹۳
۷۵	۹۰	۹۲/۵
۱۰۰	۹۲	۹۱

omoorepeyman.ir

۴-۴-۳-۳ انواع دیگر

سایر سیستم‌های UPS شامل سیستم‌های dc به dc می‌شود که اغلب در کاربردهای خاص استفاده می‌شوند. این نوع سیستم‌ها در سیستم‌های کامپیوتری کوچک، سیستم‌های کنترل و سیستم‌های اعلام خطر به‌کار گرفته می‌شوند.

۴-۴-۴ پیکربندی‌ها

در این بخش، خواننده با پیکربندی‌های مختلف UPS آشنا می‌شود. در تمام مثال‌ها سیستم‌های تبدیل دوگانه نشان داده شده‌اند ولی پیکربندی‌های مشابه برای سیستم‌های تبدیل یگانه نیز وجود دارد.

شکل‌های رسم شده در این متن از نظر ارایه، ساده‌تر شده و نبایستی تصور شود که این شکل‌ها تمام اجزاء سیستم UPS را در برگرفته و نمایش می‌دهند. برای مثال، در مورد سویچ‌ها، فقط سویچ انتقال یا تبدیل نشان داده شده است در حالی که در تاسیسات واقعی ممکن است از سویچ‌های ایزوله، سویچ‌های کنارگذر نگهداری، سویچ‌های قطع کننده و غیره استفاده شود. نشریه NEMA PE 1 چهار گروه اصلی از UPSها راتعریف و مشخص می‌کند. این گروه‌ها عبارتند از :

- گروه ۱ : سیستم‌های تبدیل دوگانه بدون کنارگذر
- گروه ۲ : سیستم‌های تبدیل دوگانه با کنارگذر
- گروه ۳ : سیستم‌های تبدیل یگانه بدون کنارگذر
- گروه ۴ : سیستم‌های تبدیل یگانه با کنارگذر

هر سیستم دارای سمبول ساده شده‌ای است که جهت توصیف آن به‌کار می‌رود (شکل ۴-۱۵). در هر گروه، NEMA PE 1 بیان می‌کند که چند عدد از این UPSهای تکی را می‌توان به صورت موازی ترکیب کرد. همچنین پیکربندی‌های موازی که برای افزایش ظرفیت به‌کار می‌روند و پیکربندی‌های موازی که جهت افزونگی به‌کار گرفته می‌شوند معرفی می‌شوند. در این بررسی، توصیف خود پیکربندی اطلاعات کافی به خواننده می‌دهد که قادر به تشخیص این که UPS پیکربندی تکی یا موازی دارد، باشد. در مورد پیکربندی‌های موازی هنگامی که برای افزونگی به‌کار می‌روند، توصیف شامل کلمه ''افزونه'' خواهد بود.

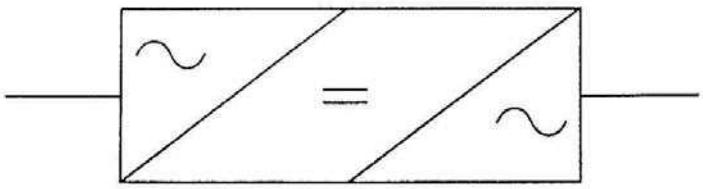
۴-۴-۴-۱ واحد UPS تکی با یکسوساز / شارژکننده

پیکربندی اساسی UPS در واقع یک UPS تکی با یکسوساز / شارژکننده بوده و از یک یکسوساز / شارژکننده، باتری و اینورتری که به طور دایمی و پیوسته عمل می‌کند، تشکیل یافته است. ورودی ac نرمال به یکسوساز / شارژکننده اعمال شده و بار(های) بحرانی از خروجی اینورتر تغذیه می‌شوند. واحدهای مذکور به هر

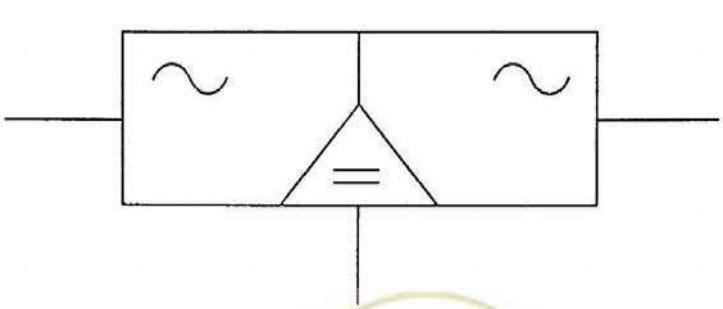
omoorepeyman.ir

دو شکل تک فازه و سه فازه وجود داشته و واحدهای سه فازه در اندازه‌هایی تا بیش از ۵۰۰KVA را می‌توان یافت. نمودار بر ـ خط نوعی در شکل ۴-۱۶ نشان داده شده است.

توانایی اینورتر در گرفتن نیروی برق خویش از یکسوساز / شارژکننده یا باتری به عنوان مشخصه اصلی UPS تکی تلقی می‌گردد. هنگامی که منبع ac نرمال یا یکسوساز / شارژکننده دچار نقص می‌شود. باتری توان ورودی به اینورتر را تامین کرده و بار(های) بحرانی تغذیه می‌شوند. مدت زمانی که در طول آن سیستم، بدون وجود منبع توان ac نرمال، می‌تواند عمل کند ظرفیت باتری را تعیین می‌نماید. بسته به الزامات کاربر، زمان‌های پشتیبانی می‌تواند از چند دقیقه تا چند ساعت تغییر کند ولی هرچه زمان پشتیبانی طولانی‌تر باشد، ظرفیت باتری بزرگتر خواهد بود. امروزه، اغلب سیستم‌ها از زمان پشتیبانی ۱۵ دقیقه برای باتری استفاده کرده و در صورت لزوم به دیزل ـ ژنراتورها یا توربین‌های احتراقی اضطراری اتکا دارند تا به صورت بر – خط وارد عملیات شده و توان برق اضطراری را برای دوره‌های زمانی طولانی‌تری تامین کنند.



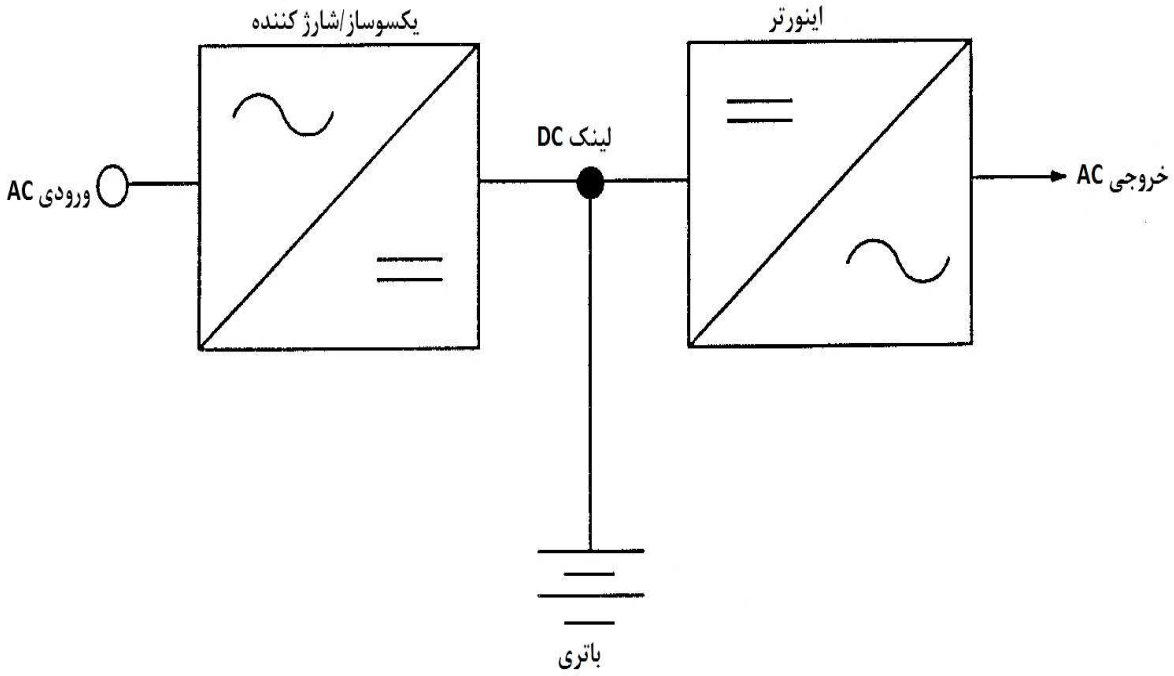
الف) سیستم تبدیل دوگانه



ب) سیستم تبدیل یگانه

شکل ۴-۱۵ : توصیف ساده‌ای از یک سیستم UPS

omoorepeyman.ir

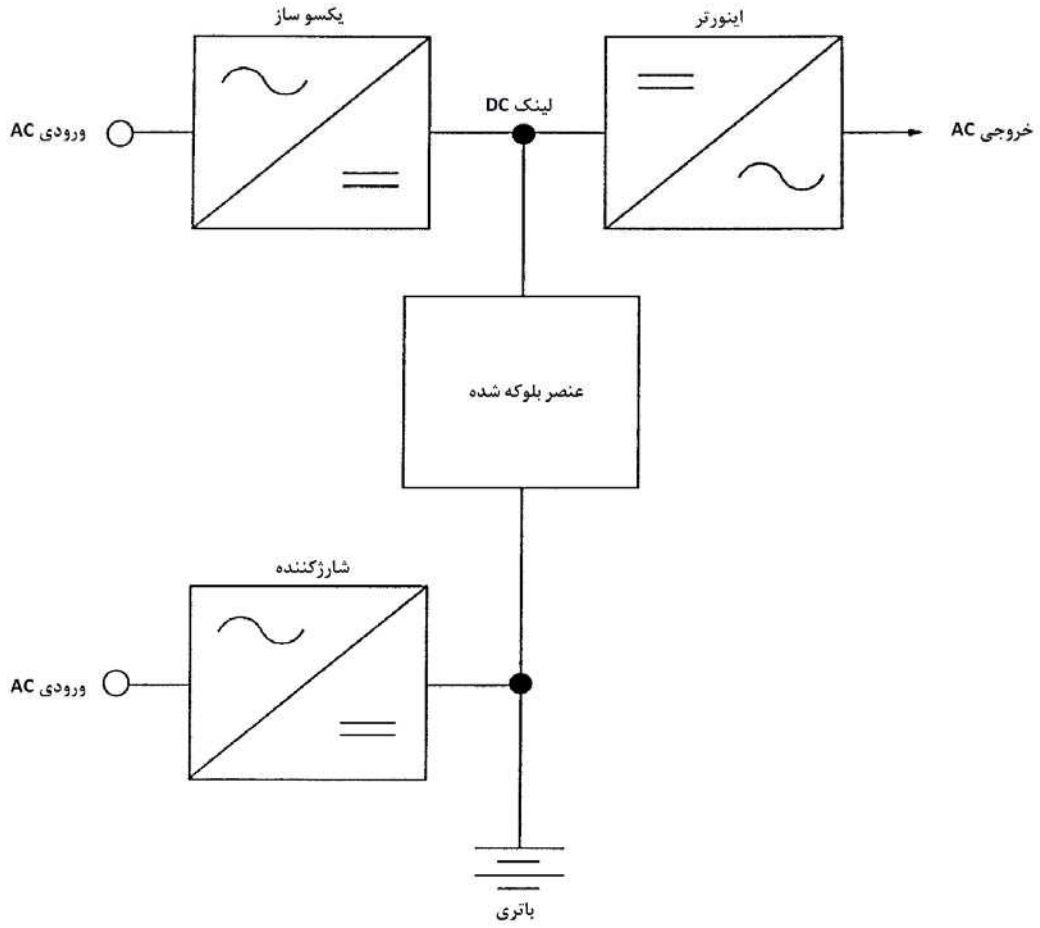


شکل ۴-۱۶ : واحد UPS تکی با یکسوساز / شارژکننده

۲-۴-۴-۴ واحد UPS تکی با شارژکننده باتری جداگانه

این پیکربندی مشابه پیکربندی توصیف شده در بخش قبل است با این تفاوت که یکسوساز / شارژکننده جای خود را به یک یکسوساز جدا و یک شارژکننده باتری جدا می‌دهد. یکسوساز ورودی نرمال به اینورتر را تامین و شارژکننده باتری را در حالت شارژ کامل نگاه می‌دارد. یک عنصر بلوکه کننده مانند دیود بین باتری و لینک ac به‌کار می‌رود. شکل ۴-۱۷ توصیف نوعی چنین پیکربندی را نمایش می‌دهد. عملیات آن مشابه UPS تکی با یکسوساز / شارژکننده بوده ولی لازم است فقط اندازه شارژکننده به نحوی برآورد شود که باتری را شارژ و آن را در حالت شارژ کامل نگاهدارد.

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۷ : واحد UPS تکی با شارژکننده باتری جداگانه

۴-۴-۴-۳ واحد UPS تکی با کنارگذر و سویچ انتقال

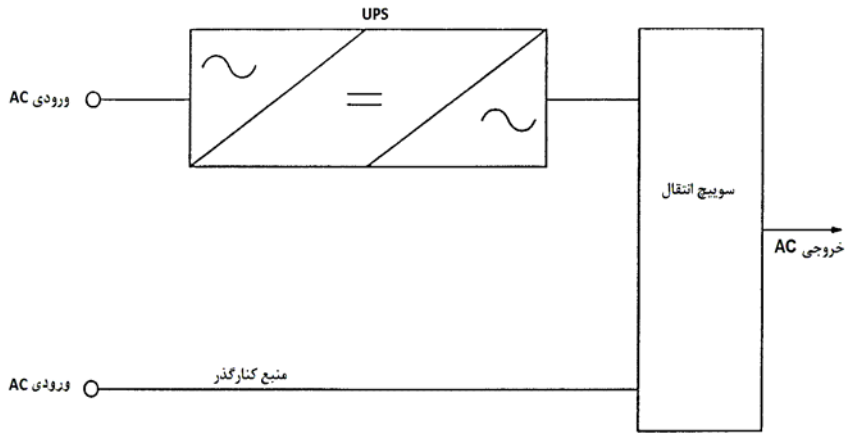
هر یک از سیستم‌های UPS تکی مندرج در بخش‌های ۴-۴-۴-۱ و ۴-۴-۴-۲ را می‌توان با یک منبع کنار گذر و سویچ انتقال ترکیب کرده و قابلیت انجام عملیات توسط UPS یا منبع دیگری را تحقق بخشید. مشخصه‌های منبع باید با مشخصه‌های خروجی ac واحد UPS سازگار باشد. اضافه نمودن کنارگذر و کلید انتقال در واقع روشی برای افزایش قابلیت اعتماد سراسری سیستم است. برای مثال، افزودن یک کلید انتقال ایستا ممکن است حدود ۱۰٪ به هزینه یک واحد UPS تکی اضافه کند ولی این امر سیستم را ۸ تا ۱۰ برابر بیشتر قابل اعتماد خواهد کرد. این سیستم در شکل ۴-۱۸ نشان داده شده است. هنگامی که از کنارگذر و سویچ انتقال استفاده می‌شود، سیستم به صورت دو حالت زیر عمل می‌کند.

- واحد UPS (حالت اولیه) : حالت اولیه سویچ انتقال واحد UPS را جهت تامین توان بار انتخاب می‌کند، حالت دیگر سویچ انتقال منبع کنارگذر را انتخاب خواهد کرد. هنگامی که خرابی اینورتر آشکار شود، بار

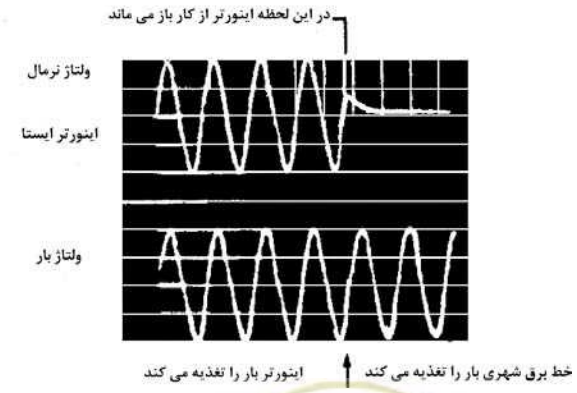
omoorepeyman.ir

بحرانی رامی‌توان در زمان کمتر از ۴ میلی ثانیه به مدار کنارگذر انتقال داد (با فرض استفاده از سویچ ایستا). شکل ۴-۱۹ نمودار اسیلوسکوپی ولتاژ بار را در طول مدت انتقال از منبع نیروی برق یا سویچ ایستا را نمایش می‌دهد.

- کنارگذر (حالت اولیه) : حالت اولیه سویچ منبع کنارگذر را جهت تامین توان بار انتخاب می‌کند. حالت دیگر سویچ انتقال UPS را انتخاب خواهد کرد.



شکل ۴-۱۸ : واحد UPS تکی با کنارگذر و سویچ انتقال



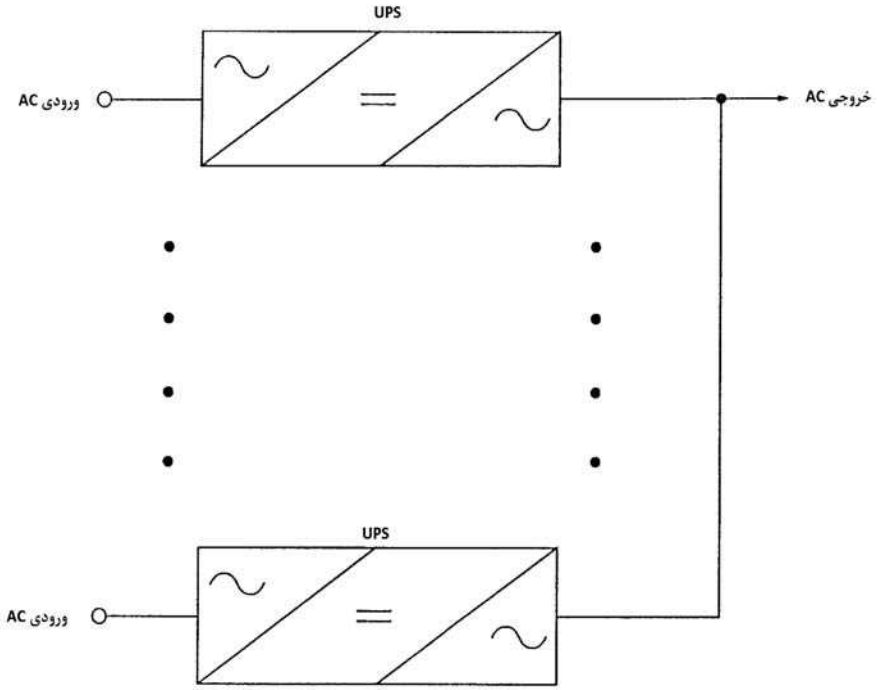
شکل ۴-۱۹ : نمودار اسیلوسکوپی خروجی UPS هنگام انتقال به منبع کنارگذر

omoorepeyman.ir

۴-۴-۴-۴ UPS موازی با باتری انفرادی

هنگامی که به توان ونیروی برق بیشتر از مقداری که یک واحد منفرد می‌تواندتامین کند، نیاز باشد از واحدهای UPS موازی باید استفاده کرد. واحدهای موازی به نحوی عمل می‌کنند که به صورت یک UPS تنها بنظر رسیده و خروجی واحدها به یک نقطه مشترک اتصال می‌یابد. در این پیکربندی، هر UPS موازی دارای یکسوساز / شارژکننده و باتری متعلق به خود می‌باشد (شکل ۴-۲۰).

.

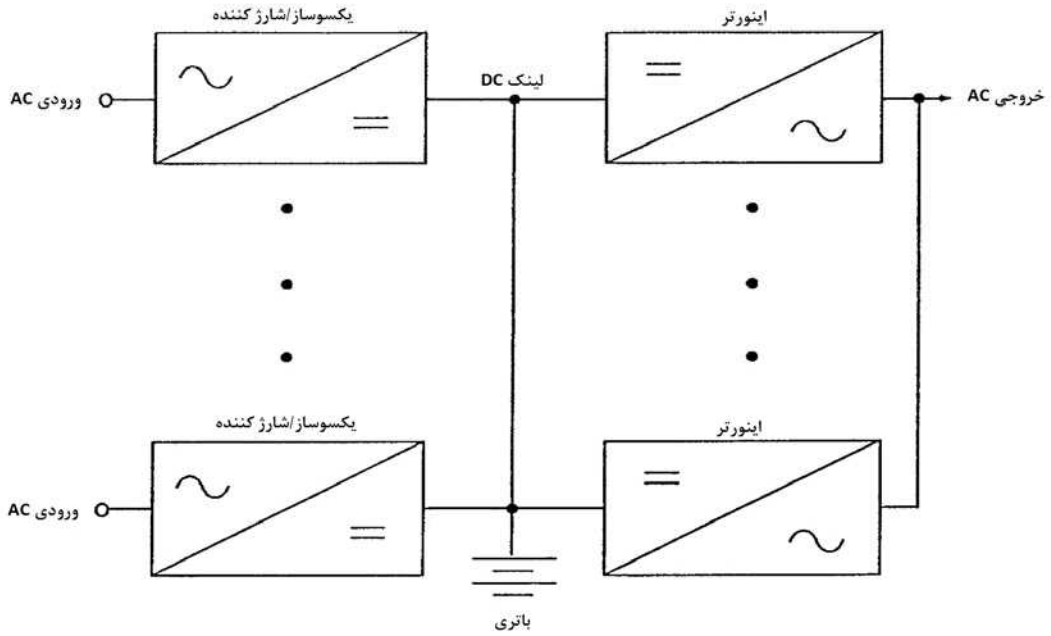


شکل ۴-۲۰ : UPS موازی با باتری انفرادی

۴-۴-۴-۵ UPS موازی با باتری تکی

در این پیکربندی، کلیه مدول‌های UPS لینک ac خود را داشته و آنها به یک باتری تکی متصل هستند (شکل ۴-۲۱)

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۲۱ : UPS موازی با باتری تکی

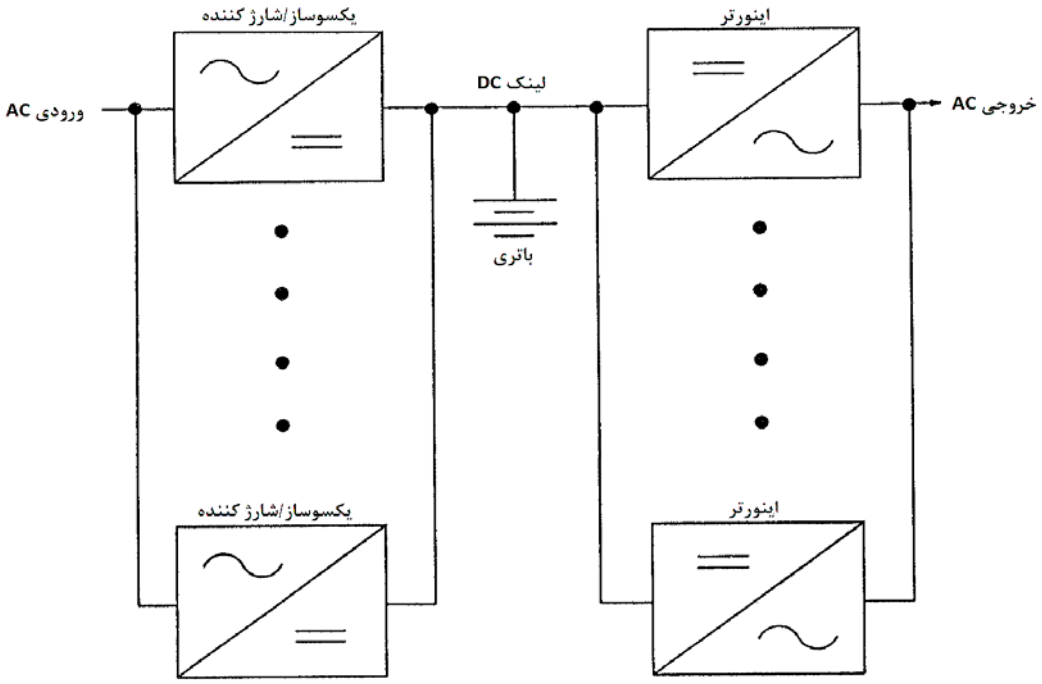
۶-۴-۴-۴ UPS موازی جزیی

این پیکربندی از ترکیب نابرابر یک یا چند یکسوساز / شارژکننده با اتصال موازی و یک یا چند اینورتر با اتصال موازی و با یک لینک dc و باتری بین آنها مطابق شکل ۴-۲۲ تشکیل یافته است.

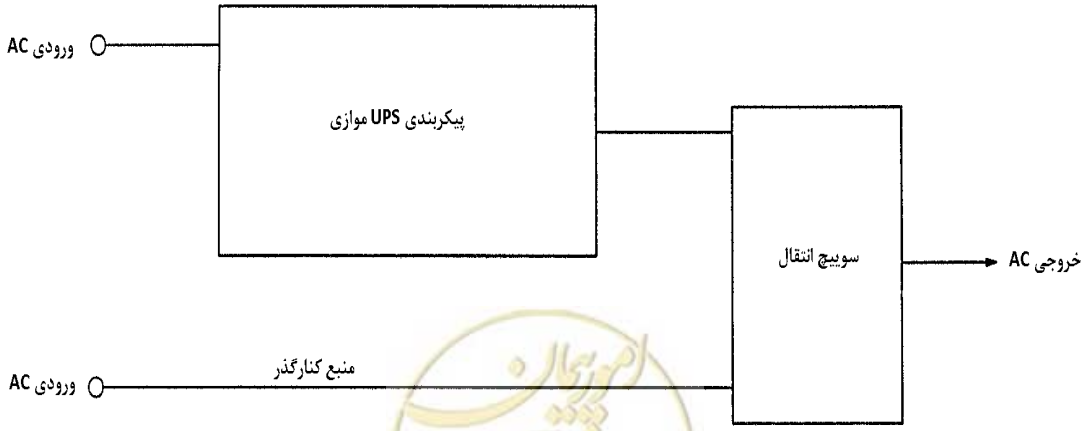
۷-۴-۴-۴ UPS موازی با کنارگذر و سویچ انتقال

در این پیکربندی یک کنارگذر و یک سویچ انتقال به هر پیکربندی UPS موازی مطابق شکل ۴-۲۳ اضافه می‌شود. از نظر کارکردی UPS موازی با کنارگذر و سویچ انتقال معادل UPS تکی با کنارگذر و سویچ انتقال می‌باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۲۲ : UPS موازی جزیی

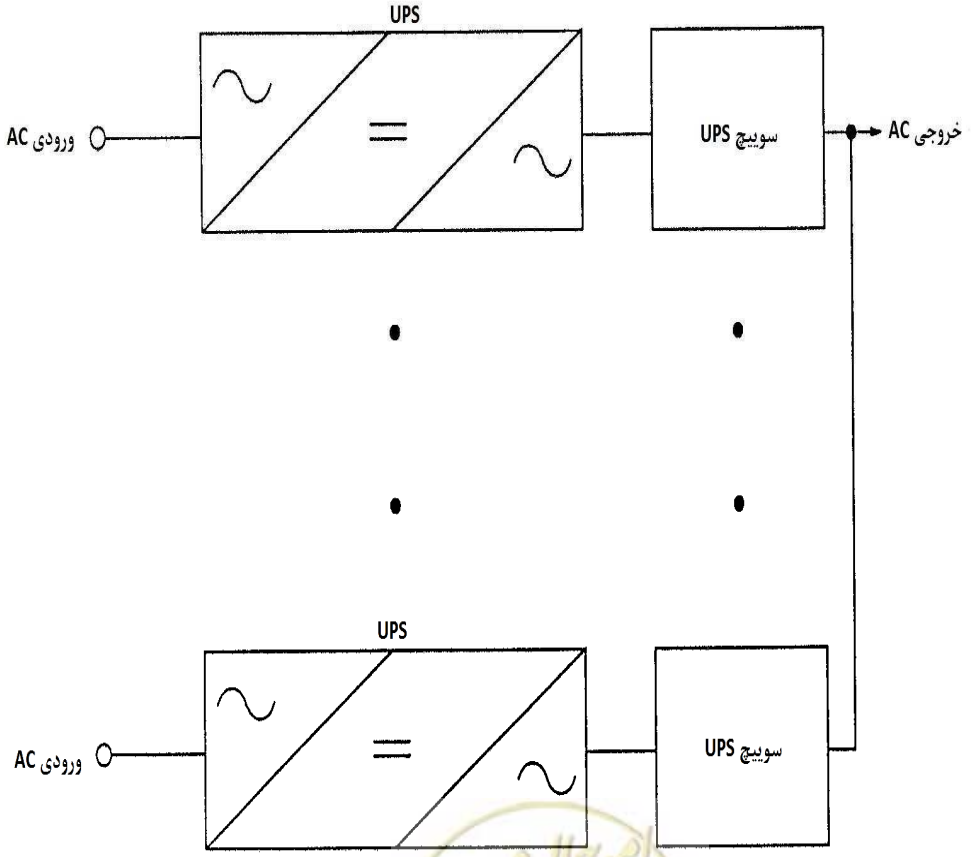


شکل ۴-۲۳ : UPS موازی با کنارگذر و سویچ انتقال

omoorepeyman.ir

۸-۴-۴-۴ UPS اضافی موازی

نیاز به افزونگی و اضافات به الزامات کاربرد سیستم بستگی دارد. با موازی کردن مدول‌های UPS می‌توان به مراتب متفاوتی از افزونگی رسید. سیستم‌های اضافی ممکن است شامل اجزایی باشند که برای تمام مدول‌ها مشترک است (مانند باتری). خرابی چنین عنصر مشترکی می‌تواند به از دست رفتن نیروی برق تحویلی به بار بحرانی منجر شود. پیکربندی اضافی موازی که در شکل ۴-۲۴ رسم شده است، از تعدادی مدول‌های متصل بهم به طور موازی جهت تغذیه بار، استفاده می‌کند. اگر اتصال یک مدول UPS از سیستم قطع شود، مدول(های) باقی‌مانده پیوستگی و تداوم تحویل توان به بار را حفظ خواهد کرد. اگر یک مدول دچار نقص گردد، توسط سویچ UPS ایزوله شده و از تداخل آن با سایر مدول‌های UPS در حفظ تداوم تحویل توان به بار، جلوگیری می‌شود.

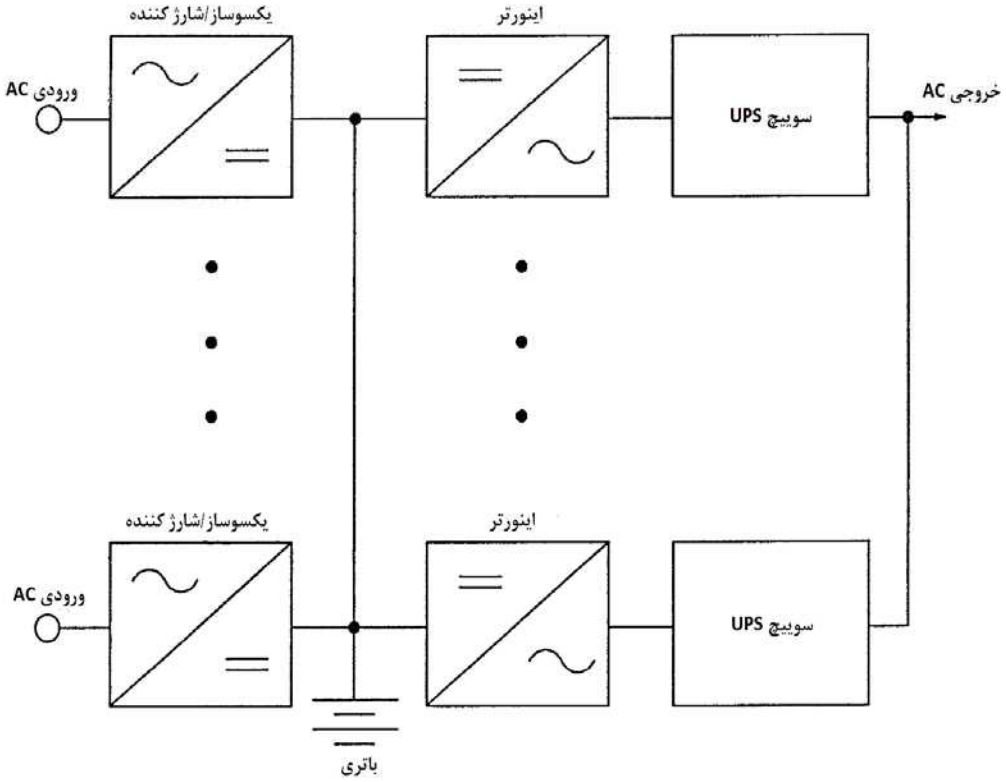


شکل ۴-۲۴ : UPS اضافی موازی

omoorepeyman.ir

۴-۴-۴-۹ UPS اضافی موازی با لینک dc مشترک (باتری تکی)

در این پیکربندی، تعدادی یکسوساز / شارژکننده و اینورتر به طور موازی اتصال یافته و با یک باتری به لینک dc خود متصل می‌شوند. اگر یک یکسوساز / شارژکننده یا اینورتر از سیستم خارج شود، مدول‌های باقی‌مانده پیوستگی تامین توان برای بار را حفظ خواهند کرد. اگر مدولی دچار خرابی شود از سایر مدول‌ها که پیوستگی توان بار را حفظ می‌کنند، ایزوله خواهد شد (شکل ۴-۲۵).

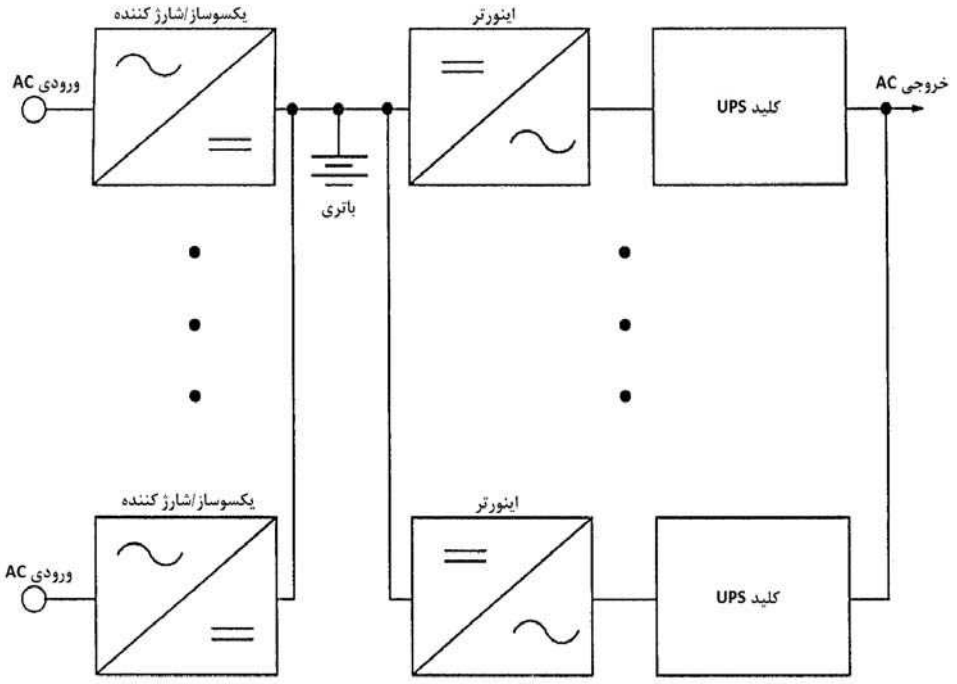


شکل ۴-۲۵ : UPS اضافی موازی با لینک dc مشترک (باتری تکی)

omoorepeyman.ir

۴-۴-۴-۱۰ UPS اضافی موازی جزیی

این پیکربندی از ترکیب نامساوی دو یا چند یکسوساز / شارژکننده با اتصال موازی و دو یا چند اینورتر با اتصال موازی و یک باتر تکی تشکیل یافته است. اگر یک یکسوساز / شارژکننده یا اینورتر از سیستم خارج شود، مدول‌های باقی‌مانده تداوم تامین توان برای بار را حفظ خواهند کرد. اگر مدولی دچار خرابی شود، از سایر مدول‌ها که تداوم توان بار را برقرار می‌سازند، ایزوله می‌شود (شکل ۴-۲۶).

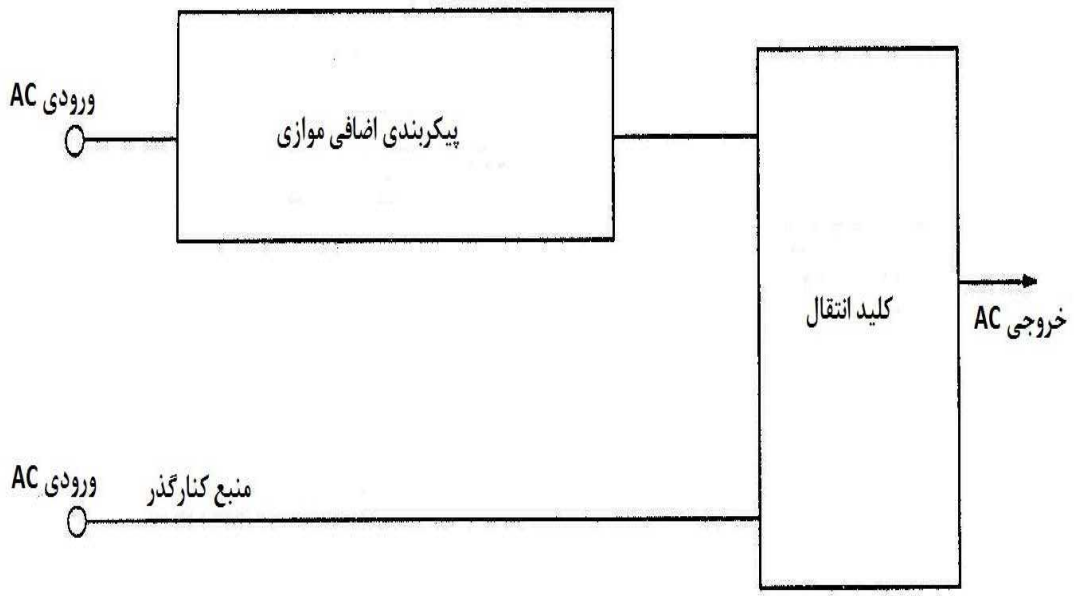


شکل ۴-۲۶ : UPS اضافی موازی جزیی

omoorepeyman.ir

۴-۴-۴-۱۱ UPS اضافی موازی با کنارگذر و سویچ انتقال

در این پیکربندی، یک منبع کنارگذر و یک سویچ انتقال به هر یک از پیکربندی‌های UPS اضافی موازی فوق‌الذکر اضافه می‌شود (شکل ۴-۲۷). از نظر کارکردی، UPS اضافی موازی با کنارگذر و سویچ انتقال معادل UPS تکی با کنارگذر و سویچ انتقال (بخش ۴-۴-۴-۳) است.



شکل ۴-۲۷ : UPS اضافی موازی با کنارگذر و سویچ انتقال

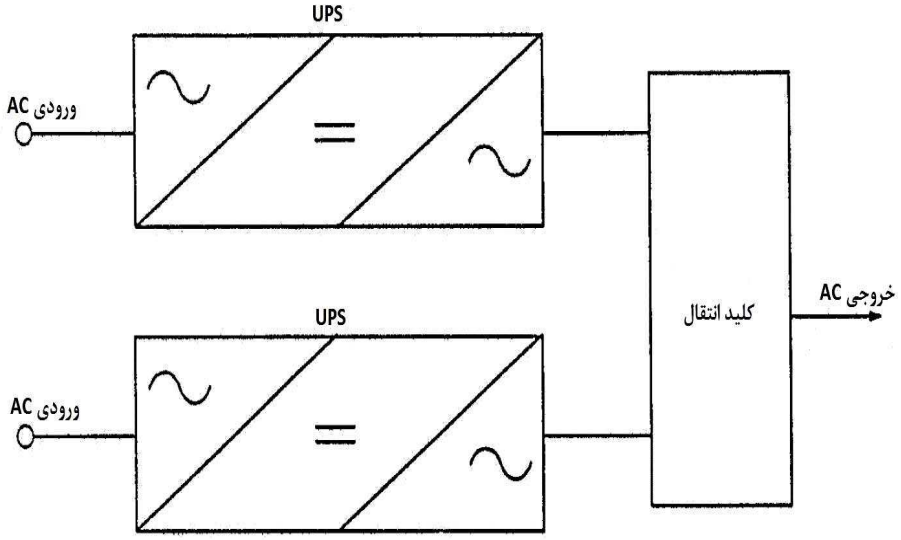
۴-۴-۴-۱۲ UPS اضافی پشتیبان

UPS اضافی پشتیبان که در شکل ۴-۲۸ رسم شده است از دو UPS و یک کلید انتقال تشکیل یافته است. در صورت خرابی UPS در حین عملیات، سویچ انتقال به UPS پشتیبان تغییر وضعیت خواهد داد.

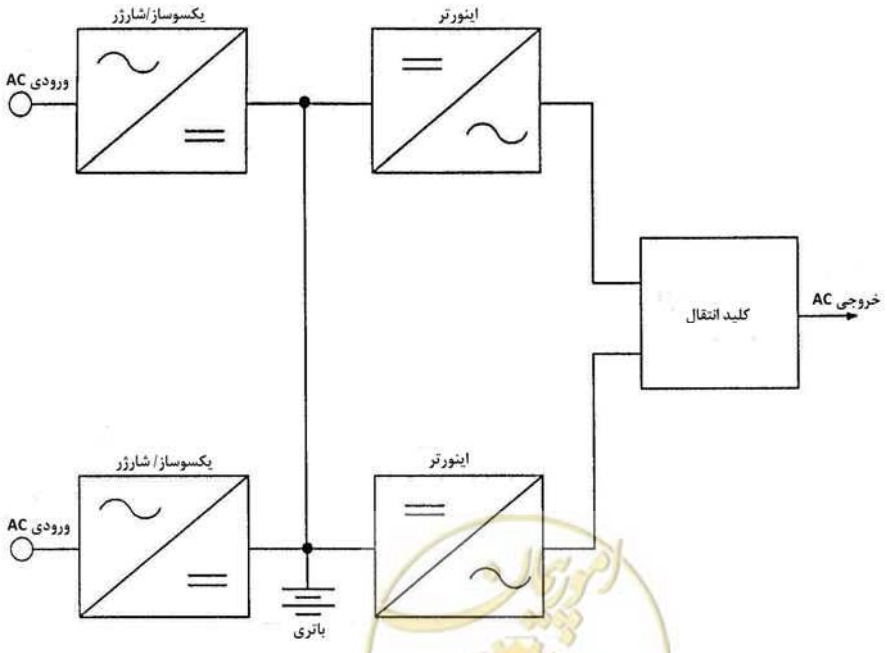
۴-۴-۴-۱۳ UPS اضافی پشتیبان با لینک مشترک (باتری تکی) وسویچ انتقال

در این پیکربندی، دو یکسوساز / شارژکننده و دو اینورتر با یک باتری مشترک مطابق شکل ۴-۲۹ به سویچ انتقال اتصال می‌یابند.

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۲۸ : UPS اضافی پشتیبان با سویچ انتقال

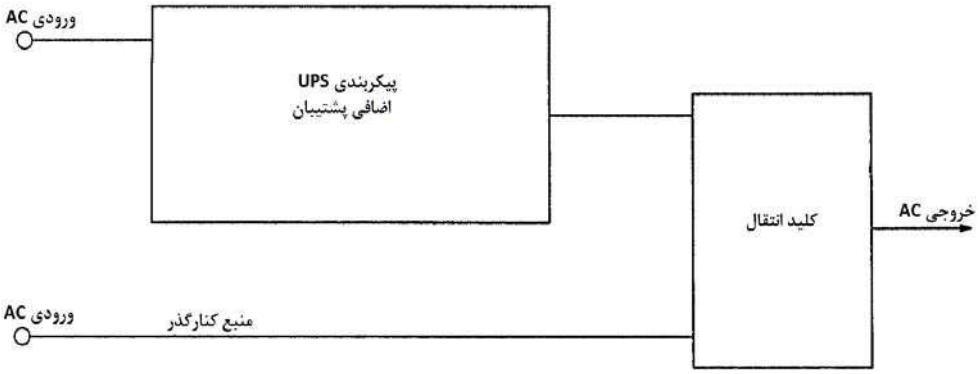


شکل ۴-۲۹ : UPS اضافی پشتیبان با لینک dc مشترک (باتری تکی) و سویچ انتقال

omoorepeyman.ir

۱۴-۴-۴-۴ UPS اضافی پشتیبان با کنارگذر و سویچ انتقال

این پیکربندی از اضافه کردن کنارگذر و سویچ انتقال به هر یک از پیکربندی‌های UPS اضافی پشتیبان فوق‌الذکر بوجود می‌آید (شکل ۴-۳۰). از نقطه نظر کارکردی، UPS اضافی پشتیبان با کنارگذر وسویچ انتقال معادل UPS تکی با کنارگذر و سویچ انتقال (بخش ۴-۴-۴-۳) است.



شکل ۴-۳۰ : UPS اضافی پشتیبان با کنارگذر و سویچ انتقال

۵-۴ موتور ـ ژنراتورها و UPSهای چرخان

۱-۵-۴ مقدمه

موتور ـ ژنراتورها سیستم‌های نیروی برقی هستند که به منظور تولید توان برق خروجی مفید از ژنراتور ac چرخان استفاده می‌کنند. اگر به این سیستم باتری‌هایی اضافه شود تا قادر به ادامه عملیات بدون استفاده از ورودی و نیروی برق شهری باشد، در این‌صورت سیستم به UPS تبدیل می‌گردد.

موتور ـ ژنراتورها از موتورهای dc یا ac جهت تحریک و به‌کار انداختن ژنراتورهای ac استفاده می‌کنند. آنها جرم چرخشی خویش را جهت تسلط بر ولتاژهای ورودی، تضعیف‌ها یا اتلاف کلی به مدت حداکثر نیم ثانیه

omoorepeyman.ir

(۵۰۰ میلی ثانیه) به‌کار می‌برند. هنگامی که چرخ لنگر اضافه شود، زمان گردش می‌تواند ثانیه‌های زیادی را در بر گیرد.

برای حفاظت در برابر اتلاف توان به مدت بیش از ۰/۵ ثانیه، باتری‌ها یا سایر وسایل ذخیره انرژی بایستی اضافه شود. تبدیل توان باتری به انرژی چرخان به یکی از دو طریق زیر صورت می‌پذیرد :

- توسط یک موتور dc یا
- به وسیله یک اینورتر حالت ـ جامد به dc که موتر ac را تغذیه می‌کند

به منظور حذف باتری‌ها، یک سیستم از ژنراتور دیزلی و ژنراتور ـ موتور با چرخ لنگر استفاده می‌کند. این نوع سیستم‌ها در پاراگراف‌های ذیل شرح داده می‌شوند.

ژنراتور ac، دستگاه متنوعی است که گستره وسیعی از روش ها برای تحریک و به‌کار انداختن آن بدون وقفه، وجود دارد. ژنراتورهای ac اعوجاج و محتوای هارمونیکی پایینی را دارا هستند. آنها قادر به کار قابل اعتماد در دماهای بالا و تحت اضافه بارهای کوتاه مدت شدید می‌باشند. آنها گذشته وتاریخچه اثبات شده و خوبی از قابلیت اعتماد بالا و خرابی قابل پیش‌بینی را دارند. در بازه‌های زمانی متناوب می‌توان یاتاقان‌ها را مورد آزمون قرار داده و معایب و نواقص را آشکار نموده وبرای جایگزینی برنامه‌ریزی کرد.

سه موتور مختلف را می‌توان جهت تحریک ژنراتور ac به‌کار برد. آنها عبارتند از موتورهای اندوکسیون (آسنکرون)، موتورهای سنکرون ac و موتورهای dc.

موتورهای اندوکسیون کمترین هزینه را به ازاء هر اسب بخار داشته و موتورهای اندوکسیون سه فاز بیشترین کاربرد را دارند. به علت لغزش، خروجی دور در هر دقیقه این موتور کمتر از موتور سنکرون ac است، با افزایش لغزش، نیروی گشتاوری افزایش می‌یابد تا این که روتور متوقف می‌شود. موتورهایی با لغزش کم (۰/۴ تا ۰/۷ درصد) معمولا" توصیه شده و در اندازه‌هایی تا ۱۰۰ اسب بخار عرضه می‌شوند. این موتورها به نحوی طراحی شده‌اند که در آنها لغزش، ضریب توان، راندمان و جریان راه‌اندازی بهنیه گردد. لغزش نوعی ۰/۴ تا ۰/۷ درصد بوده که به خروجی ۱۷۹۰ دور در دقیقه تحت بار کامل از موتوری با سرعت سنکرون اسمی ۱۸۰۰ دور در دقیقه، منجر می‌شود. امکان دارد موتورهای مذکور راندمان کاهش یافته‌ای داشته باشند.

موتورهای سنکرون سرعت شفت ثابتی که مستقل از بار و ولتاژ ورودی است، دارند. راندمان آنها معمولا" از راندمان موتورهای اندوکسیونی بیشتر است. این‌گونه موتورها نمی‌توانندگشتاوری در سرعت‌های کمتر از سرعت سنکرون ایجاد کنند. بدین دلیل، موتورهای مذکور معمولا" به صورت موتورهای اندوکسیونی یا به عبارت دیگر، تحت شرایط عدم بار، راه‌اندازی و آغاز به‌کار می‌کنند. در برخی کاربردها، موتورهای سنکرون دارای مزیت توانایی تصحیح ضریب توان را دارند.

موتورهای dc قابلیت تنظیم دقیق فرکانس خروجی را دارا هستند. سرعت موتور dc می‌تواند با تغییر تحریک میدان تغییر نماید. در کاربردهای کامپیوتری با تولرانس محدود و شدید فرکانس، از یک تنظیم کننده فرکانس

omoorepeyman.ir

جهت تنظیم تحریک میدان در شرایط تغییر ولتاژ ورودی و بار، استفاده می‌شود. موتورهای dc جاروبک‌هایی دارند که به مرور زمان از بین رفته و به طور متناوب باید تعویض شوند. سیستم‌های هشداری برای اعلام لزوم تعویض و جایگزینی آنها وجود دارد. اگر جاروبک‌ها به طور منظم تعویض و نگاهداری شوند، موتورهای dc همان عمر مفید موتورهای اندوکسیونی یا سنکرون را خواهند داشت.

۴-۵-۲ موتور ـ ژنراتورها AC

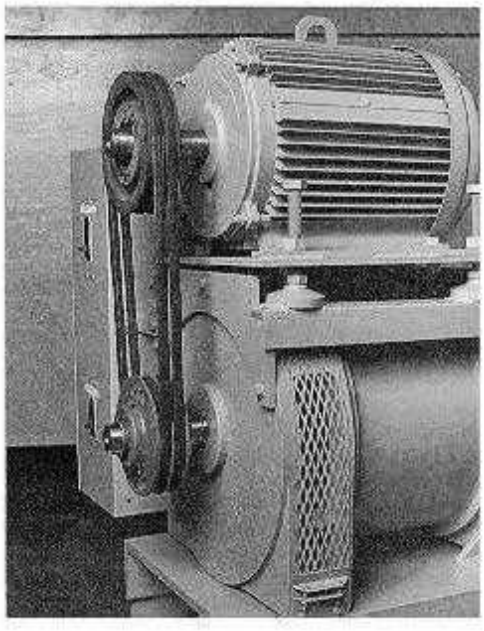
تقریبا" تمام موتور ـ ژنراتورهای ساخته شده در عصر حاضر، از ژنراتورهای سنکرون بدون جاروبک استفاده می‌کنند. موتور می‌تواند اندوکسیونی یا سنکرون باشد. موتورهای اندوکسیونی دارای لغزش ذاتی هستند که به واسطه آن فرکانس خروجی به اندازه کسری از یک سیکل کمتر از فرکانس ورودی است. موتورهای سنکرون فرکانس ورودی را دقیقا" تعقیب و تکرار می‌کنند. اغلب مجموعه‌های موتور ـ ژنراتور مناسب برای کاربردهای کامپیوتری از موتورهای سنکرون استفاده می‌کنند.

چند روش برای ساختار موتور ـ ژنراتورها وجود دارد که تفاوت آنها بر زمان گردش، ایزولاسیون و اندازه فیزیکی تاثیر گذار است. کوچکترین اندازه فیزیکی هنگامی حاصل می‌شود که موتور و ژنراتور رویهم انباشته شده و شفت‌های افقی آنها توسط قرقره‌های دندانه‌دار و تسمه کوپله شوند (شکل ۴-۳۱) یا موتور و ژنراتور روی یک شفت عمودی مشترک نصب گردند. واحدهای رویهم قرار گرفته افقی به واسطه جرم قرقره‌ها و تسمه، زمان گردشی اضافی خواهند داشت. کوپلاژ افقی را همچنین می‌توان با ساختن موتور و ژنراتور روی یک فریم تنها یا با کوپلاژ دو فریم جداگانه روی یک پایه تحقق بخشید. حداکثر ایزولاسیون توسط فریم‌های جداگانه، ایزوله الکتریکی و اتصال توسط کوپلاژ عایقی بدست می‌آید (شکل ۴-۳۲). مجموعه‌های موتور ـ ژنراتور با یک موتور و ژنراتور مشترک روی یک روتور کوچکترین اندازه افقی را دارا بوده ولی کمترین ایزولاسیون حالات گذرا را از ورودی به خروجی دارند (شکل ۴-۳۳).

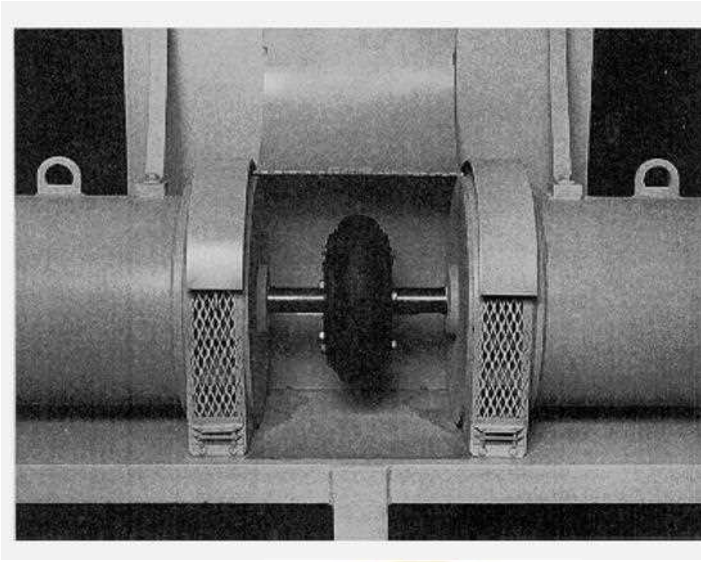
۴-۵-۳ موتور ـ ژنراتور AC با چرخ لنگر

افزودن چرخ لنگر سبب افزایش جرم و در نتیجه افزایش زمان گردش مجموعه موتور ـ ژنراتور می‌شود. چنین افزایشی در زمان گردش به بهای وزن، اندازه، راندمان، عمر مفید یاتاق و هزینه اولیه بیشتر سیستم می‌انجامد. اصطکاک هوا (باد خور)، با افزایش شعاع چرخ لنگر و سرعت آن، سریعا" زیاد می‌شود. اصطکاک یاتاقان سبب تلفات بیشتر شده وراندمان کلی سیستم را کاهش می‌دهد. چرخ لنگر جهت شروع به‌کار به توان ورودی بیشتری نیاز داشته و در نتیجه استفاده از مدارهای محدود کننده جریان ابتدایی ضروری است. اضافه کردن چرخ لنگر همچنین به موتور بزرگتری نیاز دارد تا بتوان اسب بخار اضافی لازم بـرای بازیابی دور در هـر دقیقه

omoorepeyman.ir

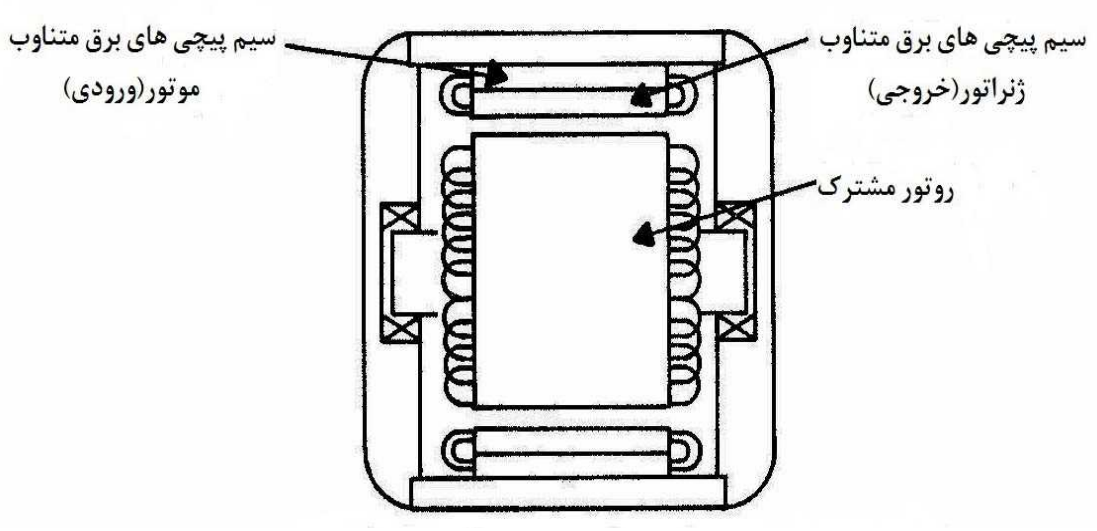


شکل ۴-۳۱ : کوپلاژ افقی موتور ـ ژنراتور رویهم قرار گرفته و با استفاده از قرقره‌ها وتسمه‌ها



شکل ۴-۳۲ : کوپلاژ افقی موتور و ژنراتور با استفاده از دو فریم جداگانه بر روی یک پایه

omoorepeyman.ir



سیم‌پیچی‌های ورودی و خروجی روی ورق‌های هسته مشترک قرار دارند

شکل ۴-۳۳ : موتور و ژنراتور با روتور مشترک

چرخ لنگر را که در اثر تضعیف یا اتلاف توان ورودی از دست رفته، تولید کرد. تمهیداتی برای جریان ورودی بالاتر باید به‌عمل آید.

مجموعه‌های موتور ـ ژنراتور با چرخ لنگر با زمان گردشی حداکثر چند ثانیه در صنعت یافت می‌شود. نشان داده شده که چرخ لنگرهای بزرگتر غیر عملی هستند. جرمی از فولاد با ضخامت تقریبی ۶ اینچ و قطر تقریبی ۴ فوت می‌تواند بار ۳۰KVA را با تغییر فرکانس کمتر از یک هرتز در ۰/۵ ثانیه تغذیه کند.

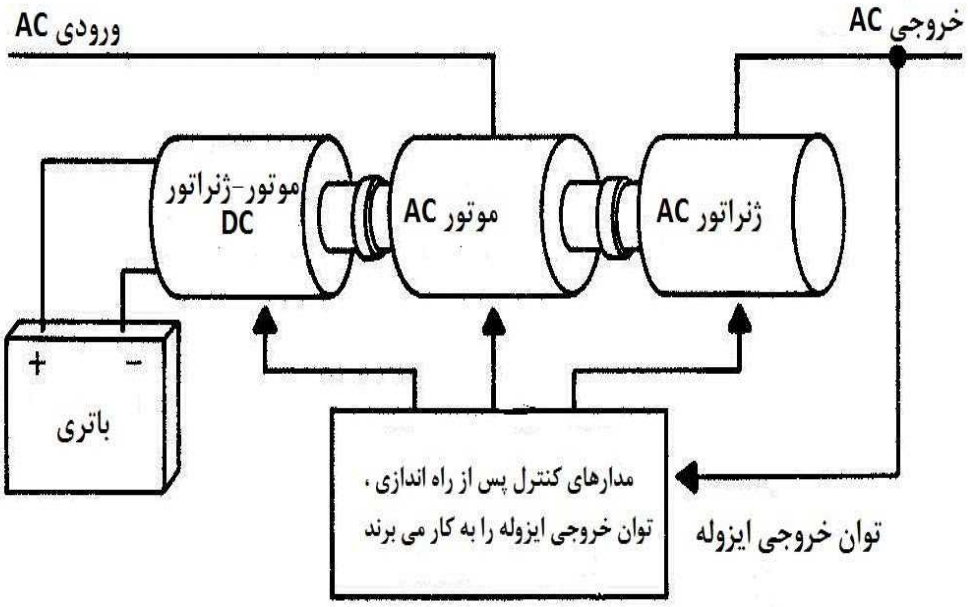
اساس نگهداری مجموعه‌های موتور ـ ژنراتور رسیدگی‌های متناوب از نظر سر و صدا ونویز یاتاقان است. مجموعه‌های موتور ـ ژنراتور سابقه تایید شده‌ای از زمان میانگین بین خرابی بسیار طولانی دارند. یاتاقان‌ها محتمل‌ترین نقطه خرابی می‌باشند. این خرابی قابل پیش‌بینی بوده و در نتیجه جایگزینی آن قبل از خرابی (نوعا" یک بار هر ۷ تا ۱۰ سال) بزرگترین هزینه نگهداری را تشکیل می‌دهد.

ساختمان مجموعه موتور ـ ژنراتور می‌تواند جایگزینی یاتاقان را امری آسان یا مشکل سازد. برای مثال، برخی موتور ـ ژنراتورهای عمودی یاتاقان نگاهدارنده بار در قسمت فوقانی داشته و دسترسی به آن امری آسان است. این شرایط باعث می‌شود که بدون بیرون کشیدن روتور از بدنه، بتوان یاتاقان اصلی را تغییر داد.

omoorepeyman.ir

۴-۵-۴ مجموعه موتور ـ ژنراتور ac / موتور dc / باتری

این UPS از یک مجموعه موتور ـ ژنراتور استاندارد به منظور مناسب سازی و بهبود توان و نیروی برق دایمی مطابق شکل ۴-۳۴ استفاده می‌کند. هنگامی که منبع توان نرمال در دسترس است، موتور dc توسط مدار کنترل ولتاژ میدان به نحوی کنترل می‌شود که به صورت ژنراتور عمل کرده و ولتاژ باتری را تامین نماید. هنگامی که منبع توان نرمال دچار مشکل شده یا قطع می‌گردد، موتور توسط مدار کنترل ولتاژ میدان از ژنراتور به موتور تغییر وضعیت می‌دهد. موتور dc از باتری نیرو گرفته و موتور ـ ژنراتور ac را بدون وقفه تحریک می‌کند.



شکل ۴-۳۴ : مجموعه موتور ـ ژنراتور ac / موتور dc / باتری

مزایای این امر عبارتند از :

- مناسب سازی توان و ایزولاسیون بار عالی.
- ظرفیت اضافه بار و اتصال کوتاه عالی.
- تعمیر و نگهداری به افراد ذیصلاح و متخصص نیاز ندارند.
- خرابی مدارهای یا موتور dc تاثیری بر مناسب سازی توان ندارد.

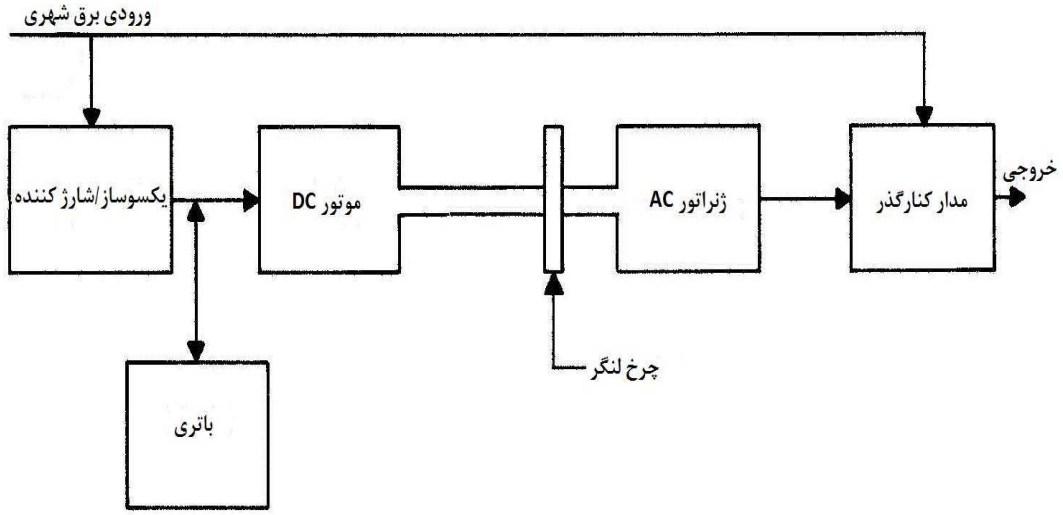
معایب و محدودیت‌های این امر عبارت است از :

- جاروبک‌های موتور dc به نگاهداری و تعویض نیاز ندارند.

omoorepeyman.ir

۴-۵-۵ ژنراتور ac / موتور dc / باتری

این UPS (شکل ۴-۳۵) از یک موتور dc استفاده می‌کند تا به طور دایم ژنراتور ac را تحریک کند. یک یکسوساز / شارژکننده ورودی ac را به dc تبدیل و آن را به موتور و باتری اعمال می‌کند. این سیستم کم هزینه‌تر از سیستم معرفی شده در بخش ۴-۵-۴ است ولی در صورتی که خرابی رخ دهد نمی‌تواند به مناسب سازی و ایزوله ساختن نیروی خط برق شهری ادامه دهد. برخی سازندگان این نوع سیستم مدارهای جداگانه‌ای برای موتور dc و شارژ کننده باتری پیش‌بینی کرده و چرخ لنگری را برای چرخش در مدت زمان سویچینگ، در صورت خرابی منبع توان معمولی، اضافه می‌نمایند. سازندگان دیگر با کاهش مدارات و حذف چرخ لنگر سیستم راساده‌تر نموده‌اند.



شکل ۴-۳۵ : ژنراتور ac / موتور dc /باتری

مزایای این سیستم عبارتند از :

- فرکانس خروجی را می‌توان در تمام اوقات و به طور بسیار دقیق تنظیم کرد.
- این سیستم توان و نیروی برق را مناسب سازی کرده و بار را از برق شهری ایزوله می‌کند.
- تعمیر و نگهداری نیازی به افراد متخصص ندارد.
- هزینه آن کمتر از سیستم‌هایی است که هر دو موتور dc و ac را دارند.
- در صورت تغییر فرکانس‌های ورودی، فرکانس خروجی پایداری خود را حفظ می‌کند.
- می‌توان آن را به عنوان تغییر دهنده فرکانس به‌کار برد.

معایب و محدودیت‌های این سیستم عبارتند از :

- خرابی مدارات dc از مناسب سازی توان جلوگیری می‌کند.

omoorepeyman.ir

- مدارات یکسوساز سبب کاهش راندمان می‌شوند.
- جاروبک‌های موتور dc به نگهداری و تعویض نیاز دارند.

۶-۵-۴ سیستم موتور ـ ژنراتور / اینورتر برون ـ خط (off – line)

این سیستم UPS مطابق شکل ۴-۳۶ یک اینورتر ac حالت ـ جامد را جایگزین موتور dc مثال‌های قبلی می‌کند. مجموعه موتور ـ ژنراتور ac، حتی در صورت ایجاد نقص و خرابی در مدارهای اینورتر و dc، مناسب سازی دایمی خط نیروی برق شهری را تامین می‌کند. معمولا" اینورتر خاموش است. در صورت از دست رفتن توان عادی و نرمال، اینورتر روشن شده و انرژی باتری ذخیره شده را به ac تبدیل کرده و مجموعه موتور ـ ژنراتور را تحریک می‌کند.

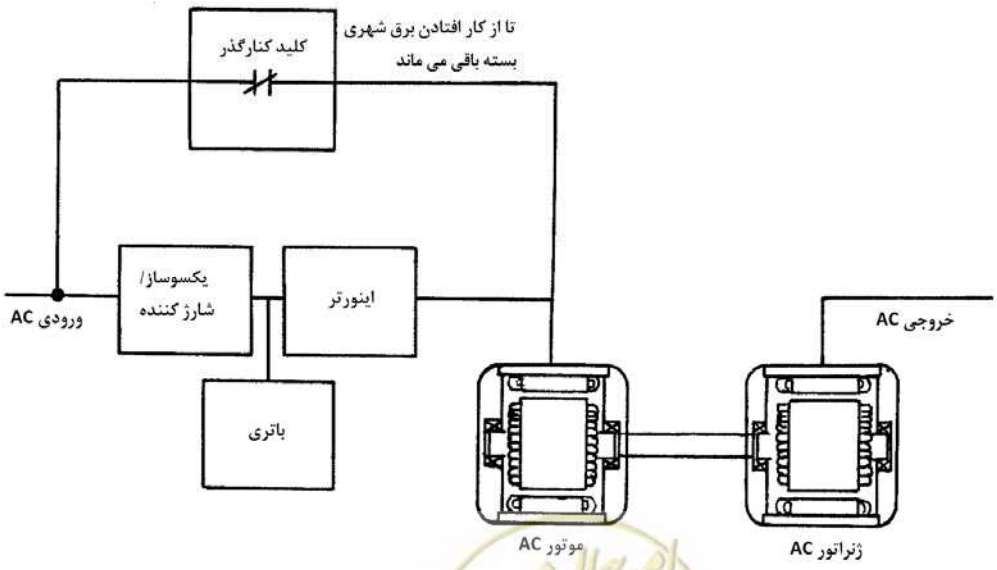
مزایای این سیستم عبارتند از :

- حتی اگر مدارات dc دچار خرابی شوند مناسب سازی و ایزولاسیون خط برق شهری برقرار خواهد بود.
- از آنجا که اینورتر معمولا" خاموش است، راندمان بالا خواهد بود.
- به نگهداری و جایگزینی جاروبک‌ها نیازی نیست.

معایب و محدودیت‌های آن عبارت است از :

- امکان دارد قابلیت اعتماد اینورتر به اندازه موتور dc نباشد.

تا زمانی که اینورتر روشن نشده است، خرابی آن قابل آشکارسازی و تشخیص نخواهد بود.

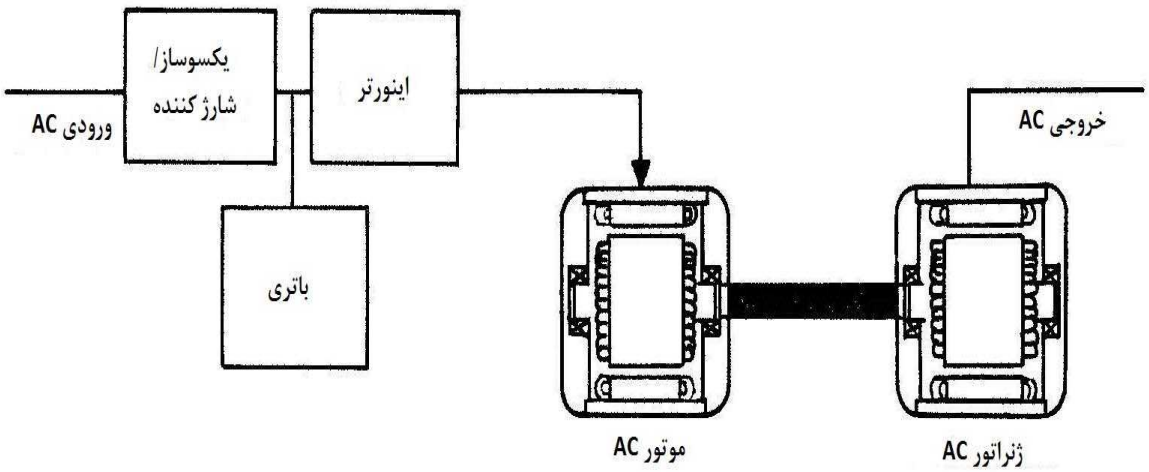


شکل ۴-۳۶ : سیستم موتور ـ ژنراتور / اینورتر برون ـ خط

omoorepeyman.ir

۴-۵-۷ سیستم موتور ـ ژنراتور / اینورتر بر ـ خط (on – line)

تفاوت این سیستم UPS که UPS مختلط یا هیبرید نامیده شده ودر شکل ۴-۳۷ نشان داده شده است با سیستم برون ـ خط فقط در آن است که یکسوساز و اینورتر در این سیستم همواره در حال عملیات و کار هستند. در صورت خرابی هر یک از این وسایل، اینورتر و یکسوساز کنارگذر می‌شوند.



شکل ۴-۳۷ : سیستم موتور ـ ژنراتور / اینورتر بر ـ خط

مزیت این سیستم عبارت است :

- خرابی در یکسوساز یا اینورتر اثری بر مناسب‌سازی نیروی برق ندارد.

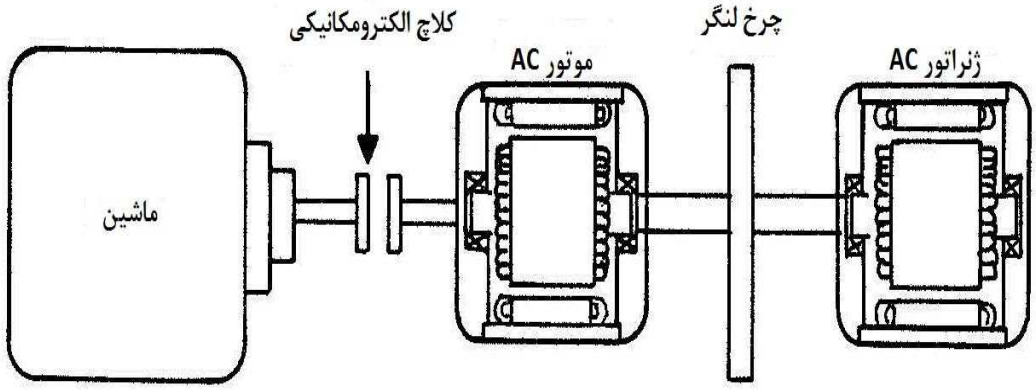
عیب این سیستم عبارت است از :

- اینورتر به اندازه موتور قابل اعتماد نیست.

omoorepeyman.ir

۸-۵-۴ سیستم موتور ـ ژنراتور ماشین

این سیستم مطابق شکل ۴-۳۸ از یک ماشین احتراق داخلی، یک کلاچ الکترو مکانیکی یا کلاچ مغناطیسی، یک چرخ لنگر با محور افقی، یک ژنراتور ac و یک موتور dc (بعلاوه تجهیزات کنترل و انتقال) تشکیل شده است.



شکل ۴-۳۸ : سیستم موتور ـ ژنراتور / ماشین

در عملیات عادی، منبع نیروی برق نرمال ورودی به موتور ac، چرخ لنگر و ژنراتور را تحریک کرده و این امر سبب می‌شود که ژنراتور بار راتغذیه نموده و چرخ لنگر انرژی جنبشی را ذخیره کند. هنگامی که منبع توان نرمال از کار می‌افتد، چرخ لنگر ژنراتور ac را تحریک کرده و توسط کلاچ ماشین را راه می‌اندازد. سپس ماشین ژنراتور ac را تحریک کرده و باعث می‌شود که ژنراتور نیروی برق را بدون وقفه به بار منتقل کند. با انتخاب مناسب عناصر به منظور حداقل سازی زمان‌های شروع و کار ماشین، افت فرکانسی را می‌توان بدون پرداخت هزینه‌ای تقریبا" در محدوده ۱/۵ تا ۲ هرتز نگاهداشت. بنابراین با فرکانس حالت پایدار ۶۰ هرتز، فرکانس

omoorepeyman.ir

حالت گذرا ۵۸ تا ۵۸/۵ هرتز خواهد بود. زمان صرف شده برای شروع ماشین، سرعت گرفتن و در اختیار گرفتن بار، معمولا"۲ تا ۳ ثانیه می‌باشد.

مزایای این سیستم عبارتند از :

- مدت زمان عملیات، پس از از کارافتادن نیروی برق معمولی، فقط توسط مقدار سوخت موجود محدود می‌شود.
- دارای ظرفیت اضافه بار و اتصال کوتاه عالی است.
- تعمیر ونگاهداری آن به افراد متخصص نیاز ندارد.
- سیستم دارای حالات خرابی قابل پیش‌بینی است.
- هیچگونه باتری در این سیستم وجود نداشته و موضوع نگهداری آن منتفی است.

معایب آن عبارتند از :

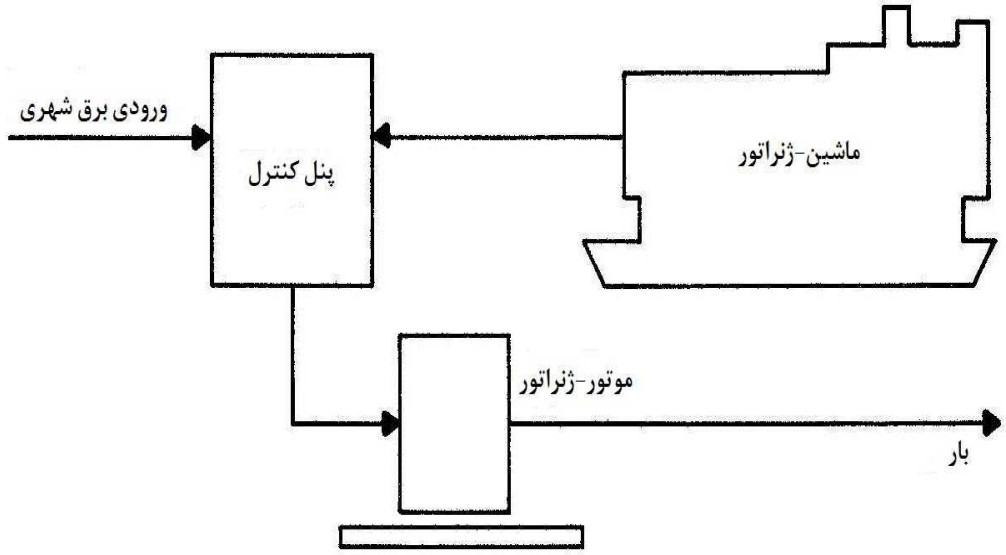
- کلاچ مکانیکی در طول هر آغاز به‌کار دچار فرسودگی و گسستگی شده و به نگهداری مکرر و پر هزینه نیاز دارد.
- میل‌لنگ ماشین بارهای محوری سنگین را تحمل کرده و به طراحی خاصی نیاز دارد. نگاهداری و جایگزینی اجزاء آن پر هزینه است.
- اگر عملیات دراز مدتی مورد نیاز باشد، ماشین ژنراتور دیگری جهت تهویه هوا، روشنایی و سایر بارهای مشابه باید پیش‌بینی و تدارک دیده شود.

۹-۵-۴ سیستم موتور ـ ژنراتور / ماشین ـ ژنراتور

این سیستم مطابق شکل ۴-۳۹ از یک مجموعه موتور ـ ژنراتور با یک چرخ لنگر و یک مجموعه ماشین ـ ژنراتور تشکیل یافته است. در عملیات نرمال، نیروی برق معمولی مجموعه موتور ـ ژنراتور را تغذیه و آن نیروی برق بار را تامین می‌کند. چرخ لنگر انرژی جنبشی را ذخیره می‌نماید.

هنگامی که منبع نیروی برق نرمال قطع می‌شود، چرخ لنگر سرعت مجموعه موتور ـ ژنراتور ac را پشتیبانی می‌کند. یک سویچ انتقال نیروی بـرق نرمال را از موتور ـ ژنراتور قطـع و خروجی ماشین ـ ژنراتور را بـه موتور ـ ژنراتور وصل می‌کند. همزمان با آن، ماشین شروع به‌کار کرده و با افزایش سرعت آن، ولتاژ خروجی زیاد شده و موتور مجموعه موتور ـ ژنراتور تحریک کرده و به طور لحظه‌ای آن را وادار به کار به صورت ژنراتور می‌نماید تا به ماشین در رسیدن به سرعت کامل عملیاتی یاری رساند.

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۳۹ : سیستم موتور ـ ژنراتور / ماشین ـ ژنراتور

تجربه نشان داده است که مجموعه‌های ماشین ـ ژنراتور با مقدار اسمی زیر ۱۰۰ کیلووات در ۲ ثانیه به سرعت کامل دست می‌یابند. ژنراتور پشتیبان توان اضافی کافی برای تغذیه بارهایی مانند چراغ ها و تهویه هوا خواهد داشت.

مزایای این سیستم عبارتند از :

- هزینه این سیستم از هزینه هر دو UPS با پشتیبانی باتری و ماشین ـ ژنراتورها کمتر است.
- مدت زمان عملیات، پس از قطع نیروی برق معمولی، فقط توسط مقدار سوخت موجود محدود می‌شود.
- دارای ظرفیت اضافه بار و اتصال کوتاه عالی است.
- انتقال نیروی محرک جهت راه‌اندازی ماشین احتراق داخلی به آرامی تحت تاثیر کنش الکترومغناطیسی بوده و در نتیجه از به‌کار گرفتن کلاچ و نیروهای مخرب در میل‌لنگ ماشین پرهیز می‌شود.
- نصب، سرویس، تعمیرات و نگهداری به افراد متخصص نیاز ندارد.

عیب این سیستم عبارت است از :

- چون از موتور اندوکسیونی استفاده می‌شود، فرکانس همیشه کمتر از ۶۰ هرتز است.

۴-۵-۱۰ سیستم‌های موازی

اغلب سیستم‌های UPS چرخان مورد بررسی در این فصل را می‌توان به طور موازی به یکدیگر متصل کرده و توان خروجی بیشتری را بدست آورد. در اکثر موارد، به برخی مدارات کنترل اضافی نیاز است تا زاویه فاز ولتاژ خروجی هر ژنراتور ac را تشخیص و به نحوی تنظیم کند که در هنگام سویچینگ آنها همزمان باشند.

omoorepeyman.ir

استثنایی بر این موارد، حالتی است که در آن موتورها و ژنراتورهای ac سنکرون با منبع نیروی برق نرمال کار می‌کنند. این مجموعه‌های موتور ـ ژنراتورها همیشه در سرعت سنکرون عمل می‌نمایند. به هر حال، اگر دو مجموعه موتور ـ ژنراتور سنکرون به وسیله باتری و موتور ac پشتیبانی شوند، به مدارات کنترل جهت برقراری همزمانی در طول عملیات dc نیاز است. هنگامی که به یکدیگر اتصال یافتند، ژنراتورهای سنکرون در حالت همزمانی باقی خواهند ماند.

۴-۵-۱۱ سیستم‌های اضافی

اکثر سیستم‌های چرخان مورد بررسی در این فصل را می‌توان به یکدیگر متصل و خروجی‌های اضافی را در دسترس قرار داد. این امر توسط عملیات موازی در کمتر از نصف توان هر سیستم یا به وسیله اتصال از طریق مدارات حسگری و سویچینگ قابل تحقق است.

موازی ساختن مجموعه‌های موتور ـ ژنراتور اندوکسیونی، به علت لغزش دایمی موتور اندوکسیونی، مشکل‌تر از مجموعه‌های سنکرون است. هنگامی که یک واحد باردهی می‌شود، واحد دیگری که وارد خط می‌شود بایستی توسط یک رشته بار خارجی تا زمانی باردهی شود که دو خروجی ژنراتور هم فاز شوند. فقط در این‌صورت می‌توان خروجی‌ها را به یکدیگر اتصال داد تا بار را به طور موازی تغذیه کنند.

۴-۵-۱۲ مدارات کنارگذر

سیستم‌های UPS که دارای فرکانس و ولتاژهای ورودی و خروجی یکسان هستند، معمولا" دارای مدار کنارگذری می‌باشند. این مدار از یک سویچ انتقال ایستا یا سویچ انتقال الکترومکانیکی یا هر دو تشکیل یافته است. سه هدف در پیاده‌سازی مدار کنارگذر مد نظر است : اولا" در شرایط خرابی UPS، بتوان منبع کنارگذر را به بار اتصال داد، ثانیا"، جهت نگاهداری و تعمیر، بتوان کنارگذر UPS را فعال ساخت، ثالثا" اگر نقصی رخ داد، بتوان به خروجی UPS در تامین جریان نقص یاری رساند. به هر حال اغلب موتور ـ ژنراتورها و سیستم‌های UPS مبتنی بر موتور ـ ژنراتور جهت رفع نواقص به کنارگذر ac نیازی ندارند چون ظرفیت اضافه بار کافی برای رفع نواقص را دارا می‌باشند. باید دقت شود که خروجی UPS یا سیستم، با خروجی منبع نیروی برق نرمال (یعنی ورودی) هم فاز باشد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل پنجم

حفاظت سیستم‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۵-۱ کلیات

ضوابط و دستورالعمل‌های توصیه شده به منظور حفاظت سیستم‌های نیروی برق و پشتیبان در این فصل مورد بحث قرار می‌گیرد. اگرچه در هنگام استفاده از تجهیزات در موارد اضطراری و پشتیبان، ضوابط استاندارد حفاظت تجهیرات بایستی به طور کامل ملاک عمل قرار گیرند، غالبا" معیار قابلیت اعتماد سیستم ایجاب می‌کند که در هنگام طراحی منابع انرژی و تغذیه برای بارهای بحرانی، ملاحظات خاصی به‌عمل آید. بدیهی است رعایت کلیه آیین‌نامه‌ها و استانداردهای ملی، ایالتی و محلی لازم برای حفاظت اجزاء و بخش‌های مختلف سیستم نیروی برق اضطراری یا پشتیبان امری ضروری است معذالک امکان دارد در فرآیند طراحی، فراتر از این آیین‌نامه‌ها و استانداردها مطلوب نظر باشد.

هدف این فصل ارایه فهرستی از تمام آیین‌نامه‌ها و استانداردهای قابل استفاده نمی‌باشد ولی برخی از آیین‌نامه‌ها و استانداردهای عمده که می‌توانند به این ضوابط و دستورالعمل‌های توصیه شده یاری رسانده و آنها را تکمیل کنند، مورد ارجاع قرار می‌گیرند.

حفاظت اجزاء و بخش‌های منفردی که در اغلب سیستم‌های نیروی برق اضطراری و پشتیبان متعارف به کار می‌روند، با تاکید و توجه به حصول یکپارچگی و اعتماد پذیری مورد لزوم سیستم، بررسی می‌شود. کاربرد و نگاهداری صحیح سیستم‌ها در فصول دیگر مورد بحث قرار گرفته و بایستی به عنوان جنبه مهمی از حفاظت مد نظر باشد.

۵-۲ بررسی شرایط جریان اتصال کوتاه

در میان بسیاری از زمینه‌های مهم حفاظت اجزاء و اقلام تشکیل دهنده یک سیستم نیروی برق اضطراری یا پشتیبان، زمینه‌ای که ملاحظات خاصی را می‌طلبد در واقع مقدار در مدت زمان جریان اتصال کوتاه در دسترس از منبع برق اضطراری یا پشتیبان می‌باشد. بدیهی است که شرایط خرابی بر دسترس پذیری منبع تغذیه‌ای که قرار است اهداف مورد نظر را تحقق بخشد، تاثیر مستقیم دارد. به منظور تعیین جریان اتصال کوتاه در دسترس توسط منبع تغذیه پشتیبان یا اضطراری در سراسر سیستم، بخصوص در وسایل سویچینگ و قطع‌کننده جریان، مطالعات لازم باید به‌عمل آید.

در ارزیابی عملکرد ژنراتور پشتیبان یا اضطراری تحت شرایط خرابی، نکته حائز اهمیت عبارت است از این که آیا جریان خرابی کافی برای مدت زمان کافی در دسترس خواهد بود تا در یک سیستم هماهنگ مناسب، وسایل اضافه جریان به طور انتخابی از مدار خارج شوند. در اغلب موارد، منابع برق پشتیبان یا اضطراری به اندازه منابع عادی و معمول جریان خرابی تولید نمی‌کنند. هنگامی که هر دو منابع جهت تغذیه سیستم توزیع طراحی می‌شوند، مقدار جریان خرابی در دسترس از منبع تغذیه عادی و از طریق وسایل سویچینگ دستی یا خودکار، معمولا" نرخ وقفه یا ایستادگی اجزاء سیستم را تعیین می‌کند. در طراحی سیستمی که از

omoorepeyman.ir

انتخاب پذیری و هماهنگی بهینه با هر دو منابع نیروی برق برخوردار باشد، برنامه‌ریزی دقیق امری ضروری است. جریان اتصال کوتاه در دسترس مولد پشتیبان یا اضطراری باید با نرخ‌های (مقادیر اسمی) وسایل اضافه جریان سیستم مقایسه شود تا بتوان چگونگی حصول به چنین هماهنگی را تعیین کرد. معمولا" منبع نیروی برق پشتیبان یا اضطراری باید به نحوی به سیستم نیروی برق اتصال یابد که از لحاظ فیزیکی و الکتریکی، تا آنجا که شرایط واقعی و عملی اجازه می‌دهند، به بارها نزدیک باشد. این امر باعث می‌شود که تعداد و اندازه کلیدهای خودکار مرتبط در سیستم توزیع و تعداد سطوح هماهنگی مورد نیاز به حداقل برسد.

هماهنگی انتخابی وسایل اضافه جریان، فرآیند به‌کار گرفتن این وسایل است به طوری که یکی قبل از دیگری تحت سطوح معینی از جریان‌های خرابی عمل کرده و در نتیجه باعث ایجاد ایزولاسیون موثری بین مدار دچار خرابی و مدارهای خراب نشده می‌شود. به منظور تحلیل مشروح‌تر اصول هماهنگی انتخابی به استاندارد IEEE Std 242 مراجعه کنید.

محاسبه جریان خرابی در دسترس از ژنراتور پشتیبان یا اضطراری شامل تعیین مقدار جریان خرابی و مدت زمان برقراری جریان خرابی و نحوه تغییر محتمل آن می‌باشد. امکان دارد که به اطلاعات آزمون در مورد مشخصه‌های اتصال کوتاه ژنراتور و ارایه آنها توسط سازنده نیاز باشد. نباید فرض کرد که در شرایط خرابی تحت تغذیه (فقط توسط ژنراتور) سرعت آن تغییر نخواهد کرد : اثرات تغییرات فرکانس و بار محرک اولیه نیز بایستی در نظر گرفته شود. هماهنگی انرژی ذخیره شده مکانیکی و الکتریکی در یک مجموعه ژنراتور و نوع سیستم تحریک در واقع تعیین خواهد کرد که چه مدت زمانی ماشین و ژنراتور جریان خرابی را تحمل کرده و با چه سرعتی این جریان خرابی افت خواهد کرد. در برخی موارد، توان برق ابتدایی از نرخ (مقدار اسمی) توان برق محرک اولیه بالاتر (در بعضی اوقات چند مرتبه بالاتر) است. این امر می‌تواند به کاهش سریع سرعت منجر شود. چنین اضافه بار محرک اولیه در کاربردهای مجموعه ژنراتور کوچک محتمل‌تر از سیستم‌های نیروی برق بزرگتر می‌باشد چون نسبت‌های $\frac{X}{R}$ هر دو سیم‌پیچی‌های ژنراتور و مدارهای توزیع در سیستم های کوچک، پایین‌تر هستند.

معمولا"، سیستم تحریک به اندازه کافی سریع پاسخ نداده و به تبع آن بر سیکل اول یا دوم جریان خرابی تاثیر قابل ملاحظه‌ای نداشته و در نتیجه تا این مرحله، نوع سیستم تحریک اهمیتی ندارد. اگر خرابی در سیکل‌های ۲ تا ۴ اول رفع نشود، سؤال جدی عبارت است از این که آیا پس از رفع خرابی، مجموعه ژنراتور قادر به بازیابی و ارایه سرویس قابل قبول به مدارهای دچار خرابی نشده می‌باشد یا نه؟ در سیستم‌هایی که جریان خرابی به سرعت به سطوح پایین‌تر از مقادیر قطع اضافه جریان تاخیر یافته و لحظه‌ای افت می‌کند، خروج از مدار فقط در چند سیکل اول امکان‌پذیر خواهد بود. این امر توانایی خروج از مدار انتخابی وسایل اضافه جریان را منتفی کرده و آنها فقط با مقادیر لحظه‌ای به‌کار خود ادامه می‌دهند.

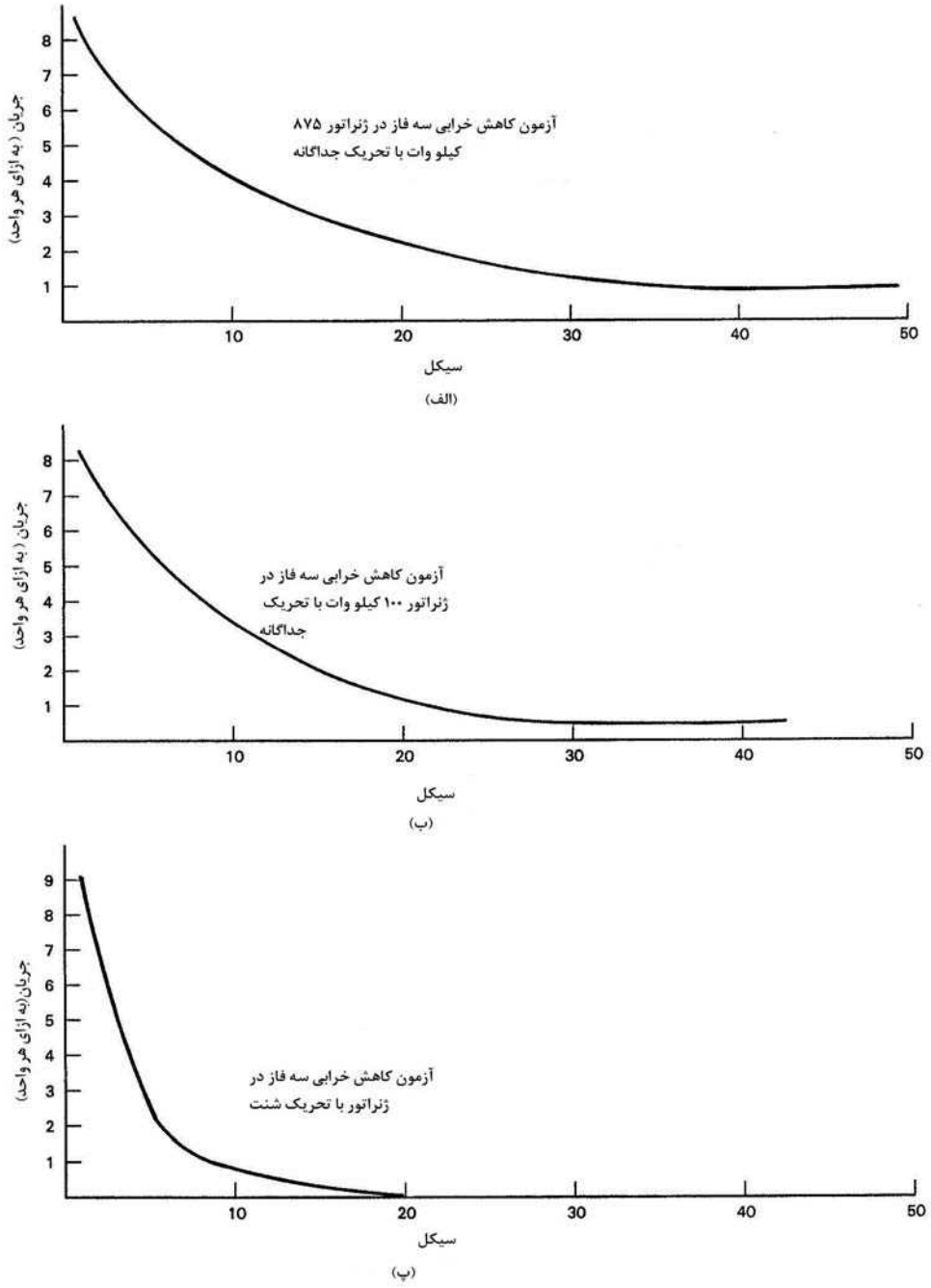
omoorepeyman.ir

شکل ۵-۱ نرخ افت جریان خرابی سه فازه بدست آمده از آزمون‌هایی بر سه ژنراتور نوعی را نشان می‌دهد، به طوری که دو ژنراتور اول جداگانه تحریک شده (با تحریک ثابت) و در شرایط عدم بار مورد آزمون قرار گرفته‌اند. منحنی‌ها تقریبی از نتایج آزمون واقعی می‌باشند. در شکل ۵-۱ (الف) پس از سپری شدن حدود ۴۰ سیکل، جریان خرابی به نرخ بار کامل ژنراتور افت می‌کند. در شکل ۵-۱ (ب) جریان خرابی پس از حدود ۲۵ سیکل به نرخ بار کامل افت می‌نماید. نزول سریع‌تر جریان خرابی در ژنراتور کوچک‌تر معمولا" امری متداول است. جریان (I) نشان داده شده به ازاء هر واحد (PU) و مبتنی بر نرخ یا مقدار اسمی جریان بار کامل ژنراتور می‌باشد. شکل ۵-۱ (پ) تقریبی از جریان اتصال کوتاه ژنراتور با تحریک شنت بدون قابلیت تداوم اتصال کوتاه را نشان می‌دهد. در این مورد، جریان در ۱۰ سیکل به نرخ بار کامل افت کرده و در ۲۰ سیکل تقریبا"به صفر می‌رسد.

هنگامی که دو کلید خودکار مجهز به لغزش (trip) لحظه‌ای به صورت سری به‌کار گرفته شوند، اگرچه کلید خودکار فراسو (upstream) از نظر جریان بزرگتر است، در خرابی‌هایی پایین کلید خودکار فروسو (downstream)، نمی‌توان از عمل لغزش لحظه‌ای انتخابی مطمئن بود مگر آن که جریان خرابی بسیار کوتاه زمان در مقایسه با حداقل سطح لغزش لحظه‌ای کلید خودکار فراسوی بزرگتر، مقدار کمتری را دارا باشد. این مفهوم در شکل۵-۲ نشان داده شده است. در این شکل موردی نمایش داده می‌شود که در آن جریان خرابی بدست آمده از شکل ۵-۱ (ب) بالاتر از جریان پیکاپ لحظه‌ای حداکثر کلید خودکار بزرگتر می‌باشد. امکان دارد این امر سبب بازشدن (از قفل خارج شدن) لغزش کلید خودکار بزرگتر مذکور شده و در نتیجه هر دو کلید خودکار لغزیده و در مدارهای نهایی بدون خرابی، نیروی برق قطع شود. افت جریان در طول زمان باز شدن کلید خودکار که می‌تواند از ۱٪ ثانیه کمتر باشد، در مقایسه با تولرانس پیکاپ واحد لغزش یا تغییرات در مولفه غیر متقارن جریان، ناچیز و جزیی است. هنگامی که کلید خودکار از قفل خارج می‌شود حتما" لغزیده و مدار را قطع می‌کند.

در موارد مختلف شکل ۵-۱، فقط شرایط خرابی سه فاز نشان داده شده‌اند. در کاربردهای عملی، خرابی‌های غیر متوازن، بخصوص خط ـ به ـ زمین در سیستم‌های دارای اتصال زمین، بسیار بیشتر تجربه می‌شود. بدین دلیل، تنها ارزیابی شرایط خرابی سه فاز در کاربرد ماشین ژنراتور کافی نیست. امکان دارد سیستم‌های با تحریک شنت، نیروی برق خود را از خط ـ به – خط، خط ـ به ـ نول یا از تمام سه فاز دریافت کنند. بسته به هر طرح بخصوص، ممکن است خرابی در خط ـ به ـ خط یا خط ـ به ـ نول به یک سطح خود محافظ مطابق شکل ۵-۱ افت نکند. حدودی که این امر می‌تواند مشکل و مسأله‌ای تلقی شود باید بر مبنای مورد به مورد تعیین گردد. می‌توان ژنراتور و سیستم تحریکی را طراحی کرد که تنزل ولتاژ ترمینال و جریان خرابی ژنراتور را در اثـر هر نوع خرابی در ترمینال‌های ژنراتـور تضمین نمایـد. همچنین سیستم‌هـای تحریـک و ژنراتورهایی

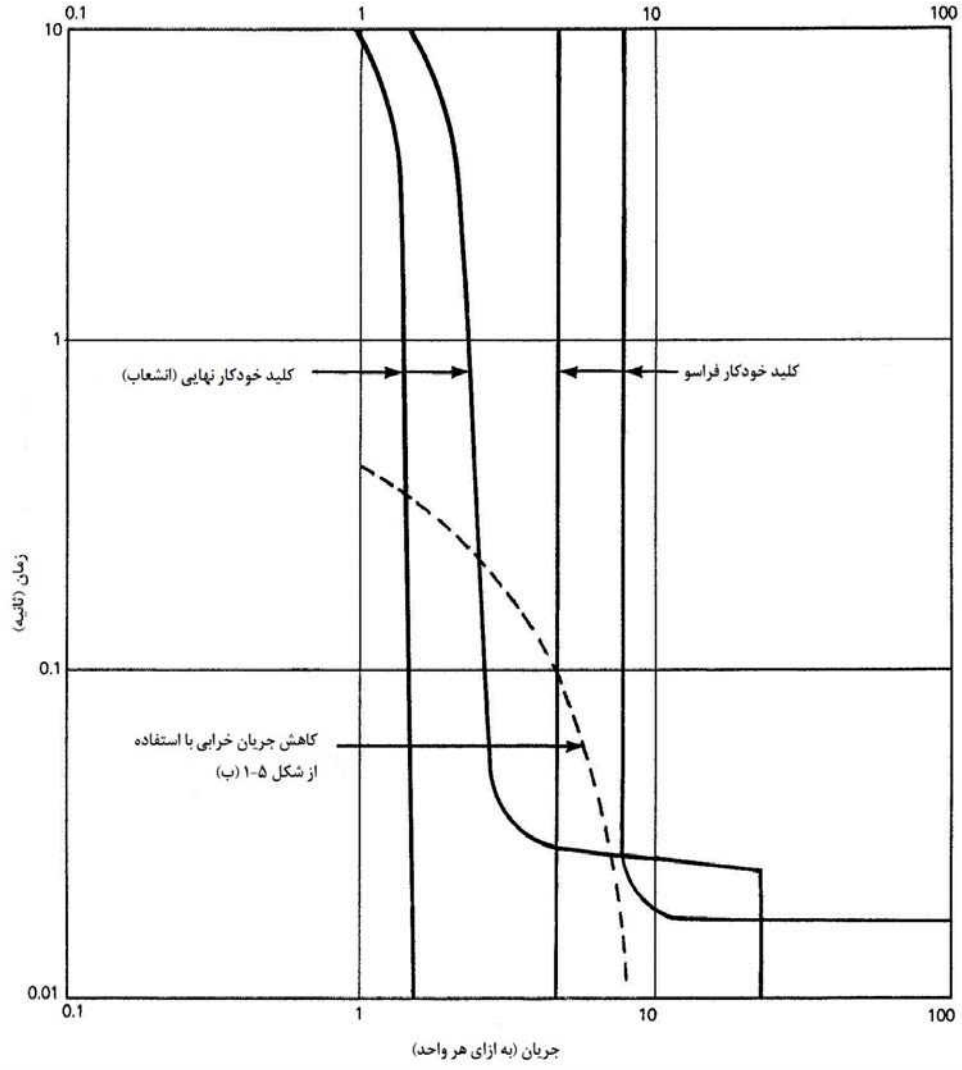
omoorepeyman.ir



شکل ۵-۱ : منحنی‌های کاهش سه فاز در ماشین ـ ژنراتورها

وجود دارد که سطح پیش‌بینی شده‌ای از جریان خرابی را تضمین می‌کند. هر کاربر باید نوع سیستمی را که با نیازهای او بهترین تطابق را دارد، مشخص نماید.

omoorepeyman.ir

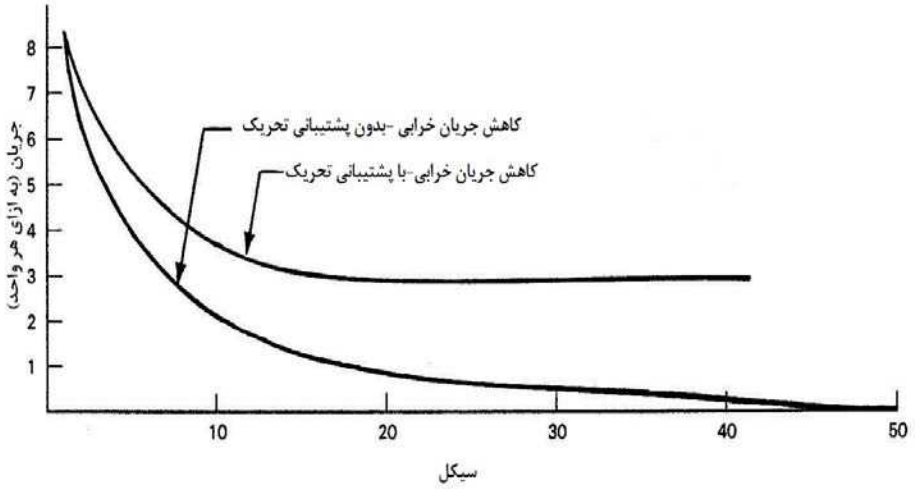


شکل ۵-۲ : جریان اتصال کوتاه سه فاز به ازاء کلیدهای خودکار با قالب ریخته‌شده و اتصال سری

شکل ۵-۳ تقریبی از آزمون واقعی بر روی ژنراتور توربینی با و بدون پشتیبانی تحریک تحت شرایط خرابی سه فاز می‌باشد. منحنی‌ها نشان می‌دهند که چگونه سیستم تحریک در چند سیکل اول تاثیر جزیی داشته ولی جریان مداوم خرابی اساسا" با مورد بدون پشتیبانی تحریک تفاوت دارد.

این نوع پشتیبانی تداوم خرابی برای خرابی‌های خط ـ به ـ خط و خط ـ به ـ زمین، حتی بیش از ۳PU جریان خرابی تولید می‌کند. این مقادیر معمولا"، به ترتیب ۵PU و ۸PU می‌باشند.

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۳ : کاهش‌های جریان خرابی سه فاز در ژنراتور توربینی kw ۹۰۰

۵-۳ لوازم انتقال

۵-۳-۱ آیین‌نامه‌ها و استانداردها

در این بخش از چند آیین‌نامه و استاندارد مرتبط با لوازم انتقال استفاده شده و یا به آنها ارجاع داده می‌شود. آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مربوط به حفاظت وسایل انتقال، بسته به کاربردهای مختلف تجهیزات با یکدیگر تفاوت دارند. برای مثال NEC ، الزامات خود را به تجهیزات انتقال در موارد نیروی برق اضطراری و پشتیبان محدود کرده است. استانداردهای آمریکایی ANSI در مورد ساخت و آزمون سوییچ‌های انتقال خودکار اطلاعات قابل توجهی ارایه می‌دهند. امروزه، بیشتر کاربران بر کفایت و تایید تجهیزات توسط آزمایشگاه‌های آزمون که از نظر ملی شناخته شده هستند، تاکید دارند. بدین دلیل در این بخش از نشریه توجه خاصی به آزمون به‌عمل آمده است. به هر حال، هدف اصلی چنین آزمایشگاه‌های آزمون، ایمنی بوده و کاربر در هنگام انتخاب و کاربرد سویچ انتقال باید در مورد قابل اعتماد بودن آنها دقت نماید. باید توجه کرد که استاندارد کانادایی CSA در مورد سوییچ‌های انتقال خودکار شبیه ANSI است. همچنین به علت نیاز در سراسر دنیا، کمیسون الکترونیک بین‌المللی (IEC) استانداردی در مورد سوییچ‌های انتقال خودکار تدوین و ارایه داده است.

omoorepeyman.ir

۵-۳-۲ نرخ‌های ایستادگی جریان

عملکرد صحیح سویچ‌های انتقال بخش حیاتی و تعیین کننده کارکرد صحیح و مناسب سیستمی است که در آن سویچ‌ها به طرز دقیقی به‌کار گرفته می‌شوند و اهمیت این امر در مورد سویچ‌های انتقال شاید بیش از وسایل مدار نهایی باشد. طرح، کارکرد عادی و نرخ‌های جریان خرابی سویچ نقش مهمی در کاربرد حفاظت آنها ایفاء می‌کند. آنها باید قادر به اتصال در جریان‌های هجومی زیاد، مقاوم در برابر جریان‌های خرابی و دارای چرخه کارکرد شدید در سویچینگ بار با نرخ عادی باشد. کلیه این عوامل در واقع مشخصه‌های توانایی چنین سویچ‌هایی بوده و بنابراین از نظر حفاظت اهمیت دارند، معذالک در این فصل عمدتا" بر قابلیت ایستادگی در برابر خرابی تاکید خواهد شد. هماهنگی وسایل حفاظت اضافه جریان با نرخ‌های سویچ انتقال، تحت شرایط خرابی، یکی از جنبه‌های مهم حفظ یکپارچگی و قابلیت اعتماد مورد لزوم در عملکرد سیستم نیروی برق اضطراری یا پشتیبان می‌باشد. اثرات مخرب جریان‌های خرابی زیاد معمولا" به دو بخش زیر قابل تقسیم است : (۱) تنش‌های مغناطیسی که سعی در بازنگاهداشتن کنتاکت‌های سویچ و خم کردن شینه‌ها دارند و (۲) انرژی حرارتی که می‌تواند سویچ را ذوب، تغییر شکل یا به آن صدمه‌ای بزند. هر یک یا هر دو این اثرات می‌تواند سبب خرابی سویچ گردد.

خرابی حاصل از جریان‌های اتصال کوتاه زیاد معمولا" به افت ولتاژ اساسی منجر شده و این افت ولتاژ توسط رله‌های حسگر ولتاژ در سویچ انتقال خودکار حس و آشکارسازی می‌شود.از نظر حفاظت، ضروری است که کنتاکت‌های سویچ به حالت بسته باقی بماند تا این که وسایل حفاظتی بتوانند خرابی را رفع کنند. جدایی کنتاکت‌ها، قبل از شروع به‌کار وسیله حفاظتی، می‌تواند به اندازه کافی جرقه و گرما تولید کرده و به سویچ صدمه بزند. به منظور تامین قابلیت اعتماد و حفاظت مورد نیاز در عملکرد سویچ انتقال خودکار به چند طریق اقدام می‌شود. از تاخیر زمانی متداول برای پرهیز از انتقال فوری مکانیسم‌هایی که به صورت مکانیکی عمل می‌کنند و استفاده از ساختارهای کنتاکت که به طور اخص با فشار کنتاکت بالا طراحی شده‌اند و در برخی موارد نیز نیروهای الکترومغناطیسی جهت افزایش فشار کنتاکت به‌کار گرفته می‌شوند می‌توان به عنوان راه حل نام برد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد مناسب سویچ در نرخ ایستادگی آن اهمیت داشته و از ذوب شدن کنتاکت‌ها جلوگیری نموده و مانع گرم شدن بیش از حد و تغییر شکل هر گونه اتصال در مسیر مداری شده و به سبب آن عمر مفید کاری سویچ طولانی و قابلیت اعتماد آن افزایش می‌یابد.

استاندارد ANSI / UL 1008 به منظور اطمینان از قابلیت‌های ایستادگی سویچ‌ها، الزامات آزمون خاصی را مقرر می‌کند. از جمله آنها، روش‌ها و انواع کاربردهای وسیله اضافه جریان، جریان‌های اتصال کوتاه در دسترس مورد لزوم و معیارهای صدمه مجاز در حالی که هنوز می‌تواند به‌کار خود ادامه دهد، را می‌توان نام برد. همچنین الزامات ضریب توان مدار آزمون تعیین و داده شده است. باید در تعیین روش آزمون قابل اعمال به سویچ‌های انتقال با سازندگان مشورت شود. تعیین استفاده از فیوز یا کلید خودکار (و اندازه و نوع آن) و

omoorepeyman.ir

مشخص کردن نسبت $\frac{X}{R}$ مدار آزمون هر دو عوامل مهمی در ارزیابی و قضاوت این که سویچ برای کاربرد مورد نظر است یا نه، می‌باشند. برای مثال فیوزهای جریان محدود یا کلیدهای خودکار جریان محدود در مقایسه با به‌کار گرفتن کلید خودکار معمولی، مدت زمان جریان اتصال کوتاه را به طور قابل ملاحظه‌ای محدود خواهد کرد. مشخصات سویچ‌ها بایستی با دقت بررسی شده و زمانی که جریان‌های خرابی پیک لحظه‌ای و غیر متقارن به‌کار می‌روند مشخص شود تا از گمراه شدن توسط مشخصاتی شامل ظاهرا" اعداد بزرگی که در عمل ممکن است نرخ‌های جریان پیک یا غیر متقارن باشد، پرهیز گردد. در شرایط عادی و در هنگام هماهنگی مشخصه‌های زمان ـ جریان سویچ‌ها و وسایل حفاظتی، باید از آمپرهای موثر متقارن استفاده شود.

علاوه بر این، استاندارد فوق‌الذکر، نرخ‌های ایستادگی را برای سویچ‌های انتقال که از حفاظت اضافه جریان یکپارچه یا وسایل حفاظتی اضافه جریان خارجی استفاده می‌کنند، مشخص می‌سازد. در حالتی که کلیدهای خودکار به صورت یکپارچه در طراحی سویچ به‌کار گرفته شده‌اند، باید توجه کرد که کنتاکت‌های سویچ انتقال در مدت زمان اتصال کوتاه به حالت بسته باقی نمانده بلکه جریان را قطع خواهد کرد. بنابراین نرخ ایستادگی را می‌توان همان نرخ وقفه در نظر گرفت. مبادله واژه‌های "وقفه" و "ایستادگی" می‌تواند سبب سوء تفاهم شود. بخصوص در هنگامی که سویچ‌های انتقال از نوع کلید خودکار یکپارچه و فاقد واحدهای لغزش، به همراه وسایل حفاظتی اضافه جریان خارجی به‌کار گرفته می‌شوند این امر اهمیت دارد. در این مورد، هنگام ارزیابی نرخ ایستادگی باید احتیاط لازم به‌عمل آید چون برداشتن و حذف واحد لغزش می‌تواند نرخ وقفه را کاهش داده و در نتیجه نرخ ایستادگی را ۲ یا ۳ برابر پایین بیاورد.

جدول ۵-۱ مثالی از نرخ‌های جریان ایستادگی سویچ سازنده را در شرایطی که توسط فیوزهای جریان محدود یا کلیدهای خودکار معمولی محافظت می‌شوند، نشان می‌دهد. این جدول تفاوت نرخ‌های جریان ایستادگی سویچ‌ها را، به علت تفاوت‌های ذاتی بین کلیدهای معمولی و فیوزها، نشان می‌دهد. کنتاکت‌های عادی و اضطراری نرخ‌های ایستادگی یکسانی دارند اگرچه کنتاکت‌های اضطراری معمولا" مجبور نیستند در برابر جریان‌های بالایی که در منابع عادی تولید می‌شوند ایستادگی کنند. لازم به ذکر است که جدول مذکور به عنوان راهنما، برای کلیه سویچ‌ها ارایه نشده است چون داده‌ها از نظر انواع سویچ‌ها و در میان سازندگان متغیر و متنوع می‌باشند.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ : مثالی از سویچ‌های انتقال خودکار مناسب برای جریان خرابی متداول

نرخ سویچ (آمپر)	آمپرهای موثر متقارن متداول در V_{ac} ۴۸۰ و نسبت $\frac{X}{R}$ برابر با ۶/۶ یا کمتر			
	در هنگام استفاده با فیوزهای جریان محدود کلاس J و L		در هنگام استفاده با کلیدهای خودکار با قالب ریخته شده	
	نرخ جریان ایستادگی	اندازه حداکثر فیوز (آمپر)	نرخ جریان ایستادگی	نرخ لغزش حداکثر کلید خودکار (آمپر)
۳۰	۱۰۰۰۰۰	۶۰	۱۰۰۰۰	۵۰
۱۰۰	۱۰۰۰۰۰	۳۰۰	۲۲۰۰۰	۱۵۰
۲۶۰	۲۰۰۰۰۰	۴۰۰	۲۲۰۰۰	۶۰۰
۴۰۰	۲۰۰۰۰۰	۸۰۰	۳۵۰۰۰	۶۰۰
۶۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۲۰۰	۴۲۰۰۰	۲۵۰۰
۸۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۲۰۰	۴۲۰۰۰	۲۵۰۰۰
۱۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۲۰۰۰	۶۵۰۰۰	۲۵۰۰
۱۲۰۰	۲۰۰۰۰۰	۲۰۰۰	۶۵۰۰۰	۲۵۰۰
۱۶۰۰	۲۰۰۰۰۰	۳۰۰۰	۸۵۰۰۰	۲۵۰۰
۲۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۳۰۰	۸۵۰۰۰	۲۵۰۰
۴۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۶۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۵۰۰۰

یادآوری : نسبت $\frac{X}{R}$، اندازه وسایل حفاظتی اضافه جریان و نرخ‌های جریان ایستادگی بسته به سازنده تغییر می‌کند.

۵-۳-۳ اهمیت نسبت $\frac{X}{R}$

نسبت فوق، نسبت $\frac{X}{R}$ مداری است که حداکثر جریان پیک در دسترس و به تبع آن حداکثر تنش‌های مغناطیسی که می‌تواند رخ دهد را تعیین می‌کند. با افزایش نسبت $\frac{X}{R}$، هر دو قابلیت ایستادگی سویچ در برابر خرابی و قابلیت وسیله حفاظتی اضافه جریان نیز باید افزایش یابد. ضرایب توان، نسبت‌های $\frac{X}{R}$ و رابطه آنها با جریان پیک را می‌توان در جدول ۲ استاندارد IEEE Std C37.26 ملاحظه کرد. در خیلی موارد نرخ وقفه جریان متقارن کلید خودکار یا نرخ ایستادگی سویچ انتقال را، در شرایطی که به نسبت $\frac{X}{R}$ بزرگتر از آنچه که وسیله مذکور در آزمون به ازاء آن به طور سالم ایستادگی کرده اعمال شوند، باید کاهش یابد.

هنگامی که فیوزهای جریان محدود به عنوان وسایل حفاظتی در سویچ‌ها استفاده شوند، جریان لحظه‌ای پیک که مجاز به عبور از فیوز است نبایستی از جریان پیک لحظه‌ای که به ازاء آن سویچ آزمایش شده است، بیشتر

omoorepeyman.ir

باشد. همچنین، نرخ وقفه فیوز ونسبت $\frac{X}{R}$ آزمون بایستی به ترتیب بزرگ‌تر از جریان خرابی در دسترس و نسبت $\frac{X}{R}$ اسمی باشد.

جداول ۵-۲ الی ۵-۴ نحوه تغییرات نرخ‌های وقفه کلید خودکار، نرخ‌های وقفه فیوز ونرخ‌های ایستادگی سویچ انتقال را بر حسب نسبت‌های $\frac{X}{R}$ نشان می‌دهند.

جدول ۵-۲ : الزامات وقفه کلید خودکار ولتاژ پایین و قالب ریخته شده

نرخ وقفه (آمپرهای متقارن)		ضریب توان آزمون (٪)	نسبت $\frac{X}{R}$
کلیدهای خودکار قالب ریخته شده	کلیدهای خودکار نیروی برق		
۱۰۰۰۰ یا کمتر	-	۴۵ - ۵۰	۱/۷۳ – ۱/۹۸
۱۰۰۰۱ - ۲۰۰۰۰	-	۲۳ – ۳۰	۳/۱۸ - ۳/۸۷
۲۰۰۰۱ و بیشتر	-	۱۵ – ۲۰	۴/۹ - ۶/۶
-	تمام نرخ‌ها	حداکثر ۱۵	حداقل ۶/۶

جدول ۵-۳ : الزامات ایستادگی سویچ انتقال خودکار

جریان در دسترس آزمون ایستادگی (آمپرهای متفارن)	ضریب توان آزمون (٪)	نسبت $\frac{X}{R}$
۱۰۰۰۰ ۰ یا کمتر	۴۵ - ۵۰	۱/۷۳ – ۲/۲۹
۱۰۰۰۱ - ۲۰۰۰۰۰	۲۵ – ۳۰	۳/۱۸ – ۳/۸۷
۲۰۰۰۱ و بیشتر	حداکثر ۲۰	حداقل ۴

جدول ۵-۴ : الزامات آزمون وقفه فیوز

رده فیوز	جریان ازمون وقفه (آمپرهای متقارن)	ضریب توان آزمون (٪)	نسبت $\frac{X}{R}$
H	۱۰۰۰۰	۴۵ - ۵۰	۱/۷۳ – ۱/۹۸
K	۵۰۰۰۰	حداکثر ۲۰	حداقل ۴/۹
	۱۰۰۰۰۰		
	۲۰۰۰۰۰		
J	۲۰۰۰۰۰	حداکثر ۲۰	حداقل ۴/۹
L	۲۰۰۰۰۰	حداکثر ۲۰	حداقل ۴/۹
R	۲۰۰۰۰۰	حداکثر ۲۰	حداقل ۴/۹
T	۲۰۰۰۰۰	حداکثر ۲۰	حداقل ۴/۹

omoorepeyman.ir

۵-۳-۴ نرخ‌های ایستادگی از نقطه نظر زمان

اندازه و مقدار جریان خرابی و مدت زمان آن، انرژی گرمایی و تنش حرارتی تولید شده در طول خرابی را مشخص کرده و این انرژی را معمولا" به صورت I^2t نشان می‌دهند. علاوه بر نرخ‌های ایستادگی اندازه جریان، سویچ‌های انتقال خودکار دارای نرخ‌های I^2t می‌باشند که در صورت تجاوز از آن امکان صدمه به سویچ و حتی نابودی آن وجود دارد.

I^2t در دسترس در یک سویچ بر حسب اندازه جریان خرابی و زمان رفع (clearing time) وسیله اضافه جریان حفاظتی سویچ تغییر می‌کند. بنابراین به منظور تعیین I^2t در دسترس، نوع وسیله حفاظتی اضافه جریان باید معلوم باشد چون در وسایل حفاظتی مختلف، اندازه‌های متفاوتی از جریان خرابی عبور کرده و این‌گونه وسایل زمان‌های رفع متفاوتی دارند. زمان رفع یک فیوز با زمان رفع کلید خودکار فرق داشته و هر یک از آنها دارای انواع مختلفی با زمان‌های متفاوت می‌باشند. در فیوزهای جریان محدود، پارامتر دیگری به نام جریان قابل عبور پیک، باید در نظر گرفته شود. در هنگام به‌کار بردن فیوزهای جریان محدود، ضریب زمان به کسری از سیکل کاهش می‌یابد.

براساس استاندارد ANSI / UL 1008، سویچ انتقال خودکار را می‌توان بدون وسیله حفاظتی اضافه جریان مورد آزمون قرار داد مشروط بر آن که زمان آزمون حداقل با زمان باز شدن وسیله حفاظتی مشخصی در سطح معینی از جریان خرابی برابر باشد. اگرچه، سویچ تحت شرایط مذکور می‌تواند قادر به ایستادگی به مدت چندین سیکل از جریان خرابی معین باشد، امکان دارد به ازاء این تعداد سیکل‌ها نرخ رسمی آن مشخص و تعیین شود. در کاربردهای واقعی، الزام سویچ‌ها به عبور جریان خرابی به مدت چندین سیکل امری غیر معمول نیست. در چنین مواردی، کاربر بایستی اطمینان حاصل کند که جریان خرابی در دسترس از نرخ (مقدار اسمی) I^2t سویچ تجاوز نکند.

جدول ۵-۵ نرخ‌های I^2t سویچ انتقال نوعی را بر حسب جریان‌های قابل عبور پیک فیوزها نمایش می‌دهد. این مقادیر در بین تولیدکنندگان مختلف سویچ تغییر می‌کنند. سازنده فهرستی از کلیدهای خودکار یا فیوزها که سویچ انتقال را می‌توانند حفاظت کنند، ارایه خواهد داد.

۵-۳-۵ شدت دی‌الکتریک سویچ انتقال خودکار

علاوه بر قابلیت‌های حمل جریان، سویچ‌های انتقال خودکار باید قادر به ایستادگی و تحمل افزایش (یا افت) ناگهانی ولتاژ (surge) بوده و پاسخگوی الزامات قابلیت اعتماد خویش باشند. وسایل کنترل در سویچ انتقال خودکار آغازگر عملیات انتقال یا انتقال مجدد بوده و در نتیجه بنحو عمده‌ای بر قابلیت اعتماد سویچ تاثیر دارند. به هر حال، این وسایل کنترل در بخش‌های اصلی حمل جریان بار سویچ، اندازه فیزیکی و فضای

omoorepeyman.ir

دی‌الکتریک ناچیزی دارند. بدین دلیل، استفاده از تولیداتی با کیفیت بالا برای کاربرد تجهیزات اضطراری در سویچ‌ها اهمیت دارد.

جدول ۵-۵ : مشخصه‌های سویچ انتقال خودکار در هنگام استفاده با فیوزها

نرخ سویچ (آمپر)	جریان خرابی متقارن موثر در دسترس (آمپر)	جریان قابل عبور پیک (آمپر)	نسبت I^2t [آمپر^2 ـ ثانیه]
۱۲۵	۲۰۰۰۰۰	۲۶۰۰۰	۶۰۰×۱۰^۳
۲۲۵	۲۰۰۰۰۰	۴۵۰۰۰	۲۵۰۰×۱۰^۳
۴۰۰	۲۰۰۰۰۰	۸۰۰۰۰	۱۲۰۰۰×۱۰^۳
۶۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰×۱۰^۳
۱۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰×۱۰^۳

استاندارد ANSI / UL 1008، آزمون‌های ایستادگی ولتاژ دی‌الکتریک ۱۰۰۰ ولت به اضافه دو برابر ولتاژ اسمی را الزامی می‌داند. معذالک، در مورد این که چه وسایل مشخصی باید مورد آزمون قرار گیرند و این که وسایل کنترل باید منظور شوند یا نشوند، الزامات مذکور شفاف نمی‌باشند. اساسا" الزامات استاندارد فوق مرتبط با ایمنی بوده و برای برآورده ساختن الزامات قابلیت اعتماد سیستم‌های نیروی برق اضطراری یا پشتیبان، ملاحظاتی در مورد حفاظت اضافی در هنگامی که سویچ در معرض افزایش (افت) ناگهانی ولتاژ قرار می‌گیرد، باید به‌عمل آید. از نظر حفاظت شدت دی‌الکتریک سویچ خودکار، نکات زیر می‌تواند مفید باشد.

- قابلیت شکست قوس الکتریکی به منظور به حداقل رساندن جرقه بین منابع وصدمه به دی‌الکتریک
- جنس و ساختار کنتاکت که حرارت تولید شده در جریان‌های زیاد را به حداقل برساند
- کنتاکت‌ها و اقلامی که برای بازرسی مبتنی بر مشاهده و نیز جایگزینی آسان آنها، به سهولت قابل دسترسی باشند.

برخی علل متداول حالات گذرای ولتاژ در سیستم‌های ac که بر سویچ‌های انتقال خودکار می‌تواند تاثیر داشته باشد عبارتند از سویچینگ بارهای القایی، اعمال انرژی به ترانسفورماتور و تخلیه انرژی از آن، و حالات گذرای حاصل از رعد و برق و کموتاسیون. در اغلب موارد، حذف تمام علل حالات گذرا و در نتیجه خود آن حالات، امری غیر ممکن است، بنابراین در قدم بعدی می‌توان فرض کرد که این حالات رخ خواهد داد و باید اقداماتی از نظر حفاظت تجهیزات حساس صورت پذیرد. توصیه می‌شود که در سویچ‌های انتقال، الزامات تعیین شده در استاندارد ANSI / NEMA ICS 1 از نظر آزمون ولتاژ ایستادگی ایمپالس و الزامات مندرج در استاندارد IEEE Std. C37.90 در رابطه با قابلیت ایستادگی در برابر افزایش (یا افت) ناگهانی ولتاژ، رعایت و برآورده شوند. این

omoorepeyman.ir

امر بخصوص در مواردی که اقلام حالت ـ جامد حسگر ولتاژ و فرکانس به‌کار می‌روند، اهمیت خاصی دارد. استاندارد IEEE Std. 141 تحلیل عمیقی از علل و اثرات انواع مختلف اضافه ولتاژها را ارایه می‌دهد.

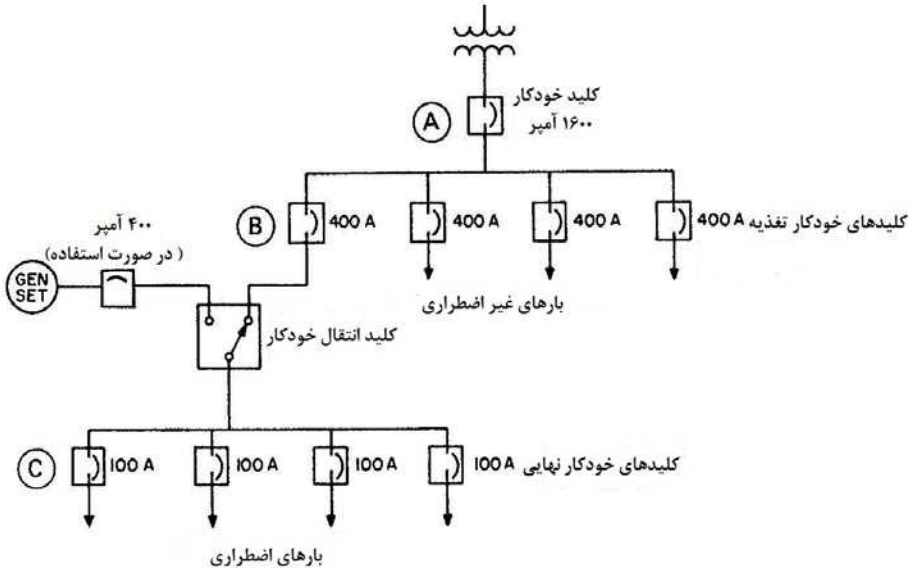
۵-۳-۶ حفاظت با کلیدهای خودکار

اصول هماهنگی و انتخاب پذیری بین کلیدها و وسایل مورد حفاظت در سیستم‌های توزیع مشابه اصول اکثر سیستم‌های نوعی است. قابلیت اعتماد در رساندن نیروی برق به بارهای مهم و بحرانی به لغزش انتخابی کلید بستگی دارد. دو زمینه مورد علاقه در رابطه با کلیدها و سویچ‌های انتقال خودکار عبارتند از : حفاظت سویچ براساس نرخ ایستادگی آن و در عین حال، حصول انتخاب پذیری صحیح جهت قابلیت اعتماد سرویس. هنگامی که حفاظت اضافه جریان و سویچینگ انتقال با هم ترکیب شده و به صورت یک واحد یکپارچه در می‌آیند، انتخاب پذیری بیشتر به عنوان یک مشکل مطرح می‌شود. مشخصه‌های رفع خرابی وسیله محافظ یکپارچه باید معلوم و دردست باشد تا بتوان با وسایل اضافه جریان خارجی هماهنگی را برقرار کرد.

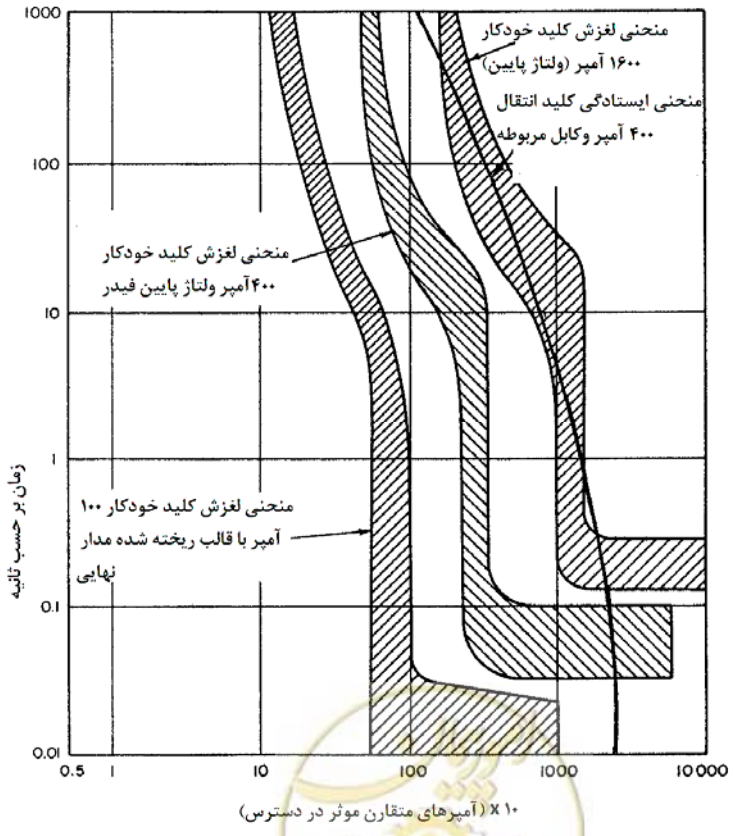
شکل های ۵-۴ و ۵-۵ نمایش ساده‌ای از حفاظت یک سیستم کوچک نوعی توسط کلیدهای خودکار است. با استفاده از تاخیر زمانی در ناحیه کوتاه مدت کلیدهای A و B هماهنگی کامل بدست می‌آید. سویچ انتقال در هنگام خرابی فروسوی سویچ توسط کلیدهای B و C حفاظت می‌شود. در این مورد، قابلیت کابل مربوط به سویچ انتقال عامل محدود کننده بوده و نرخ ایستادگی دستگاه را کاهش می‌دهد. سویچ به تنهایی نرخ بالاتری دارد. همچنین از نظر برقراری هماهنگی، سویچ و کابل‌کشی مربوطه در هنگام وقوع خرابی بین سویچ و کلیدهای مدار نهایی وقبل از رفع جریان خرابی در ناحیه کوتاه مدت، باید تا ۶ سیکل جریان خرابی ایستادگی کنند. نرخ این سویچ الزامات مذکور را زمانی برآورده می‌سازد که جریان خرابی از ۲۰۰۰۰A تجاوز ننماید. فرضی که در این شکل‌ها در نظر گرفته شده عبارت است از این که ژنراتور جریان خرابی کافی برای لغزش کلید خودکار مدار نهایی، در صورت وقوع خرابی زیر یکی از این کلیدها، تامین خواهد کرد، در اغلب موارد، جریان خرابی در دسترس از یک ژنراتور اضطراری یا پشتیبان بنحو عمده‌ای، در مقایسه با جریان مذکور از منبع عادی و نرمال، کمتر خواهد بود. هنگامی که چنین حالتی حاکم است، منبع اضطراری یا پشتیبان بایستی تا حد امکان در مجاورت بار بحرانی از نقطه نظر توزیع قرار گیرد تا تعداد سطوح هماهنگی و اندازه کلیدها به حداقل برسد. به هر حال با استفاده از ویژگی لغزش تاخیر زمانی در کلید فراسو، به مزیت اضافی در انتخاب‌پذیری دست یافته و از شروع و انتقال بیهوده و مزاحم به منبع اضطراری یا پشتیبان جلوگیری می‌شود.

در هنگام استفاده از کلیدهای خودکار جهت حفاظت، نرخ I^2t سویچ انتقال باید با حداکثر زمان رفع کلیدی که آن را محافظت می‌کند، همبستگی داشته باشد (حتی با انجام لغزش لحظه‌ای). برای مثال، امکان دارد یک سویچ انتقال هنگامی که با یک فیوز جریان محدود بخصوصی به‌کار می‌رود دارای نرخ ایستادگی ۱۰۰۰۰۰ آمپر متقارن باشد ولی زمانی که با یک کلید خودکار بخصوصی با لغزش لحظه‌ای به‌کار گرفته می‌شود، می‌تواند

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۴ : سیستم برق اضطراری با کلیدهای خودکار



شکل ۵-۵ : نمودار هماهنگی سیستم برق اضطراری با کلیدهای خودکار

omoorepeyman.ir

فقط نرخ ایستادگی ۳۰۰۰۰ آمپر متقارن را داشته باشد. همین استدلال برای کلیدهایی بازمان رفع خرابی مختلف، بخصوص با در نظرگرفتن لغزش‌های تاخیر یافته زمانی در مقایسه با لغزش‌های لحظه‌ای، قابل اعمال است. استاندارد ANSI C37.16 با ملزم کردن کلیدهای خودکار به کاهش نرخ‌های وقفه اتصال کوتاه آنها، در کاربردهای تاخیر زمانی کوتاه، این امر را تایید می‌نماید. برای مثال، کلید اتوماتیک برق ولتاژ کوتاه ۲۲۵A، با واحد لغزش لحظه‌ای، دارای نرخ وقفه ۲۲۰۰۰ آمپر متقارن در ۴۸۰V است. همین کلید بدون لغزش لحظه‌ای، نرخ کاهش یافته ۱۴۰۰۰ آمپر متقارن در ۴۸۰V را داراست.

با توجه به این که در طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌ها در هر زمان، تاکید بر کارامدی از نظر هزینه است، پیش‌بینی توسعه آتی این سیستم‌ها اغلب امری مشکل است. این موضوع بخصوص از نظر توجیه هزینه‌ها برای گسترش و رشد بار مورد نظر، دشوارتر است. وضعیتی که زیاد هم غیر معمول نیست عبارت است از این که در هنگام افزایش نرخ ردیف ترانسفورماتور تغذیه نیروی برق نرمال در پاسخ به توسعه غیر منتظره بار، جریان اتصال کوتاه در دسترس نهایتا" از نرخ‌های ایستادگی و وقفه سویچ انتقال و کلید تجاوز می‌کند. راه حل، اضافه کردن فیوزهای جریان محدود در خط با کلیدهای موجود مطابق نرخ‌های سری UL و حفاظت تجهیزاتی است که از نرخ آنها تجاوز شده است. فیوزها باید براساس توصیه‌های سازندگان کلیدهای خودکار به‌کار برده شوند. این روش مصالحه‌ای اقتصادی از محدود ساختن جریان اتصال کوتاه و I^2t عبوری بوده و در عین حال تا حدی انعطاف پذیری عملیاتی را حفظ می‌کند. به هر صورت، می‌توان هماهنگی رامورد مصالحه قرار داد. راه حل دیگر عبارت است از استفاده از راکتورهای محدود کننده جریان که در آن هماهنگی وسیله اضافه جریان را می‌توان حفظ کرد، مشروط بر آن که نسبت های $\frac{X}{R}$ بیش از حد افزایش نیابند.

۵-۳-۷ حفاظت با فیوزها

اولین مزیت کاربرد فیوزها در مقایسه با کلیدهای خودکار، هزینه کمتر آنها است. مزیت دیگر عبارت است از این که فیوزها می توانند جریان‌های اتصال کوتاه بالاتر را به طور ایمن متوقف و دچار وقفه کرده و زمان‌های رفع آنها نسبت به کلیدها سریع‌تر است. یک عیب فیوزها، الزامات جایگزینی آنها پس از رفع خرابی است. کلیدهای خودکار دارای این مزیت هستند که عملیات آنها، زمانی که بار دارای موتورهای سه فاز است، سبب ایجاد شرایط تک فاز نمی‌شود. هنگامی که فیوزها به‌کار گرفته می‌شوند، جریان مجاز پیک و انرژی مجاز I^2t بایستی با مشخصه‌های کلید انتقال مورد حفاظت هماهنگ شود. این مشخصه‌ها، بین سازندگان فیوز و انواع فیوزها تغییر کرده و بنابراین، برای هر فیوز مشخص مورد نظر باید با سازنده آن مشورت به‌عمل آید. علاوه بر آن، امکان دارد نرخ یا مقدار اسمی سوچ‌های انتقال برای کار به صورت سری با فیوز خاصی که با آن تحت آزمون قرار گرفته‌اند، تعیین شده باشد. اگر رده دیگری از فیوز با همان نرخ آمپر و نرخ وقفه جایگزین شود، ممکن است سویچ انتقال در شرایط خرابی به طور صحیح عمل نماید مشروط بر آن که فیوز جایگزین مجاز به

omoorepeyman.ir

عبور جریان پیک و انرژی I^2t بالاتر باشد. در هنگام مقایسه فیوز جریان محدود با کلید خودکار مجهز به لغزش لحظه‌ای با زمان رفع $\frac{1}{2}$ تا ۱ سیکل، همان استدلال قابل استناد است. کلید خودکار در مقایسه بافیوز جریان محدود که می‌تواند مرحله رفع را در کسری از زمان اجرا کند، اجازه عبور جریان پیک و انرژی I^2t بالاتر را خواهد داد.

جدول ۵-۱ مثالی از داده‌های کاربردی لازم را برای انواع خاصی از سویچ‌های انتقال که برای کار با فیوزها مناسب هستند نشان داده و در آن داده‌های آزمون و رده‌های فیوز مشخص می‌شوند. جدول ۵-۵ مثالی از داده‌های کاربردی را براساس مشخص کردن حدود جریان پیک و I^2t مجاز انواع معینی از سویچ‌ها، نمایش می‌دهد. مجددا" باید توجه کرد که این مشخصه‌ها بین سازندگان مختلف تغییر می‌کند. در یک مورد، وسایل حفاظتی اضافه جریان معینی همراه داده‌های آزمون اتصال کوتاه داده شده و در مورد دیگری حدود حداکثر نرخ‌های سویچ ارایه گردیده‌اند. کاربر می‌تواند قابلیت‌های سویچ را با هر نوع فیوز مورد استفاده مقایسه کند.

شکل‌های ۵-۶ و ۵-۷ سیستم نمونه‌ای را که قبلا" در شکل‌های ۵-۴ و ۵-۵ مورد بررسی قرار گرفت، با این تفاوت که فیوزهای جریان محدود بجای کلیدهای خودکار به‌کار رفته‌اند، نشان می‌دهد. سویچ انتقال دارای نرخ جریان عبوری پیک مجاز حداکثر مشخصی می‌باشد. منحنی‌های عبور پیک مبتنی بر جریان خرابی در دسترس و زمان رفع فیوزها در گستره محدود ساختن جریان، قابل ابتیاع از سازندگان فیوز می‌باشد.

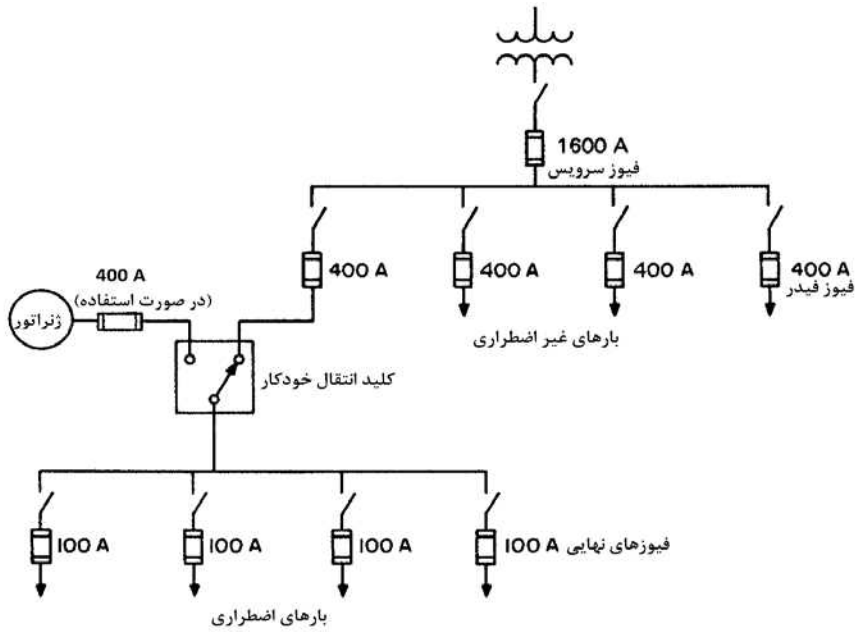
۵-۳-۸ حفاظت خطای زمین

اگرچه حفاظت در برابر خطا و خرابی زمین برای تجهیزات در سیستم‌های اضطراری متناوب معمولا" مورد لزوم نیست، خطای زمین در چنین سیستم‌هایی می‌تواند رخ داده و منجر به سوختن آنها شود. به علت ماهیت اضطراری این‌گونه سیستم‌ها، آیین‌نامه‌ها قطع اتصال خودکار در صورت وقوع خطای زمین را الزامی ندانسته‌اند. به هر حال آشکارسازی و تشخیص چنین خرابی مطلوب خواهد بود. تامین وسیله سیگنال دیداری و شنیداری که شرایط خطای زمین را نشان دهد امر مفیدی است. همچنین، دستورالعمل‌هایی باید تدوین شود که در صورت وقوع و تشخیص خطای زمین، چه اقداماتی باید صورت پذیرد. در مورد امکان خطای زمین در طرف بار سویچ انتقال هنگامی که از هر منبعی انرژی دریافت می‌کند، ملاحظات اضافی باید به‌عمل آید. برای جزییات بیشتر به فصل ۶ مراجعه کنید.

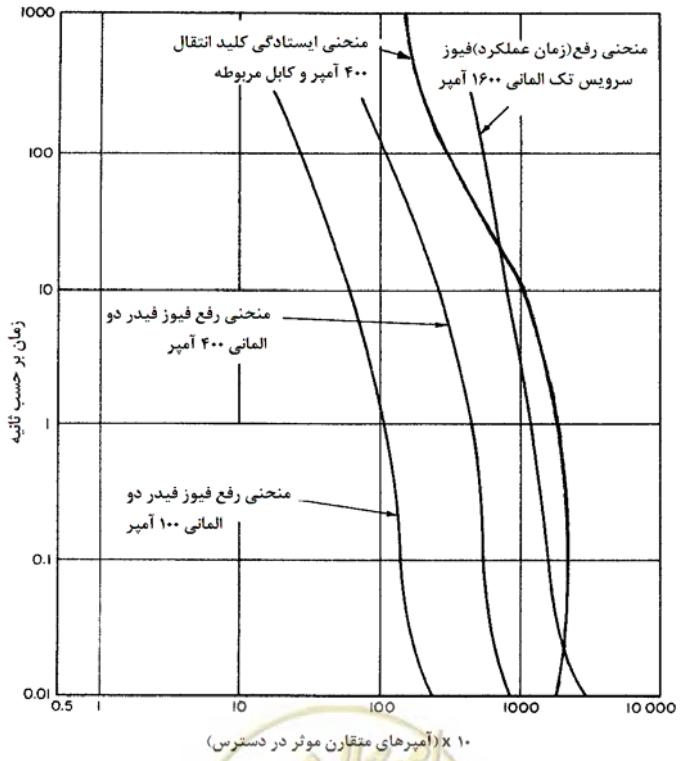
۵-۴ حفاظت ژنراتور

هنگامی که ژنراتور اضطراری کار می‌کند، در واقع این دستگاه نیروی برق بارهای بحرانی و مهم را تامین می‌نماید. بنابراین، با توجه به نقش آن، می‌توان ژنراتور را اساسی‌ترین عنصر در سیستم تغذیه برق محسوب

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۶ : سیستم برق اضطراری با فیوزها



شکل ۵-۷ : نمودار هماهنگی فیوزهای سیستم برق اضطراری

omoorepeyman.ir

کرد. سازندگان همیشه تمام الزامات اصلی حفاظت ژنراتورها را پیش‌بینی و تامین نکرده و برخی انتخاب و اختیار را به عهده مصرف کننده باقی می‌گذارند. در هر کاربردی، مصرف‌کننده یا کاربر، قبل از تصمیم‌گیری در مورد بهترین طرح حفاظت، باید نیازمندی‌های خویش و ماهیت بحرانی و وخیم بار را ارزیابی نماید. طرح حفاظت انتخابی باید قابلیت اعتماد این منبع نیروی برق را تضمین نماید. علاوه بر رعایت و اعمال اصول استاندارد در حفاظت ژنراتور، کاربر باید به تجربه کاری و قضاوت دقیق در تعیین این که طرح‌های حفاظت استاندارد، قابلیت اعتماد مورد لزوم سیستم نیروی برق اضطراری را تامین می‌کنند یا نه، توجه کند. برای مثال، نصب و کار ژنراتور در یک مکان دور دست یا در محل نزدیک، می‌تواند تعیین کند که هشدار دیداری یا شنیداری در شرایطی که از کارافتادن خودکار دستگاه استفاده می‌شود، کافی خواهد بود یا نه. در شرایطی که نیروی برق فوق‌العاده بحرانی و حیاتی است، ارزیابی تبعات اتلاف توان در رسیدن به بارهای بحرانی بر حسب صدمه به منبع برق اضطراری کاری عاقلانه خواهد بود.

۵-۴-۱ حفاظت سیم‌پیچی آرمیچر

مهم‌ترین عامل از نظر حفاظت سیم‌پیچی، اضافه جریان است که اصولا" از اضافه بارها و اتصال کوتاه ناشی می‌شود. عمده‌ترین وسایل حفاظتی که در این رابطه به‌کار می‌روند کلیدهای خودکار یا فیوزها هستند. معذالک اندازه دستگاه ژنراتور می‌تواند بر روش به‌کار گرفتن و سطوح لغزش این‌گونه وسایل به شدت اثرگذار باشد. همچنین نیازمندی‌های حفاظت در برابر اضافه ولتاژ بین ماشین‌های کوچک و بزرگ (یعنی نرخ‌های ولتاژ زیاد و ولتاژ پایین) تفاوت دارد.

۵-۴-۱-۱ حفاظت اضافه جریان

نیاز به حفاظت در برابر اضافه جریان در ماشین‌های بزرگ امری بدیهی است. در رابطه با اهداف این فصل، ماشین‌های مذکور از انرژی ذخیره شده الکتریکی و مکانیکی کافی و در نتیجه جریان اتصال کوتاه در دسترس مکفی برخوردار بوده و هماهنگی بین ژنراتور و سایر وسایل حفاظتی اضافه جریان طرف بار امری آسان خواهد بود. از آنجا که انتخاب پذیری وسیله اضافه جریان تا حد منطقی آسان است، حفاظت سیم‌پیچی‌های ژنراتور به طور جدی قابل مصالحه با قابلیت اعتماد منبع نیروی برق، که بارهای بحرانی را تغذیه می‌کند، نبوده وبدین دلیل و نیز به علت هزینه سرمایه‌گذاری، حفاظت اضافه جریان سیم‌پیچی‌های ژنراتور اهمیت می‌یابد. به عنوان یک قاعده، طراحی یک طرح حفاظت باید براساس ضوابط استاندارد باشد. ضوابط و اصول استاندارد می‌تواند از یک کلید خودکار منفرد، ساده و با قالب ریخته شده تا یک کلید خودکار باتوان بالاتر و با ویژگی توانایی قفل با انتخاب ناحیه (Zone –selective interlocking) متناوب باشند. استاندارد IEEE Std. 242 دستورالعمل‌های مفیدی در مورد حفاظت ژنراتور توصیه می‌نماید.

omoorepeyman.ir

از نظر جریان اتصال کوتاه در دسترس، دستگاه‌های ژنراتور کوچک‌تر، مسأله پیچیده‌تری را مطرح می‌کنند. این دستگاه‌ها ماشین‌هایی با انرژی ذخیره مکانیکی و الکتریکی نسبتا" کم و نسبت‌های $\frac{X}{R}$ سیستم نوعا" پایین بوده و در شرایط خرابی ناگهانی سرعت آنها سریعا" افت کرده و در تامین جریان خرابی مداوم مشکل دارند. بسیاری از مصرف کنندگان ژنراتور و افرادی که مشخصات آنها را تعیین می‌کند اغلب بر لزوم متوقف ساختن ژنراتور به منظور حفاظت سیم‌پیچی‌ها در شرایط اتصال کوتاه تاکید دارند. تحت برخی شرایط، جریان اتصال کوتاه تنظیم نشده قادر به ایجاد صدمه در ژنراتور کوچک است. به هر حال امکان دارد خروجی ژنراتور با سیستم تحریک معینی، قبل از وقوع هرگونه صدمه جدی، به صفر تنزل یابد. حتی با تحریک جداگانه، خروجی را می‌توان بنحوی مشخص کرد که به نرخ بار کامل یا کمتر کاهش یابد. این موضوع در شکل ۵-۱ نشان داده شده است. در این رابطه، ژنراتور ذاتا" محافظت شده و نقش وسیله اضافه جریان از نظر حفاظت سیم‌پیچی در مقابل جریان اتصال کوتاه کم‌رنگ و جزیی است. خطرات فرض وجود حفاظت ذاتی در واقع شرایط نامطمئن خرابی‌های غیر متعادل است. برای مثال، تحریک می‌تواند از یک فاز بدون خطا تامین شده و جریان خرابی مداوم ناخواسته بوجود آید. اگر حفاظت ذاتی لازم باشد، کاربر باید این ویژگی را مشخص کند.

جریان خرابی به ازاء هر واحد اولیه ژنراتور $\frac{1}{x''d}$ است که در آن $x''d$ راکتانس گذرای فرعی ژنراتور بوده و توسط آزمون اتصال کوتاه ژنراتور تعیین می‌شود. جریان اتصال کوتاه اولیه، جریان‌های بسیار بالایی در میدان القاء کرده و سیم‌پیچی‌های روتور را تعدیل می‌کند (معمولا" ۸ تا ۱۰ بر ابر مقدار بدون بار) بنابراین، تلفات ژنراتور تحت شرایط خرابی، نه تنها شامل تلفات سیم‌پیچی‌های استاتور می‌باشد بلکه تلفات میدان و تعدیل و نیز تلفات بار سرگردان اضافی در هر دو فولاد روتور و استاتور را در بر می‌گیرد. امکان دارد در حالتی که ژنراتور به طور ایمن نصب نشده، این تلفات کوپلینگ‌ها را منهدم و استقرار سست ژنراتور را در هم شکند. در زمان حاضر، پارامترهای قابل اعتمادی در صنعت جهت تعیین دقیق تلفات وجود ندارد ولی محاسبات مبتنی بر راکتانس‌ها و مقاومت‌های متوالی مثبت، منفی و صفر، مقادیر تقر یبی را به ما ارایه می‌دهد. برای تحلیل دقیق‌تر، این تلفات را می‌توان با انرژی جنبشی ذخیره شده و انرژی شافت مکانیکی مقایسه و اثرات خرابی را بر سرعت ژنراتور تعیین کرد.

در بحث فوق در مورد دستگاه‌های ژنراتور کوچک و بزرگ تبعات و اثرات بدیهی صدمه به ژنراتور مد نظر قرار داشت. در عمل، تعیین اثرات صدمه حاصل از جریان اتصال کوتاه بر ژنراتور امری مشکل است. حتی برای سازنده، مشخص کردن حدود واقعی جریان اتصال کوتاه و مدت زمان آن کاری دشوار است، چون صدمه قابل تحمل می‌تواند از کاهش جزیی در عمر عایق تا صدمه واقعی به سیم‌پیچی فیزیکی که ماشین را از کار می‌اندازد، تغییر کند. از نقطه نظر شدت مکانیکی ژنراتور استاندارد ANSI / NEMA MG - 1 مقرر می‌کند که

omoorepeyman.ir

ژنراتور باید قابلیت ایستادگی بدون صدمه در برابر خرابی سه فاز در ترمینال‌هایش به مدت ۳۰ ثانیه در زمان کار در KVA وضریب توان اسمی با تحریک ثابت به ازاء ۵٪ اضافه ولتاژ، را دارا باشد.

همان طور که در شکل‌های ۵-۱ (الف) و (ب) قابل ملاحظه است، جریان مداوم در این حالت معمولا" کمتر از جریان اسمی است و در نتیجه سیم‌پیچی‌ها را از نظر صدمه حرارتی مورد آزمون قرار نمی‌دهند. همچنین الزامات برای شرایط خرابی غیر متعادل داده شده است.

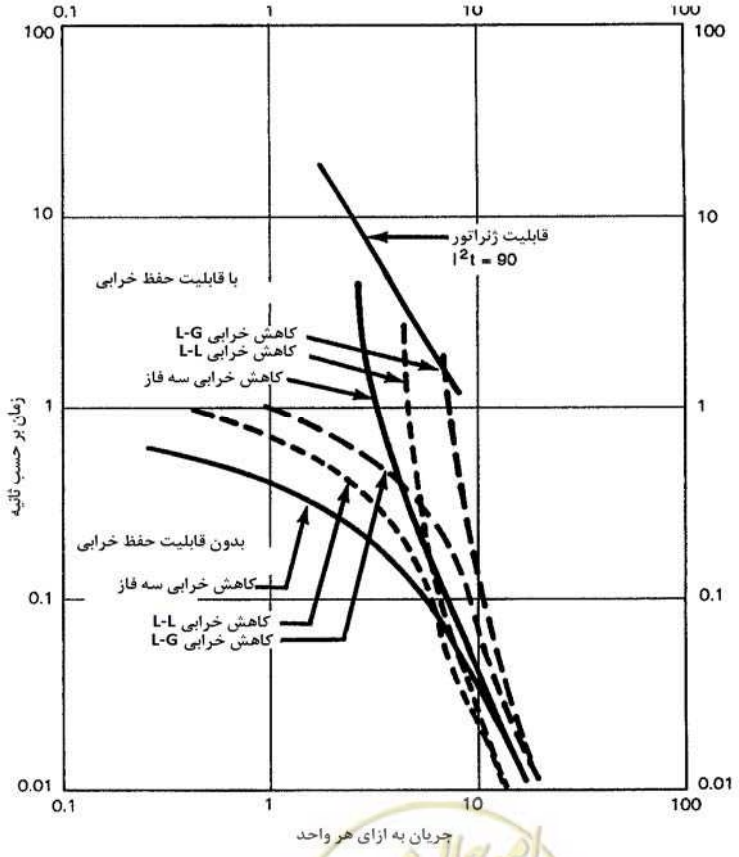
فرض این که هر ژنراتور منحنی صدمه دقیقی دارد که به آسانی در دسترس و قابل استفاده در هماهنگی وسایل اضافه جریان می‌باشد امری اشتباه است. هدف دیگر مجاز دانستن افزایش $^{\circ}C$ ۲۵ اضافی در دمای سیم‌پیچی برای کاربرد اضطراری یا پشتیبان یک ژنراتور مطابق ضوابط استاندارد ANSI / NEMA MG 1 می باشد. بعضی مواقع سیستم تنظیم کننده / تحریک کننده عامل محدود کننده در منحنی صدمه است. برای مثال، یک مشخصه متداول برای دستگاه ژنراتور عبارت است از این که ژنراتور جریان خرابی ۳ PU را برای ۱۰ ثانیه (I^2t = ۹۰) نگاه داشته باشد. این امر در واقع می‌تواند محدودیتی برای تنظیم کننده که در آن سیم‌پیچی‌های استاتور قابلیت بیشتری دارند باشد. بررسی بیشتر نشان می‌دهد که در طول خرابی‌های غیر متعادل، گرم شدن روتور یک ویژگی محدود کننده خواهد بود. گرم شدن روتور به واسطه جریان متوالی منفی بوجود می‌آید. استاندارد ANSI / NEMA MG 1 ژنراتورها را ملزم می‌سازد که در مقابل جریان متوالی منفی فقط تا مقدار I^2t برابر با ۴۰ ایستادگی کند. در مدت خطای خط ـ به ـ خط، که بزرگ‌ترین محتوای جریان متوالی منفی را بوجود می‌آورد، این جریان مرتبط با I^2t کل ۱۲۰ می‌باشد. به هر حال اگر می‌خواهیم حفاظت در I^2t = ۱۲۰ برقرار شود، وسیله جداگانه‌ای جهت حفاظت سیستم تحریک مورد نیاز است، مشروط بر آن که سیستم تحریک عامل محدود کننده در محاسبه I^2t = ۹۰ باشد. بنابراین، با افزایش مقدار اضافه جریان به بالای حد کل سیستم، پیشرفت ناچیزی در قابلیت‌های هماهنگی حاصل می‌شود. با فرض این که تمام شرایط تفیهم شده، از طریق مشاوره با سازنده، می‌توان حد زمان ـ جریان دقیقی را تخمین زد.

به منظور پرهیز از ابهام و سوء تعبیر در مورد منحنی‌های حد صدمه، توصیف بهتر، حد "قابلیت" است. در مواردی که تعیین حدود متفاوت با استانداردها مانند ANSI / NEMA MG 1 دشوار باشد این پارامتر منطقی و قابل قبول است. در تعیین قابلیت یک ژنراتور باید با سازنده مشورت شود چون این پارامتر باید تمام اقلام در مشخص کردن ضعیف‌ترین بخش را در نظر بگیرد. این اقلام شامل استاتور، روتور، تعدیل کننده و سیم‌پیچی‌های تحریک کننده می‌باشد. نیمه هادی‌ها و نیز اجزاء تنظیم کننده جزء اقلام مذکور می‌باشند.

بنابراین، اگر اجازه داده شود شرایط خرابی به مدت طولانی برقرار باقی بماند، با قابلیت حفظ خرابی وارد شدن صدمه به سیم‌پیچی ژنراتور (و احیانا" به محرک اولیه) امکان‌پذیر است شکل ۵-۸ به نمایش این نکته می‌پردازد.

omoorepeyman.ir

منحنی قابلیت ژنراتور مفروضی مبتنی بر حد حرارتی I^2t= ۹۰ در رابطه آن با منحنی‌های کاهش جریان خرابی مربوط به ژنراتوری با و بدون سیستم تحریک که جهت برقراری جریان خرابی طراحی شده، در این شکل نشان داده می‌شود. این شکل بیانگر مورد واقعی نیست ولی به سادگی، سطح حداکثری را که در آن وسیله حفاظتی ژنراتور باید عمل کرده و حداقل حفاظت برای ژنراتور را تامین کند، نمایش می‌دهد. جریان خرابی موجود در هر نقطه دیگر سیستم باید مورد محاسبه قرار گیرد چون سازنده ماشین ـ ژنراتور فقط می‌تواند اطلاعاتی در مورد جریان خرابی موجود در ترمینال‌های ژنراتور را ارایه دهد. نکته دیگر که معمولا" بدون استفاده از منحنی‌های کاهش جریان خرابی مشهود نیست عبارت است از این که مقدار جریان‌های خرابی مداوم در خرابی‌های خط ـ به ـ خط و خط ـ به ـ زمین نوعا" بیشتر از مقدار سه فاز هستند. هنگامی که فقط منحنی کاهش جریان خرابی سه فاز در دسترس است، کاربر باید توجه داشته باشد که وسایل اضافی جریان بایستی در خرابی‌های خط ـ به ـ خط و خط ـ به ـ زمین سریع‌تر لغزش (trip) کنند.



شکل ۵-۸ : منحنی‌های کاهش خرابی متعادل و نا متعادل ژنراتور، نسبت به منحنی قابلیت ژنراتور

omoorepeyman.ir

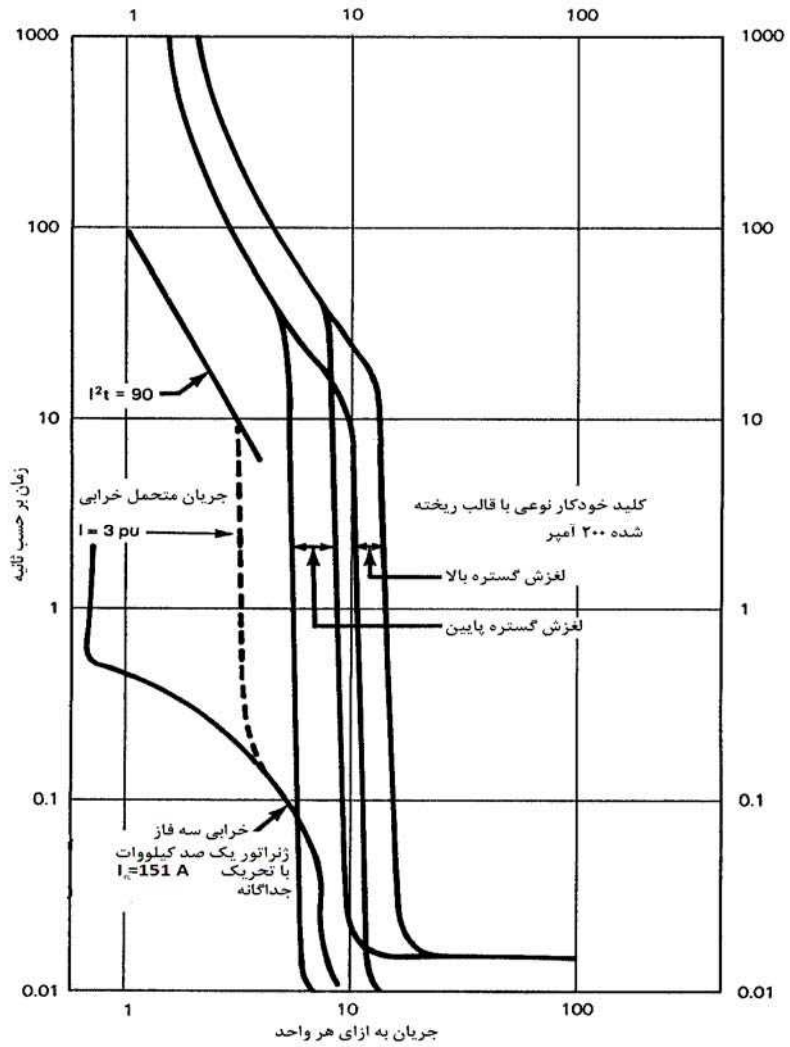
هنگامی که کلید خودکار اصلی به‌کار می‌رود، کلید با بدنه عایق شده یا کلید توان هماهنگی سهل‌تری با مشخصه‌های لغزش قابل تنظیم خویش در گستره‌های تاخیر زمانی طولانی، تاخیر زمانی کوتاه و لحظه‌ای از خود بروز می‌دهد. به هر حال کلیدهایی با بدنه ریخته‌گری شده به ازاء مقدار اسمی مفروض اندازه کوچکتری دارند. معذالک بدون مشخصه‌های لغزش قابل تنظیم، هماهنگی آنها با سایر وسایل اضافه جریان‌ها با حدود قابلیت ژنراتور، کاری دشوارتر خواهد بود. برخی وسایل لغزش الکترونیکی مشخصه‌های I^2t ثابتی دارند که برای حفاظت ژنراتور مناسب می‌باشند. رله‌های منحنی‌های I^2t ثابت یا منحنی فوق‌العاده معکوس که تقریب نزدیکی است، را دارند. آشکارسازهای دمای سیم‌پیچی استاندارد در تامین این حفاظت حرارتی کوتاه مدت، به اندازه کافی سریع پاسخ نمی‌دهند. اغلب فیوزها مشخصه I^2t ثابت در نواحی جریان ژنراتور را نداشته و در نتیجه، به‌ازاء جریان‌های خرابی ژنراتور متغیر حاصل از انواع مختلف خرابی‌ها، با کلیدهای فروسو هماهنگی یکسانی را از خود نشان نمی‌دهند.

انتخاب و کاربرد صحیح وسیله حفاظتی اضافه جریان به دقت حد قابلیت ژنراتور، جریان خرابی در دسترس و تنظیم انتخاب وسیله اضافه جریان، بستگی دارد. شکل ۵-۹ نشان می‌دهد چگونه می‌توان در کاربرد یک وسیله حفاظتی اشتباهی را مرتکب شد. ژنراتور در مثال مقادیر اسمی ۱۰۰KW و ۱۵۱A در بار کامل را داراست. یک کلید خودکار نوعی با قالب ریخته شده در ۱۲۵٪ نرخ (مقدار اسمی) ژنراتور، با این فرض که مقدار اسمی بار با ژنراتور برابر است، به‌کار برده می‌شود. در این مثال، کلید ۲۰۰A انتخاب می‌گردد. بخش نقطه چین منحنی کاهش نشان می‌دهد که اگر کلید در ناحیه لحظه‌ای لغزش نکند، حداقل ۸۰ ثانیه زمان می‌خواهد تا لغزشی را به‌ازاء ۳PU جریان مداوم آغاز نماید. بنابراین ژنراتور بایستی I^2tPU اسمی بیش از ۷۲۰ را داشته باشد تا به اندازه کافی مورد محافظت قرار گیرد. و البته، ناحیه لغزش دراز مدت کلید بسیار بالاتر از مقدار اسمی I^2t برابر با ۹۰ می‌باشد که در این مورد، حد حفاظت مفروض ژنراتور است. منحنی کاهش خرابی بدون پشتیبانی اتصال کوتاه (خط پر) نشان می‌دهد که تنها شانس لغزش کلید درناحیه لحظه‌ای است. در مورد نشان داده شده در شکل ۵-۹، اگر جریان خرابی ۳PU توسط ژنراتور تامین شود. کاربرد بهتر همان نوع کلید خودکار فقط هنگامی امکان دارد که کمتر از مقدار اسمی بار کامل ژنراتور اعمال شده و اجازه تنظیم پایین‌تر لغزش کلید در هر دو نواحی دراز مدت و لحظه‌ای را بدهد. این امر مستلزم برآورد ژنراتوری برای باری بیش از بار مجاز خواهد بود.در غیر این‌صورت، کلید خودکار با تنظیم‌های لغزش بهتر و گسترده‌تر یا فیوزی با مقدار اسمی مناسب، بایستی مورد استفاده قرار گیرد.

همان‌طور که قبلا" اشاره شد، صدمه به ژنراتور به علت عدم وجود وسیله حفاظتی اضافه جریان در خروجی ژنراتور، می‌تواند به دسترس پذیری ژنراتور جهت ارایه سرویس با اهداف مورد نظر اثرگذار باشد. مشکلی که طراحان اکثرا" با آن روبرو هستند آن است که وسیله حفاظتی سبب افزایش یا کاهش قابلیت اعتبار می‌شود؟ البته این تحلیل همیشه به این سادگی نیست. به هر حال، هنگامی که وسیله حفاظتی اضافه جریان جهت

omoorepeyman.ir

حفاظت ژنراتور مورد نیاز بوده و به طرز صحیحی استفاده شود، این وسیله عمل نخواهد کرد مگر آن که صدمه به ژنراتور قریب‌الوقوع باشد.



شکل ۵-۹ : کاربرد اشتباه کلید خودکار نوعی با قالب ریخته شده و با جریان اتصال کوتاه مدت محدود

در هنگام کار دو ژنراتور به صورت موازی، باید رله نمودن تفاضلی جهت مشخص کردن خرابی‌های داخلی در نظر گرفته شود. این امر سبب می‌شود با رله نمودن، ماشین دچار خرابی تشخیص داده شده و کلید صحیح عمل کند.وسایل اضافه جریان در خروجی ژنراتور به تنهایی جریان‌های خرابی یکسان را حس کرده و

omoorepeyman.ir

در صورت وقوع خرابی در فقط یک ژنراتور، می‌توان هر دو ژنراتور را از مدار خارج کرد. هنگامی که بیش از دو ژنراتور به شکل موازی مورد استفاده قرار می‌گیرند، وسایل اضافه جریان در خروجی ژنراتورها می‌توانند برای خرابی‌های داخلی به طور انتخابی عمل کنند چون هر کدام جریان خرابی بیشتری از دیگری حس خواهد کرد. در سیستم‌های مورد نیاز از نظر قانونی یا سیستم‌های دیگری که در آنها زمان شروع اهمیت خاصی دارد، معمولا" سنکرون کننده‌های خودکار به‌کار گرفته می‌شود. وسیله وارسی مذکور باید از چنان کیفیتی برخوردار باشد که از نظر مواد و مصالح، قابلیت سیستم را کاهش ندهد. علاوه بر این، سنکرون‌سازی دستی به همراه یک وسیله وارسی کننده سنکرون، به عنوان پشتیبان باید پیش‌بینی و موجود باشد.

هنگامی که سیستم نیروی برق اتصال زمین می‌شود، طرح مورد نظر نیاز به توجه خاص دارد. اگر مسیرهای جریان زمین به دقت طراحی نشوند اتصالات زمین با چند هادی خنثی (neutral) می‌تواند سبب بروز مشکلاتی شود. در سیستم‌های بزرگ که از حسگرهای خطای زمین به منظور حفاظت ژنراتور استفاده می‌کنند، اگر جریان خطای زمین از مسیر قابل پیش‌بینی عبور نکند حسگری ناقص یا عمل لغزش اشتباه می‌تواند رخ دهد. تا آنجا که به حفاظت ژنراتور مربوط می‌شود، این مسأله در سیستم‌های کوچک که به یک وسیله اضافه جریان فاز جهت مقابله با خطای زمین وابسته هستند، زیاد جدی نیست. مشابها" در یک سیستم زمین نشده، تازمانی که از آشکارسازی صحیح استفاده شده و تا حد امکان شرایط خط ـ به ـ زمین حذف شوند از نظر حفاظت اضافه جریان ژنراتور، جریان‌های زمین اهمیت چندانی ندارند. در فصل ۶، جنبه‌های مختلف اتصال زمین و برقراری سیستم خنثی به طور مشروح بررسی خواهد شد.

۵-۴-۱-۲ حفاظت اضافه ولتاژ

حفاظت اضافه ولتاژ سیم‌پیچی‌های اصلی ژنراتور، ضرورتی است که بعضی مواقع حدی گرفته نشده و حتی در مواردی در باره آن بزرگ‌نمایی می‌شود. سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان و سیستم‌های توزیع مرتبط با آنها در مقایسه با سیستم‌های تامین برق و توزیع معمولی از نظر مقدار اسمی نیروی برق سراسری و تعداد اجزاء، نسبتا" کوچک بوده و عالبا" در داخل سیستم توزیع سراسری قرار دارند. در نتیجه، آنها معمولا" با همان تعداد و شدت مشکلات اضافه ولتاژ مواجه نمی‌شوند. معذالک، از آنجا که نیروی برق اضطراری و پشتیبان، در صورت کاربرد و استفاده کارآمد، باید قابل اعتماد باشد، حفاظت اضافه ولتاژ بایستی همیشه در فرآیند طراحی و پیاده‌سازی پیش‌بینی گردد. مطمئنا" اگر یک ژنراتور اضطراری از نظر فیزیکی به سیستم برق شهری بنحوی اتصال یابد که در معرض همان خطرات ناشی از ولتاژهای گذرای رعد و برق باشد، یک مورد غیر عادی خواهد بود. ولی سایر انواع ولتاژهای گذرای حاصل از سویچینگ و غیره می‌تواند صدمه وارد کرده و باید مد نظر باشد.

omoorepeyman.ir

حفاظت اضافه ولتاژ در ژنراتورهای بزرگ با مقادیر اسمی ولتاژ بالاتر در مقایسه با ژنراتورهای کوچک با مقادیر اسمی ولتاژ پایین (۶۰۰V) اهمیت بیشتری دارد. یک دلیل محافظت از سرمایه‌گذاری بوده و دلیل دیگر حاشیه اطمینان کاهش یافته ایمنی در عایق‌بندی به واسطه افزایش مقادیر اسمی ولتاژ می‌باشد. به عبارت دیگر، نسبت ظرفیت عایق‌بندی به ولتاژ سیستم معمولا" برای واحدهای کوچکتر، بیشتر از واحدهای بزرگتر و با مقدار اسمی ولتاژ بزرگتر خواهد بود. برای مثال، استاندارد ANSI / NEMA MG 1 تصریح می‌کند که آزمون پتانسیل بالای مناسب برای سیم‌پیچی‌های آرمیچر ۱۰۰۰V بعلاوه دو برابر ولتاژ اسمی متداول‌ترین انواع ژنراتورهای ac صورت پذیرد. ولتاژ آزمون برای ژنراتور ۴۱۶۰V در این شرایط ۱۲٪ بیشتر از دو برابر مقدار اسمی خواهد بود. ولتاژ آزمون برای ژنراتور ۴۸۰V حدود ۱۰۰٪ بیشتر از دو برابر مقدار اسمی خواهدشد.

شرایط اضافه ولتاژ می‌تواند ماهیت گذرا یا ماهیت حالت پایدار داشته باشد. حالت گذرا از نظر دامنه و فرکانس بالاتر در نظر گرفته شده ولی مدت زمان بسیار کمتری از حالت پایدار دارد. به منظور حفظ یکپارچگی عایق‌بندی، حفاظت در برابر هر نوع شرایط اضافه ولتاژ بنحو متفاوتی صورت می‌پذیرد. اگرچه اندازه‌گیری یا محاسبه در هر گونه شرایط اضافه ولتاژ امری مشکل است، این شرایط بدون توجه به این که مدت زمان آن چقدر کوتاه است، به عایق‌بندی فشار و استرس وارد کرده و عمر آن را کوتاه خواهدکرد. به همین علت شرایط مذکور همیشه مورد توجه می‌باشد.

حفاظت در برابر ولتاژهای گذرا معمولا" توسط برق‌گیرها در ترکیب با خازن‌ها صورت می‌پذیرد. معذالک، به استثنای گذرای بالا، این ولتاژ از یک ضربه رعد و برق ناشی می‌شود. برق‌گیرها همیشه کارآمد نیستند اگرچه خازن‌ها افزایش یا افت ناگهانی ولتاژ را در هر سطع تضعیف می‌کنند. افزایش یا افت ناگهانی ولتاژ حاصل از سویچینگ، به ندرت به مقدار جرقه دستگاه برق‌گیر رعد و برق می‌رسد. اگر ژنراتور اضطراری یا پشتیبان بنحوی مستقر شود که در معرض ولتاژهای گذرای حاصل از القاء رعد و برق باشد، برق‌گیرها باید ترجیحا" در ترمینال‌های ژنراتور و اگر لازم باشد در مرزهای بخش روباز و اشکار سیستم، مانند انتهای قسمت روباز خط انتقال برق، نصب شوند. حاشیه اطمینان ایمنی تا حد زیادی تحت تاثیر مقدار قابل انتظار فرکانس و دامنه افزایش (یا افت) ناگهانی ولتاژها قرار دارد و طراح آن را اکثرا" براساس قضاوت تعیین می‌کند. هر وقوع اضافه ولتاژ عمر عایق‌بندی سیم‌پیچ‌ها را، به صورت رابطه معکوس بین دامنه (اندازه) و مدت زمان مجاز، کوتاه می‌کند. سازنده ژنراتور می‌تواند اطلاعات لازم در مورد قابلیت ایستادگی عایق‌بندی سیم‌پیچی را ارایه دهد. این اطلاعات در تعیین حدود فوقانی اضافه ولتاژ و مدت زمان مجاز مفید خواهد بود. به هر حال، مقداری حاشیه اطمینان اضافی برای ایمنی بایددر مد نظر باشد. استاندارد IEEE Std. 141 پیشنهاد می‌کند که اندازه تقریبا" به چهار پنجم ولتاژ آزمون مصوب محدود شود. از نظر نرخ افزایش مجاز گذرا، نیز پیشنهاد می‌شود که از مقدار

omoorepeyman.ir

پیک آزمون پتانسیل بالا ($60H_2$) در مدت زمان افزایش یکنواخت μsec ۱۰ بیشتر نباشد. با استفاده از خازن‌های افزایش (یا افت) ناگهانی ولتاژ مناسب در ترمینال‌های ژنراتور، این نرخ افزایش کنترل می‌شود.

انواع دیگر گذراها که معمولا" در سیستم‌های صنعتی و تجارتی رخ می‌دهد، از سویچینگ و قطع و وصل مدار که جریان را صفر می کند ناشی شده و این امر به نوبه خود ولتاژ گذرایی به واسطه فروپاشی ناگهانی مغناطیسی تولید می‌نماید این نوع اضافه ولتاژ می‌تواند از عملکرد گستره‌ای از وسایل گوناگون، از کلیدهای خودکار تا SCRS بوجود آید. حتی قطع مدار توسط سوختن یک هادی که به خرابی ارتباطی ندارد می‌تواند اضافه ولتاژ گذرا را تولید کند.

موثرترین روش حفاظت ژنراتور اضطراری از ولتاژهای گذرای سویچینگ، طراحی دقیق مدارها و تاسیسات است. همان‌طور که در سطور قبل گفته شد، ولتاژهای گذرای سویچینگ به ندرت به وخامت و شدت ولتاژهای گذرای حاصل از رعد و برق بوده و معمولا" در مورد آنها ملاحظات مشابه‌ای به‌عمل نمی‌آید. اگرچه دفعات وقوع آنها می‌تواند از تعداد ولتاژهای گذرای رعد و برق بیشتر باشد ولی در درون سیستم توزیع، حفاظت ذاتی بیشتری، مانند تعداد مدارهای کابلی و تجهیزات متصل بهم که سهم عظیمی در کاهش اندازه و مدت زمان افزایش (افت) ناگهانی ولتاژها دارند، وجود دارد. اتصال زمین هادی خنثی سیستم، استرس و فشار اضافی ولتاژ ـ به ـ زمینی، که در اثر افزایش (افت) ناگهانی ولتاژ سویچینگ و خرابی‌های زمین بوجود می‌آید، را به حداقل برساند. علاوه بر آن، صرف‌نظر از این که هادی خنثی سیستم اتصال زمین شده یا نشده باشد، سویچینگ می‌تواند استرس اضافه ولتاژ بین سیم‌پیچی‌ها، که از اثر نوسانی ولتاژ در هنگام رفع خرابی در سویچ حاصل می‌شود، را ایجاد نماید.

استاندارد IEEE Std. 141-1 تحلیل مشروحی از علل و اثرات ولتاژهای افزایشی (افت) ناگهانی به همراه اصول کاربردی توصیه شده که از عهده حفاظت بر می‌آیند، را ارایه دهد.

شرایط حالات پایدار اضافه ولتاژ به اندازه اضافه ولتاژهای گذرا جدی نمی‌باشند چون اندازه آنها کوچکتر بوده و کنترل آنها آسان‌تر است. به هر صورت باید به آنها توجه شود چون مدت زمان این اضافه ولتاژها سبب کوتاه شدن عمر عایق‌بندی می‌شوند. برخی علل متداول عبارتند از، اضافه تحریک، تماس تصادفی بامنبع ولتاژ بالاتر و جابجایی هادی خنثی سیستم در سیستم‌های زمین نشده می‌باشد.

اضافه تحریک می‌تواند از کنترل نامحدود تحریک کننده و رگولاتور ولتاژ یاتوان راکتیو اضافی حاصل از وسایل خارجی مانند خازن‌ها که فقط برای کار با منابع تغذیه برق عادی طراحی شده‌اند، ناشی شود. تماس تصادفی با منبع ولتاژ بالاتر در موارد نادری رخ می‌دهد. شاید به صورت نتیجه شکست عایق‌بندی بین سیم‌پیچ‌های بالا و پایین در یک ترانسفورماتور، این پدیده اتفاق بیافتد. در سیستم‌های زمین نشده، هادی خنثی به اندازه مقداری برابر با ولتاژ بالاتر از مرجع زمین بالاتر برده شده و در نتیجه مطاقبا" هر فاز به همان اندازه، بالای زمین افزایش می‌یابد. وقوع چنین حالتی به قدری نادر است که به منظور مقابله با آن به ندرت اندازه‌گیری‌های

omoorepeyman.ir

عمدی به‌عمل می‌آید. در یک سیستم زمین شده، زمین ثانویه و اولیه (با فرض این که طرف ولتاژ بالا از نظر فیزیکی نسبت به زمین اندازه‌گیری شده و ارجاع می‌شود)، هنگامی که دو منبع ولتاژ به یکدیگر اتصال یافته و سبب عمل نمودن وسایل اضافه جریان می‌شوند، یک مسیر اتصال کوتاه کامل را تشکیل می‌دهند. از ولتاژ گذرای اولیه جلوگیری به‌عمل نمی‌آید ولی مدت زمان آن را به حداقل می‌رسانند.

خرابی‌های خط ـ به ـ زمین در سیستم زمین نشده یا زمین شده مقاومتی، باعث جابجایی اضافه ولتاژهای خنثی و فاز متناظر نسبت به زمین تحت شرایط حالت پایدار می‌شود. آشکارسازی زمین هنگامی از ژنراتور در مقابل اثرات تخریبی اضافه ولتاژ یا خرابی زمین خارجی یا داخلی ثانوی حفاظت می‌کند که در صورت آشکار شدن، سریعا" جهت تصحیح عدم تعادل، اقدام لازم انجام شود. استانداردهای ANSI / NEMA MG 1 و ANSI C50. 10 مقادیر اسمی ولتاژ خط ـ به ـ خط سیم‌پیچی‌های خط ـ به ـ خنثی در ژنراتور با اتصال Y را تضمین می‌کنند. ارجاع و ذکر یکی از این استانداردها در مشخصات فنی مرتبط الزامی است.

۵-۴-۱-۳ هارمونیک‌ها

افزایش مصرف مبدل‌های توان استاتیک، چراغ‌های فلورسنت و دشارژ با شدت بالا، محرک‌های فرکانس قابل تنظیم و منابع تغذیه برق مبتنی بر سویچینگ سبب توجه بیشتر به اثرات آنها بر ژنراتورهای برق اضطراری و پشتیبان شده است. برخی از وخیم‌ترین اثرات به عملکرد مناسب و کیفیت نیروی برق مربوط می‌شود. ولی، همچنین حفاظت ژنراتور از جمله انگیزه‌های توجه به این موضوع می‌باشد. چند نکته قابل توجه بدیهی عبارتند از :

- هارمونیک‌های فرکانس بالا سبب اتلاف و گرمایش اضافی در ژنراتور می‌شوند. بخش مهمی از اتلاف‌ها در روتور که گرمایش ان اندازه‌گیری نمی‌شود، رخ می‌دهد.
- به علت پدیده اثرپوستی در اقلام حسگر جریان، رله‌های اضافه جریان حساس‌تر می‌شوند. ممکن است علمکرد رله‌های الکترو مکانیکی و استاتیک تغییر کند به طوری که مدت زمان و مقدار تغییر از معیار قابل پیش‌بینی تبعیت نمی‌کنند. نتیجه نهایی در واقع عمل نکردن رله دقیقا" براساس مندرجات مشخصات فنی می‌باشد. استاندارد NEMA AB 3 اطلاعاتی در مورد کاربرد کلیدهای خودکار با بارهای هارمونیک را ارایه می‌دهد.
- اگرچه در باره اثرات هارمونیک‌ها بر کلیدهای خودکار و فیوزها، اطلاعات کمی اندکی وجود دراد، انتظار می‌رود که ظرفیت حمل جریان آنها با افزایش دمای عناصر حرارتی به علت اثرپوستی، کاهش یابد.

۵-۴-۲ سیستم تحریک و روتور

کلید خودکار تحریک (یا میدان) جهت حفاظت سیستم تحریک و روتور در مقابل صدمات حاصل از جریان‌های بوجود آمده از خرابی‌های خارجی، سرعت پایین، شرایط بار معین یا از کارافتادن اقلام سیستم تحریک، وسیله

omoorepeyman.ir

موثری است. به هر حال، کلید خودکار تحریک به تنهایی برای حفاظت سیم‌پیچی‌های استاتور کافی نبوده و نبایستی جایگزین وسیله اضافه جریان در خروجی ژنراتور (در صورت نیاز به این وسیله) گردد.

سیستم های تحریک کننده / رگولاتور حالت جامد اکثرا" موجود ودر دسترس هستند. ویژگی‌های محافظت مرسوم عبارتند از، محدود کردن فوق ـ تحریک و تحت ـ تحریک، حسگری ولتاژ خودکار بین مدارهای تنظیم دستی و خودکار که انتقال روان از عملیات خودکار به دستی و بالعکس را امکان‌پذیر می‌سازد و آشکارسازی یکسوساز معیوب.

در ماشین‌های نوع جاروبک (شامل ماشین‌هایی با تحریک کننده استاتیک)، کلید تحریک می‌تواند در سر سیم‌های حلقه‌های (Slip rings)، در سر سیم‌های میدان تحریک کننده یا در منبع رگولاتور قرار گیرد. در ژنراتورهای بدون جاروبک فقط دو مکان اخیر امکان دارد. چون سر سیم‌های اصلی روتور قابل دستیابی نیستند. مکان کلید در ورودی برق رگولاتور معمولا" ترجیح داده می‌شود زیرا آن حفاظت اتصال کوتاه را برای رگولاتور فراهم ساخته و رگولاتور وظیفه دشارژ میدان را به عهده می‌گیرد. در چنین وضعیتی، ممکن است کلید خودکار شامل کنتاکت‌های اضافی باشد که حفاظت اتصال کوتاه را برای مدارات حسگر ولتاژ تامین می‌نمایند. بنابراین، زمانی که به علت خرابی یا عملکرد وسیله حفاظتی حسگری از دست رود، جهت پرهیز از فوق ـ تحریک، تحریک باید حذف شود.

۵-۵ حفاظت محرک اولیه

۵-۵-۱ الزامات کلی

مستقیم‌ترین شکل حفاظت در برابر اضافه بار و در عین حال تا حدی حفظ قابلیت اعتماد، ریزش بار* خواهد بود. بسته به وخامت مسائل پایداری، می‌توان از کلید خودکار یا وسایل حسگر فرکانس جهت اقدام اولیه استفاده کرد. در شرایطی که چندین دستگاه ژنراتور به‌کار رفته و زمانی که یک یا چند ژنراتور از کار می‌افتند، ریزش بار خودکار لحظه‌ای تامین نیروی برق به بارهای مهم‌تر باقی‌مانده را تضمین می‌کند. در سیستم‌های کوچکتر، بخصوص، هنکامی که فقط یک ژنراتور به‌کار می‌رود، حسگری فرکانس می‌تواند در شرایطی که همیشه به ریزش بار نیازی ندارد، نیروی برق مطمئن‌تری را تامین کند. ترکیب دو روش امکان ریزش لحظه‌ای بارهای انتخابی را به سیستم داده و حسگری فرکانس به عنوان پشتیبان برای ریزش بار اضافی در صورت لزوم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در برخی موارد، مرسوم است که از رله‌های زیر فرکانس به عنوان وسایل حسگری ثانویه استفاده کرده و سبب لغزش کلیدهای بار انتخابی در مراحل چندگانه، با تاخیر زمانی بین هر مرحله شوند. بررسی پایداری و تنظیم فرکانسی در هر مرحله متوالی را تعیین می‌کند. این بررسی، همچنین، تعیین خواهد کرد که با چه

* ریزش بار (load shedding) خارج کردن برخی بارها از مدار و قطع منبع تغذیه آنها در شرایطی که تقاضا برای نیروی برق بیش از توان منابع تامین نیروی برق باشد.

omoorepeyman.ir

سرعتی ریزش بار عمل کرده ودر نتیجه نوع و سرعت تجهیزات مورد استفاده را مشخص خواهد کرد. طرح مورد نظر معمولا" بنحوی طراحی می‌شود که تولید کافی را برقرار و از قطعی کلی، مستقل از شرایط بار، جلوگیری نماید.

حفاظت اضافه بار در محرک اولیه را می‌توان با استفاده از تنظیم ولتاژ حساس به فرکانس تقویت کرد. برقراری و حفظ نسبت ولتاژ ـ به ـ فرکانس ثابت، اثرات اضافه بار را به حداقل رسانده و به واحد مذکور امکان بازیابی آسان ولتاژ نرمال را پس از اضافه بار، می‌دهد. ولتاژ خروجی دستگاه مولد متناسب با فرکانس (سرعت محرک اولیه) کاهش می‌یابد. استفاده از مرجع ولتاژ غیر حساس به فرکانس، در برخی موارد، مستلزم کاهش بار در حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد جهت بازگشت به سرعت اسمی می‌باشد. اگرچه برخی سازندگان می‌توانند هر نوع مرجع ولتاژ را تامین کنند، کاربر می‌تواند ازجحیت خویش را در این مورد مشخص کند. به هر حال، به‌کار برد تنظیم ولتاژ حساس به فرکانس، نباید اهمیت تطبیق صحیح ژنراتور یا مشخصه‌های گشتاور محرک اولیه را تحت‌الشعاع قرار دهد.

رله توان معکوس، نوع مهمی از حفاظت محرک‌های اولیه است. هنگامی که دستگاه‌های ژنراتور موازی با یکدیگر کار می‌کنند این روش از عمل موتوری جلوگیری کرده و در کاربرد دیگر، زمانی که نیروی برق به سیستم برق شهری جریان دارد با رله نمودن سریع از اضافه بار ژنراتور جلوگیری می‌کند. در جلوگیری از کار موتوری ژنراتور، کاربر باید توجه داشته باشد که برخی محرک‌های اولیه حساسیت کمتری به صدمه دارند. برای مثال، حساسیت در توربین‌ها در مقایسه با ماشین‌های تقابلی (reciprocating) مهم‌تر و حیاتی تر بوده و اگر این موضوع در نظر گرفته نشود لغزش‌های بیهوده می‌تواند رخ دهد. حفاظت در برابر کارموتوری محرک اولیه آن را از گرم شدن بیش از حد یا ایجاد حفره در تیغه‌های توربین و احیانا" آتش یا انفجار در سوخت ماشین تقابلی مصون نگاه می‌دارد. معمولا" رله‌ای جهت آشکارسازی جریان معکوس توان به عنوان حفاظت پشتیبان وسایل مکانیکی که برای آشکارسازی این شرایط طراحی شده‌اند به‌کار می‌رود. برای جلوگیری از لغزش بیهوده در افزایش (افت) ناگهانی نیروی برق به صورت معکوس مانند مواردی که در همزمانی رخ می‌دهد، می‌توان از تاخیر زمانی استفاده کرد. چند مقدار نوعی که در ذیل آمده است نیروی برق (توان) معکوس مورد لزوم برای عمل موتوری ژنراتور، هنگامی که محرک اولیه بدون توان ورودی با سرعت همزمان می‌چرخد، را نشان می‌دهد :

- توربین تراکمی : ۳ درصد مقدار درج شده در صفحه مشخصات، بر حسب کیلووات
- توربین غیرتراکتی : ۳ درصد مقدار درج شده در صفحه مشخصات، بر حسب کیلووات
- ماشین دیزل : ۲۵ درصد مقدار درج شده در صفحه مشخصات، بر حسب کیلووات
- توربین هیدرولیکی : ۰/۲ تا ۲ درصد مقدار درج شده در صفحه مشخصات، بر حسب کیلووات

omoorepeyman.ir

۲-۵-۵ حفاظت در برابر سوء عمل تجهیزات

وسایل حفاظتی استاندارد و انتخاب‌های متعددی برای محرک‌های اولیه توسط سازندگان پیش‌بینی و ارایه می‌شود. سرمایه‌گذاری برای تجهیزات و ماهیت بارهای مهم و اصلی نحوه اعمال این حفاظت را تعیین می‌کند. برخی وسایل از کار انداختن تجهیزات می‌تواند فقط به شکل هشدار (آلارم) بوده و سوء عمل را می‌توان سریعا" مورد رسیدگی قرار داد. مثالی از این مورد، تاسیساتی است که تحت مراقبت و نظارت قرار دارد. در زمانی که تشخیص داده شد با توجه به شرایط سوء عمل، از کار انداختن و توقف تجهیزات الزامی است، یکپارچگی حفاظت برقرار شده و قابلیت اعتماد منبع نیروی برق ارتقاء می‌یابد مشروط بر آن که سوء عمل بنحوی باشد که هشدار و توقف متعاقب تجهیزات را بتوان به‌کار گرفت.

دمای بالای آب، دمای بالای روغن، فشار پایین روغن، اضافه سرعت، دمای بالای اکزور و ارتعاشات زیاد مثال‌های نوعی از سوء عمل‌هایی است که برای آنها حفاظت دو سطحی پیشنهاد شده در فوق ضروری است. در ماشین‌های بزرگ، این امر معمولا" سرمایه‌گذاری بی اهمیتی است. در بسیاری تاسیسات، پیش‌بینی و تامین وسایل اندازه‌گیری و نمایشگر برای مراقبت پیوسته از پارامترهای فوق توسط پرسنل تاسیسات یا افراد در مکان‌های دوردست، امری مرسوم بوده و اغلب سازندگان ماشین بر آن تاکید دارند. هنگامی که ماشین‌های تحت کنترل از دور در نواحی با دسترسی مشکل قرار دارند، قرائت یکایک پارامترهای ماشین اهمیت بیشتری می‌یابد. در مواردی، به علت این که پرسنل عملیات با قابلیت کنترل از راه دور، بدون اطلاع از سوء عمل و نوع آن، واحدها را مجددا" راه‌اندازی کرده یا کار واحدها را ادامه داده‌اند، به ماشین‌ها و توربین‌ها صدمه وارد شده است.

دستگاه‌های ژنراتور بزرگ که به سیستم‌های کنترل پیچیده نیاز دارند غالبا" برای توان کنترل از سیستم‌های برق بدون وقفه (UPS) استفاده می‌کنند. حفاظت منابع تغذیه برق با چنین ماهیتی، برای حفاظت کلی ماشین ضروری و حیاتی است. توربین‌ها و ماشین‌های تقابلی با توجه به ماهیت طراحی و عملیات آنها، به روال متفاوتی جهت حفاظت نیاز دارند. ماشین‌های تقابلی کوچکتر معمولا" دارای حفاظت در برابر دمای بالای آب، فشار پایین روغن، اضافه سرعت و ناتوانی در راه‌اندازی و شروع به کار می‌باشند. واحدهای بزرگتر می‌توانند شامل حفاظت در برابر دمای بالای روغن، ارتعاشات زیاد، و نیز حفاظت برای سیستم‌های پیچیده کنترل و تحریک باشند.

در توربین‌های احتراقی وسایل حفاظتی در برابر ناتوانی در رسیدن به سرعت خود نگهدار، حدود دمای اگزوز و کنترل آن باید اضافه شود. بدیهی است اضافه سرعت و ارتعاشات در توربین‌ها به علت سرعت زیاد آن از پارامترهای مهم و اساسی محسوب می‌شوند.

دستگاه‌های فرعی برقی با تحریک موتوری در ژنراتورهای عظیم مانند پمپ‌های روغن و پمپ‌های آب خنک‌کننده در حفاظت و قابلیت اعتماد این ژنراتورها نقش عمده‌ای ایفاء می‌کنند. با حذف لغزش‌های اضافه بار حرارتی از مدارهای کنترل موتوری و استفاده از آلارم فقط در اضافه بار موتور فرعی در تاسیسات مهم که به طور محلی عمل می‌کنند، می‌توان قابلیت اعتماد را افزایش داده و حفاظت را برقرار کرد. در این حالت، دمای روغن و

omoorepeyman.ir

سطوح آن، دمای آب خنک‌کننده و بار موتور فرعی باید به دقت مراقبت و مانیتور شود تا از سرمایه صرف شده برای تجهیزات حفاظت به‌عمل آید.

۵-۵-۳ حفاظت سیستم سوخت

اهمیت حفاظت در سیستم های سوخت، با توجه به قابلیت اعتماد منابع نیروی برق، بر کسی پوشیده نیست. برای مثال بدیهی است هشدار و آلارم‌های سطح و فشار پایین می‌تواند از کار افتادن یا کار نکردن غیر ضروری دستگاه‌های ژنراتور اضطراری که به قابلیت اعتماد بالایی نیاز دارند، جلوگیری کند. آیین‌نامه‌های ساختمان و ضوابط بیمه آتش‌سوزی به تعیین مکان‌های بهینه سیستم‌های سوخت کمک می‌کند. به فصل ۴ این نشریه در مورد توصیه‌های مرتبط با ذخیره و نیز به استاندارد ANSI / NFPA 30 جهت الزامات حفاظت در لوله‌کشی برای سوخت مراجعه کنید.

باید توجه شود که اگر گازولین و سوخت‌های دیزل به مدت طولانی مصرف نشده باقی بمانند کیفیت خود را از دست خواهند داد. تمهیداتی باید اندیشیده شده وبه طور متناوب سوخت‌ها در فواصل زمانی منظم مصرف یا جایگزین شده و مواد افزودنی مناسب به آنها اضافه شود.

۵-۶ منبع برق شهری

حفاظت منبع برق شهری ثانوی که در حالت اضطراری عمل می‌کند با حفاظت آن در حالت منبع نرمال تفاوتی ندارد با این استثناء که در هنگام اتصال همزمان دو منبع مشکلاتی در این رابطه امکان دارد ایجاد شود. معمولا" در تجهیزات از این مورد عمدا" پرهیز می‌شود ولی اگر پیش آید، دو منبع پیش از این که به طور همزمان بسته شوند (موازی شوند) باید با هم سنکرون باشند. به هر حال، اگر مجاز باشد، امکان دارد دو منبع به طور پیوسته در حالت موازی عمل کرده ودر وظیفه تامین نیروی برق مشارکت داشته به طوری که اگر هر یک از آنها از کار بیافتد دیگری به عنوان جانشین (اضطراری) عمل کرده و تامین برق کل بار را به عهده می‌گیرد. چنین حالتی را نیز می‌توان افزونگی منابع نامید.

بر خلاف ژنراتور اضطراری، ولتاژ برق شهری اضطراری بلافاصله در دسترس خواهد بود. اگر بار شامل موتورهای بزرگ باشد، این موتورها از نظر وارد شدن منبع اضطراری به مدار در جایی که ولتاژ مانده در موتورها با ولتاژ منبع اضطراری اختلاف فاز دارد، باید مورد حفاظت قرار گیرد. اگر انتقال با از کار افتادن منبع نرمال آغاز شود، سرعت موتورها کاهش یافته و اختلاف فاز خواهند یافت. بنابراین لازم است انتقال توسط تایمر یا رله ولتاژ تا زمانی که، طبق مشخصات استاندارد ANSI / NEMA MG 1، ولتاژ به سطح قابل قبول ۳۵٪ تنزیل یابد، دچار تاخیر گردد. به علت وجود افت‌های لحظه‌ای در ولتاژ برق شهری اغلب مقداری تاخیر در این مورد اعمال می‌شود. اگر قرار باشد انتقال بین دو منبع که هر دو در ولتاژ نرمال هستند صورت پذیرد، هنگامی می‌توان ‘‘انتقال سریع’’ را انجام داد که در ابتد بدانیم دو منبع هم فاز هستند. در غیر این‌صورت انتقال گذار بسته‌ای را

omoorepeyman.ir

می‌توان صورت داد (موازی سازی لحظه‌ای). منبع اضطراری چه برق شهری باشد و چه یک ژنراتور مستقر در موسسات مورد نظر، سویچینگ از منبع برق اضطراری به منبع برق نرمال همان الزامات سنکرون را می‌طلبد. درهر یک از این دو مورد، براساس الزامات بار، می‌توان از گذار بسته یا باز استفاده کرد و موضوع سنکرون کردن همچنان به اعتبار خویش باقی است.

به علت وجود اختلالات غیرقابل کنترل در خط برق شهری، این منبع به ندرت به عنوان منبع "اضطراری" همانگونه که در نشریه تعریف شده، استفاده می‌شود. بنابراین فنون خاص و دستگاه‌های حفاظتی جهت حفظ قابلیت اعتماد، مانند آنهایی که برای منابع جانشین یا اضطراری داخل تاسیسات توصیه شده‌اند، را نمی‌توان در این مورد ضروری یا عملی در نظر گرفت. دستورالعمل‌های استاندارد برای دستگاه‌های حفاظتی در سیستم برق شهری، به خوبی در استاندارد IEEE Std. 242 پوشش داده شده‌اند. لازم به یادآوری است که همکاری نزدیک بین نمایندگان مهندسی برق شهری و کاربر برای اطمینان از این که نیازهای هر طرف به وضوح تعریف و تفهیم شده، ضروری است. تشریح دقیقی از بار و اثرات آن بر منبع برق شهری در تامین حفاظت مناسب از منبع و در عین حال به حداکثر رساندن قابلیت اعتماد، ضرورت دارد. موضوع مهم دیگر، مالکیت دستگاه تجهیزات سرویس دهنده است. اگر کاربر خواستار تجهیزات و اقلام حفاظت و کنترلی باشد که معمولا" برق شهری به‌کار نگرفته و نصب نمی‌کند، می‌تواند تجهیزات ایستگاه فرعی را تهیه و با مالکیت آن، کنترل مورد نظر را اعمال کند. برق شهری نیز می‌تواند به مشتری اجازه تعیین مشخصات تجهیزاتی را که معمولا" برق شهری آنها را تامین نمی‌کند، بدهد ولی پرداخت هزینه اضافی را از او مطالبه خواهد کرد.

طرح‌های حفاظتی از نظر پیچیدگی تفاوت داشته و به اندازه، سرمایه‌گذاری اقتصادی سیستم و تبعات اتلاف نیروی برق وابسته بوده ولی از نظر اهداف، مشابه هستند. منبع برق شهر باید در برابر اثرات خرابی‌ها و معایب سیستم کاربر محافظت شود و متقابلا" سیستم کاربر در مقابل شرایط گوناگون ممکن در سیسستم برق شهری مورد حفاظت قرار گیرد.

حفاظت در برابر خطاهای زمین مباحث خاصی را می‌طلبد. آشکارسازی و حسگری خطای زمین اگر به روش دقیقی طراحی و برنامه‌ریزی نشود می‌تواند مشکلی دردسرآور باشد. فصل شش روش‌ها و ملاحظات لازم در مورد تحلیل خطای زمین و مقابله با آن را ارایه می‌دهد.

۷-۵ سیستم برق بدون وقفه (UPS)

اجزاء اصلی یک سیستم UPS ایستا عبارتند از باتری، یکسوساز یا شارژکننده باتری، اینورتر و اغلب یک سویچ انتقال ایستا. از نظر تکنیکی، دستگاه موتور ـ ژنراتور نیز یک سیستم UPS است ولی اکثرا" به آن سیستم انرژی ذخیره مکانیکی یا چرخشی اطلاق می‌شود. بررسی و مباحث مطروحه در بخش‌های ذیل به سیستم UPS ایستا محدود است.

omoorepeyman.ir

۵-۷-۱ حفاظت باتری

هنگام استفاده از سیستم UPS باتری‌ها به عنوان منبع نیروی برق (یا توان) اضطراری یا جانشین عمل می‌کنند. قابلیت اعتماد سیستم تا حد زیادی به حفاظت پیش‌بینی شده برای باتری وابسته است. بسیاری از حفاظت‌های اعمال شده در ذات اصول نگاهداری مناسب، که در فصل ۷ بررسی می‌شوند، نهفته است. معذالک اهمیت این موضوع بحث بیشتری را در سطور زیر می طلبد. باتری‌های اسید ـ سربی مخصوصا" به اثرات ناسازگار حاصل از کم شارژ شدن و زیاد شارژ شدن حساس هستند. تحت شارژ بودن مداوم سبب تسریع در انباشته شدن سولفات سرب و در نتیجه کاهش ظرفیت باتری می‌گردد. شارژ اضافی باعث گازدار و گرم شدن سلول‌های منفذدار در سلول‌ها با دریچه قابل تنظیم می‌شود. در باتری سرب ـ آنتیمون اگر ولتاژ شناور خیلی بالا باشد، آب به صورت غیر عادی مصرف شده و در نتیجه عمر باتری کاهش می یابد. باتری‌های سرب ـ کلسیم به مصرف آب زیاد کمتر مستعد هستند.

اکثر مشخصات فنی و توصیه‌های باتری مبتنی بر دمای محیط $77^{\circ}F$ ($25^{\circ}C$) می‌باشند. شارژ شناور یا شارژ متعادل یک باتری اسید ـ سربی در دمای محیط بالاتر از این مقدار "بهینه" می‌تواند عمر باتری را کاهش داده و به پایین‌تر از عمر طراحی برساند مشروط بر آن که ولتاژ مطابق با آن کاهش نیابد. ولتاژهای شناور توصیه شده نوعی برای باتری‌های اسید سربی با شارژ کامل در جدول ۵-۶ نشان داده شده‌اند. در هر صورت، در هر تاسیسات معین، مقادیر توصیه شده سازنده ارجحیت دارد.

جدول ۵-۶ : ولتاژهای شناور برای باتری‌های اسید ـ سربی با شارژ کامل

باتری	ولت به ازاء هر سلول
سرب ـ آنتیمون	۲/۱۵ – ۲/۱۷
پلانته	۲/۱۷ – ۲/۱۹
سرب ـ کلسیم	
۱/۲۱۵ وزن مخصوص	۲/۱۷ - ۲/۲۵
۱/۲۵۰ وزن مخصوص	۲/۲۳ - ۲/۳۳
۱/۳۰۰ وزن مخصوص	۲/۲۸ - ۲/۳۷

هنگامی که به منظور رساندن تمام سلول‌ها به حالت شارژ قابل قبول، شارژ متعادل توسط ولتاژ ثابت امری ضروری است، سطح ولتاژی بالاتر از ولتاژ شناور نرمال به‌کار می‌رود (مشروط بر آن که سطح ولتاژ از سطح قابل تحمل حداکثر برای بارهای متصل تجاوز نکند). شارژ متعادل برای باتری‌های سرب ـ آنتیمون سبب حفاظت آن می‌شود چون با تنزل انتقال طبیعی آنتیمون از صفحه مثبت به منفی در باتری کم شارژ شده مقابله می‌کند. شارژ متعادل باعث حفظ یکپارچگی باتری شده ولی نباید بیش از مدت زمان لازم صورت پذیرد. بدترین حالت برای تغییر شکل و تحول هیدروژن اعمال جریان حداکثر به باتری با شارژ کامل است. برخی ولتاژها و مدت

omoorepeyman.ir

زمان‌های توصیه شده برای متعادل سازی باتری‌های اسید ـ سربی در جداول ۵-۷ و ۵-۸ درج شده‌اند. این مقادیر براساس دمای سلول در گستره $70^{\circ}F$ (‌$21^{\circ}C$) تا $90^{\circ}F$ (‌$32^{\circ}C$) می‌باشند. مشابه مقادیر توصیه شده ولتاژهای شناور در جدول ۵-۶ در تاسیسات خاص و غیر معمول بخصوص برای الزامات شارژ در دماهای دیگر، سازندگان باید مورد مشورت قرار گیرند. علاوه بر آن، تجهیزات شارژ کردن از نظر این که در آنها دمای محیط جبرانسازی شده، مورد ارزیابی قرار گرفته و در نتیجه دمای سلول متفاوت در نظر گرفته شود.

شارژ اولیه باتری اسید ـ سربی پس از حمل یا نصب بسیار مشابه شارژ متعادل پس از دشارژ است. تفاوت در واقع مدت زمان طولانی‌تر، نوعا" دو برابر می‌باشد.

جدول ۵-۷ : ولتاژها و مدت زمان‌ها برای متعادل‌سازی باتری‌های اسید ـ سربی

باتری‌های سرب ـ آنتیمون و پلانته	
ولت به ازاء هر سلول	مدت زمان (ساعت)
۲/۲۴	۸۰
۲/۲۷	۶۰
۲/۳۰	۴۸
۲/۳۳	۳۶
۲/۳۶	۳۰
۲/۳۹	۲۴

جدول ۵-۸ : ولتاژها، و مدت زمان‌ها برای متعادل‌سازی باتری‌های اسید ـ سربی

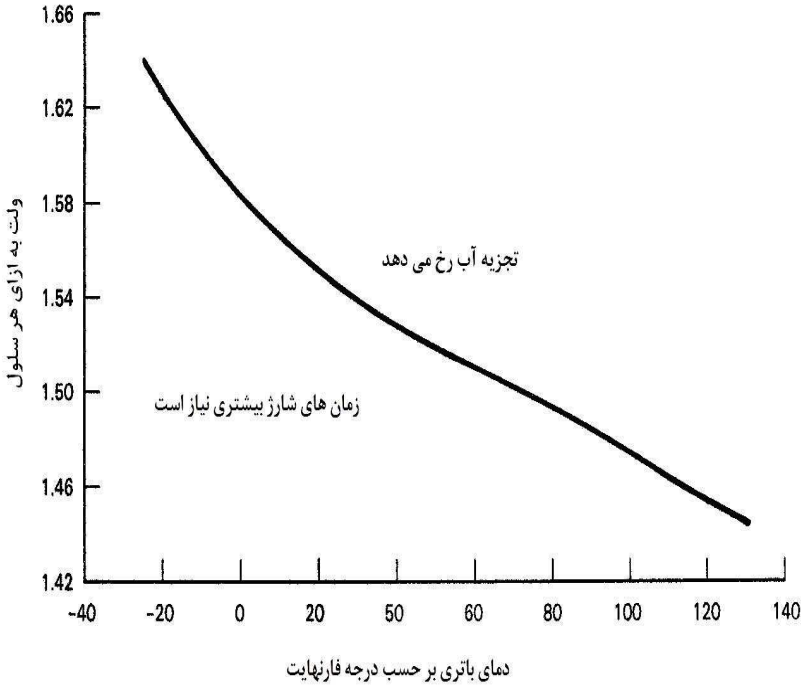
باتری سرب ـ کلسیم			
ولت به ازاء هر سلول	مدت زمان (ساعت)		
	۱/۲۱۵ وزن مخصوص	۱/۲۵۰ وزن مخصوص	۱/۳۰ وزن مخصوص
۲/۲۴	۲۲۲	–	–
۲/۲۷	۱۶۶	–	–
۲/۳۰	۱۰۵	–	–
۲/۳۳	۷۴	۱۶۶	–
۲/۳۶	۵۰	۱۱۸	۲۰۰
۲/۳۹	۳۴	۸۰	۱۳۴
۲/۴۲	–	۵۴	۹۱
۲/۴۵	–	۳۶	۶۲
۲/۴۸	–	–	۴۲

omoorepeyman.ir

یک ویژگی حفاظتی مهم در باتری سرب ـ کلسیم تعیین اندازه صحیح ظرفیت آمپر ـ ساعت است. باتری سرب ـ کلسیم قادر به دشارژهای عمیق نبوده و کنترل ولتاژ نهایی دشارژ در آن حیاتی‌تر از سایر انواع باتری می‌باشد.

باتری‌های نیکل ـ کادمیوم (NICAD)، به علت ساختار و ترکیب شیمیایی آنها، در مقایسه با باتری‌های اسید ـ سربی دارای تحمل بیشتری در مقابل نرخ‌های شارژ بالا ودماهای محیط زیاد می‌باشند. به هر حال، شارژ اضافی (جریان شارژ مداوم پس از رسیدن به شارژ کامل) همچنان باعث تحول اکسیژن و هیدروژن می‌شود. سلول آب‌بندی شده دچار انباشته شدن فشار و افزایش دما خواهد شد.

سلول منفذدار گازدار شدن و از دست دادن آب را تجربه خواهد کرد. ولتاژهای شارژ تقریبی به ازاء هر سلول بر حسب دمای باتری در شکل ۵-۱۰ برای باتری‌های NICAD با سلول منفذدار، نشان داده شده‌اند.



شکل ۵-۱۰ : ولتاژ شارژ بر حسب دما در باتری‌های NICAD با سلول منفذدار

omoorepeyman.ir

اثرات خسارت‌آور باتری‌های اضافه شارژ شده با دمای محیط زیاد آمیخته شده و به دمای افزایش یافته حاصل از شارژ اضافه می‌گردد. دمای زیاد سبب افزایش مصرف آب به شکل تبخیر شده و جریان شارژ افزایش یافته حاصل از دمای بالا باعث مصرف بیشتر آب به شکل تحول اکسیژن و هیدروژن می‌شود. بخارهای اسید ناشی از باتری‌های اسید ـ سربی باعث خوردگی ترمینال‌ها (و سایر تجهیزات مجاور) می‌گردد. اگر هوای محیط به اندازه کافی جابجا و تهویه نشود، تحول هیدروژن می‌تواندیک جوّ انفجاری بوجود آورد. اگر دما بسیار بالا باشد، ممکن است در سلول‌های آب‌بندی شده، فشار به مقدار خطرناکی انباشته شود. بدین دلیل، کنترل دمای محیط می‌تواند به تنهایی بهترین روش حفاظت در حفاظ یکپارچگی باتری و حداکثر نمودن عمر آن محسوب گردد.

هنگامی که شرایط محیطی مانند دمای اطراف، به اندازه کافی قابل کنترل نباشد، شارژ کننده‌ها باید مجهز به قابلیت حبران خودکار تغییرات دما بوده و با افزایش دما، پتانسیل شارژ را کاهش دهند. برخی تولیدکنندگان باتری وسایلی را در درون سلول‌ها تعبیه می‌کنند که آنها را از اثرات شارژ اضافی ودشارژ اضافی محافظت می‌نماید. برای مثال، وسایل نیمه هادی را می‌توان برای انحراف بخشی از جریان شارژ در شرایطی که ولتاژ و دما ناهماهنگ هستند به‌کار برد یا این وسایل می‌توانند از معکوس شدن پولاریته سلول در حالت دشارژ اضافی جلوگیری نمایند.

کار مناسب، نگاه داشتن دمای محیط باتری بین $60^{\circ}F$ ($16^{\circ}C$) و $90^{\circ}F$ ($32^{\circ}C$) با دمای بهینه در یا مجاورت $77^{\circ}F$ ($32^{\circ}C$) می‌باشد. ناحیه اطراف باتری بایستی به اندازه کافی از طریق دریچه خروج به فضای بیرون تهویه شده و از انباشته شدن هیدروژن جلوگیری شود. تحت شرایط عادی، حد پایین انفجاری هیدروژن مخلوط شده با هوا ۴٪ است، بنابراین تهویه هوا بایستی به قدری باشد که مخلوط مذکور از حد فوق بسیار پایین باشد. گازهای داخلی در سلول‌ها نیز می‌تواند از یک منبع احتراق خارجی آتش بگیرد. اگر چنین مسأله‌ای مطرح باشد، باید به نصب هواکش‌های مقاوم در برابر انفجار جهت پرهیز از احتراق مذکور متوسل شد. سلول‌ها بایدچنان استقرار یابند که توزیع یکسانی از دما بین سلول‌ها امکان‌پذیر باشد. از کاربرد وسایلی که می‌توانند منابع متمرکزی از دما برای برخی سلول‌ها باشند، در محل باتری باید خودداری کرد. بخشی از حفاظت باتری که اغلب به آن توجهی نمی‌شود، حفاظت در برابر اضافه جر یان است. به علت ماهیت حیاتی باتری، حفاظت اضافه جریان برای باتری و کابل‌های آن ممکن است اثر مغایری بر قابلیت اعتماد داشته باشد. به هر حال، طراح باید توجه داشته باشد که بدون حفاظت اضافه جریان سریع، باتری می‌تواند صدمه ببیند و در برخی موارد، کابل باتری ممکن است بنحو غیر عمدی فقط دارای حفاظت فیوزی باشد. یک باتری به اندازه ۵۰A برای ۲ ساعت می‌تواند قابلیت ۲۰۰۰A جریان اتصال کوتاه داشته باشد. جریان اتصال کوتاه در دسترس از یک باتری عبارت است از ولتاژ اسمی باتری تقسیم بر مقاومت بین ترمینال‌های باتری؛ به عبارت ساده‌تر، برابر است با ولتاژ سلول تقسیم بر مقاومت داخلی سلول که با رابطه زیر بیان می‌شود.

$$I_{sc} = \frac{\text{ولتاژ هر سلول}}{\text{مقاومت داخلی آن سلول}} \qquad (۱)$$

omoorepeyman.ir

مقاومت داخلی سلول معمولا" توسط سازندگان ارایه نمی‌شود. اگر چنین موردی پیش آید، توصیه می‌شود در مورد این اطلاعات با سازندگان مشورت کنید. یک راهنمای مفید در تخمین مقاومت داخلی باتری یا سلول در واقع استفاده از دو ولتاژ نهایی اسمی با جریان اسمی در هر یک از این ولتاژها است. به منظور رسیدن به بهترین نتایج، مدت زمان انتخاب شده جهت حصول به این مقادیر ولتاژ و جریان باید کوتاه باشد، یعنی معمولا" یک دقیقه یا کمتر، براساس این اطلاعات، مقاومت داخلی R بین نقاط اندازه‌گیری ولتاژ (مانند یک سلول منفرد یا کل باتری) عبارت است از

$$R = \frac{\Delta E \text{ (دقیقه ۱)}}{\Delta I \text{ (دقیقه ۱)}} = \frac{E_1 - E_2}{I_2 - I_1} \qquad (۲)$$

برای مثال، یک باتری اسید ـ سربی با ظرفیت ۲۰۰ آمپر ساعت را در نظر بگیرید، مشخصات فنی نشان می‌دهد که ۳۸۲A برای یک دقیقه به ازاء ولتاژ نهایی ۱/۷۵V/cell و ۷۴۸A برای یک دقیقه به ازای ولتاژ نهایی ۱/۵۰V/cell برقرار است. مقاومت داخلی سلول R براساس رابطه زیر تخمین زده می‌شود.

$$R = \frac{۱/۷۵ - ۱/۵۰}{۷۴۸ - ۳۸۲} = ۰/۰۰۰۶۸۳ \quad [\text{اهم}]$$

ولتاژ اسمی باتری در محاسبه حداکثر جریان اتصال کوتاه باید استفاده شود. آزمایش‌ها نشان داده‌اند که افزایش دمای الکترولیت (بالای $۲۵^{\circ}C$) یا ولتاژ افزایش یافته ترمینال باتری (بالای ولتاژ اسمی) به اندازه جریان اتصال کوتاه تحویلی از باتری، اثر قابل توجهی ندارد.

ولتاژ افزایش یافته ترمینال باتری در طول شارژ متعادل و شناور، انرژی شیمیایی در دسترس از باتری در مدت اتصال کوتاه را افزایش نمی‌دهد. ولتاژ موثری که محرک جریان اتصال کوتاه است به تمرکز اسید در کنتاکت جهت با ماده فعال در صفحات سلول وابسته است. بنابراین ولتاژ اسمی باتری باید در محاسبه حداکثر جریان اتصال کوتاه به‌کار گرفته شود.

در مثال فوق، جریان اتصال کوتاه در دسترس در ولتاژ اسمی ۲/۰۰V/cell عبارت است

$$I_{sc} = \frac{۲/۰۰}{۰/۰۰۰۶۸۳} = ۲۹۲۸ \quad [\text{آمپر}]$$

هنگامی که مشخصه‌های دشارژ به صورت مقادیر "به ازاء صفحه مثبت" ارایه می‌شوند، محاسبات فوق‌الذکر به R، بر حسب اهم به ازاء هر صفحه مثبت، منجر خواهد شد. این مقدار باید به تعداد صفحات مثبت (صفحات متصل به یکدیگر به شکل موازی) تقسیم شود تا مقاومت سلول بدست آید.

به منظور تعیین حداکثر جریان اتصال کوتاه dc در دسترس (برای مثال، قابلیت ایستادگی و وقفه مورد لزوم شینه‌های توزیع و وسایل قطع مدار)، جریان اتصال کوتاه کل در منبع آن مجموع جریان‌های حاصل از باتری، شارژ کننده و موتورها است. در شارژکننده‌های جریان محدود، مدارهای محدود کننده جریان معمولا" پس از اولین عبور از صفر (یعنی $\frac{۱}{۲}$ سیکل؛ ۸ میلی‌ثانیه یا کمتر) جریان را کاهش می‌دهند مشروط بر آن که وسایل حفاظتی داخلی مانند فیوزهای یکسوساز قبلا" در مورد رفع خرابی اقدام نکرده باشند. بنابراین، از نظر

omoorepeyman.ir

محافظه‌کاری فرض می‌شود که حداکثر جریان خرابی مداوم پس از ۸ میلی‌ثانیه، مقدار محدود کننده جریان است یعنی جریانی که از مقدار اسمی جریان محدود شارژکننده بیشتر نیست.

آزمون‌هایی در باره برخی شارژکننده‌های باتری نوع جریان محدود نشان داده‌اند که جریان اتصال کوتاه اولیه می‌تواند از مقدار حدی جریان تجاوز کند.یک تغییر ایمپالسی جریان گذرای بزرگ می‌تواند به علت انرژی ذخیره شده در مدارهای فیلتر (خازن‌ها) رخ دهد، این جریان اتصال کوتاه پیک می‌تواند به ۲۰۰ برابر مقدار اسمی شارژکننده برسد. به هر حال، مدت زمان این جریان گذرای اولیه به قدری کوتاه است (در حدود ۵ میکروثانیه) که نیازی به در نظر گرفتن آن در تعیین قابلیت وقفه مورد لزوم وسایل حفاظتی خارجی یا مقدار اسمی ایستادگی شینه‌ها نمی‌باشد. پس از آن که انرژی ذخیره شده در مدارهای فیلتر تلف شد، اندازه جریان اتصال کوتاه گذار به نسبت $\frac{X}{R}$ منبع ac و نیز اندوکتانس و مقاومت مدار خرابی ـ یکسوساز ـ ترانسفورماتور بستگی دارد.

جریان خرابی در یک باتری ذخیره سربی بزرگ که ار اتصال کوتاه ناگهانی در ترمینال‌های باتری بوجود می‌آید معمولا" نرخ افزایشی را از خود بروز می‌دهد که باعث ایجاد جریان پیک در ۱۷ میلی‌ثانیه می‌گردد. جریان خرابی برای اتصال کوتاه در تابلو یا وسایل قطع و وصل توزیع، به علت اندوکتانس سیستم dc که با خرابی اتصال سری دارد، بعدا" به پیک می‌رسد (معمولا" بین ۳۴ – ۵۰ میلی‌ثانیه)، اندازه جریان خرابی برای اتصال کوتاه در شینه توزیع نیز از مقدار جریان در باتری به واسطه مقاومت کابل‌ها بین ترمینال‌های باتری و شینه، کمتر است. در یک سیستم dc نوعی، جریان اتصال کوتاه از شارژکننده قبل از رسیدن جریان اتصال کوتاه باتری به پیک خود، به نقطه پیک رسیده و میرا می‌شود. به سبب این ثابت زمانی باتری، جریان اتصال کوتاه منطبق بر هم حداکثر را می‌توان به طور محافظه کارانه مجموع جریان‌های باتری و شارژکننده تلقی کرد.

اگر موتورهای DC در حال کار باشند، آنها در جریان خرابی کل سهم خواهند داشت. جریان حداکثری که یک موتور dc در ترمینال‌هایش تحویل می‌دهد توسط مقاومت آرمیچر گذرای موثر r_d، در گستره ۰/۱ تا ۰/۱۵ در واحد، محدود می‌شود. پس جریان خرابی حداکثر برای خرابی در ترمینال‌های موتور معمولا" ۷ تا ۱۰ برابر جریان آرمیچر اسمی موتورها خواهد بود. بنابراین تخمین این که جریان حداکثر یک موتور ۱۰ برابر جریان بار کامل اسمی موتور می‌باشد امری محافظه کارانه است. اگر مقداردقیق‌تری مورد لزوم باشد، با استفاده از داده‌های r_d مشخص یا داده‌های آزمون بدست آمده از سازنده موتور، جریان اتصال کوتاه باید محاسبه شود.

بارهای مورد تغذیه UPS مهم و حیاتی بوده و آلارم‌های ولتاژ پایین جهت هشدار پرسنل در باره در خطر بودن یکپارچگی منبع تغذیه ضروری می‌باشند و بدین علت ویژگی حفاظتی مذکور در هر نوع سیستم باتری توصیه می‌شود. به هر حال، باتری اسید ـ سربی اگر بیش از حد دشارژ شود به طور خاص مستعد صدمه بوده و با توجه به این امر، آلارم ولتاژ پایین باتری و نیز بار را مورد حفاظت قرار می‌دهد.

omoorepeyman.ir

۵-۷-۲ حفاظت شارژکننده باتری

در حفاظت اضافه جریان برای شارژکننده باتری، مشابه بسیاری از وسایل، باید هر دو شرایط اضافه بار و اتصال کوتاه در نظر گرفته شود. در مورد شارژکننده، جریان لازم برای شارژ باتری شدیدا" دشارژ شده می‌تواند سبب ایجاد شرایط اضافه بار (جدا از بار اینورتر) شود. حفاظت اضافه بار ساده بایستی با الزامات شارژ باتری هماهنگ باشد.

به منظور شارژ باتری که تا مقدار زیادی دشارژ شده است، ضروری است که جریان خروجی شارژکننده بنحوی تنظیم شود که در محدوده قابل قبولی قرار گیرد. این امر شارژکننده و باتری را حفاظت خواهد کرد. نکته مهم در رابطه با شارژکننده، توجه به مدار یکسوساز بخصوص هنگامی که مستقیما"به خروجی متصل است، می‌باشد. مقادیر اسمی جریان باید معلوم و شناخته شده باشد تا بتوان از حفاظت خوب اطمینان حاصل کرد.

اکثر شارژکننده‌ها از ویژگی محدودکردن جریان به منظور حفاظت برخوردارند. تمام شارژکننده‌ها مشخصه‌های محدود کردن جریان یکسانی را ندارند. کاربر بایستی شارژکننده بخصوص مورد نظر و مشخصه‌های اتصال کوتاه خروجی آن را ارزیابی کرده و از حفاظت اضافه جریان مناسب مطمئن شود. برخی شارژکننده‌ها دارای ویژگی‌های محدود نمودن جریانی هستند که عمدتا" برای حفاظت در شارژ کردن باتری دشارژ شده طراحی شده‌اند. به هر حال، امکان دارد شارژکننده قادر به ایستادگی در مقابل خرابی ناگهانی در خروجی‌اش نباشد. جریان خرابی در ولتاژ صفر می‌تواند به آسانی از مقدار حد جریان شارژکننده بالاتر باشد. در این حالت، حفاظت خروجی اضافی مورد نیاز است، مانند کلیدهای خودکار یا فیوزها، مگر آن که شارژکننده مجهز به وسیله از کارافتادن آن به طور خودکار در هنگام وقوع اتصال کوتاه باشد. صرفنظر از دلیل به‌کار گرفتن محدود کردن جریان، اگر انتظار می‌رود که این شرایط به وفور یا مدت زمان‌های طولانی رخ دهد، بایستی حفاظت حرارتی علاوه بر ویژگی محدود کردن جریان نیز در نظر گرفته شود. برخی شارژکننده‌ها مجهز به مدار حرارتی هستند که در صورت بالارفتن از دمای از قبل تعیین شده، به طور خودکار جریان خروجی را کاهش می‌دهد.

اگر امکان جریان‌های هجومی سنگین وجود داشته باشد (بارهایی به غیر از جریان شارژ باتری)، مشکل این که شارژکننده به شرایط محدود شدن جریان برود یا وسیله حفاظتی خروجی لغزش (trip) کند می‌تواند پیش آید. برخی شارژکننده‌ها مجهز به وسایلی هستند که بار را به تدریج اعمال کرده و از لغزش‌های بی مورد و محدود شدن جریان جلوگیری می‌کنند.

یک وسیله حفاظتی در ورودی ac به شارژکننده نیز جهت حفاظت آن در برابر صدمه‌های گسترده ناشی از خرابی‌های داخلی، مورد نیاز است. سازندگان مقادیر اسمی ورودی شارژکننده را ارایه داده و براساس آنها تعیین مقادیر اسمی وسیله حفاظتی امری آسان است. وسایل حفاظتی اختیاری که معمولا" همراه شارژکننده باتری ارایه می‌شود، اگرچه بخش ضروری از طرح حفاظت شارژکننده نیستند. در این بخش نیز باید به آنها پرداخته شود. آشکارسازی زمین توسط نور یا ولتمتر در سیستم‌های dc زمین نشده را می‌توان از جمله این وسایل نام

omoorepeyman.ir

برد.رله‌های ولتاژ dc کم و زیاد جهت حفاظت بار و شارژکننده به‌کار می‌روند. آشکارسازی ولتاژ بالا نیمه هادی‌ها را حفاظت می‌کند چون ولتاژ بالا سبب افزایش جریان نشتی شده آن نیز دما را افزایش می‌دهد. در برخی شارژکننده‌ها از یک رله قطع توان ac برای بازکردن مدار ورودی شارژکننده استفاده می‌شود تا باتری از دشارژ غیر ضروری که به شارژکننده بر می‌گردد حفاظت نماید.

۵-۷-۳ حفاظت اینورتر

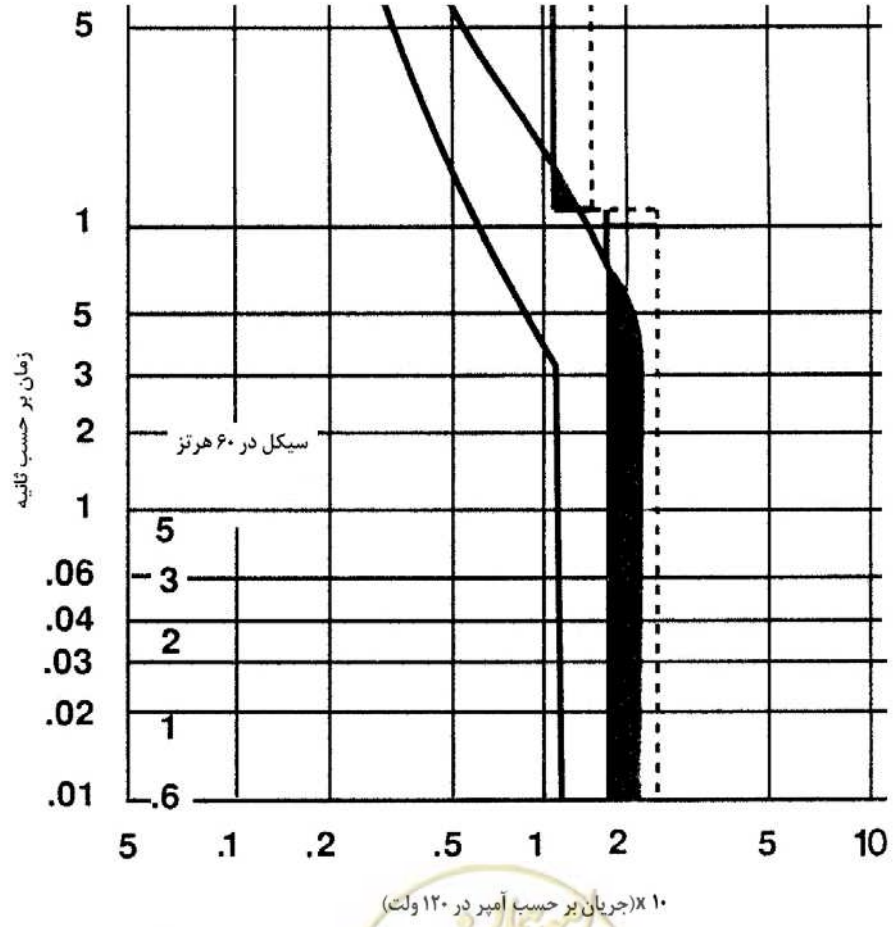
حفاظت اینورتر در مقابل شرایط اضافه جریان و در عین حال برقراری یک منبع نیروی برق قابل اعتماد برای بارهای بحرانی و حیاتی مستلزم برنامه‌ریزی و ارزیابی دقیق الزامات بار و منبع نیروی برق است. اینورتر را یک منبع نرم در نظر می‌گیرند چون معمولا" این وسیله قابلیت جریان اتصال کوتاه فراوانی ندارد. حفاظت خروجی تولرانس بسیار کوچکی بین مقدار اسمی اینورتر و مقدار اسمی وسیله حفاظتی را امکان‌پذیر می‌نماید ولی در همان زمان، جریان‌های هجومی نرمال باید تحمل شوند.

مشابه شارژکننده‌های باتری، معمولا" اینورترها با قابلیت محدود کردن جریان جهت حفاظت ارایه می‌شوند. این امر تعیین اندازه وسایل اضافه جریان مدار نهایی را مشکل می‌سازد چون آنها باید در خرابی‌های مدار نهایی به اندازه کافی سریع عمل نموده و از محدود کردن جریان توسط اینورتر جلوگیری کرده و در عین حال انعطاف کافی برای جریان‌های هجومی امکان‌پذیر باشد. مقادیر اسمی نوعی اینورتر می‌تواند ۱۲۵٪ بار کامل در ۱۰ دقیقه و ۱۵٪ بار کامل را در ۱۰ ثانیه باشد. اکثرا" این مقادیر برای هماهنگی انتخابی وسایل مدار نهایی کفایت می‌کند مشروط بر آن که بار بین تعداد کافی از مدارهای نهایی توزیع شده باشد. همچنان، رفع خرابی سرعت بالا به منظور جلوگیری از محدودکردن جریان اینورتر، احتمالا" ضروری است. برای مثال، اینورتر عمل محدود کردن جریان را در ۱۵۰٪ مقدار اسمی خود شروع خواهد کرد (برخی اینورترها محدود کردن جریان را قبل از رسیدن به این مقدار آغاز می‌کنند)، بنابراین وسایل اضافه جریان مدار نهایی باید پایین این مقدار تنظیم شود. این امر می‌تواند مشکلی حتی برای فیوزها ایجاد کند مشروط بر آن که فیوزها با توجه به الزامات هجومی برخی بارهای اندوکتیو طراحی شوند.

مقادیر اسمی اضافه بار سازندگان در مورد اینورترها، اندازه و مدت زمان خروجی ممکن بدون صدمه را منعکس می‌سازند. امکان دارد اضافه باری، بدون رسیدن به‌عمل محدود کردن جریان، وجود داشته باشد ولی از اندازه مدت زمان اسمی اضافه بار اینورتر تجاوز کند. این مقادیر اسمی را می‌توان به آسانی بر روی نمودار جریان ـ زمان نصب کرده و مشخصه‌های لغزش وسیله مناسب را مقایسه کرده و به‌کار برد. در مورد وسیله اضافه جریان مدار نهایی بایستی بررسی محتاطانه‌ای به‌عمل آید تا اطمینان حاصل شود که اضافه بار یا خرابی سطح پایین قبل از تجاوز از مقدار اسمی اینورتر آشکارسازی خواهد شد. شکل ۵-۱۱ ، بنا به فرض، یک کلید خودکار با قالب ریخته شده استاندارد و نرخ (اسمی) لغزش ۱۵A است. این مقدار اسمی لغزش در گستره تنظیماتی است

omoorepeyman.ir

که اغلب برای سیستم توزیع اندازه پیشنهادی براساس مقادیر اسمی اینورتر، انتخاب می‌شود. از نظر مشخصه‌های لغزش کلید خودکار، مطلوب آن است که این مشخصه‌ها پایین حدهای اینورتر قرار گیرند تا از حفاظت اطمینان حاصل شود در این مثال با مشکل حفاظت ناکافی اینورتر ۱۰KVA، در ناحیه اتصال کوتاه، روبرو می‌شویم. به هر حال اینورتر ۱۵KVA توسط کلید خودکار ۱۵A حفاظت می‌شود. مقادیر اسمی کوچکتر لغزش برای کلیدهای خودکار مدار نهایی (یا احیانا" وسیله اضافه جریان متفاوت با مشخصه لغزش بهتر) که اینورتر ۱۰KVA به‌کار می‌روند به حل مشکل حفاظت کمک خواهند کرد. راه حل دیگر استفاده از اینورتر بزرگتر است. هنگامی که بارها را نمی‌توان بین شاخه‌های کافی توزیع کرد تا مقادیر اسمی وسیله اضافه جریان کاهش یابد، این راه حل شاید بهترین باشد.



شکل ۵-۱۱ : حفاظت اینورتر ـ کلید خودکار مدار نهایی ۱۵A

omoorepeyman.ir

یک راه حل برای این مشکل حفظ یکپارچگی تامین نیروی برق برای بار طرحی است که در آن سویچ انتقال ایستا در شرایط خرابی یا جریان هجومی سنگین به مبنع ac دیگری سویچ شود. منبع دیگر قابلیت اتصال کوتاهی دارد که به آسانی اجازه رفع خرابی یا برآورده شدن الزامات جریان هجومی را داده و سپس انتقال مجدد خودکار به اینورتر صورت می‌پذیرد. این امر مسأله هماهنگی دقیق وسیله اضافه جریان مدار نهایی با عمل محدود کردن جریان در اینورتر را سبک و تا حدی حل می‌کند. به هر صورت باید توجه داشت که اگر منبع ac دیگر در زمان انتقال ضروری در دسترس نباشد، اینورتر به حالت محدود کردن جریان خواهدرفت، (اگر این ویژگی را داشته باشد) و اگر مدار نهایی دچار خرابی رفع عیب نگردد، بر تمام بارها اثر خواهدگذاشت. اگر سیستم UPS براساس وابستگی تمام به انتقال به منبع دیگر، در شرایط اضافه جریان مدار نهایی طراحی شود (یعنی فاقد ویژگی محدود کردن جریان)، اینورتر از کار افتاده، لغزش کرده یا صدمه دیده و دوباره بر تمام بارها اثر خواهدگذاشت.

قابلیت اعتماد لازم برای منبع نیروی برق بار، نحوه طراحی سیستم توزیع و نوع حفاظت مورد نیاز سیستم UPS را تعیین می‌کند. برای حفاظت اینورتر در مقابل اضافه جریان، طرق مختلفی را می‌توان یافت ولی هر یک بنحوی از انحاء بر قابلیت اعتماد تاثیر دارند. فیوزهای نیمه هادی سرعت بالا را می‌توان در خروجی اینورتر به‌کار برد ولی این امر هماهنگی با وسایل اضافه جریان مدار نهایی را اگر غیر ممکن نسازد، مشکل خواهد ساخت. این فیوزها را می‌توان در مدارهای نهایی به‌کار برده ورفع سریع خرابی‌های مدار نهایی را امکان‌پذیر ساخت. عیب اصلی چنین کاری، هزینه بالای این فیوزها است. همان‌طور که در سطور فوق ذکر شد، ظرفیت اتصال کوتاه در دسترس بعضی مواقع می‌تواند دردسرساز باشد. اینورتری با اندازه بیشتر می‌تواند به کاهش وخامت مسأله کمک کند ولی دوباره هزینه سرمایه‌گذاری بالا خواهد رفت. استفاده از یک طرح انتقال که در آن جریان‌های اتصال کوتاه و جریان‌های هجومی بالا به منبع نیروی برق دیگر به طور خودکار انتقال می‌یابند رهیافت نسبتا" ساده‌ای برای حفاظت در برابر اضافه جریان است. این روش هماهنگی انتخابی وسایل اضافه جریان را بسیار آسان می‌نماید. همچنین روش مذکور از اینورتر حفاظت کرده و در شرایط اتصال کوتاه، مدار دچار خرابی را ایزوله و در نتیجه اختلال را به حداقل می‌رساند.

اگرچه اینورترها مجهز به امکان محدودکردن جریان می‌شوند ولی مقدار اسمی آنها همیشه از عهده شرایط اتصال کوتاه بر نمی‌آید. به منظور حفاظت، در حالتی که منبع ac دیگری جهت مقابله با شرایط جریان اتصال در دسترس نیست، یک وسیله اضافه جریان باید در خروجی اینورتر پیش‌بینی شود. از آنجا که عموما" فیوزها سریع‌تر از کلیدهای خودکار هستند، از نظر بررسی و انتخاب برای حفاظت، اولویت با آنها است. به هر صورت، چون وسایل نیمه هادی در این مقوله مطرح هستند، حتی یک فیوز نمی‌تواند جلوگیری از تمام صدمات راتضمین نماید ولی می‌تواند صدمات را به حداقل برساند. شرایط اضافه جریان دیگری که باید در برابر آن در خروجی حفاظت به‌عمل آید، سویچینگ غیر هم‌فاز است.

omoorepeyman.ir

مشکل متداول دیگر در هنگام استفاده از سیستم UPS تهویه ناکافی برای اینورتر است. اینورترها مقدار قابل توجهی گرما تولید کرده وبه طریقی این گرما باید جابجا و کاهش یابد. تهویه خوب بهترین روش جلوگیری از اضافه گرما می‌باشد. طرح تاسیسات باید بنحوی باشد که از عدم بلوکه وانسداد شدن تهویه اطمینان حاصل شده و پرسنل باید از خطر بلوکه شدن اینورتر اطلاع داشته باشند. هر اینورتر دارای مقدار اسمی دمای کار حداکثر بوده واز بالا رفتن دما از این مقدار بایستی پرهیز شود. همچنین اینورترها در صورت باقی ماندن در شرایط اتصال کوتاه به مدت طولانی، بسیار گرم می‌شوند حتی اگر مقدار اسمی آنها بتوانددر برابر اتصال کوتاه پیوسته‌ای در خروجی اینورترها ایستادگی کند. برای حفاظت در برابر این اثرات گرمایش، می‌توان از روش‌های از کار افتادن حرارتی استفاده کرد. موارد نادری که در آنها گرمایش بیش از حد در شرایط عدم بار رخ داده باشد، گزارش شده است.

کاربرد وسایل اضافه جریان ورودی در اینورترها صدمه حاصل از خرابی‌های داخلی را به حداقل می‌رساند. مجددا" از نظر رفع خرابی با سرعت بالا، اولویت با فیوزها خواهد بود. منبع دیگری از جریان زیاد در ورودی که توسط فیوزها یا کلیدهای خودکار مورد حفاظت قرار گرفته، اتصال پولاریته معکوس تصادفی است. یکی از امکانات مهم که در اغلب اینورترها پیش‌بینی می‌شود آلارم ولتاژ ورودی پایین است. از آنجا که ورودی به باتری‌ها در UPS و به خروجی شارژکننده باتری‌ها اتصال دارد، ولتاژ ورودی پایین همیشه امکان‌پذیر است. اگر ورودی اینورتر در محدوده معینی قرار داشته باشد فقط می‌تواند ولتاژ مشخصی را در خروجی‌اش برقرار و ارایه دهد. به طور دقیق‌تر، باید گفت که این ویژگی در مقابل دشارژ اضافی حفاظتی برای باتری فراهم ساخته ودر عین حال در برابر اثرات گوناگون ولتاژ پایین، حفاظتی برای بار نیز ایجاد می‌کند، بخصوص اگر انتقال به منبع ac دیگر هنگام رسیدن به حد ولتاژ پایین خروجی، در حال شروع باشد.

۴-۷-۵ حفاظت سویچ انتقال ایستا

به منظور حفاظت سویچ انتقال ایستا در برابر اضافه جریان اضافی به هماهنگی مقدار اسمی سویچ با جریان خرابی در دسترس از منبع با بالاترین جریان خرابی در دسترس، نیاز است. سویچ‌های انتقال ایستا معمولا" مقدار اسمی اتصال کوتاه حداقل ۱۰۰۰٪ مقدار اسمی پیوسته به ازاء یک تا پنج سیکل را دارا هستند. این مقدار از جریان خرابی در دسترس اینورتر به اندازه کافی بیشتر است ولی هنگامی که جریان خرابی از یک منبع دیگر بزرگتر ناشی می‌شود تنظیم دقیق وسیله اضافه جریان ضروری خواهد بود. مجددا" با توجه به این که وسایل نیمه هادی دراین مقوله مطرح هستند برای حفاظت کافی، عملیات سریع فیوز اولویت خواهد داشت. غالبا"، سویچ‌ها با استفاده از وسیله اضافه جریان در طرف ورودی، مورد حفاظت قرار می‌گیرند. در مورد مقادیر اسمی ایستادگی سویچ انتقال ایستا برای کاربرد مناسب حفاظت اضافه جریان، باید با سازنده یا تامین کننده UPS مشورت شود. اگرچه احتمال ندارد منبع اینورتر، مقدار زیادی جریان اتصال کوتاه را، مخصوصا" اگر در یک

omoorepeyman.ir

اتصال کوتاه به حالت محدود کردن جریان برود، تولید کند، وسیله حفاظتی خروجی اینورتر، سویچ ایستا را نیز حفاظت می‌کند. این مورد هنگامی پیش می‌آید که خرابی در طرف بار سویچ رخ داده (یا اضافه بار) و برای انتقال منبع دیگری در دسترس نباشد.

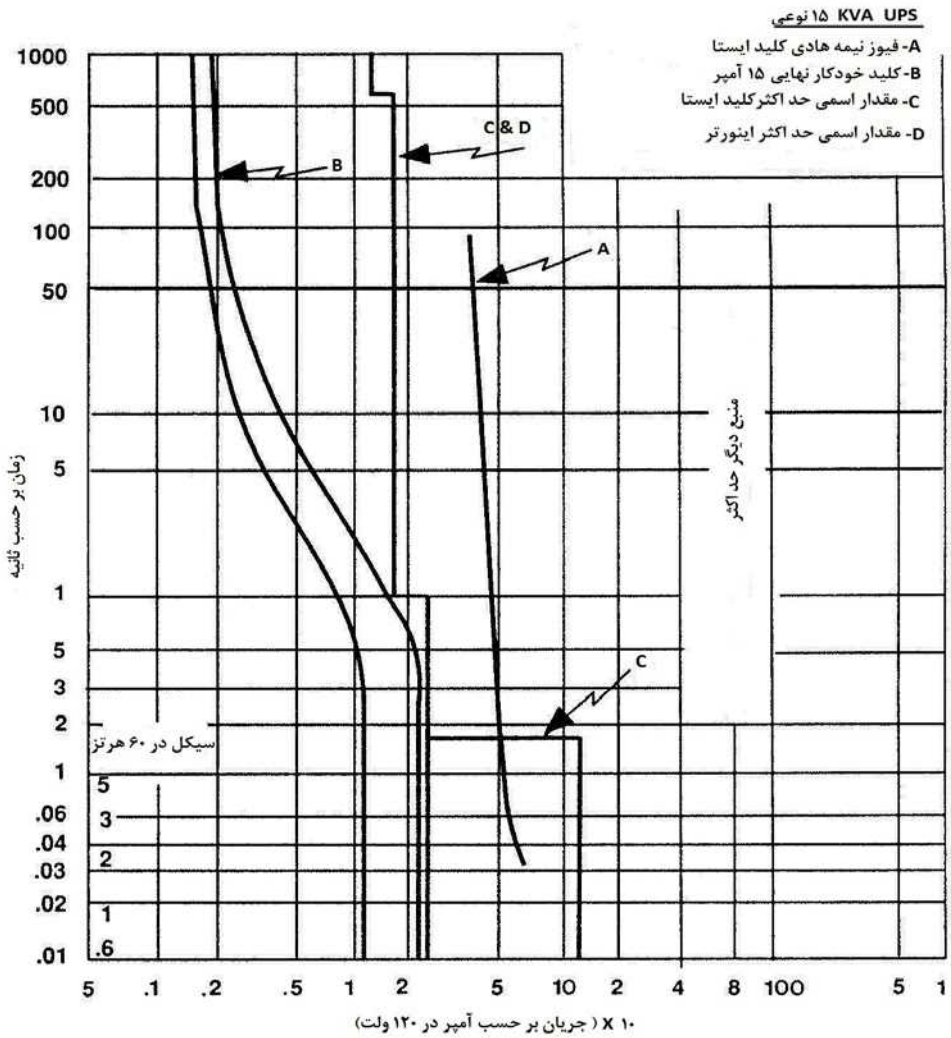
مقدار اسمی ۱۰۰۰٪ برای یک سیکل به موازات مقادیر اسمی فیوز نیمه هادی را می‌توان با وسیله اضافه جریان در مدار نهایی هماهنگ کرد. به شکل ۵-۱۲ مراجعه کنید.

۵-۷-۵ حفاظت اضافه ولتاژ

همان‌طور که قبلا" ذکر شد، اجزاء اساسی یک سیستم UPS عبارتند از باتری، یکسوساز یا شارژکننده باتری، اینورتر و اغلب یک سویچ انتقال ایستا. این وسایل شامل نیمه هادی‌ها بوده و حفاظت آن به طور منحصر بفردی با حفاظت وسایلی مانند موتورها، ژنراتورها، ترانسفورماتورها و سویچ‌های انتقال الکترومکانیکی متفاوت است. در هنگام سروکار داشتن با نیمه هادی‌ها، حفاظت در برابر افزایش (یا افت) ناگهانی ولتاژ، معیار کاربردی حیاتی محسوب می‌شود. افزایش ساده ضخامت عایقی و شدت دی‌الکتریک به علت خواص ضروری وسیله‌ها، عملی نبوده و بنابراین حفاظت کارآمد باید به صورت خارجی اجرا گردد. تعداد منابع افزایش (افت) ناگهانی ولتاژ و سیگنال‌های گذرا بسیار بوده و بدون حفاظت مناسب امکان دارد نیمه هادی‌ها صدمه ببینند. حتی اگر صدمه قابل رؤیت نباشد، آنها ممکن است تحت فشار و استرس قرار گرفته و عمر کاری آنها بنحو فاحشی کوتاه شود. حتی یک کویل رله می‌تواند افزایش ناگهانی ولتاژ در حدود هزاران ولت به واسطه عمل قطع جریان با کنتاکت سریع را تولید کند مشروط بر آن که به وسیله حذف کننده افزایش ناگهانی ولتاژ مانند دیود یا وریستور مجهز نباشد.

سازندگان تجهیزات معمولا"بهترین افراد برای تعیین حفاظت مناسب در مقابل افزایش (یا افت) ناگهانی ولتاژ در نیمه هادی‌های استفاده شده در تجهیزات مذکور می‌باشند. به هر حال، آنها نمی‌توانند در ارزیابی کاربرد تجهیزات دقیق باشند. حتی اگر در تجهیزات تولیدی برخی سازندگان، حفاظت در برابر افزایش (یا افت) ناگهانی ولتاژ استاندارد باشد، منبع و اندازه گذراهای ولتاژ ممکن و شرایط کاربردی اغلب به درستی تخمین زده نمی‌شود. اگـر شرایط عملیات بنحوی باشد که حذف کننده افزایش ناگهانی ولتاژ در معرض ولتاژهای پایدار بیش از مقدار اسمی آن قرار گیرد، صدمه دیدن آن امری غیر عادی نخواهد بود. اگر کاربر این نوع حفاظت را به‌کار می‌گیرد باید از شدت دی‌الکتریک نیمه هادی‌های تحت حفاظت اطلاع داشته باشد تا بتواند مقدار اسمی حذف کننده افزایش ناگهانی ولتاژ را تعیین نماید.

omoorepeyman.ir



شکل ۵-۱۲ : هماهنگی فیوز سویچ انتقال ایستا با کلید خودکار نهایی

ترانسفورماتورهای ایزوله کننده به علت اثر ایزولاسیون فیزیکی بر مدارات تا حدودی حفاظت در برابر افزایش ناگهانی ولتاژ را تامین می‌نمایند. معذالک به سبب کوپلاژ مغناطیسی آنها کاپاسیتانس توزیع شده بین سیم‌پیچی‌ها، ایزولاتورهای کامل نبوده و اغلب حفاظت اضافی مورد نیاز است. در واقع "شایسته‌سازی خط" (line conditioning) بهترین حفاظت را ارایه می‌دهد چون سبب تامین ایزولاسیون خط، حفاظت در برابر افزایش (یا افت) ناگهانی ولتاژ، تنظیم ولتاژ با سرعت زیاد ودر برخی موارد، درجه‌ای از فیلتر نمودن شکل موج جهت حفاظت در برابر اعوجاج هارمونیکی، همه در یک بسته یکپارچه می‌گردد.

omoorepeyman.ir

روش‌های مورد استفاده در کابینت‌های تجهیزات اتصال زمین، مخصوصا" هنگامی که تجهیزات در معرض سیگنال‌های گذرای قوی مانند رعد و برق قرار می‌گیرند، بر اندازه فشار و استرس عایق به زمین اثر دارند. ولتاژهای القایی (به علت اندوکتانس هادی‌های اتصال زمین) می‌توانند به عایق‌های تجهیزات استرس و فشار وارد کنند. کوتاه کردن طول هادی زمین یا موازی کردن هادی‌های زمین یا هر دو روش‌های موثری در کاهش اندوکتانس مدارهای اتصال زمین هستند. باید توجه کرد که هر تاسیسات روش‌های مناسب و منحصر بفردی جهت حفاظت کافی و ایمنی پرسنل دارد.

۸-۵ حفاظت فیزیکی تجهیزات

دستگاه‌های ماشین ـ ژنراتور و منبع‌های سوخت و تجهیزات مربوط به آنها به برنامه‌ریزی و طراحی دقیقی نیاز دارند تا در هنگام کار از صدمه دیدن آنها به واسطه شرایط محیطی با به‌کار گرفتن ناصحیح، جلوگیری شود. سرمایش توسط رادیاتور در ماشین‌ها، در صورت امکان، بایستی مورد توجه و بررسی خاص قرار گیرد چون سیستم سرمایش داخلی به اتصالات و لوله‌کشی خارجی که می‌تواند در معرض صدمه باشد نیازی ندارد. در برخی شرایط جوِّی، مانند شرایطی که در آن گردوغبار بسیار است، به فیلترهای هواکش با طراحی خاص نیاز دارند

اغلب وسایل و تجهیزات که قبلا" مورد بررسی قرار گرفتند، در هنگام استفاده در شرایط اضطراری یا پشتیبان، معمولا" در مکان‌هایی مستقر می‌شوند که فقط افراد ذی‌صلاح به آنها دسترسی دارند. در صورتی که چنین شرایطی امکان‌پذیر نباشد، محفظه‌های پوششی باید بنحوی طراحی شود که از دسترسی آسان جلوگیری نماید. اغلب سازندگان می‌توانند امکانات قفل کابینت‌ها با درها و پنل‌های لولادار را فراهم سازند. همچنین سازندگان باید به طور دقیق از مکان نصب و استقرار و شرایط محیطی به منظور محافظت محفظه‌ها و کابینت‌ها، مصالح و نیز از نظر ارتعاشات اطلاع داشته باشند. برای مثال، امکان دارد در اتمسفرهای مرطوب یا خورنده به بخاری یا مواد پوششی خاص جهت حفاظت بخش‌های فلزی یا مدارات در معرض نمناکی یا خورندگی، نیاز باشد. مکان‌هایی در مجاورت ماشین‌آلات پیستونی عظیم امکان دارد نیازمند حفاظت خاص در برابر ارتعاشات باشد. ضروری است در سیستم‌های سوخت بررسی‌های خاصی از نظر حفاظت در برابر نشتی‌ها، آلوده‌کننده‌ها و غیره به‌عمل آید.

سازنده‌ها معمولا" رک‌ها یا قفسه‌های مناسبی برای باتری‌ها پیش‌بینی می‌کنند که نگاهداری آسان و حفاظت آنها را تامین می‌کند. رک‌ها از نظر اندازه باید بنحوی صحیح و مناسب طراحی و ساخته شده باشند که در آنها سلول‌ها به راحتی مستقر شده ومشکلات گرم شدن بیش از حد و خوردگی به حداقل رسیده، نگاهداری آنها آسان بوده و در عین حال از فضای موجود به روش بهینه‌ای استفاده شود. همچنین سازندگان می‌توانند در طراحی تاسیسات برای شرایطی با ارتعاشات فوق‌العاده زیاد مانند مکان‌های زلزله‌خیز اطلاعات مفیدی را ارایه

omoorepeyman.ir

دهند. جزییات بیشتر در تاسیسات و شرایط محیطی را می‌توان در فصل پنج استاندارد ANSI / NFPA 110 یافت.

۵-۹ اتصال زمین

طرح‌های حفاظت قابل اعتماد در مقابل خرابی اتصال زمین به تحلیل دقیق ترتیبات و آرایش‌های اتصال زمین سیستم و تجهیزات نیازمند است. فصل ۶ این نشریه کارکردها و الزامات اساسی اتصال زمین سیستم و تجهیزات را پوشش می‌دهد. چندین آرایش و چینش اتصال زمین که قابل استفاده در سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان می‌باشند در فصل ۶ نشان داده می‌شوند.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ششم

الزامات اتصال زمین

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۶-۱ کلیات

اصول اساسی طراحی اتصال زمین سیستم و تجهیزات و عوامل اصلی که در انتخاب نوع اتصال زمین سیستم نقش دارند و همچنین موضوع مهم حفاظت در برابر خطای زمین به تفصیل در استانداردهای مرتبط ذکر شده در فهرست منابع این نشریه مورد بررسی و بحث قرار گرفته است. هدف این فصل تعریف و تشریح هرچه بیشتر این الزامات اساسی اتصال زمین و نمایش چینش‌ها و آرایش‌های آن در چندین نوع از طرح‌های اتصال زمین سیستم و انتقال که اغلب در سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان تاسیسات صنعتی و تجارتی به‌کار می‌روند، می‌باشد. الزامات اتصال زمین سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان به سبب منابع برق چندگانه، شرایط حسگری خطای زمین و ضوابط خاص آیین‌نامه‌ها منحصر بفرد و یکتا هستند. بسته به نوع سیستم (اضطراری، پشتیبان یا پشتیبان اختیاری)، این که نیروی برق دیگر از منبع جداگانه‌ای ناشی می‌شود یا نه و حفاظت در برابر خطای زمین پیش‌بینی شده یا نشده، الزامات اتصال زمین تغییر می‌کند.

انواع مختلفی از حفاظت مداری را می‌توان نام برد که برای حفاظت خطای زمین مناسب هستند. برخی انواع متداول عبارتند از کلیدهای خودکار با لغزش‌های سری، تجهیزات قطع مدار که توسط وسایل حس‌کننده جریان خطای زمین لغزش می‌کنند و فیوزها ولی با عملکرد پایین‌تر.

انتخاب و کاربرد تجهیزات حفاظتی مدار به تحلیل مشروح هر یک از سیستم و مدارهایی که قرار است محافظت شوند و نیز چینش‌های اتصال زمین تجهیزات سیستم‌ها نیاز دارد. علاوه بر فراهم نمودن حفاظت خطای زمین مناسب، هماهنگی وسایل حفاظتی اضافه جریان و سویچ‌های انتقال با جریان اتصال کوتاه در دسترس حداکثر ضروری است.

سوییچ‌های انتقال، اتصالات هادی بار را از یک منبع برق به منبع دیگری منتقل می‌کند. هادی‌های بار مذکور می‌تواند شامل اتصال هادی زمین (خنثی) باشد یا نباشد و به تبع آن تعیین می‌کند که سیستم به طور جداگانه تحریک می‌شود یا نمی‌شود. این عوامل طراحی سیستم اتصال زمین، انتخاب تجهیزات سویچینگ انتقال و امکان‌پذیر بودن حفاظت خطای زمین را مشخص می‌کنند.

۶-۲ کارکردهای اتصال زمین سیستم و تجهیزات

در واقع، روشی که براساس آن هادی مدار سیستم به زمین یا به یک جسم هادی که به طور موثری به زمین وصل است یا به عنوان جانشین زمین عمل می‌کند، عامدا" متصل می‌شود، اتصال زمین سیستم را تعریف می‌کند. انواع اتصال زمین سیستم زیر در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

- اتصال زمین یکپارچه : یک هادی الکترود اتصال زمین، ترمینال زمین را به الکترود (های) اتصال زمین متصل کرده و هیچگونه امپدانسی عامدا" در این اتصال قرار نمی‌گیرد.

omoorepeyman.ir

- اتصال زمین مقاومتی : یک مقاومت اتصال زمین در مدار اتصال بین ترمینال سیستم و الکترود (های) اتصال زمین قرار می‌گیرد.
- بدون اتصال زمین : هیچ یک از هادی‌های مدار سیستم عامدا" به زمین اتصال نمی‌یابند.

اتصال زمین تجهیزات، فرآیند هم‌بندی تمام محفظه‌های هادی تجهیزات و هادی‌های درون هر مدار با استفاده از هادی‌های اتصال زمین تجهیزات می‌باشد. ضروری است این هادی‌های اتصال زمین تجهیزات به موازات یا همراه هادی‌های مدار نصب و ادامه یافته و مسیر هدایتی دایمی با امپدانس پایین برای جریان خطای زمین را بوجود آورند. در سیستم‌های اتصال زمین یکپارچه، هادی های اتصال زمین تجهیزات با هادی مدار زمین شده و با هادی (های) اتصال زمین سیستم در نقاط معینی مطابق شکل‌های ۶-۱ و ۶-۲ هم‌بندی می‌شوند.

۶-۲-۱ کارکردهای اتصال زمین سیستم

به منظور مقابله با اضافه ولتاژها به سبب رعد و برق، افزایش (یا افت) ناگهانی ولتاژ خط یا نمایش غیر عمدی با خطوط ولتاژ بالا و برای پایدار کردن ولتاژ ـ به ـ زمین در طول کارنرمال، سیستم‌ها و هادی‌های مدار اتصال زمین می‌شوند. هادی‌های مدار و سیستم‌ها به روش یکپارچه اتصال زمین می‌شوند تا عمل وسیله اضافه جریان در حالت خطاهای زمین تعدیل شده و ولتاژ ـ به ـ زمین در شرایط خرابی پایدار شود.

هدف از تهیه نصب الکترودهای زمین و هادی‌های الکترود زمین که الکترودها را به هادی اتصال می‌دهند، هدایت و عبور جریان‌های خطای زمین حاصل از خطهای زمین در تجهیزات، مجاری کابل‌ها و سیم‌ها یا سایر محفظه‌های هادی‌ها، نمی‌باشد. در سیستم اتصال زمین یکپارچه، جریان خطای زمین از هر نقطه خطای زمین در سیستم شروع شده و با عبور از هادی‌های اتصال زمین تجهیزات به جامپر (jumper) هم‌بندی (بین هادی‌های اتصال زمین تجهیزات و هادی اتصال زمین سیستم) مطابق شکل‌های ۶-۲ و ۶-۳ می‌رود.

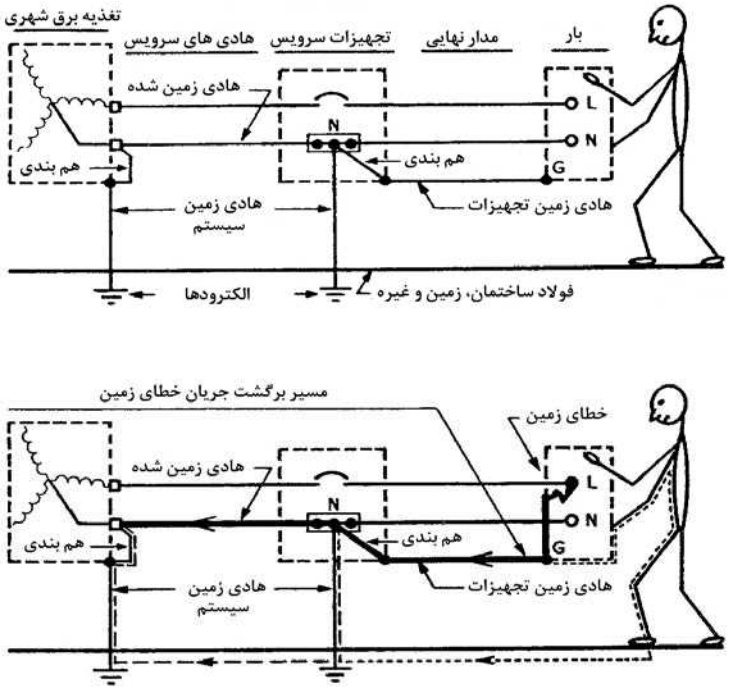
در سیستم‌های تغذیه با سرویس (برق شهری) و با اتصال زمین یکپارچه، مسیر برگشت جریان خطای زمین از طریق جامپر هم‌بندی در تجهیزات سرویس و هادی سرویس اتصال زمین شده به ترانسفورماتور منبع تغذیه تکمیل می‌شود.

۶-۲-۲ کارکردهای اتصال زمین تجهیزات

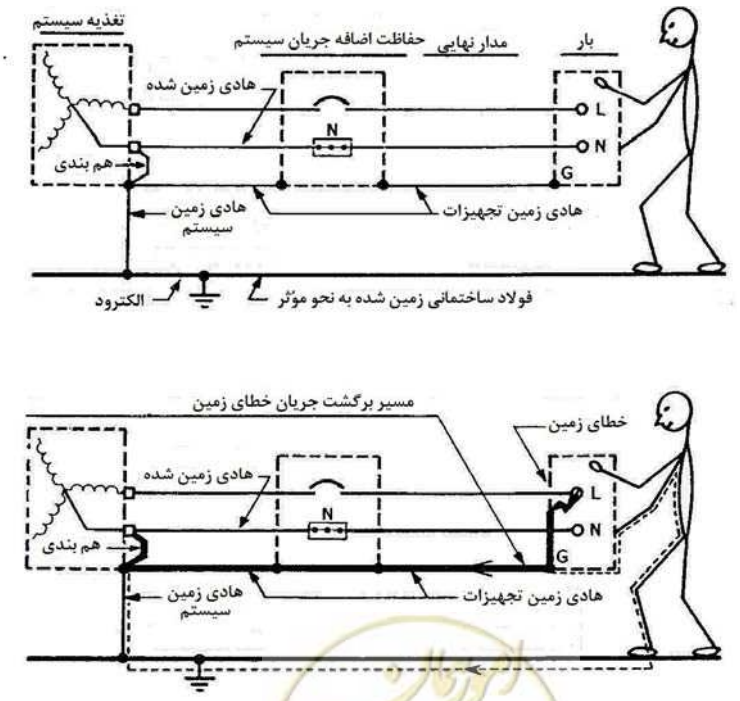
سیستم‌های اتصال زمین تجهیزات که از شبکه‌های اتصال یافته هادی‌های اتصال زمین تجهیزات تشکیل یافته، کارکردها و وظایف اساسی زیر را بر عهده دارند :

- آنها ولتاژ ـ به ـ زمین (ولتاژ شوک) در بخش های فلزی روباز و غیر حامل جریان تجهیزات، مجاری کابل‌ها و سیم‌ها و سایر محفظه‌های هادی را، در شرایط ایجاد خطاهای زمین، محدود می‌کنند.
- آنها جریان‌های خطای زمین با مقدار و اندازه کافی را برای عمل نمودن سریع وسایل حفاظتی مدار با ایمنی هدایت می‌نمایند
- آنها تداخل الکترومغناطیسی (EMI)، نویز مود ـ مشترک و سایر تداخل‌های الکترونیکی را کاهش می‌دهند.

omoorepeyman.ir



شکل ۶-۱ : اتصال .زمین سیستم و تجهیزات ـ نوع یکپارچه ـ برای سیستم با منبع تغذیه سرویس



شکل ۶-۲ : اتصال زمین سیستم و تجهیزات ـ نوع یکپارچه ـ برای سیستم با منبع تغذیه جداگانه

omoorepeyman.ir

به منظور اطمینان از عملکرد کارکردهای اصلی فوق‌الذکر هادی اتصال زمین تجهیزات باید :

- دایمی و مداوم باشند
- دارای ظرفیت فراوان جهت هدایت امن هر جریان خطای زمین که امکان دارد بر آنها تحمیل شود، باشند
- دارای امپدانس به قدر کافی پایین باشند تا ولتاژ ـ به ـ زمین به اندازه ایمنی محدود شده و عملیات وسایل حفاظتی مدار تسهیل شود

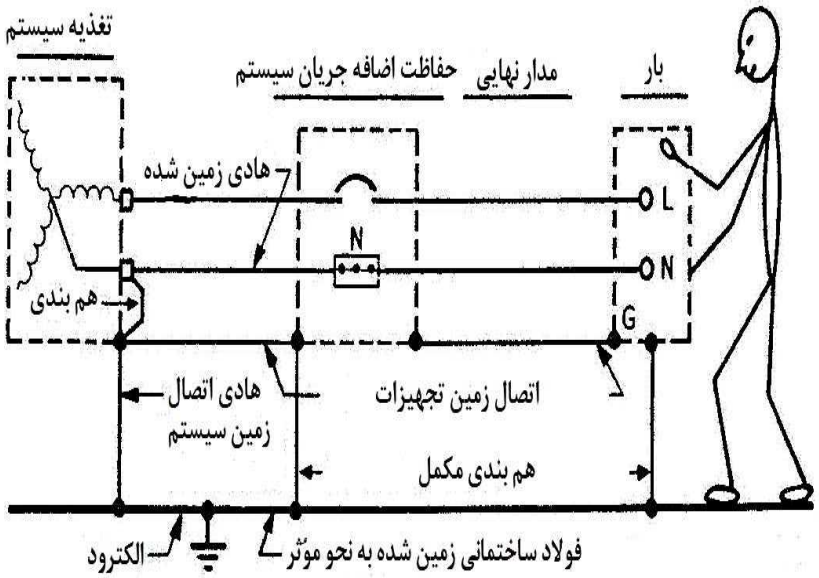
همان‌طور که در شکل‌های ۶-۱ و ۶-۲ نشان داده است، فردی که محفظه‌ای هادی با خطای زمین درون آن، را لمس می‌کند از صدمات شوک مصون خواهد ماند مشروط بر آنکه هادی‌های اتصال زمین تجهیزات، مسیر شنتی با امپدانس به قدر کافی پایین جهت محدود کردن جریان عبوری از بدن آن فرد به مقدار ایمن را بوجود آورند. در سیستم‌های زمین شده یکپارچه، سیستم‌های زمین شده با مقاومت بالا و سیستم‌های زمین نشده، پیش‌بینی و فراهم گردد. در سیستم‌های زمین شده مقاومت و سیستم‌های زمین نشده، بدین علت به هادی‌های اتصال زمین تجهیزات نیاز است که حفاظت در برابر شوک تامین شده و مسیری با امپدانس پایین برای جریان‌های خطای فاز ـ به ـ فاز در موردی که قبل از وقوع خطای زمین دیگر در فاز متفاوت در سیستم، خطای زمین اول تعیین محل و رفع نشده باشد، مشخص و ارایه شود.

۶-۳ هم‌بندی تجهیزات مکمل

با هم‌بندی تجهیزات مکمل بین محفظه‌های هادی تجهیزات و اقلام هادی مجاور می‌توان خطر شوک الکتریکی را کاهش داد. هم‌بندی تجهیزات مکمل نشان داده شده در شکل ۶-۳ پتانسیل بین بخش‌های فلزی روباز غیر حامل جریان و فولاد ساختمانی زمین شده مجاور را در هنگام وقوع خطای زمین متعادل می‌سازد. راکتانس القایی مدار خطای زمین معمولا"اجازه نمی‌دهد مقدار قابل توجهی از جریان خطای زمین از طریق اتصالات هم‌بندی مکمل عبور کند.

جریان خطای زمین از مسیری جاری می‌شود که کمترین امپدانس مدار خطای زمین را داشته باشد. مسیر جریان خطای زمینی که راکتانس القایی مدار خطای زمین را حداقل می‌کند از طریق هادی‌های اتصال زمین تجهیزات که باید همراه هادی‌های مدارها در یک مجاری نصب شوند، می‌گذرد. بنابراین، در عمل، تمام جریان خطای زمین از طریق هادی‌های اتصال زمین تجهیزات جاری شده و جریان خطای زمین از طریق اتصالات هم‌بندی مکمل، بیش از جریان لازم برای متعادل سازی پتانسیل در مکان‌های هم‌بندی، نخواهد بود.

omoorepeyman.ir



شکل ۶-۳ : هم‌بندی تجهیزات مکمل برای سیستم با منبع تغذیه جداگانه

۶-۴ جریان ایرادی در هادی‌های اتصال زمین

هادی‌ها اتصال زمین تجهیزات و سیستم باید بنحوی، نصب شده واتصال یابند که از جاری شدن قابل ایراد جریان از طریق هادی‌های اتصال زمین یا مسیرهای اتصال زمین جلوگیری شود. اگر هادی مدار (خنثی) زمین شده به هادی‌های اتصال زمین تجهیزات در بیش از یک نقطه وصل شود، یا در بیش از یک نقطه زمین شود، مسیرهای جریان خنثی سرگردان بوجود می‌آید. جریان‌های خنثی سرگردان که از طریق مسیرهایی به غیر از هادی‌های مدار (خنثی) زمین شده مورد نظر، در طول عملیات نرمال سیستم، عبور می‌کنند هنگامی جریان ایرادی هستند که در هر یک از رخدادهای زیر نقش داشته باشند.

- تداخل با عملیات صحیح تجهیزات، وسایل یا سیستم‌هایی که به تداخل الکترومغناطیسی حساسیت دارند، مانند تجهیزات الکترونیکی، سیستم‌های مخابراتی، سیستم‌های کامپیوتری و غیره
- تداخل با حسگری و عملیات صحیح تجهیزات حفاظت خطای زمین
- ایجاد جرقه با انرژی کافی جهت آتش گرفتن مواد قابل اشتعال

omoorepeyman.ir

- انفجار مواد منفجره در طول تولید، ذخیره یا آزمون
- گرمایش بیش از حد به واسطه حرارت بوجود آمده از جریان سرگردان در مجاری و غیره
- عمل الکتروشیمیایی، بخصوص در خاک که امکان دارد به عناصر فلزی مجاور صدمه وارد کند

اگر ترانسفورماتور تغذیه تحت مالکیت برق شهری بوده و در خارج ساختمان قرار داشته باشد، هادی سرویس زمین شده باید در طرف ثانویه ترانسفورماتور تغذیه، توسط برق شهری، زمین شود. هادی سرویس زمین شده سیستم‌هایی با تغذیه سرویس، مطابق الزامات NEC باید در تجهیزات سرویس زمین شوند. هیچگونه زمین نباید به هر هادی مدار (خنثی) زمین شده در طرف بار وسیله قطع سرویس اتصال یابد.

هنگامی که ترانسفور تحت مالکیت کاربر باشد، نیروی برق ثانویه را "منبع تغذیه جداگانه" می‌نامند. در چنین منبع با تحریک جداگانه، هدی خنثی آن بایددر محل ترانسفورماتور زمین شده باشد.

جریان خنثی سرگردان نمایش داده شده در شکل ۶-۴ به علت زمین شدن چندگانه هادی سرویس زمین شده است. چنین زمین شدن چندگانه هادی مدار خنثی می‌تواند جریان‌های سرگردانی را ایجاد کند که احتمالا" ایرادی بوده و سبب تولید جریان خطای زمین و عبور آن در مسیرهایی شود که اثر مغایری بر عملیات تجهیزات حفاظت خطای زمین دارند. جریان‌های خنثی سرگردان ایرادی غالبا" توسط خرابی‌های غیر عمدی خنثی ـ به ـ زمین، مطابق شکل ۶-۵ بوجود می‌آیند. تعیین محل خرابی‌های خنثی ـ به ـ زمین امری مشکل بوده و در صورت وجود جریان‌های خنثی سرگردان ایرادی باید انتظار آن را داشت.

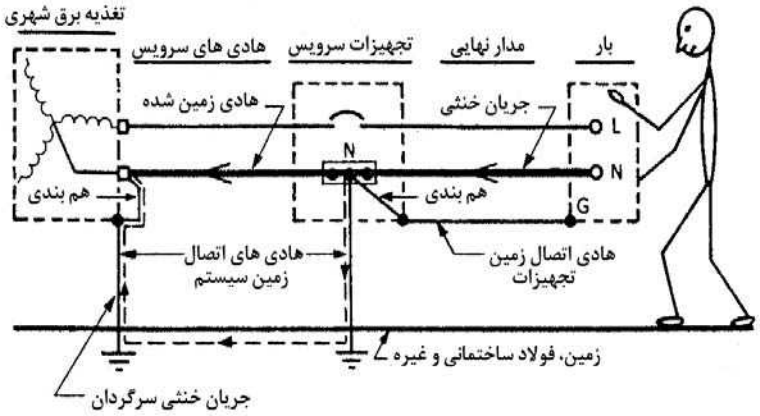
براساس ضوابط NEC، در هنگام راه‌اندازی یا به روز کردن یک سیستم، نقطه قطع و انفصالی در هادی مدار زمین شده برای مقاصد آزمون باید تعیین شود. این اتصال به طور موقت به منظور آزمون و اطمینان از این‌که هیچگونه اتصال زمین فروسو به خنثی وجود ندارد می‌تواند باز (قطع) شود. هنگامی که این اتصال باز است باید احتیاط‌های ایمنی به‌عمل آید چون امکان پس ـ تغذیه از منبع برق اضطراری یا پشتیبان وجود خواهد داشت.

۶-۵ الزامات اتصال زمین

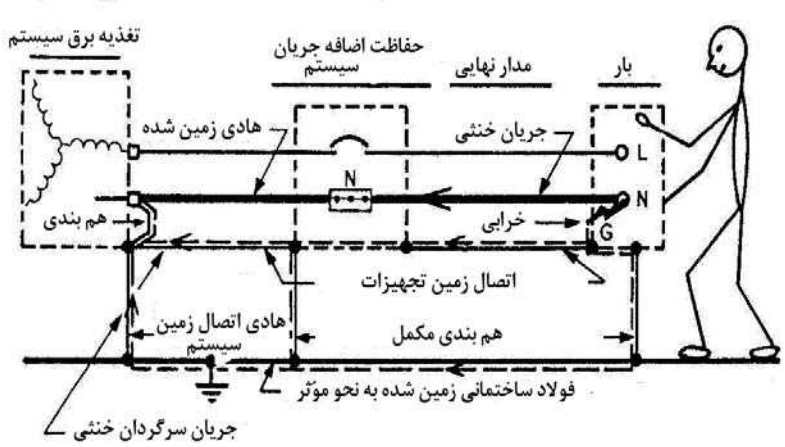
سیستم‌های جریان متناوب ۵۰ تا ۱۰۰۰ ولت باید در نقاطی که حداکثر ولتاژ نسبت به زمین در هادی‌های زمین نشده از ۱۵۰V تجاوز نمی‌کند، به طور یکپارچه زمین شوند. سیستم‌هایی که بارهای فاز ـ به ـ خنثی را تغذیه می‌کند نیز باید به طور یکپارچه زمین شوند. سیستم‌های زیر که معمولا" به‌کار گرفته می‌شوند بایستی به طور یکپارچه زمین شوند.

- ۱۲۰/۲۴۰V تک فازه، سه سیمه
- ۲۰۸Y /۱۲۰V سه فازه، چهار سیمه
- ۴۸۰Y /۲۷۷V سه فازه، چهار سیمه

omoorepeyman.ir



شکل ۶-۴ : جریان خنثی سرگردان به علت زمین شده چندگانه هادی سرویس زمین شده



شکل ۶-۵ : جریان خنثی سرگردان به علت زمین شدن غیر عمدی هادی مدار زمین شده

- ۲۴۰/۱۲۰V سه فازه، چهار سیمه دلتا (نقطه وسط یک فاز به عنوان هادی مدار زمین شده به‌کار می‌رود)

سیستم‌های زیر که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند به زمین شدن به طور یکپارچه نیازی ندارد.

- ۲۴۰V ولتا، سه فاز، سه سیمه
- ۴۸۰V سه فاز، سه سیمه
- ۶۰۰V سه فاز، سه سیمه

omoorepeyman.ir

اگرچه اغلب سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان به طور یکپارچه زمین می‌شوند، روند رو به رشدی در استفاده از اتصال زمین مقاومتی که در آن نیازی به سرویس بارهای فاز ـ به ـ خنثی نمی‌باشد، مشاهده می‌شود. این امر بخصوص در سیستم‌های سه فاز ۴۸۰V و ۶۰۰V در تاسیسات صنعتی صادق است. اتصال زمین سیستم با مقاومت بالا برخی از مزایای سیستم‌های زمین شده یکپارچه و سیستم‌های زمین نشده را مشترکا" دارا است. اضافه ولتاژهای سیستم در طول خطاهای زمین در سطح قابل قبولی نگاهداشته شده و اثرات شدیدا" مخرب جریان‌های خطای زمین به اندازه زیاد را که در سیستم‌های زمین شده یکپارچه با ظرفیت بالا رخ می‌دهد حذف می‌کند. جریان خطای زمین توسط مقاومت اتصال زمین سیستم به مقداری محدود می‌شود که امکان ادامه عملیات سیستم را در حالی که خطای زمین مشخص ورفع می‌گردد، فراهم می‌سازد. به هر حال، اگر قبل از این که یک خطای زمین دیگر در فاز دیگر سیستم رخ دهد، خطای زمین مشخص و رفع نگردد، جریان خطای فاز ـ به فاز به اندازه زیاد از هادیَ‌های اتصال زمین تجهیزات عبور کرده و تجهیزات حفاظتی مدار را به‌کار می‌اندازد. در صورت استفاده از اتصال زمین با مقاومت بالا، جریان‌های خطای زمین معمولا" در حدود ۱۰A یا کمتر می‌باشند.

اتصال زمین با مقاومت پایین را می‌توان در سیستم‌هایی که بارهایی بدون اتصال خنثی دارند و در شرایطی که جریان خطای زمین مهم است، به‌کار برد. چنین اتصال زمینی را برای محدود کردن صدمه به موتورها یا ژنراتورهای بزرگ، می‌توان به‌کار گرفت. محدود کردن جریان خطای زمین همچنین بنحوی جنبه حفاظتی برای پرسنلی که با سیستم یا در مجاورت آن کار می‌کند، خواهد داشت. اندازه مقاومت را می‌توان به صورتی تعیین کرد که جریان خطای زمین به حداقل ۱۰۰A محدود شود، به هر حال، گستره ۱۰۰۰A - ۲۰۰ بیشتر رایج است. چنین شرایطی جریان کافی جهت به‌کار انداختن وسایل حفاظتی سیستم، به ازاء یک خطای خط ـ زمین، را فراهم خواهد ساخت.

۶-۶ انواع هادی‌های اتصال زمین تجهیزات

هادی‌های اتصال زمین تجهیزات مورد استفاده در شکل‌ها و نمودارهای این فصل بایدمطابق ضوابط و مقررات استانداردهای ملی و بین‌المللی معتبر تولید و به‌کار روند.در شرایطی که مجاری کابل‌ها و سیم‌ها، سینی کابل‌ها، زره کابل‌ها و غیره به عنوان هادی‌های اتصال زمین تجهیزات به‌کار می‌روند، تمام مفصل‌ها، اتصالات و فیتینگ‌ها باید به طور محکم نصب شده و اتصال یابند تا مسیر هدایتی کافی برای جریان خطای زمین بوجود آید. زمین و قاب فلزی سازه‌های ساختمانی را می توان برای هم‌بندی تجهیزات مکمل به‌کار برد ولی نباید از آنها به عنوان تنها هادی اتصال زمین تجهیزات در سیستم‌های ac استفاده کرد. هادی‌های اتصال زمین تجهیزات در سیستم‌های ac بایستی با (یا در یک محفظه) و به موازات هادی‌های هر مدار نصب و خوابانده شوند.

omoorepeyman.ir

در صورتی که سم مسی یا آلومینیومی به عنوان هادی‌های اتصال زمین تجهیزات در مدارهایی شامل هادی‌های موازی در مجاری فلزی چندگانه، به کار رود یک هادی اتصال زمین تجهیزات بایستی در هر مجاری نصب و خوابانده شود. اندازه هر هادی موازی اتصال زمین تجهیزات تابعی از مقدار اسمی حفاظت اضافه جریان مدار خواهد بود

بر طبق ضوابط NEC از محفظه‌ها یا مجاری فلزی که از داخل آنها هادی‌ها عبور می‌کنند به عنوان هادی اتصال زمین تجهیزات می‌توان استفاده کرد. هادی‌های اتصال زمین تجهیزات باید به صورت هادی زمین در کنار هادی‌های حامل جریان خوابانده شود یا از محفظه‌ها و مجاری فلزی به عنوان چنین هادی‌هایی استفاده نمود (یا هر دو در صورت اقتضا). اگر چه آیین‌نامه‌ها اجازه استفاده از محفظه‌ها به عنوان هادی اتصال زمین را می‌دهند، غالبا" یک هادی اتصال زمین جداگانه در این محفظه به‌کار می‌رود تا از مقاومت‌های تماس مفصل‌ها و اتصالات محفظه‌ها پرهیز شده، امپدانس هادی اتصال زمین تجهیزات کاهش یافته و قابلیت اعتماد افزایش یابد.

کلیه هادی‌های اتصال زمین تجهیزات در یک تاسیسات ساختمانی در نهایت به هادی‌های الکترود اتصال زمین وصل می‌شوند. سیستم اتصال زمین جداگانه برای تجهیزات بخصوص مانند کامپیوترها، نه تنها عدول از مقررات و ضوابط استاندارد است بلکه ریسک صدمه به یا سوء عمل سیستم‌های حساس را داشته و احتمالا" جان افراد را در معرض خطر قرار می دهد.

- مقاومت‌های کوچکی در پتانسیل اجزاء مختلف یک سیستم الکتریکی وجود دارد. این تفاوت‌ها می‌تواند سبب انتقال اطلاعات اشتباه یا عملیات کنترل دارای خطا در تجهیزات حساس گردد.
- در اثر ولتاژهای گذرا یا افزیش (یا افت) ناگهانی ولتاژها که توسط سویچینگ، رعد و برق (شامل جریان‌ها یا ولتاژهای القایی) یا خرابی‌ها بوجود می‌آیند، امکان دارد تجهیزات دچار صدمه شده یا عملیات آنها مختل شود. در مورد رعد و برق، سیستم اتصال زمین ناصحیح می‌تواند صدمات جدی به تجهیزات وارد کرده یا پرسنل را مجروح سازد.

در مورد تجهیزات حساس می‌توان از یک هادی اتصال زمین تجهیزات ایزوله شده جهت کنترل نویز الکتریکی (EMI) استفاده کرد. در هر صورت، این هادی ایزوله شده می‌تواند بدون اتصال به میله اتصال زمین از یک یا چند تابلو عبور کند. ولی باید در نهایت به یکی از هادی‌های اتصال زمین تجهیزات در تابلو متصل شده و باید همراه هادی‌های برق تجهیزاتی که قرار است زمین شوند نصب و خوابانده شود.

omoorepeyman.ir

۶-۷ اتصال زمین سیستم‌های تغذیه جداگانه و تغذیه سرویس

اتصال زمین کردن اساسی در سیستم‌های تغذیه جداگانه و تغذیه سرویس که به طور یکپارچه زمین می شوند در شکل ۶-۶ نشان داده شده‌اند. الزامات اتصال زمین برای سیستم‌های تغذیه جداگانه و سیستم‌های تغذیه سرویس مشابه هستند ولی به سه تفاوت مهم باید توجه شود :

الف ـ هادی اتصال زمین سیستم در سیستم تغذیه جداگانه بایستی فقط در یک نقطه زمین شود. نقطه اتصال زمین سیستم مذکور به عنوان منبع سیستم تغذیه جداگانه توصیف و مشخص شده و قبل از هر لوازم قطع سیستم یا وسایل اضافه جریان قرار دارد. در شرایطی که لوازم قطع سیستم اصلی در مجاورت ژنراتور یا ترانسفورماتور تامین کننده نیروی برق سیستم تغذیه جداگانه باشد، متصل شدن زمین به هادی اتصال زمین سیستم می‌تواند در لوازم قطع سیستم یا قبل از آن صورت پذیرد. هادی اتصال بین سیستم در سیستم تغذیه سرویس بایددر تجهیزات سرویس زمین شود و اگر ترانسفورماتور تغذیه کننده در همان ساختمان به عنوان تجهیزات سرویس قرار نداشته باشد، هادی مذکور در ثانویه ترانسفورماتور زمین خواهد شد.

ب ـ الکترود زمین ارجح در سیستم تغذیه جداگانه، نزدیک‌ترین عنصر فلزی سازه که به طور کارآمدی زمین شده، یا نزدیک‌ترین لوله آب که بنحو کارآمدی زمین شده، خواهد بود. الکترود زمین در سیستم تغذیه سرویس بایستی مطابق مقررات و ضوابط استانداردهای معتبر ملی و بین‌المللی باشد.

پ ـ در سیستم‌های تغذیه جداگانه زمین شده به طور یکپارچه هادی‌های اتصال زمین تجهیزات باید با هادی اتصال زمین سیستم و یا هادی‌الکترود زمین در لوازم قطع سیستم اصلی یا وسایل اضافه جریان یا قبل از لوازم و وسایل مذکور، هم‌بندی شود. هادی اتصال زمین تجهیزات بایستی همیشه به محفظه (بدنه) ترانسفورماتور یا ژنراتور تغذیه، مطابق شکل ۶-۶، متصل شده باشد.

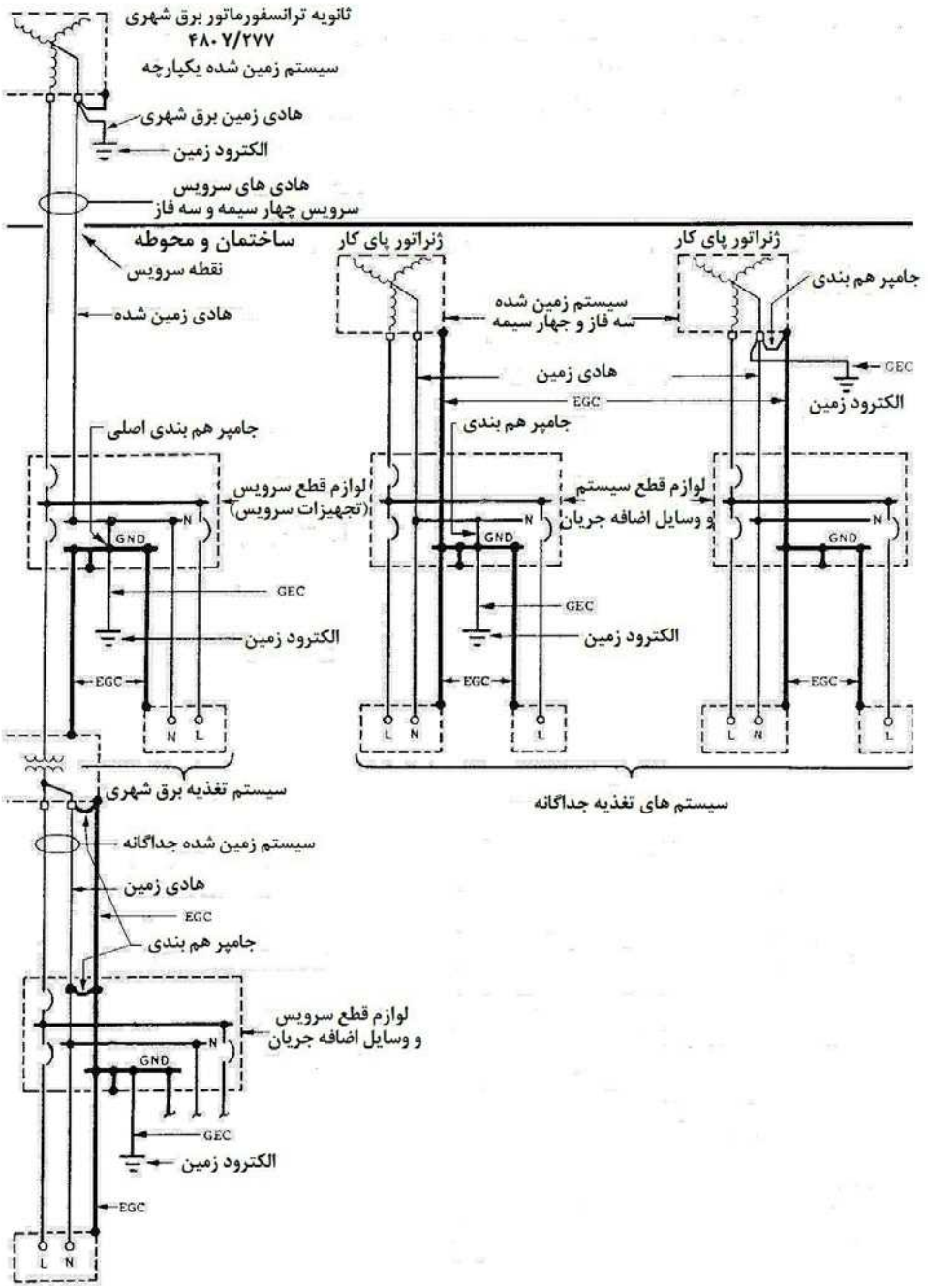
در سیستم‌های تغذیه برق شهری که به طور یکپارچه زمین شده‌اند، هادی‌های اتصال زمین تجهیزات باید با هادی اتصال زمین سیستم و با هادی الکترود زمین در تجهیزات سرویس هم‌بندی شود. هادی سرویس زمین شده را می‌توان برای زمین کردن بخش‌های فلزی غیر حامل جریان تجهیزات در طرف تغذیه لوازم قطع سرویس به‌کار برد. همچنین هادی سرویس زمین شده می‌تواند به عنوان مسیر برگشت جریان خطای زمین از تجهیزات سرویس به ترانسفورماتوری که سرویس را تغذیه می‌کند، به‌کار گرفته شود.

در بررسی مدارات شکل ۶-۶-، تعاریف و اختصارات زیر می‌تواند مفید واقع شود.

- هادی اتصال زمین تجهیزات (EGC)

برای اتصال بخش‌های فلزی غیر حامل جریان تجهیزات، مجاری و سایر محفظه‌ها به هادی زمین شده سیستم و / یا هادی الکترود زمین در تجهیزات سرویس یا در منبع سیستم تغذیه جداگانه، از این هادی (EGC) استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir



شکل ۶-۶ : اتصال زمین سیستم و تجهیزات در سیستم‌های تغذیه جداگانه و تغذیه سرویس

omoorepeyman.ir

- هادی الکترود زمین (GEC)

برای اتصال الکترود زمین به هادی اتصال زمین تجهیزات و / یا به هادی زمین شده مدار در تجهیزات سرویس یا در منبع سیستم تغذیه جداگانه، از این هادی (GEC) استفاده می‌شود.

- سیستم تغذیه جداگانه

این سیستم در واقع سیستم سیم‌کشی در محوطه و ساختمانی است که نیروی برق آن از ژنراتور، ترانسفورماتور یا سیم پیچی‌های مبدل تامین شده و هیچگونه اتصالات مستقیم الکتریکی، از جمله هادی مدار زمین شده جدا، برای تغذیه برق که منشأ آن سیستم دیگری باشد، ندارد.

۸-۶ انواع اتصال زمین‌های سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان

هدف اصلی در طراحی سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان برآورده ساختن نیازهای کاربر از نظر تداوم سرویس الکتریکی است. نوع اتصال زمین سیستمی که به‌کار می‌رود و چینش هادی‌های اتصال زمین تجهیزات و سیستم در تداوم سرویس نقش دارند. اتصالات و هادی‌های اتصال زمین باید بنحوی چیده شده و آرایش یابند که جریان‌های خنثی سرگردان ایرادی بوجود نیامده و جریان‌های خطای زمین در مسیرهای قابل پیش‌بینی باامپدانس کم که پرسنل را از شوک الکتریکی محافظت کرده و عملیات صحیح تجهیزات حفاظتی مدار را تضمین کنند، جاری شوند.

هنگامی که به بارهای فاز به خنثی باید سرویس داده شود، ضروری است سیستم‌ها به طور یکپارچه اتصال زمین شوند. به هر حال، سیستم‌های ۶۰۰V و ۴۸۰V می‌توانند به صورت مقاومت پایین یا بالا اتصال زمین شوند یا در صورت عدم استفاده از هادی مدار زمین شده برای تغذیه بارهای فاز به خنثی، می‌توانند اتصال زمین نشوند. سیستم‌های اتصال زمین شده با مقاومت بالا یا سیستم‌های اتصال زمین نشده در مقایسه با سیستم‌های اتصال زمین شده یکپارچه ممکن است درجه بالاتری از تداوم سرویس را ارایه دهند.

در این فصل، چینش‌ها و آرایش‌های اتصال زمین برای سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبانی که به طور مجزا یا مقاومت بالا اتصال زمین می‌شوند و سیستم‌هایی که اتصال زمین نمی‌شوند، مورد بحث قرار می‌گیرند.

۹-۶ سیستم‌هایی با هادی مدار زمین شده

در شرایطی که هادی‌های (خنثی) زمین شده به عنوان هادی‌های مدار در سیستم‌هایی با منبع تغذیه اضطراری یا پشتیبان به‌کار می‌روند، چینش‌های اتصال زمین باید بنحو دقیق طراحی شود تا از جریان‌های سرگردان ایرادی جلوگیری گردد. برای مثال، جریان‌های خنثی سرگردان و جریان‌های خطای زمین در مسیرهای هدایت کننده جریان که برنامه‌ریزی، طراحی و تعریف نشده‌اند می‌تواند باعث بروز خطاهای حسگری جدی توسط تجهیزات حفاظت خطای زمین شوند. در شرایطی که حفاظت خطای زمین برای لوازم قطع سرویس پیش‌بینی و فراهم شده و با استفاده از یک وسیله انتقال، اتصال داخلی با سیستم نیروی برق دیگری برقرار می‌شود، امکان

omoorepeyman.ir

دارد جهت اطمینان از حسگری صحیح خطای زمین توسط تجهیزات حفاظت خطای زمین، به لوازم یا وسایلی نیاز باشد.

۶-۹-۱ هادی خنثی زمین شده چندگانه با اتصال یکپارچه

هادی مدار (خنثی) زمین شده می‌تواند در تجهیزات انتقال به طور یکپارچه متصل شود. بنابراین، مطابق شکل ۶-۷، هادی خنثی می‌تواند بین منبع نرمال تغذیه شهری و یک ژنراتور پای کار که به عنوان منبع اضطراری یا پشتیبان عمل می‌نماید، به طور یکپارچه اتصال یابد. به هر حال، چنین رویکردی همیشه مورد تایید نیست. در اغلب سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان با سویچ‌های خطای زمین، قطع و وصل کردن هادی مدار زمین شده توسط سویچ انتقال، روشی است که عملا" توصیه می‌شود.

متصل کردن اتصال زمین به هادی (خنثی) زمین شده در طرف بار لوازم قطع سرویس توصیه نمی‌شود، بنابراین متصل کردن اتصال زمین به خنثی ژنراتور در شکل ۶-۷ اقدامی است که نباید انجام می‌شد. چنین اتصال زمین چندگانه هادی مدار خنثی می‌تواند سبب ایجاد جریان‌های سرگردان محتملا" ایرادی شده و جریان خطای زمین در مسیرهایی را بوجود می‌آورد که تاثیر سوء و مغایری بر عملیات تجهیزات حفاظت خطای زمین خواهد داشت.

الف ـ شکل ۶-۷. متصل شدن اتصال زمین به هادی خنثی در ژنراتور پای کار شکل ۶-۷ در طرف بار لوازم قطع سرویس قرار دارد و این روش توصیه نشده و الزامات آیین‌نامه مربوطه را برآورده نمی‌سازد. در شرایطی که هادی (خنثی) زمین شده به طور یکپارچگی در تجهیزات انتقال متصل شده باشد، سیستمی که توسط ژنراتورهای کار تغذیه می‌شود به عنوان سیستم تغذیه جداگانه در نظر گرفته نمی‌شود.

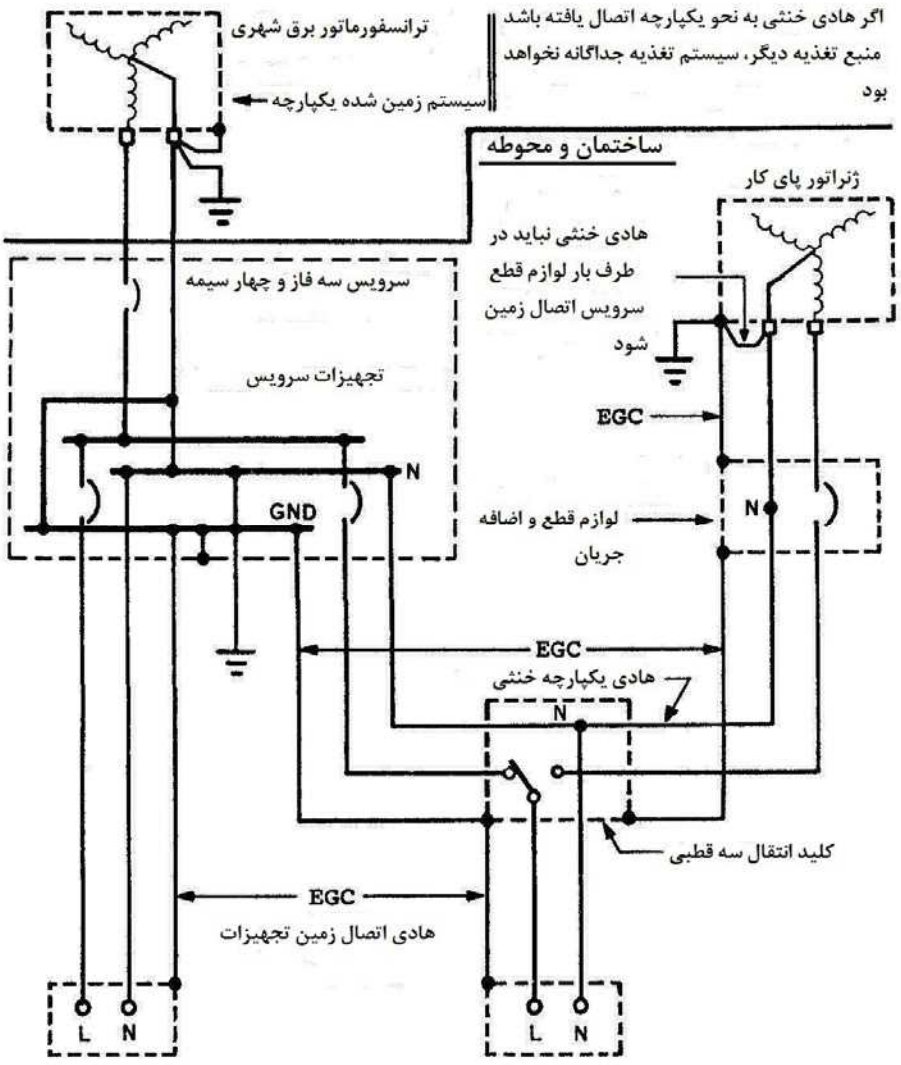
ب ـ شکل ۶-۸. متصل شدن اتصال زمین به هادی خنثی در ژنراتورهای کار شکل ۶-۸ یک مسیر عبوری برای جریان خنثی سرگردان ایجاد می‌کند. اندازه این جریان سرگردان تابعی ازامپدانس‌های نسبی مسیرهای جریان خنثی خواهد بود. در صورتی که حفاظت خطای زمین برای لوازم قطع سرویس پیش‌بینی شده باشد، جریان خنثی سرگردان امکان دارد اثر مغایری بر عملکرد تجهیزات حفاظت خطای زمین داشته باشد.

پ ـ شکل ۶-۹. متصل شدن اتصال زمین به خنثی که در طرف مخالف حسگر خطای زمین از اتصال زمین ورودی سرویس است، می‌تواند جریان خطای زمینی را بوجود آورد که از طریق هادی خنثی بازگشت نموده و در نتیجه آشکارسازی این جریان توسط حسگر خطای زمین را حذف و منتفی سازد.

اگر حفاظت خطای زمین به تغذیه کننده (فیدر) سویچ انتقال اعمال شود، امکان دارد آن نیز مشابها" تحت تاثیر واقع شود. اگر جریان خنثی، پس از لغزش کلید تغذیه کننده، به جاری شدن ادامه دهد می‌تواند به رله خطای زمین صدمه وارد کند. جاری شدن جریان خنثی معلول زمین‌های چندگانه نمی‌باشد بلکه آنها

omoorepeyman.ir

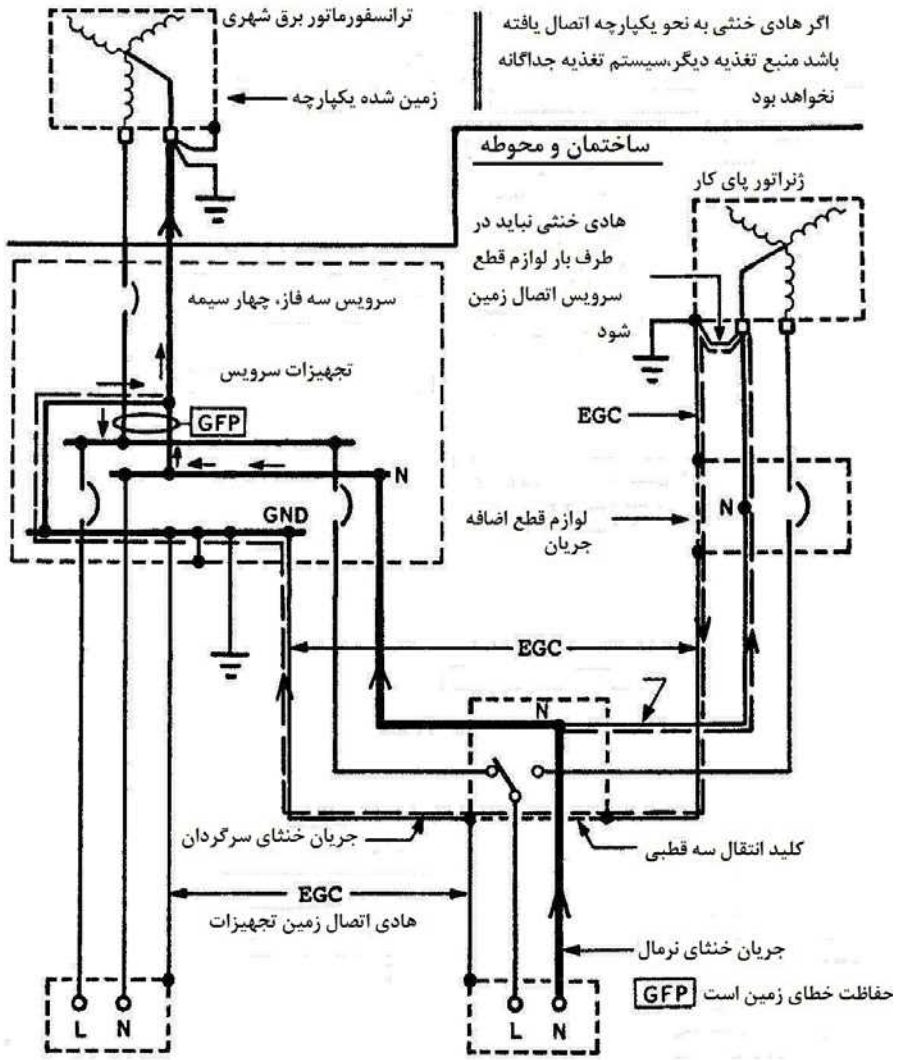
روند مذکور را فعال می‌سازند. جریان بایستی توسط منبعی مانند القاء حاصل از فاصله شینه نا برابر یا ولتاژهای یکسان از یک سیستم متفاوت بوجود آمده باشد.



شکل ۶-۷ : اتصالات نادرست هادی خنثی زمین شده یکپارچه در تجهیزات سرویس و در منبع تغذیه برق دیگر

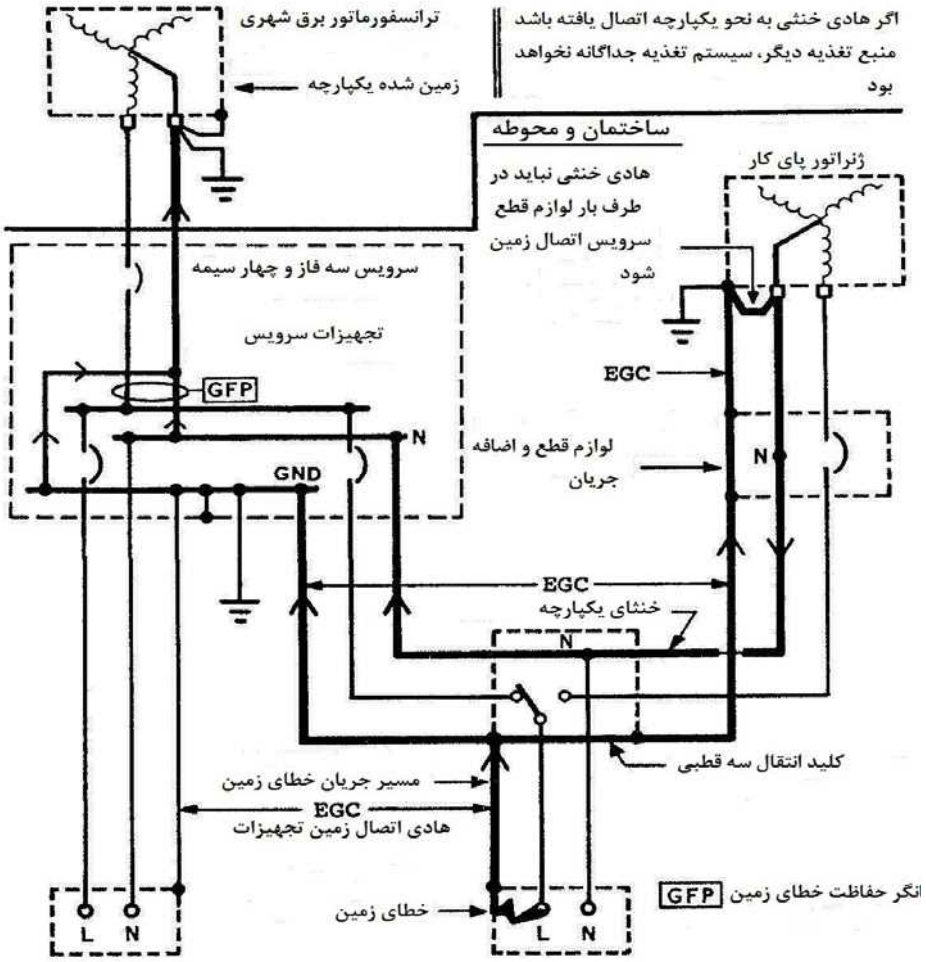
omoorepeyman.ir

در شرایطی که حفاظت خطای زمین به تغذیه کننده‌ای از تجهیزات سرویس به تجهیزات انتقال اعمال می‌شود، جریان خطای زمین نشان داده شده در شکل ۶-۹ دقیقا" قابل آشکارسازی توسط حسگر جریان خطای زمین در تغذیه کننده نمی‌باشد.



شکل ۶-۸ : جریان خنثی سرگردان به واسطه اتصال زمین هادی خنثی در دو مکان

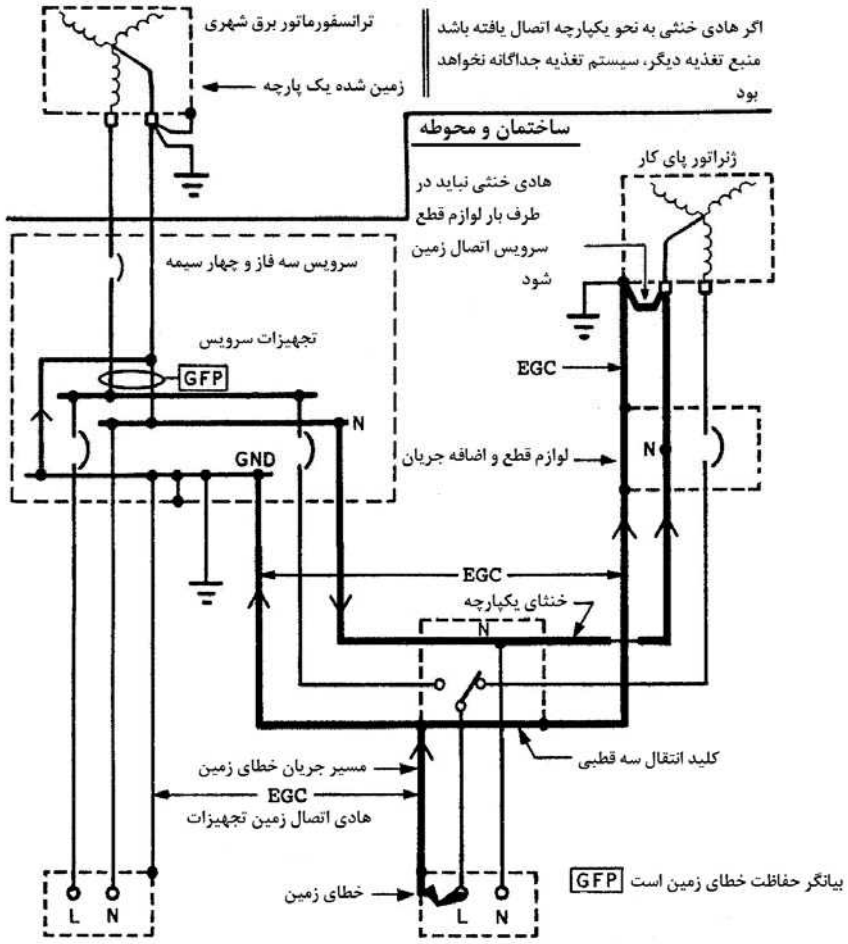
omoorepeyman.ir



شکل ۶-۹ : مسیرهای برگشت جریان خطای زمین به منبع تغذیه نرمال، خنثی زمین شده در دو مکان

ت ـ شکل ۶-۱۰. متصل شدن‌های اتصال زمین چندگانه به خنثی متصل شده یکپارچه در شکل ۶-۱۰ باعث می‌شود بخشی از جریان خطای زمین که به ژنراتور پای کار باز می‌گردد از حسگر به منظور حفاظت خطای زمین در تجهیزات سرویس عبور کننده چنین آرایشی می‌تواند به لغزش لوازم قطع سرویس توسط جریان خطای زمین ایجاد شده در ژنراتورهای کار، منجر شود.

omoorepeyman.ir



۶-۱۰ : مسیرهای برگشت جریان خطای زمین به منبع تغذیه دیگر، خنثی زمین شده در دو مکان

۶-۹-۲ انتقال هادی خنثی

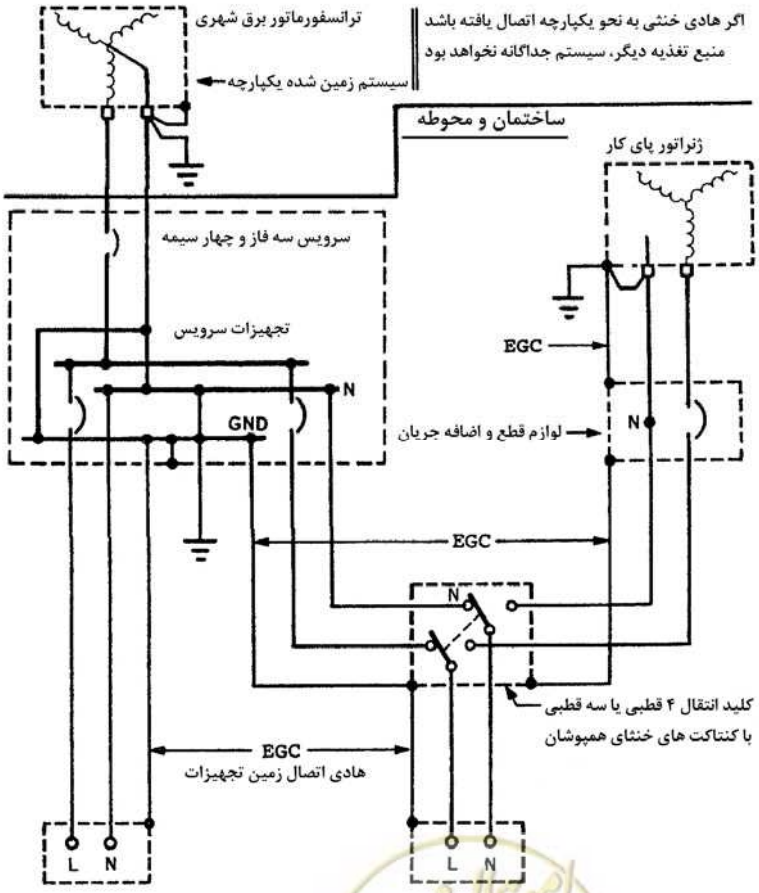
سویچ انتقال می‌تواند یک قطب اضافی به منظور قطع و وصل، سویچینگ هادی خنثی داشته باشد یا هادی خنثی را توسط کنتاکت‌های خنثی همپوشان در سویچ انتقال، می توان انتقال داد. اگر هادی مدار خنثی توسط وسیله یا تجهیزات انتقال منتقل شود، سیستم اضطراری یا پشتیبان تغذیه شده به وسیله ژنراتور پای کار یک

omoorepeyman.ir

سیستم تغذیه جداگانه خواهد بود. سیستم تغذیه جداگانه با هادی مداز خنثی بایددر یا پیش از لوازم قطع سیستم به طور یکپارچه زمین شود.

الف ـ شکل ۶-۱۱. هادی خنثی بین تجهیزات سرویس و ژنراتور پای کار در شکل ۶-۱۱ توسط سویچ انتقال به طور ایزوله شده و در تجهیزات انتقال سویچ شود، مسیرهای جریان خنثی سرگردان و مسیرهای جریان خطای زمین نامطلوب نشان داده شده در شکل‌های ۶-۱۰، ۶-۱۱ و ۶-۱۲ حذف می‌شوند.

منبع تغذیه نرمال و منبع تغذیه دیگر در شکل ۶-۱۱ معادل دو سیستم محوری جداگانه هستند چون تمام هادی‌های مدار از هر دو منبع توسط سویچ انتقال قطع و وصل می‌شوند. از آنجا که هر دو سیستم به طور کامل از یکدیگر ایزوله شده و به طور یکپارچه زمین شده‌اند، حسگری و حفاظت خطای زمین را می‌توان در مدارهای منبع نرمال و منبع اضطراری یا پشتیبان، مشابه یک سیستم تک محوری، به‌کار برد.



شکل۶-۱۱:اتصال زمین هادی خنثی انتقال یافته در تجهیزات سرویس و در منبع تغذیه دیگر

omoorepeyman.ir

ب ـ شکل ۶-۱۲. این نمودار نشان می‌دهد که زمین‌های خنثی غیر عمدی باعث ایجاد جریان‌های خنثی سرگردان که ممکن است ایرادی باشند می‌گردد. بنابراین علاوه بر طرح‌ریزی دقیق اتصالات زمین کردن عمدی، سیستم‌ها باید عاری از زمین شدن غیر عمدی هادی‌های مدار خنثی باشند.

پ ـ شکل ۶-۱۳. این نمودار شبیه شکل ۶-۱۱ است با این تفاوت که دو ژنراتور پای کار برای عملیات موازی وجود داشته و هادی خنثی بجای ژنراتور در وسایل قطع و وصل ژنراتور زمین شده است. در صورتی که وسایل قطع و وصل ژنراتور مجاور ژنراتورها باشد، اتصالات زمین را می‌توان مطابق شکل ۶-۱۳ در وسایل قطع و وصل ژنراتور اجرا نمود.

قطع و وصل هادی خنثی، اتصال زمین خنثی را در موقعیت و مکان ژنراتور امکان‌پذیر می‌سازد. به دلایل زیر این امر مطلوب نظر می‌تواند باشد :

۱) دستگاه ماشین ـ ژنراتور اغلب در فاصله دوری از ورودی سرویس برق شهری زمین شده قرار داشته و در برخی موارد پتانسیل‌های زمین این دو مکان می‌تواند دقیقا" یکسان نباشد.

۲) اصول مهندسی صحیح حکم می‌کند که سویچ انتقال خودکار تا حد امکان نزدیک به بار نصب شود تا حداکثر حفاظت در مقابل خرابی‌های کابل یا تجهیزات مورد استفاده در تاسیسات تامین گردد. فاصله کابل بین سرویس ورودی و سویچ انتقال و سپس به دستگاه ماشین ـ ژنراتور می‌تواند عامل قابل توجهی باشد. اگر کابل با هادی خنثی زمین نشده در مکان ژنراتور، دچار خرابی شود، بار به سیستم برق اضطراری زمین نشده منتقل می‌شود. خرابی همزمان تجهیزات پس از انتقال به اضطراری ممکن است آشکارسازی و مشخص نشود.

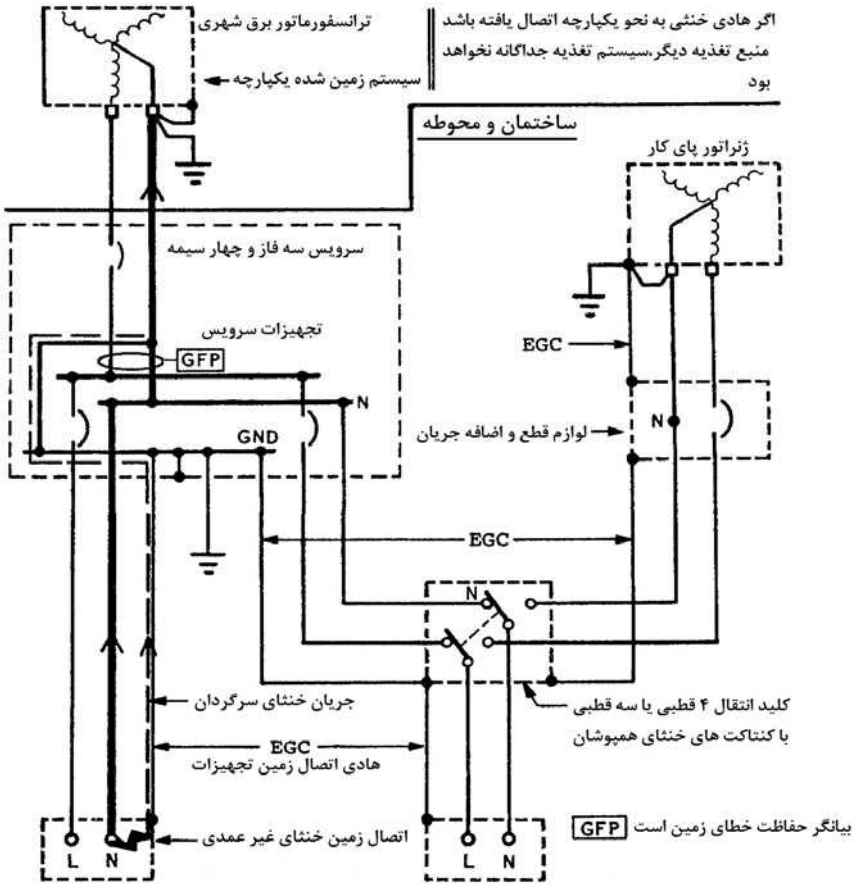
۳) برخی آیین‌نامه‌های محلی، هنگامی که ماشین ـ ژنراتور در حال کار است حفاظت خطای زمین را الزامی می‌دانند. این امر ممکن است در شرایطی منجر به شکل حسگری شود که هادی خنثی ژنراتور به الکترود اتصال زمین در محل ژنراتور متصل نشده و ایزولاسیون صحیح خنثی‌ها تامین نشده باشد. همچنین این موضوع می‌تواند مشکلی در ایجاد سیگنال خطای زمین که بر طبق ضوابط NEC, Section 700 - 7 (e) ضروری است، بوجود آورد.

۴) هنگامی که سویچ انتقال در وضعیت اضطراری است، اگر خنثی در دستگاه ماشین ـ ژنراتور اتصال زمین نشود مشکلات دیگری ممکن است رخ دهد. یک مورد خطای زمین، مطابق شکل ۶-۱۷ (ب)، می‌تواند سبب لغزش بی‌دلیل کلید خودکار منبع نرمال شود در حالی که جریان بار از کلید خودکار عبور نکرده و هنوز رفع خطا نشده است.

هادی خنثی نرمال و هادی خنثی اضطراری در این‌صورت به طور همزمان در مقابل جریان خطای زمین یکسان، آسیب‌پذیر خواهند بود. رله خطای زمین امکان دارد صدمه ببیند. بنابراین یک خرابی به تنهایی می‌تواند رساندن نیروی برق به بارها را به خطر بیاندازد هر چند هر دو نیروی برق شهر و اضطراری موجود و

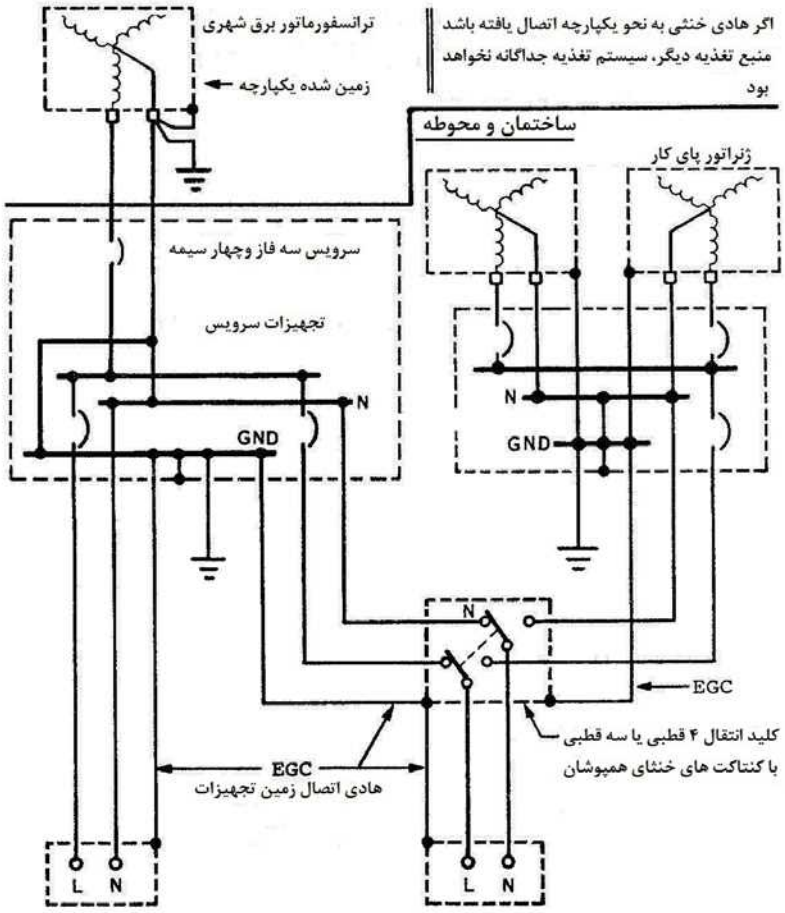
omoorepeyman.ir

در دسترس باشند. چنین شرایطی برخلاف ضوابط آیین‌نامه‌ها است که سیم‌کشی مستقل و تغذیه‌کننده‌های اضطراری جداگانه را ضروری دانسته است.



شکل ۶-۱۲ : جریان خنثی سرگردان حاصل از هادی خنثی زمین شده غیر عمدی

omoorepeyman.ir



شکل ۶-۱۳ : هادی خنثی منتقل شده که در تجهیزات سرویس و در وسایل قطع وصل دو ژنراتور پای کار با اتصال موازی، زمین شده است

۶-۹-۳ هادی خنثی ایزوله شده توسط ترانسفورماتور

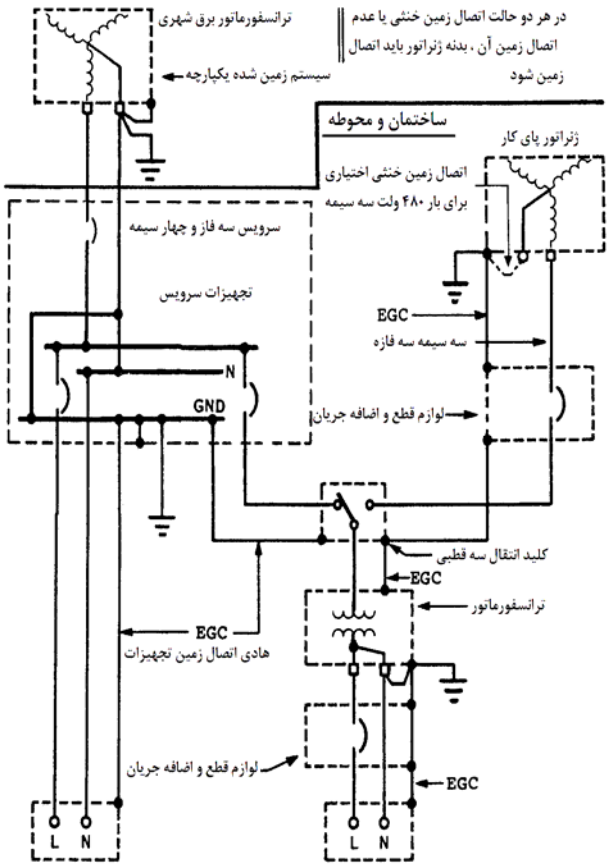
هنگامی که بار انتقال توسط سیستمی تغذیه می‌شود که از یک ترانسفورماتور ایزوله پای کار تحریک شده و تجهیزات انتقال در جلو ترانسفورماتور، مطابق شکل ۶-۱۴، می‌باشد، به هادی مدار (خنثی) زمین شده، از منبع تغذیه نرمال یا منبع تغذیه دیگر به اولیه ترانسفورماتور، همیشه نیازی نیست. ترانسفورماتور ایزوله امکان تغذیه

omoorepeyman.ir

بارهای قابل انتقال فاز ـ به ـ خنثی را بدون هادی مدار (خنثی) زمین شده در تغذیه کنده‌ها (فیدرها) فراهم می‌سازد.

این نوع اتصال هنگامی عملی است که مدول مناسب‌سازی نیروی برق شامل ترانسفورماتور ایزوله به‌کار رود تا "کیفیت نیروی برق" بهبود یافته و منبع جریان خنثی برای کامپیوتر یا سایر کاربردها باشد.

الف ـ شکل ۶-۱۴. سیستمی که توسط ترانسفورماتور ایزوله در شکل ۶-۱۴ تغذیه می‌شود یک سیستم تغذیه جداگانه بوده و در صورتی که لزومی به اتصال زمین به طور یکپارچه باشد بایستی مطابق الزامات آیین‌نامه اتصال زمین شود. هادی مدار خنثی برای بار قابل انتقال در شکل ۶-۱۴ از ثانویه ترانسفورماتور ایزوله تغذیه شده و بایستی بر طبق ضوابط NEC, Section 250 - 26 اتصال زمین شود.

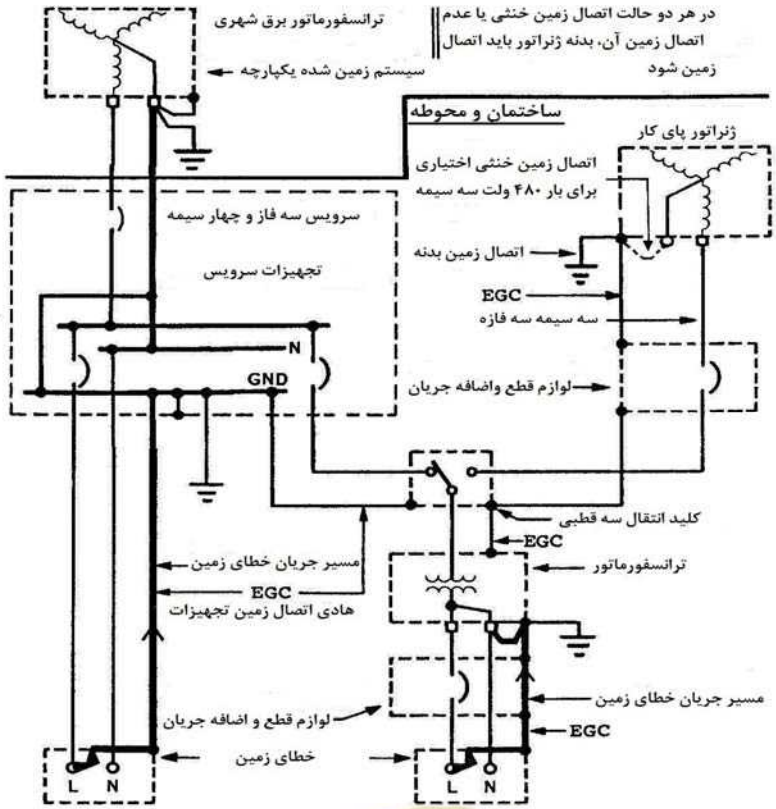


شکل ۶-۱۴ : هادی خنثی زمین شده به‌طور یکپارچه باری بار منتقل شده که توسط ترانسفورماتور ایزوله شده است

omoorepeyman.ir

اگر مقدار اسمی ژنراتور پای کار در شکل ۶-۱۴، ۲۷۷V/ ۴۸۰Y یا ۳۴۷V/ ۶۰۰Y باشد، امکان دارد نیازی به اتصال زمین یکپارچه خنثی آن نباشد چون از خنثی به عنوان هادی مدار استفاده نمی‌شود. بنابراین، نوع اتصال زمین سیستم برای چنین ژنراتوری اختیاری است. در یک سیستم سه سیمه، معمولا" توصیه می‌شود که خنثی ژنراتور پای کار اتصال زمین نشود تا جریان‌های خنثی در حال گردش درون سیستم زمین کاهش یابد. در هر یک از موارد، عدم اتصال زمین خنثی ژنراتور، اتصال زمین آن با مقاومت بالا یا اتصال زمین آن به طور یکپارچه، بدنه (فریم) ژنراتور باید به طور یکپارچه اتصال زمین شود.

ب ـ شکل ۶-۱۵. این شکل مسیرهای برگشت جریان خطای زمین را نشان می‌دهد که در آنها هادی مدار (خنثی) زمین شده بار قابل انتقال توسط ترانسفورماتوری ایزوله شده است. هر جریان خنثی سرگردان یا جریان خطای زمین در ثانویه ترانسفورماتور ایزوله هیچگونه تاثیری بر دستگاه حفاظت خطای زمین در تجهیزات سرویس یا در ژنراتور نخواهد داشت.



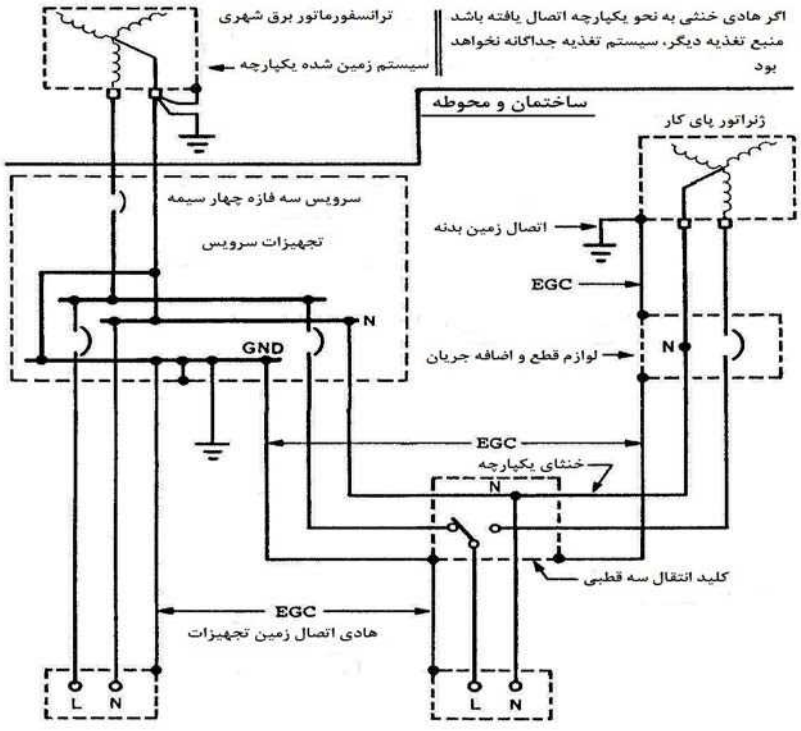
شکل ۶-۱۵ : مسیرهای برگشت جریان خطای زمین برای بار منتقل شده که توسط ترانسفورماتور ایزوله شده است

omoorepeyman.ir

۶-۹-۴ هادی خنثی با اتصال داخلی یکپارچه و زمین شده فقط در تجهیزات سرویس

در صورتی که هادی مدار (خنثی) زمین شده به تجهیزات انتقال به طور یکپارچه اتصال یابد (نه به صورت قطع و وصل)، سیستم اضطراری یا پشتیبان که توسط ژنراتور پای کار تغذیه می‌شود، نبایستی سیستم تغذیه جداگانه تلقی شود. هادی (خنثی) زمین شده که به طور یکپارچه اتصال داخلی یافته، فقط در تجهیزات سرویس اتصال زمین می‌شود.

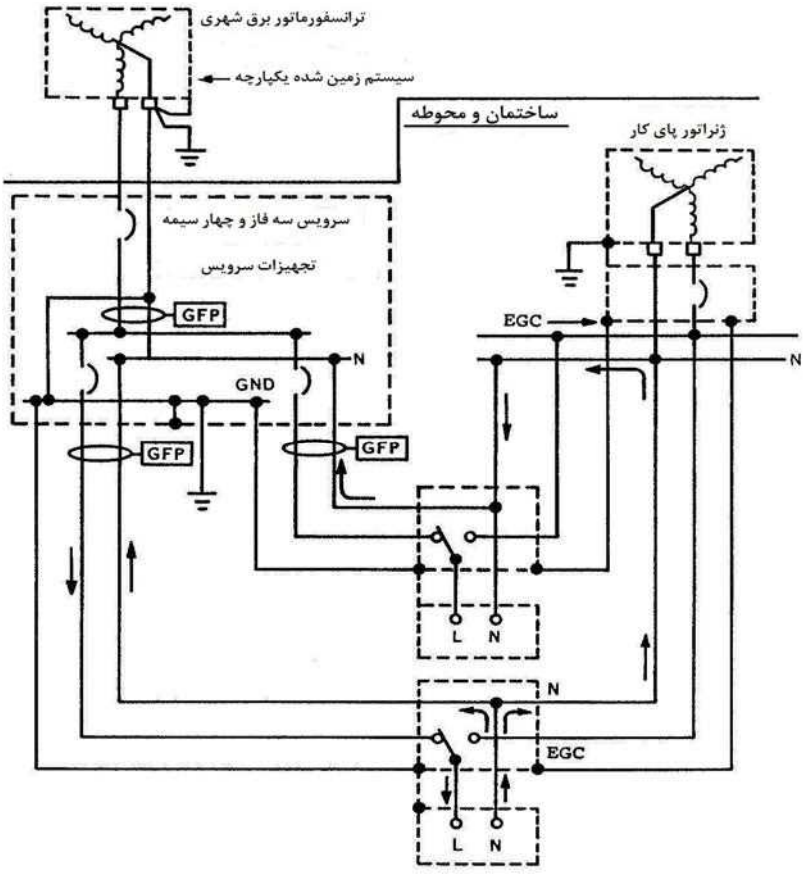
الف ـ شکل ۶-۱۶. هادی خنثی با اتصال داخلی یکپارچه در شکل ۶-۱۶ فقط در تجهیزات سرویس زمین شده و هیچگونه مسیر هدایت کننده برای جریان‌های خنثی سرگردان وجود ندارد. به هر حال، این آرایش از نظر حس‌کردن و آشکارسازی جریان خطای زمین در طرف اضطراری سویچ انتقال، ضابطه الزام‌آور NEC, Section 700 – 7 (d) را رعایت نمی‌کند.



شکل ۶-۱۶ : هادی خنثی با اتصال داخلی یکپارچه و زمین شده فقط در تجهیزات سرویس

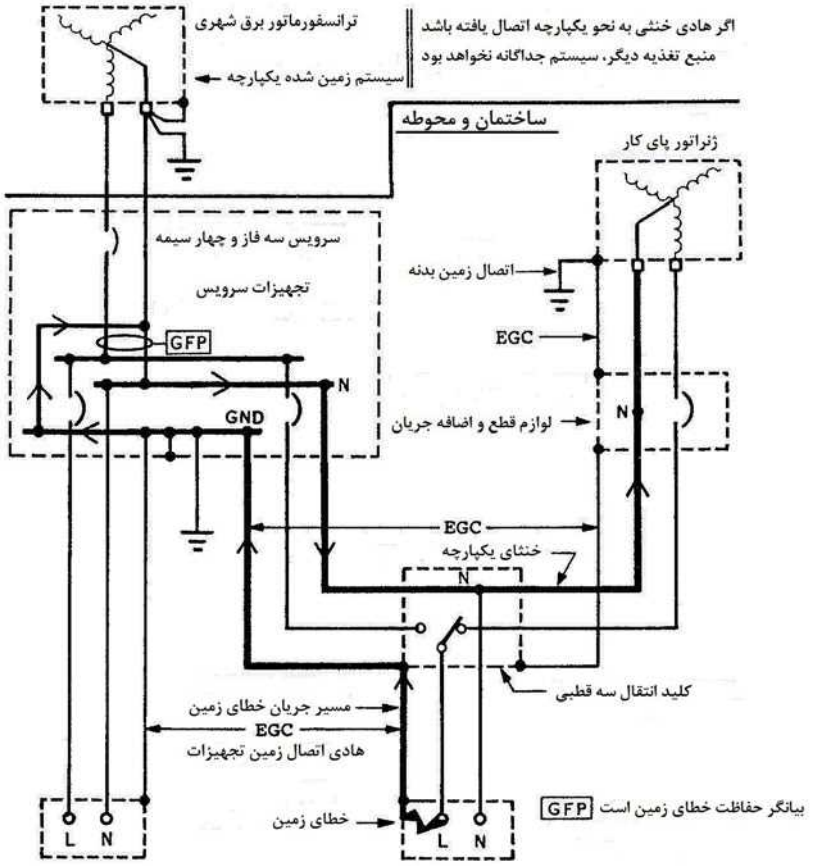
omoorepeyman.ir

ب ـ شکل‌های ۶-۱۷ (الف) و ۶-۱۷ (ب). در صورتی که هادی خنثی با اتصال داخلی یکپارچه، فقط در تجهیزات سرویس، مطابق شکل ۶-۱۷ (ب) زمین شده باشد، مسیر برگشت جریان خطای زمین از بار قابل انتقال به ژنراتور پای کار از طریق هادی اتصال زمین تجهیزات (از سویچ انتقال به تجهیزات سرویس) و سپس از طریق جامپر هم‌بندی اصلی در تجهیزات سرویس و هادی خنثی (از تجهیزات سرویس به ژنراتور) می‌باشد.



شکل ۶-۱۷ (الف) : دو سویچ انتقال با مسیرهای برگشت خنثی چندگانه

omoorepeyman.ir



شکل ۶-۱۷ (ب) : مسیر برگشت جریان خطای زمین به منبع تغذیه دیگر، هادی خنثی فقط در تجهیزات سرویس زمین شده است

جریان خطای زمین نشان داده شده در شکل ۶-۱۷ (ب) می تواند لوازم قطع سرویس را فعال و دچار لغزش کند، حتی اگر خطای زمین در مداری باشد که توسط ژنراتور تغذیه می‌شود. سیگنالی می‌تواند از حسگر خطای زمین در هادی خنثی ژنراتور منشأ گرفته و در صورت بروز خطای زمین در حالی که سیستم به ژنراتور انتقال می‌یابد، تجهیزات حفاظت خطای زمین در حال کار را مسدود و بلوکه نماید. ضروری است تحلیل محتاطانه‌ای از

omoorepeyman.ir

چنین سیگنال‌های مسدود کننده باید به‌عمل آید تا از کارکرد صحیح تجهیزات حفاظت خطای زمین اطمینان حاصل کرد.

اگر اتصال هادی خنثی بین تجهیزات سرویس و سویچ انتقال در شکل های ۶-۱۷ (الف) و ۶-۱۷ (ب) عمدا" یا تصادفا" قطع شود، ژنراتور بدون اتصال زمین خواهد بود. بنابراین اگر بار به ژنراتور انتقال یابد، یکپارچگی هادی خنثی از تجهیزات سرویس تا سویچ انتقال حفظ می‌شود. هادی اتصال زمین تجهیزات از تجهیزات سرویس تا تجهیزات انتقال نیز باید محفوظ بماند تامسیر برگشت جریان خطای زمین از بار قابل انتقال تا ژنراتور برقرار شود.

۶-۹-۵ سویچ‌های انتقال چندگانه

به منظور افزایش قابلیت اعتماد، بجای یک سویچ انتقال برای کل بار، اغلب از چندین سویچ انتقال که در مجاورت بارها قرار داده می‌شوند، استفاده می‌گردد. در چنین مواردی بایستی به امکان خرابی کابل یا تجهیزات بین تجهیزات سرویس وسویچ‌های انتقال که می‌تواند سبب عدم اتصال زمین سیستم برق اضطراری یا پشتیبان شود، توجه کرد. چنین امری زمانی اهمیت خاص دارد که هادی خنثی با اتصال داخلی یکپارچه فقط در تجهیزات سرویس اتصال زمین شده باشد.

هنگامی که چندین سویچ انتقال به همراه آشکارسازی خطای زمین در سطح مدار توزیع، به‌کار می‌رود، لغزش مدارات خطای زمین در شرایط عدم وجود خطای زمین، امکان‌پذیر است. شکل ۶-۱۷ (الف) سیستم نوعی با چند سویچ انتقال سه قطبی را نشان می‌دهد. نیروی برق از منبع نرمال و از طریق سویچ انتقال به بار رفته و جریان خنثی در حالی که چندین مسیر بازگشت وجود دارد، به سویچ انتقال باز می‌گردد. بسته به امپدانس نسبی هر مسیر، جریان بین مسیرها تقسیم می‌شود. بخشی از جریان توسط مسیر برگشت نرمال باز می‌گردد باقیمانده جریان از طریق هادی خنثی منبع اضطراری به سویچ انتقال، توسط هادی خنثی شینه توزیع اضطراری، از طریق هادی خنثی منبع اضطراری به سویچ انتقال دوم، سپس از طریق هادی خنثی منبع نرمال به سویچ انتقال دوم، به هادی خنثی شینه توزیع نرمال جاری شده و در نهایت به منبع نرمال باز می‌گردد.

این وضعیت می‌تواند مستقل از طرق اتصال زمین انتخاب شده برای سیستم، رخ دهد، و قادر به لغزش کلیدهای خودکار توزیع هر دو سرویس نرمال و اضطراری حتی زمانی که خطای زمین وجود ندارد خواهد بود مشروط بر آن که آنها توسط وسایل خطای زمین تحت حفاظت قرار داشته باشند. با استفاده از سویچ‌های انتقال سه قطبی با خنثی همپوشان یا سویچ‌های انتقال چهار قطبی، این مشکل را می‌توان رفع کرد.

omoorepeyman.ir

۶-۹-۶ دستگاه‌های ماشین ـ ژنراتور چندگانه

هنگامی که چند دستگاه ماشین ـ ژنراتور به طور موازی اتصال یافته و به صورت یک منبع نیروی برق مشترک عمل می‌کنند، هر خنثی ژنراتور معمولا" به یک شینه خنثی مشترک درون وسایل سویچینگ موازی‌سازی متصل شده و این شینه اتصال زمین می‌شود.

وسایل سویچینگ موازی‌سازی شامل شینه خنثی باید در مجاورت دستگاه‌های ژنراتور نصب شود، وجود فقط یک هادی اتصال زمین سیستم بین شینه خنثی و زمین، استفاده از تجهیزات حسگری خطای زمین را آسان و ساده می‌نماید. این روش همچنین استفاده از فقط یک مقاومت اتصال زمین برای چند دستگاه ماشین ـ ژنراتور را امکان‌پذیر می‌سازد.

امکان دارد استدلال شود که در صورت استفاده از مقاومت‌های اتصال زمین انفرادی، گردش جریان‌های هارمونیکی بین ژنراتورهای موازی مشکلی نخواهد بود چون مقاومت، گردش جریان را به مقادیر قابل صرفنظر کردنی محدود می‌سازد. به هر حال، اگر هارمونیک‌های سوم در دستگاه‌های ماشین ـ ژنراتور حذف شوند، جریان‌های گردشی معمولا" مشکلی تلقی نخواهند شد.

دستگاه‌های ماشین ـ ژنراتور چندگانه که از نظر فیزیکی جدا از یکدیگر بوده و برای بارهای ایزوله به‌کار می روند امکان دارد به اتصالات خنثی ـ به ـ زمین اضافی نیاز داشته باشند. در هر صورت، با استفاده از سویچ‌های انتقال چهار قطبی چندگانه یا سویچ‌های سه قطبی با کنتاکت‌های خنثی همپوشان، می‌توان به ایزولاسیون مناسب و حسگری رضایت‌بخش خطای زمین دست یافت.

۶-۹-۷ انتقال هادی خنثی

نمودارهای مدار و بررسی بخش‌های قبل بیان می‌کند که سویچ‌های انتقال چهار قطبی مترادف سویچ‌های انتقال سه قطبی با کنتاکت‌های خنثی همپوشان می‌باشند. این موضوع از نظر تامین ایزولاسیون مورد لزوم برای حفاظت خطای زمین صحت دارد. به هر حال، ملاحظات دیگری وجود دارد.

سویچ‌های انتقال چهار قطبی را در مواردی که بارها غیر فعال و نسبتا" متوازن هستند می‌توان بنحو رضایت‌بخشی به‌کار گرفت. در هر صورت هنگامی که در طول انتقال بار، هادی خنثی لحظه‌ای باز می‌شود، بارهای نامتوازن ممکن است باعث ایجاد ولتاژهای غیر عادی به مدت ۱۰ تا ۱۵ میلی‌ثانیه گردد. در مدت زمانی که عدم توازن بار کل به واسطه شرایط کار تک فازی بوجود می‌آید می‌توان سویچ‌های انتقال را وارد عمل کرد. بارهای القایی ممکن است سبب ایجاد ولتاژهای گذرای بالای اضافی در گستره میکروثانیه شوند. کنتاکت‌های قطب چهارم سویچ سبب وقفه در جریان شده و در نتیجه در معرض جرقه‌زدن و فرسایش کنتاکت می‌باشند. توصیه می‌شود براساس یک برنامه نگاهداری خوب در فواصل زمانی معین، یکپارچگی قطب چهارم به عنوان یک عنصر حمل کننده جریان با امپدانس به قدر کافی پایین، مورد بررسی و تایید قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

با کنتاکت‌های خنثی همپوشان، تنها زمانی که خنثی‌های منابع نیروی برق نرمال و اضطراری اتصال می‌یابند، مدت زمان انتقال و انتقال مجدد است. زمان عملیات رله خطای زمین بایستی بیشتر از زمان همپوشانی سوییچ انتقال مورد استفاده تنظیم گردد.

با کنتاکت‌های انتقال خنثی همپوشان، خنثی بار همیشه، یک منبع برق متصل است. هنگامی که سویچ انتقال کار می‌کند، ولتاژهای غیر عادی و گذرا، که می‌توانند نویز مود ـ مشترک تولید کنند، در مقدار حداقل نگاه داشته می‌شوند چون هادی خنثی لحظه‌ای باز نمی‌شود. همچنین، فرسایش کنتاکت‌های همپوشان به واسطه جرقه ردن رخ نمی‌دهد.

۶-۱۰ هشدار خطای زمین

بخش اعظم بررسی خطای زمین در این فصل به حفاظت در طرف منبع نرمال سویچ انتقال مربوط است. به هر حال خطای زمین می‌تواند بین سویچ انتقال و ژنراتور پای کار نیز رخ دهد، در صورت وقوع خطای زمین، قطع شدن خودکار اتصال بین بارهای اضطراری و ژنراتور پای کار معمولا" وضعیت مطلوبی نیست.

به هر حال، به منظور ایمنی و حداقل نمودن امکان حریق و صدمه تجهیزات، یک هشدار دیداری و شنیداری جهت نمایان ساختن خطای زمین در سیستم‌های برق اضطراری بزرگتر اغلب توصیه می‌شود. این امر می‌تواند اخطاری به پرسنل باشد تا اقدامات اصلاحی را به‌عمل آورند. در محل حسگر یا مجاورت آن باید دستورالعمل‌هایی پیش‌بینی و نصب گردد که بیانگر اقدامات لازم در صورت نمایان شدن پیشامد خطای زمین خواهد بود.

معمولا" شرایط خطای زمین در طول آزمون متداول ژنراتور پای کار خود را نشان می‌دهد. بنابراین، موضوع مذکور مدت زمان مناسبی برای انجام اقدامات اصلاحی پیش از شرایط اضطراری واقعی را در اختیار ما قرار می‌دهد.

۶-۱۱ سیستم‌هایی بدون هادی مدار زمین شده

سیستم‌های سه فازه، سه سیمه، ۴۸۰V و ۶۰۰V که به طور وسیعی در تاسیسات صنعتی کاربرد دارند به استفاده از هادی‌های زمین شده به عنوان هادی‌های مدار نیازی ندارند. گزینه‌های اتصال زمین زیادی وجود دارد که در آنها سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان به هادی مدار زمین شده جهت تغذیه بارهای فاز ـ به ـ خنثی نیازی ندارند.

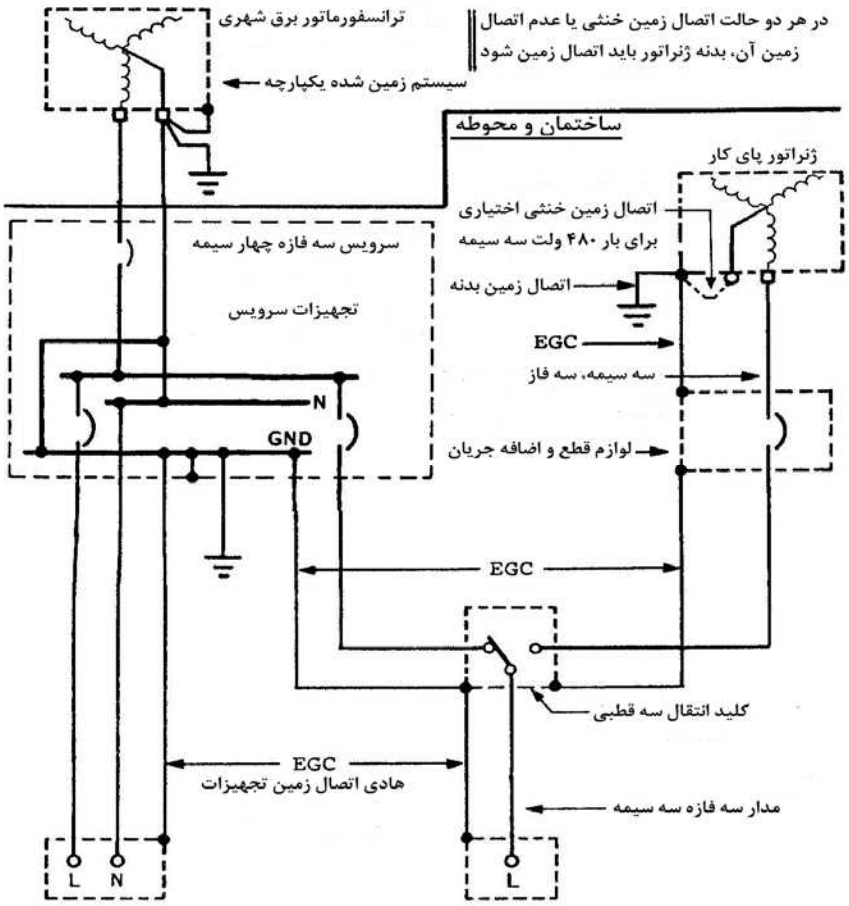
۶-۱۱-۱ سرویس زمین شده یکپارچه

در بسیاری از تاسیسات، سرویس برق شهری ورودی به ساختمان و محوطه سیستمی سه فازه، چهار سیمه و به طور یکپارچه زمین شده است که در آن به هادی مدار (خنثی) زمین شده جهت بارهایی با تغذیه پیش‌بینی

omoorepeyman.ir

شده اضطراری یا پشتیبان پای کار، نیازی نیست. لزومی ندارد منبع تغذیه اضطراری یا پشتیبان پای کار دارای همان نوع اتصال زمین سیستمی باشد که منبع تغذیه کننده نرمال ساختمان و محوطه دارا است.

الف ـ شکل ۶-۱۸. ژنراتور شکل ۶-۱۸ سیستم سه سیمه، سه فازه‌ای را تغذیه می‌کند. اگر مقدار اسمی ژنراتور ۲۷۷V/ ۴۸۰Y یا ۳۴۷V/ ۶۰۰Y باشد، ضرورتی ندارد خنثی به عنوان هادی مدار به‌کار گرفته شود.



شکل ۶-۱۸ : سویچ انتقال سه قطبی برای انتقال به منبع تغذیه دیگر بدون هادی مدار زمین شده

ژنراتور پای کاری که به زمین شدن یکپارچه نیازی ندارد می تواند با مقاومت بالا زمین شده یا فاقد اتصال زمین باشد. سیستم نیروی برق اضطراری یا پشتیبان زمین شده با مقاومت بالا یا بدون اتصال زمین درجه بالایی از تداوم و پیوستگی سرویس را فراهم می‌کند چون تجهیزات حفاظتی مدار با اولین خطاز زمین دچار

omoorepeyman.ir

لغزش نخواهد شد. در صورت اتصال زمین یکپارچه ژنراتور شکل ۶-۱۸، اتصال زمین مذکور باید در لوازم قطع ژنراتور یا پیش از آن انجام پذیرد.

ب ـ شکل ۶-۱۹. کلیدهای خودکار قفل شده در شکل ۶-۱۹ به عنوان لوازم انتقال مورد استفاده قرار می‌گیرند. آرایش و ترتیب اتصال زمین در شکل های ۶-۱۸ و ۶-۱۹ مشابه همدیگر هستند. در صورتی که به هادی مدار (خنثی) زمین شده نیازی نباشد، نوع تجهیزات انتقال مورد استفاده نقشی در انتخاب نوع اتصال زمین سیستم برای تغذیه اضطراری یا پشتیبان ندارد.

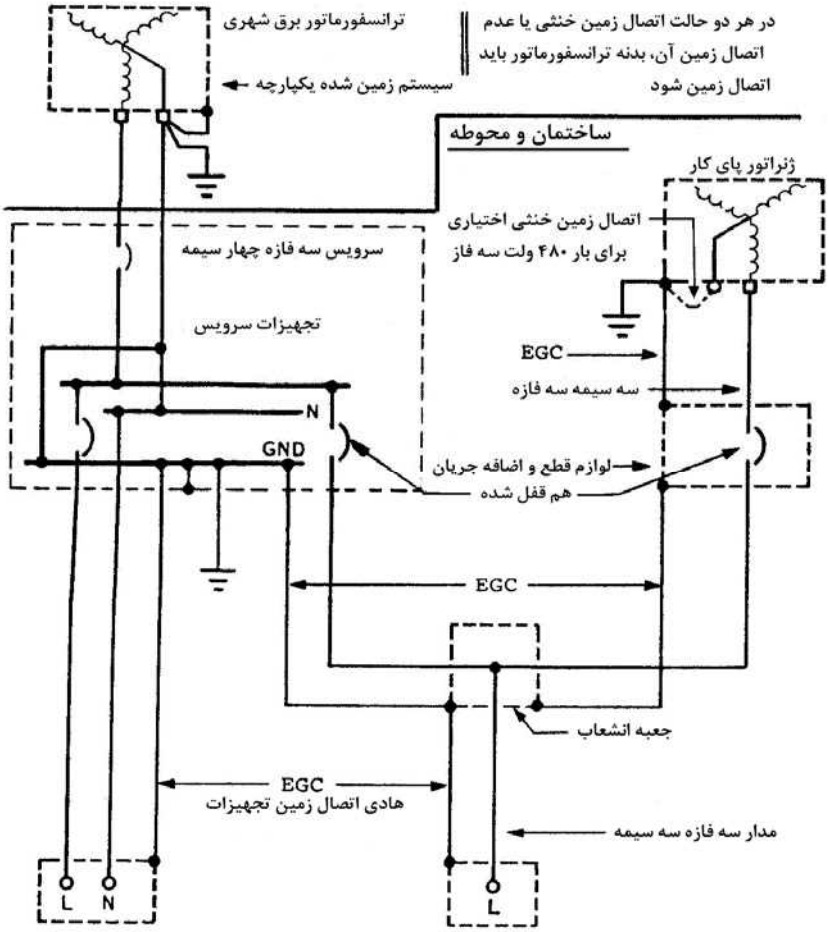
کلیدهای خودکار قفل شده که حفاظت اضافه جریان را بر عهده دارند، بدون در نظر گرفتن لوازم اضافی برای ایزوله کردن تجهیزات و هادی‌های مدار نرمال و دیگر به منظور نگاهداری، نبایستی به عنوان لوازم انتقال انتخاب شوند. اگر یک ترانسفورماتور پای کار برای روشنایی اضطراری پیش‌بینی شود، تغذیه آن از منبع تغذیه سرویس نرمال و اضطراری یا پشتیبان از طریق تجهیزات سویچینگ انتقال خودکار باید صورت پذیرد. تجهیزات آشکارسازی زمین بایستی نصب شود تا از طولانی شدن زمان شرایط خرابی جلوگیری به‌عمل آید. اگرچه به‌کار بردن ژنراتوری سه سیمه اتصال زمین نشده مطابق شکل‌های ۶-۱۸ و ۶-۱۹ ممکن است تخطی از ضوابط ایین‌نامه نباشد ولی می‌تواند به وضعیتی با قابلیت اعتماد کمتر و مشکلات ایمنی افزون‌تری منجر شود.

پ ـ شکل ۶-۲۰. ژنراتور پای کار، ۴۸۰V یا ۶۰۰V، سه سیمه، سه فازه که با مقاومت بالا اتصال زمین شده باشد، می‌تواند به عنوان یک منبع تغذیه اضطراری یا پشتیبان برای سیستم سه سیمه‌ای که معمولا" توسط سرویس زمین شده یکپارچه تغذیه می‌شود، مطابق شکل ۶-۲۰ عمل نماید.

۶-۱۱-۲ سرویس زمین شده با مقاومت بالا

در شرایطی که بار مهم، سه فازه، سه سیمه در مقایسه با بارهایی که نیازمند هادی مدار (خنثی) زمین شده هستند، نسبتا" بزرگ است، منبع تغذیه سرویس زمین شده با مقاومت بالا به همراه منبع تغذیه اضطراری یا پشتیبان زمین شده با مقاومت بالا، در برخی مواقع در نظر گرفته می‌شود. این آرایش به یک ترانسفورماتور پای کار برای بارهایی که در آنها هادی مدار خنثی ضروری است، نیاز دارند. اگر یک ترانسفورماتور پای کار برای روشنایی اضطراری پیش‌بینی شود، تغذیه آن از منبع تغذیه سروس نرمال و اضطراری از طریق تجهیزات انتقال خودکار باید صورت پذیرد.

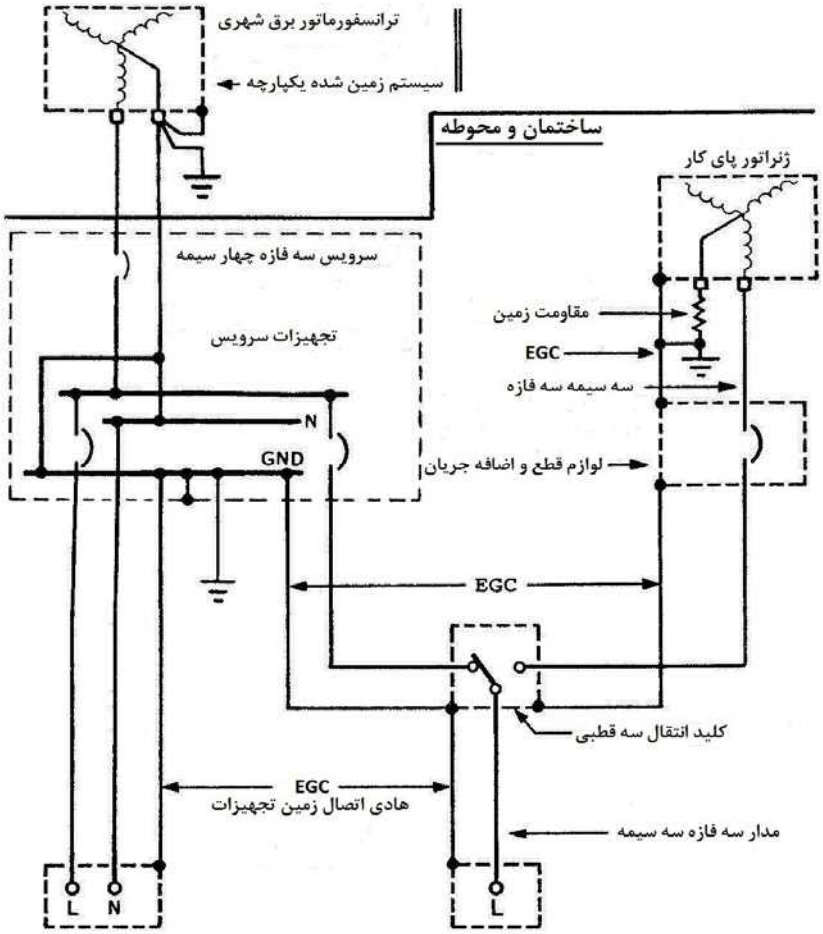
omoorepeyman.ir



شکل ۶-۱۹ : کلیدهای خودکار قفل شده برای انتقال به منبع تغذیه دیگر بدون هادی مدار زمین شده

الف ـ شکل ۶-۲۱. ترانسفورماتور تغذیه برای سرویس نرمال و ژنراتور پای کار در شکل مذکور باید هر دو به روش مقاومت بالا اتصال زمین شوند. در این نمودار هیچگونه تمهیداتی برای تغذیه بارهای فاز ـ به ـ خنثی پیش‌بینی نشده است.

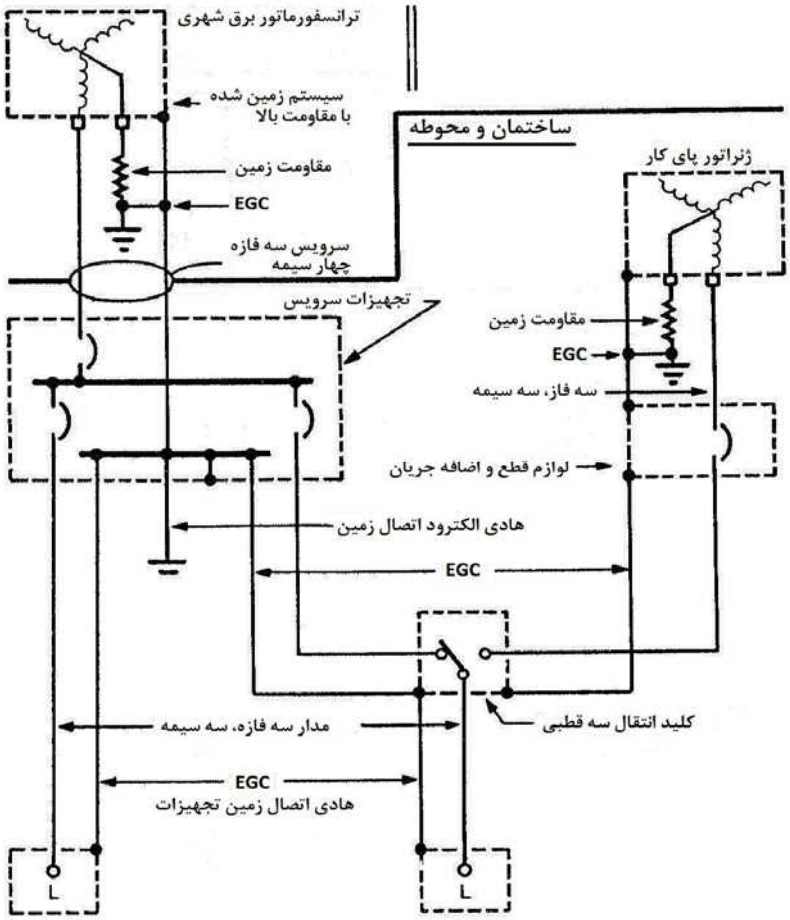
omoorepeyman.ir



شکل ۶-۲۰ : منبع تغذیه دیگر زمین شده با مقاومت بالا بدون هادی مدار زمین شده

ب ـ شکل ۶-۲۲. مسیر برگشت جریان خطای زمین به ژنراتور پای کار در شکل ۶-۲۲ از طریق مقاومت اتصال زمین تکمیل می‌شود. مقاومت اتصال زمین جریان خطای خط ـ به ـ زمین را به مقداری قابل تحمل در مدت زمانی محدود می‌کند که در طول آن مدت زمان خطای زمین تعیین محل شده و از سیستم حذف گردد.

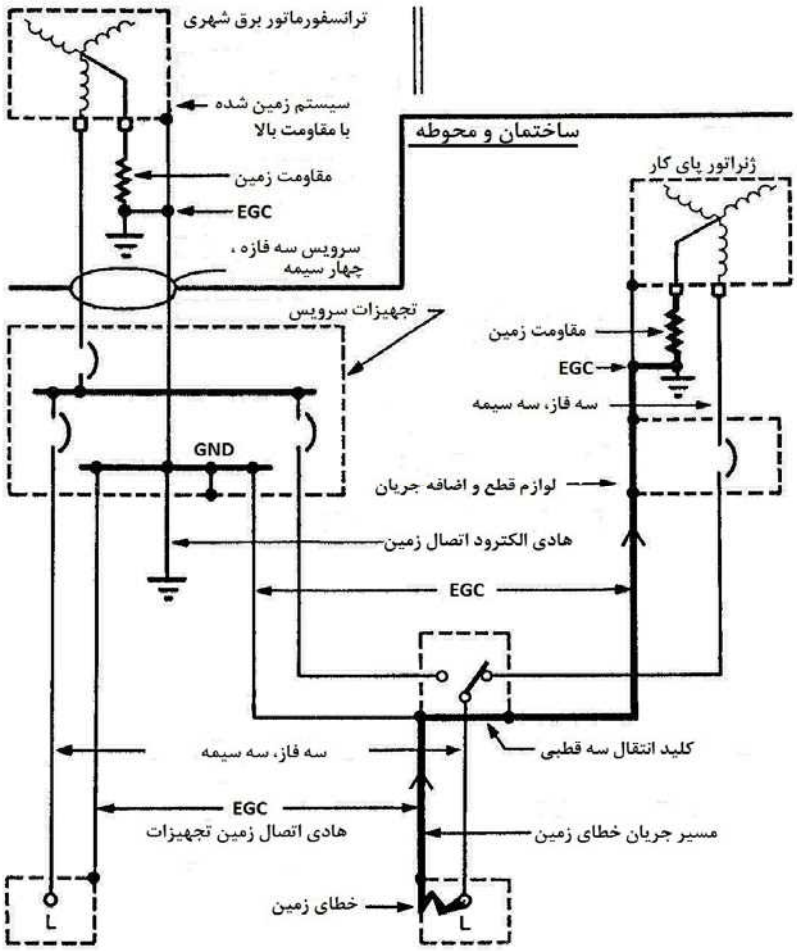
omoorepeyman.ir



شکل ۶-۲۱ : سیستم‌های زمین شده با مقاومت بالا برای تغذیه سرویس نرمال و تغذیه دیگر

سیستم‌های زمین شده با مقاومت بالا نبایستی به‌کار گرفته شوند مگر آنکه سیستم‌های مذکور مجهز به نشانگرهای خطای زمین یا هشدارها یا هر دو بوده و افراد با صلاحیت جهت تعیین محل و رفع سریع خطاهای زمین حاضر و با این سیستم‌ها کار کنند. اگر خطاهای زمین سریعا" رفع نشود قابلیت اعتماد سرویس کاهش می‌یابد. یک روش ممکن در تعیین محل خطاهای زمین ارسال جریان پالسی است که بتوان آن را تا محل خرابی ردگیری کرد. تجهیزات آشکارسازی زمین برای هر دو سیستم ضروری است. اگر خرابی در بار اتفاق افتاده و آشکار نشود، انتقال نامطلوب به سیستم به همراه خرابی می‌تواند رخ دهد

omoorepeyman.ir



شکل ۶-۲۲ : مسیر برگشت جریان خطای زمین منبع تغذیه دیگر زمین شده با مقاومت بالا

۶-۱۲ دستگاه‌های ماشین ـ ژنراتور متحرک

الزامات اساسی برای اتصال زمین سیستم و اتصال زمین تجهیزات که در این فصل بررسی و نشان داده شد به دستگاه‌های ماشین ـ ژنراتور متحرک که نیروی برق اضطراری یا پشتیبان را برای سیستم‌هایی با مقدار اسمی ۶۰۰V یا کمتر تامین می کنند نیز قابل اعمال است. آرایش‌هایی که برای نیروی برق اضطراری و پشتیبان حاصل از ژنراتورهای ثابت و ساکن قابل قبول هستند همچنین برای سیستم‌هایی که از ماشین ـ ژنراتورهای متحرک تغذیه می‌شوند صادق هستند. اگر تجهیزات حفاظت خطای زمین برای سرویس نرمال یا برای ژنراتور

omoorepeyman.ir

متحرک که نیروی برق اضطراری یا پشتیبان را تامین می‌کند به‌کار رود، اتصالات زمین سیستم و تجهیزات باید بنحوی باشند که از جریان‌های خنثی سرگردان جلوگیری کرده و از ایجاد جریان‌های خطای زمین در مسیرهایی که سبب عملکرد ناصحیح وسایل حفاظت خطای زمین می شوند، ممانعت نماید.

در شرایطی که ژنراتورهای متحرک برای تامین نیروی برق اضطراری یا پشتیبان سیستم‌هایی مشابه شکل ۶-۱۱ که در آن خنثی در ژنراتور اتصال زمین می‌شود، به‌کار روند، امکان دارد ارجحیت به نصب الکترودهای اتصال زمین سیستم دایمی و از قبل آزمون شده در مکان‌های تخصیص یافته برای کار کردن تجهیزات متحرک، داده شود.اگر ژنراتورهای متحرک کوچک در مکان‌هایی که الکترودهای اتصال زمین دایمی در دسترس نبوده و خنثی ژنراتور باید زمین شود، بایستی کار کنند، ضروری است از الکترودهای صفحه‌ای به‌علت نصب سریع آنها استفاده شود. الکترودهای صفحه‌ای برای اتصال زمین تجهیزات بایستی نزدیک ژنراتور قرار گرفته و باید روی سطح زمین و با وزن کافی به منظور اطمینان از کنارگذر الکتریکی بین پای اپراتور وبدنه ژنراتور، نصب گردد. به هر حال این رهیافت از نظر اتصال خنثی ژنراتور به الکترود و اتصال زمین دایمی موجود، از اولویت دوم برخوردار است.

هادی‌های اتصال زمین تجهیزات باید به همراه هادی‌های مدار ژنراتور متحرک پیش‌بینی و تامین شوند. اگر برای اتصال ژنراتور متحرک به سیستم های برق اضطراری یا پشتیبان از سیم‌ها یا کابل‌های قابل انعطاف استفاده شود، هر کابل یا سیم باید یک هادی اتصال زمین تجهیزات معادل داشته باشد.

هم‌بندی تجهیزات مکمل که در بخش ۶-۳ مورد بررسی قرار گرفت ریسک شوک الکتریکی برای افرادی که بخش‌های فلزی غیر حامل جریان روباز تجهیزات متحرک را لمس می‌کنند، کاهش می‌دهد. هم‌بندی تجهیزات مکمل باید بین بدنه ژنراتور متحرک و سطوح هادی مجاور مانند فولاد سازه‌ها، سیستم‌های لوله‌کشی فلزی و محفظه‌های فلزی تجهیزات، نصب گردد. اگر خنثی ژنراتور متحرک اتصال زمین نشود، بدنه ژنراتور، علاوه بر اتصال آن به شبکه هادی اتصال زمین تجهیزات، باید مطابق شکل ۶-۱۷ (الف) به الکترود اتصال زمین متصل شود.

۶-۱۳ سیستم‌های برق بدون وقفه

مانند مورد هر سیستم الکتریکی، روش‌های صحیح اتصال زمین برای ایمنی کلی و عملیات هر سیستم برق بدون وقفه (UPS) ضروری است. به طور اخص، ایمنی پرسنل، ایمنی تجهیزات، حفاظت تجهیزات و عملکرد سیستم الکترونیکی حسگری و آشکارسازی می‌تواند توسط سیستم‌های اتصال زمین نادرست و ناکارآمد، همگی در معرض خطر قرار گیرد. هنگامی اتصال زمین سیستم UPS اهمیت زیادی پیدا می‌کند که چنین سیستم‌هایی برق بارهای اساسی کامپیوتر را تامین کنند.

omoorepeyman.ir

بسیاری از مادول‌های سیستم UPS خروجی اینورتر با اتصال Y داشته و به ورودی کنارگذر که از منبعی با اتصال Y تغذیه شود، نیاز دارند. بخش اینورتر در مادول سیستم UPS، منبعی با تغذیه جداگانه بوده به طوری که در آن، ورودی به یکسوساز / شارژکننده از خروجی اینورتر ایزوله الکتریکی می‌باشد. به هر حال، به‌علت این که خنثی ورودی کنارگذر مستقیما" به خنثی خروجی اینورتر متصل است، بسته به آرایش بخصوص خنثی ورودی کنارگذر، سیستم UPS را می‌توان به عنوان یک سیستم تغذیه چداگانه تلقی کرد یا نکرد.

طراحی سیستم‌های UPS بنحو قابل ملاحظه‌ای تغییر کرده و متفاوت است و در نتیجه این امر بر طرح‌های اتصال زمین چنین سیستم‌هایی تاثیر گذار می‌باشد برای بررسی مشروح‌تر توصیه می‌شود به استاندارد IEEE Std. 142 مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل هفتم

نگهداری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۷ کلیات

پس از آن که براساس آیین‌نامه‌های ساختمانی یا مطالعات مربوط به قابلیت اعتماد سیستم‌های برق، پیش‌بینی و استفاده از سیستم برق اضطراری یا پشتیبان توجیه پذیر و ضروری تشخیص داده شد، سیستم‌های موجود باید ارزیابی شده و سیستمی را بایستی انتخاب کرد که الزامات اقتصادی را اقناع سازد. اگر چه در انتخاب سیستم مناسب، ملاحظات اقتصادی عامل اولیه و اصلی است، اصول نصب در روش‌های نگهداری باید عوامل عمده و قابل توجه تلقی شوند. بعد از انتخاب سیستم و تعیین مسوولیت‌های نگهداری، باید جهت نگهداری پیشگیرانه برنامه‌ریزی کرد. هدف از نگهداری پیشگیرانه کسب اطمینان از شرایط کار بهینه سیستم است. بدون تاکید مناسب بر نگهداری از مرحله طراحی تا بهره‌برداری، سیستم می‌تواند به سرعت غیرقابل اعتماد شده و قادر به انجام کارکرد مورد نظر نباشد.

نگهداری پیشگیرانه را می‌توان به عنوان علم پیشگویی و پیش‌بینی خرابی‌های محتمل سیستم محسوب کرد. کارکرد مهم اضطراری و پشتیبان بودن سیستم در واقع سبب می‌گردد نگهداری پیشگیرانه چالش بزرگی در نظر گرفته شود.

نگهداری پیشگیرانه در تجهیزات الکتریکی عبارت است از بازرسی‌های برنامه‌ریزی شده، انجام آزمون‌ها، تمیزکاری، خشک کردن، مانیتورینگ و مراقبت، تنظیم، تغییر اصلاحی و تعمیرات جزیی به منظور نگهداشتن تجهیزات در شرایط کار بهینه و قابلیت اعتماد حداکثر، علاوه بر نگهداری پیشگیرانه روزمره وروال عادی، حفظ سوابق مکتوب که عملکرد نگهداری و اندازه‌گیری‌های آزمون را مستند می‌سازد اهمیت دارد. همچنین، نقشه‌ها مانند نمودارهای سیم‌کشی اتصالات، نمودارهای تک خطی و نمودارهای بلوکی جهت یاری رساندن و تکمیل کار نگهداری مورد نیاز هستند.

معیارها و اقدامات احتیاطی ذیل به عنوان بخشی از نگهداری پیشگیرانه باید منظور و انجام پذیرد :

- بایستی اطمینان حاصل شود که تاسیسات و دستگاه تهیه هوای سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان به واسطه ذخیره و انبارداری غیر مجاز و انباشته شدن گرد و خاک و کثافت، تحت تاثیر اثرات مضر و مغایر آنها قرار نگیرد.
- پرسنل آموزش دیده باید مسوولیت‌های آزمون منظم را به عهده گرفته و برای اطمینان از کار قابل اعتماد، آزمون‌ها باید بنحو مکرر برنامه‌ریزی و انجام شود.
- بنزین و تا حد کمتری سوخت‌های دیزلی، پس از آن که به مدت طولانی ذخیره شوند کیفیت خود را از دست می‌دهند. می‌توان از مواد بازدارنده برای کاهش بدتر شدن کیفیت استفاده کرد ولی بهتر است بهره‌برداری از سیستمی با استفاده از این سوخت‌ها بنحوی باشد که زمان کل کار سیستم به سیکل تغییر سوخت کامل در هر چند ماه منجر شود.

omoorepeyman.ir

- در مورد اقلامی که عمر محددی از نظر کار دارند، باید مقادیر کافی یدکی از اقلام مذکور تهیه و نگاهداری شده و مطابق دستورالعمل‌های سازنده جایگزین شوند.

پرسنلی که نگهداری سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان را به عهده دارند باید از آموزش‌ها و صلاحیت‌های بخصوصی برخوردار بوده و نیز با ابزار خاص، کتابچه‌های راهنما و نحوه دسترسی به تجهیزات آشنا باشند تا بتوان از تحقق کارآمد نگهداری پیشگیرانه اطمینان حاصل کرد.

برخی از الزامات پرسنل مذکور عبارتند از :

- آشنایی با ضوابط ANSI / NFPA 101 و روش‌های آزمون سازنده و تکرار آنها
- گذراندن دوره آموزشی خاص در مکان تولید چنین سیستم‌هایی به منظور فراگیری نحوه راه‌اندازی و نگهداری جاری تجهیزات
- تهیه مجموعه کاملی از ابزار تخصصی و نرمال مورد نیاز برای روش‌های نگهداری در پای کار
- مجموعه کاملی از کتابچه‌های راهنمای کارگاهی و فهرستی از اقلام یدکی مورد نیاز
- کتابچه راهنمای روش‌های آزمون با جزییات قدم ـ به ـ قدم
- دسترسی فیزیکی به تجهیزات سیستم به منظور انجام آزمون‌ها در زمان‌ها و پریودهای مورد لزوم
- پشتیبانی مدیریت / نظارت جهت انجام آزمون‌ها در زمان‌ها و پریودهای مورد نیاز

امروزه، انواع متفاوت بسیاری از سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان را می‌توان در بازار یافت. در این فصل مجموعه‌ای از توصیه‌های نگهداری پیشگیرانه عمومی ارایه می‌شود که براساس اقلام و اجزاء این سیستم‌ها طبقه‌بندی شده است. توصیه‌های عمومی مذکور را می‌توان در سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان که از اقلام مختلف تشکیل شده‌اند، ملاک عمل قرار داد.

۲-۷ ماشین‌های درونسوز

ماشین‌های درونسوزی که معمولا" در بازار یافت می‌شود از گاز طبیعی یا کپسولی، بنزین و سوخت دیزلی استفاده می‌کنند. از آنجا که شباهت‌های آنها از نظر الزامات نگهداری بیشتر از تفاوت‌های آنها است، این ماشین‌ها را با هم به عنوان یک گروه در نظر می‌گیریم. عمر کاری طولانی و قابلیت اعتماد بالا از جمله مشخصه‌هایی هستند که از این نوع محرک‌های اولیه انتظار می‌رود ولی فقط به شرط آنکه به طرز صحیحی نگهداری شوند.

در تدوین و توسعه برنامه نگهداری پیشگیرانه برای این ماشین ها، بهترین نقطه شروع، کتابچه راهنمای سازنده است. این کتابچه مشخص می‌سازد که کدام نقاط معین وارسی و بازرسی شده و پریود رسیدگی به آنها چه مدت زمانی باشد. سپس این نقاط مرجع می‌توان اصلاح نموده و با شرایط عملیات و تاسیسات مورد نظر انطباق داد.

omoorepeyman.ir

۷-۲-۱ عوامل عملیاتی موثر در نگهداری

بیش از هر عامل دیگری، روغنکاری تعیین کننده عمر مفید ماشین است. امکان دارد بخش‌های مختلف ماشین به روغن‌های متفاوت و پریودهای متفاوت روغنکاری نیاز داشته باشند. رعایت توصیه‌های سازنده از نظر نوع روغن و پریورد روغنکاری حائز اهمیت است.

از آنجا که کثافت و خوردگی دو علت اصلی خرابی و معیوب شدن تجهیزات هستند به هیچ ماشین نمی‌توان گفت که به طور صحیحی نگهداری می‌شود مگر آنکه پس از تمیزکاری در شرایط ‘‘مشابه جدید’’باشد. گرد و خاک و کثافت سبب مشکل‌تر شدن بازرسی بخش‌ها و اجزاء ماشین و اختلال در هدایت حرارت می‌شود. قبل از انجام هر گونه بازرسی، کلیه فیتینگ‌ها، میله‌های استحکام و سطوح مجاور آنها، به منظور جلوگیری از فاسد شدن روغن‌ها و سردکننده‌ها، باید به دقت تمیز شود. سوخت باید عاری از هر گونه کثافت، گرد و خاک، آب و رسوب باشد تا از صدمه به ماشین و مسدود شدن فیلترها و انژکتورهای سوخت جلوگیری شود. علاوه بر این، باکتری‌ها در شرایط وجود آب می‌توانند پس از دوره زمانی زیاد باعث ایجاد لجن شده و انسداد فیلترها و انژکتورهای سوخت را تشدید کنند. کشیدن مکرر آب از کف مخزن سوخت بهترین روش ممانعت از ایجاد لجن است. آزمون‌های دیداری و آزمایشگاهی نیز در این مورد ارزشمند است.

۷-۲-۲ برنامه زمانی نگهداری نوعی

باید توجه کرد که موارد و برنامه زمانی نگهداری زیر از اهمیت به سزایی برخوردار است ولی الزاما" کامل نیست. هر سیستم باید دارای برنامه زمانی خویش باشد که براساس تجربه و نتایج آزمون‌های اولیه توسعه یافته است.

الف ـ بازرسی‌های هفتگی، وارسی‌های زیر بایدهر هفته صورت پذیرد. چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال و کمبود داشت، باید اقدام اصلاحی بهٔعمل اید.

۱- سیستم سرمایش و سطوح روغن کنترل و وارسی شود.

۲- تمیزکننده مدخل هوا وارسی شود

۳- ماشین از نظر روغن، نشت سوخت و عملکرد سیستم سرمایش بازرسی شود

۴- طرز کار و عملکردگرم‌کننده روغن وارسی شود.

ب ـ بازرسی‌های ماهانه، وارسی‌های ذیل باید هر ماه انجام شود. چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال داشت اقدامات اصلاحی باید به‌عمل آید.

۱- رادیاتور وارسی و کنترل شود

۲- کشش تسمه وارسی و کنترل گردد

۳- سطح سیستم سوخت بازرسی و کنترل شود

omoorepeyman.ir

پ ـ بازرسی‌های نیم سالانه. اقدامات زیر هر نیم سال باید صورت پذیرد

۱- روغن راتعویض کرده و فیلترهای جدید را جایگزین کنید

۲- فیلتر سردکننده را تعویض کنید

۳- رسوب را تخلیه و اتصالات خط سوخت را وارسی نمایید

ت ـ بازرسی‌های سالانه، اقدامات زیر هر سال باید انجام شود

۱- توپی پروانه، قرقره و پمپ آب تمیز شود

۲- وسیله شناور سوخت مخزن تعویض گردد

۳- پیچ‌های مانیفولد اگزوز سفت شود

۳-۷ توربین‌های گازی

مشابه هرگونه دستگاه برق چرخشی، توربین گازی احتراقی برای نیل به قابلیت بهره‌برداری و قابلیت اعتماد بهینه، نیازمند بازرسی و نگهداری برنامه‌ریزی شده است. توربین گازی احتراقی یک محرک اولیه خودکفاء و کامل است. فرآیند احتراق آن نیازمند کار در دماهای بالا است. هنگامی که علامت گذاری روی اجزاء فولاد ضد زنگ ضروری است، بایستی از مداد گریس استفاده شود. ذرات گرافیت از مدارهای سربی سبب ترکیب کربن با فولاد ضد زنگ در دماهای بالای کار توربین گازی خواهد شد.

قابلیت اعتماد راه‌اندازی وشروع به کار توربین گازی اهمیت اولی' دارد چون تاخیر در شروع معمولا" به مفهوم رفع نیاز است.

۱-۳-۷ عوامل عملیاتی موثر در نگهداری

عواملی که بیشترین اثر را در برنامه‌ریزی نگهداری پیشگیرانه دارند عبارتند از نوع سوخت، تعداد دفعات شروع به‌کار، محیط و قابلیت اعتماد مورد نیاز

الف ـ سوخت. اثر نوع سوخت بر روی اجزاء توربین با انرژی ساطع شده در فرآیند احتراق و قابلیت اتمی کردن سوخت مرتبط است. گاز طبیعی که به اتمی شدن نیازی ندارد پایین‌ترین سطح انرژی ساطع شده را داشته و باعث طولانی‌تر عمر کاری خواهد شد در حالی که نفت‌های خام و نفت‌های مانده با انرژی ساطعی بالاتر و اتمی شدن مشکل تر سبب عمر کاری کوتاه‌تر اجزاء خواهند بود .

مواد آلوده‌کننده در سوخت نیز می‌تواند بر فواصل زمانی نگهداری تاثیر داشته باشد. در سوخت‌های مایع، کثافت منجر به فرسایش هرچه سریع‌تر پمپ‌ها، وسایل اندازه‌گیری و دهانک‌های (نازل‌های) سوخت خواهد شد. مواد آلوده‌کننده در سوخت گاز سیستم‌ها می‌تواند دریچه‌های کنترل و دهانک‌های سوخت را دچار ساییدگی یا خوردگی نماید. به منظور جلوگیری از انتقال آلوده‌کننده‌ها در سوخت، فیلترها باید بازرسی و

omoorepeyman.ir

جایگزین شوند. سوخت‌های تمیز سبب کاهش مسایل و مشکلات نگهداری و نیز عمر کاری طولانی‌تر اجزاء ماشین خواهد شد.

ب ـ تعداد دفعات شروع به‌کار. هر بار که توربین گازی شروع به‌کار کرده و در پایان عملیات می‌ایستد در معرض چرخه دمایی قرار می‌گیرد. چرخه دمایی سبب کاهش عمر کاری اجزاء می‌گردد. در کاربردهایی که توربین گازی دفعات شروع و پایان فراوانی دارد باید فواصل زمانی نگهداری کوتاه‌تر را برنامه‌ریزی کرد.

پ ـ محیط. شرایط مدخل هوا در توربین گازی احتراقی می‌تواند تاثیر عمده‌ای بر نگهداری داشته باشد. مواد ساینده در هوای ورودی مانند ذرات خاکستر سبب می‌گردد که به فیلتر نمودن در مدخل هوا و به حداقل‌رساندن اثرات مواد ساینده، توجه دقیقی به‌عمل آید. در مورد اتمسفرهایی با ویژگی خوردگی، باید در ساختار مدخل هوا و استفاده از مواد مناسب و پوشش‌های حفاظتی بررسی و پیش‌بینی‌های لازم صورت پذیرد.

ت ـ الزامات قابلیت اعتماد. درجه قابلیت اعتماد مورد نیاز بر برنامه‌ریزی نگهداری تاثیر دارد. هر مقدار قابلیت اعتماد مورد نظر بالاتر باشد، تعداد دفعات نگهداری مورد لزوم نیز بیشتر خواهد بود.

۲-۳-۷ برنامه زمانی نگهداری نوعی

باید توجه کرد که موارد و برنامه‌ریزی نگهداری زیر از اهمیت به سزایی برخوردار است ولی الزاما" کامل نیست. هر سیستم بایددارای برنامه زمانی خویش باشد که براساس تجربه و نتایج آزمون‌های اولیه توسعه یافته است.

الف ـ بازرسی‌های هفتگی. وارسی‌های زیر باید هر هفته انجام شود. چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال و کمبود داشت، باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.

۱- سطح و میزان روغن وارسی شود
۲- فشار روغن سوخت کنترل و وارسی شود
۳- تمام مهره‌ها و سایر محکم‌کننده‌ها وارسی گردد
۴- نشت روغن و سوخت وارسی شود
۵- لوله‌ها و شلنگ‌ها از نظر پوسیدگی وارسی شوند
۶- مدخل هوا و اگزوز از نظر وجود موانع بر سر راه آنها وارسی گردد

ب ـ هر ۲۵۰ ساعت کار، وارسی‌ها، اقدامات زیر باید به‌عمل آید.

۱- فیلتر روغن تعویض شود
۲- فیلترهای سوخت تعویض شوند
۳- لوله‌ها و فیلترهای هوا با هوای خشک کم فشار دمیده شوند
۴- موتورهای فرعی روغن‌کاری شوند

omoorepeyman.ir

پ ـ هر ۱۰۰۰ ساعت کار، وارسی‌ها یا اقدامات زیر باید به‌عمل آید.

۱- شمع‌ها وارسی شوند

۲- انژکتورهای سوخت و اجزاء بخش احتراق بازرسی شوند

۳- هوای خشک کم فشار درون اگزوز و لوله‌های تخلیه احتراق دمیده شود

۴- سراسر ماشین از نظر رنگ رفتگی، ترک‌ها، پوسیدگی یا ساییدگی شلنگ‌ها، لوله‌ها و سایر شرایط کار غیر عادی بازرسی شوند

۴-۷ ژنراتورها

توجه به کنترل دمای محیط در ژنراتورها اهمیت داشته و نیز وجود برنامه‌ای از بازرسی‌ها و نگهداری زمان‌بندی شده جهت نیل به در دسترس بودن و قابلیت اعتماد بهینه، ضروری است.

۱-۴-۷ عوامل عملیاتی موثر در نگهداری

در مورد نگهداری پیشگیرانه ژنراتور، تمیز نگاهداشتن این دستگاه و تجهیزات از اهمیت اساسی برخوردار است. نباید اجازه داده شود که گرد و خاک، روغن، رطوبت یا سایر مواد و اجسام در دستگاه انباشته شوند. داکت‌ها و لوله‌های تهویه هوا باید پاکیزه نگاهداشته شود تا جریان حداکثر هوای سردکننده در ژنراتور امکان‌پذیر باشد. در مورد اهمیت تمیز نگاهداشتن سیم‌پیچی‌ها نمی‌توان تاکید نکرد، گرد و خاک، کثافت و سایر مواد خارجی قادر به محدود کردن اتلاف حرارتی و تخریب عایق‌بندی سیم‌پیچی‌ها می‌باشند. لایه‌ای از گرد و خاک به ضخامت ۳۰ میل (mil) می‌تواند دمای کاری سیم‌پیچی‌های ژنراتور را c^o ۱۰ افزایش دهد.

بهترین روش برای پاک‌کردن ذرات آزاد و خشک موجود در ژنراتورها، استفاده از جاروی برقی با فیتینگ‌های مناسب است. می‌توان از دمیدن هوای فشرده lb/in ۳۰ نیز استفاده کرد ولی این روش سبب دوباره انباشته شدن ذرات خواهد شد. عیب تمیز کردن با یک پارچه کهنه پاکیزه و نرم در عدم قابلیت آن از نظر حذف گرد و خاک از شیارها، گودی‌ها و مکان‌های غیر قابل دستیابی است. انباشت گریس و روغن را می‌توان با به‌کار بردن محافظه‌کارانه حلال‌های غیر قابل اشتعال مانند تری کلرواتیلن حذف و پاک کرد. پس از تمیز و خشک کردن باید از دستگاه اندازه‌گیری مقاومت (مگا اهم متر) استفاده و اندازه‌گیری کرد. اگر مقاومت خیلی پایین باشد، باید ماشین را توسط گرما به مدت چند روز خشک کرد. اگر مقاومت پایین همچنان باقی بماند باید عمل پاکیزه نمودن تکرار شده و ژنراتور خشک شود.

بازرسی‌های برنامه‌ریزی شده منظم بایستی شامل وارسی استحکام اتصالات، وارسی تمام سیم‌ها و کابل‌ها از نظر ساییدگی، شکنندگی یا هر گونه صدمه دیگری در عایق‌بندی، وارسی کفشک‌های یاتاقان و کموتاتورها برای شرایط کاری مناسب، باشد، به نشت گریس یاتاقان در داخل ژنراتور رسیدگی شود. اگر رطوبت در ژنراتور انباشته شده باشد، دستگاه باید خشک شده و گرمکن‌های نواری برای جلوگیری از تکرار چنین شرایطی به‌کار گرفته

omoorepeyman.ir

شود. به منظور خشک کردن این دستگاه، از حرارت خارجی باید استفاده شود تا محتوای رطوبتی کاهش یابد. سپس می‌توان حرارت داخلی را با استفاده از عبور جریان ولتاژ پایین در سیم‌پیچی‌ها اعمال کرد. در طول مدت خشک کردن، دمای سیم‌پیچی باید مانیتور و مراقبت شود تا از صدمه به عایق‌بندی جلوگیری به‌عمل آید.

کفشک‌ها و شانت‌های اتصال بایستی از نظر پوسیدگی و زوال مورد بازرسی قرار گیرند. کفشک‌ها را یک به یک بیرون آورده و از نظر طول وارسی کنید. از حرکت آزاد و راحت کفشک‌ها در نگاهدارنده آنها اطمینان حاصل کنید. نگاهدارنده کفشک‌ها باید از نظر فشار مناسب وارسی شوند. اغلب کفشک‌ها با فشار lb/in^2 ۳-۲/۵ سطح مقطع کفشک، عملکرد رضایت‌بخشی دارند، معذالک توصیه سازنده باید وارسی شود. نگاهدارنده‌های کفشک که قادر به تامین فشار کافی نیستند باید تعمیر یا تعویض شوند. هنگامی که کفشک‌ها پوسیده شده و به نقطه‌ای می‌رسند که نمی‌توان فشار را به طرز صحیحی تنظیم کرد (معمولا" در این حالت طول کفشک حدود $\frac{۱}{۲}$ اینچ است)، باید آنها را جایگزین کرد. در اکثر موارد، مجموعه کامل بجای کفشک‌های تنها تعویض می‌شود. مطمئن شوید که سرسیم‌های شانت به طرز صحیحی اتصال یافته باشند. پس از قراردادن کفشک‌های جدید در نگاهدارنده‌های آنها، با استفاده از کاغذ ساینده (اکسید آلومینیوم توصیه می‌شود) ابتدا ۱# سپس oo # با احتیاط سطح تماس کفشک‌ها را با کموتاتور تنظیم کرده و انطباق دهید. کاغذ ساییده را به صورت نوارهایی که از یک کفشک کمی پهن‌تر باشد ببرید. نوار را در جهت چرخش به اندازه‌ای بکشید که فقط ۹۰٪ تماس با قوس کموتاتور حاصل شده باشد. پس از استقرار کفشک‌ها، گرد و خاک کاربن را از مجموعه کموتاتور و کفشک پاک کنید.

کفشک‌ها را از نظر جرقه‌زنی تحت بار امتحان کنید. امکان دارد کفشک‌های کموتاتور جرقه‌زنی مختصری داشته باشند، کفشک‌های حلقه لغزش (Slip ring) نبایستی ابدا" جرقه داشته باشند. کفشک‌ها را از نظر، قرچ‌قرچ‌کردن یا شانت‌های فرسوده یا کفشک‌های ورقه ورقه شده امتحان نمایید. اگر تصحیح فشار فنر سبب کم شد قرچ‌قرچ‌کردن نشود با یک صاحب‌نظر در مورد درجه‌بندی کفشک‌ها، چگالی جریان کفشک، فشار کفشک و غیره مشورت نمایید.

کموتاتورها باید صاف و هموار بوده و دارای رنگ قهوه‌ای روشن تا متوسط باشند. کموتاتور ژنراتور ناهموار یا سیاه شده را می‌توان با سنگ مخصوص کموتاتور که با انحناء کموتاتور انطباق دارد، پرداخت کرد ولی علت اصلی باید مشخص و تعیین شود. در صورت عدم وجود سنگ مذکور، از کاغذ ساییده oo# با یک قطعه چوب به شکلی که باانحنای کموتاتور مطابقت دارد، استفاه شود. پارچه سنباده‌ای را در این مورد به‌کار نبرید. عایق میکا بین میله‌های کموتاتور باید به اندازه $\frac{۱}{۱۶}$ تا $\frac{۱}{۳۲}$ اینچ بریده شود. با پوسیده شدن کموتاتور، میکا دچار برآمدگی‌هایی شده که این امر سبب بالا و پایین پریدن کفشک‌های می‌شود. اگر این شرایط بوجود آید، میکا باید از زیر بریده شده و سطوح کموتاتور توسط تعمیرکار با تجربه‌ای رفع عیب گردد. هیچ نوع روغن در کموتاتور نبایستی استفاده شود.

omoorepeyman.ir

یاتاقان‌های ژنراتور بایستی در فواصل زمانی برنامه‌ریزی شده منظمی مورد بازرسی دقیق قرار گیرد. تعداد بازرسی‌ها، شامل اضافه کردن یا تعویض روغن یا گریس، براساس بررسی شرایط کاری مشخصی، بهتر قابل تعیین خواهد بود. یاتاقان‌های آب‌بندی شده نیازی به نگهداری نداشته و هر زمانی که پوسیده یا سست شدند باید تعویض شوند. هنگامی که ژنراتور کار می‌کند به صدای آن گوش یا آن را ضبط کرده و جاسازی یاتاقان‌ها را از نظر ارتعاش یا حرارت اضافی احساس کنید. همچنین از تجهیزات مرتبط استفاده کرده و در مورد یاتاقان‌های ضد اصطکاک قضاوت کنید.

خرابی سیستم عایق‌بندی در واقع علت متداول ایجاد مشکلات در تجهیزات الکتریکی است. عایق‌بندی در معرض شرایط بسیاری قرار دارد به طوری که هر یک از آنها منجر به خرابی مانند صدمه مکانیکی، ارتعاش، حرارت یا سرمای اضافی، کثافت، روغن، بخارهای خورنده و رطوبت حاصل از فرآیندها یا فقط آب و هوای مرطوب، خواهد شد. برای کمک به آشکارشدن چنین اثرات صدمه‌آور، از آزمون مقاومت عایق‌بندی برای تعیین کیفیت عایق‌بندی می‌توان استفاده کرد. آزمون مذکور ساده، راحت و غیر مخرب است. می‌توان از یک آزمون پتانسیل بالا با کنترل محتاطانه و دقیق در فواصل زمانی معدود استفاده کرد.

مکان و موقعیت دستگاه ژنراتور ـ ماشین برای سیستم برق اضطراری یا پشتیبان یکی از جنبه‌های مهم نگهداری است. اگر دستگاه درداخل ساختمان مستقر شده باشد باید پیش‌بینی‌های لازم در مورد فضای لازم برای اجرای روش‌های نگهداری یا تعمیر به‌عمل آید. اگر دستگاه در خارج ساختمان واقع شده باشد، بایستی از محیط‌های دارای گرد و خاک و خوردگی پرهیز شده و ماشین‌ها به گرمکن روغنکاری و سردکن ماشین مجهز باشند.

با استفاده از نگهداری پیشگیرانه مناسب، ژنراتور سرویس قابل اعتماد و طولانی مدت را ارایه خواهد داد.

۲-۴-۷ برنامه زمانی نگهداری نوعی

باید توجه کرد که موارد و برنامه زمانی نگهداری زیر از اهمیت به سزایی برخوردار است ولی الزاما" کامل نیست. هر سیستم باید دارای برنامه زمانی خاص خود باشد که براساس تجربه و نتایج آزمون‌های اولیه توسعه یافته است.

برنامه زمانی نگهداری نوعی زیر به عنوان راهنما ارایه می‌شود.

الف ـ بازرسی‌های هفتگی. وارسی‌های زیر باید هر هفته انجام شود. چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال و کمبود داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.

۱- سیستم شارژ باتری وارسی شود.

۲- ژنراتور به مدت ۳۰ تا ۶۰ دقیقه زیر بار کامل روشن و کار کند.

ب ـ بازرسی‌های ماهانه. وارسی‌های ذیل باید هر ماه انجام شود. چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.

omoorepeyman.ir

۱- قرائت های دستگاه‌های اندازه‌گیری را وارسی یا راست آزمایی کنید.
۲- فیلتر مدخل هوا را وارسی کنید.
۳- سطح باتری را وارسی کنید.
۴- مقاومت عایق‌بندی وارسی شود (برق‌گیر باید قطع اتصال شود).

پ ـ بازرسی‌های نیم سالانه. اقدامات زیر هر نیم‌سال باید صورت پذیرد..
۱- از نظر نشتی وارسی‌های لازم به‌عمل آید.

ت ـ بازرسی‌های سالانه. اقدامات ذیل باید هر سال انجام شود..
۱- پیچ‌های مونتاژ و نصب محکم شوند.
۲- آزمون پتانسیل ـ بالای سیم‌پیچی‌ها (شامل ولتاژ پله و شاخص پولاریزاسیون) انجام شود.
۳- یاتاقان‌ها گریس‌کاری گردد.
۴- اتصالات الکتریکی تحت بار محکم شوند.

۵-۷ سیستم‌های منبع تغذیه بدون وقفه

به علت نیاز بار به منبع بدون وقفه برق یا منبع برقی با کیفیت خاص، از سیستم‌های UPS استفاده می‌شود. بنابراین در هنگام جداسازی و ایزوله کردن UPS جهت نگهداری باید احتیاط لازم به‌عمل آید. باید با بارهای اصلی که توسط UPS تغذیه می‌شوند آشنا بوده و هنگامی که به منظور نگهداری، باید از سرویس خارج شود، پرسنل مربوطه در جریان امر قرار گیرند.

در مواقعی که برای نگهداری، سیستم باید کاملا" متوقف شود، سیستم UPS باید در حالت کنارگذر قرار داده شده یا در سیستم‌هایی با افزونگی، بار باید به واحدهای اضافی منتقل شود. سیستم UPS مورد نظر جهت نگهداری باید از نیروی برق ورودی و خروجی، از جمله باتری‌ها به طور کامل جدا و ایزوله گردد. اغلب سیستم‌های به منظور جلوگیری از قطع نیروی برق انتقالی به بار اصلی، دارای روش ایزوله کردن منحصر به فردی هستند، این روش‌ها در صورت در دسترس بودن باید پیاده و اجرا شوند. اقدامات احتیاطی اضافی برای ایمنی ضروری است تا از دشارژ شدن انرژی ذخیره شده در خازن‌ها اطمینان حاصل کرد.

۱-۵-۷ برنامه زمانی نگهداری نوعی در سیستم UPS ایستا

سیستم UPS ایستا سیستمی فوق‌العاده قابل اعتماد بوده و به نگهداری حداقل در اینورتر و شارژ کننده باتری نیازمند است. از نظر نگهداری باتری‌ها به بخش ۷-۶ مراجعه کنید.

موارد نگهداری و برنامه زمانی زیر از اهمیت بسزایی برخوردار است ولی الزاما" کامل نیست. هر سیستم باید دارای برنامه زمانی خاص خود باشد که براساس تجربه و نتایج آزمون‌های اولیه توسعه یافته است.

omoorepeyman.ir

نگهداری پیشگیرانه در واقع تمیز کردن و بازرسی متناوب سیستم UPS می‌باشد. فواصل زمانی بازرسی نوعی روزانه، ماهیانه، فصلی و سالیانه است. در شرایط محیطی طاقت فرسا و شدید، فواصل مذکور بایستی کاهش یابد. در هنگام اجرای نگهداری، با استفاده از ابزار مناسب، تجهیزات آزمون و تجهیزات ایمنی، کلیه روش‌های ایمنی باید مراعات شود. موارد زیر بایستی در بازرسی‌ها منظور شوند :

الف ـ بازرسی‌های هفتگی. وارسی‌های زیر باید هر هفته انجام شود. چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.

۱- با استفاده از ویژگی ‘‘آزمون لامپ’’ تمام لامپ‌ها وارسی شود.

۲- تمام وسایل اندازه‌گیری وارسی شود تا از عمل کردن صحیح آنها اطمینان حاصل گردد

۳- ولتاژ و جریان ورودی، خروجی و کنارگذر وارسی گردد..

۴- راست آزمایی در مورد کارکردن مانیتور اختلال صورت پذیرد (اگر سیستم UPS به چنین امکاناتی مجهز باشد).

ب ـ بازرسی‌های ماهیانه. وارسی‌های ذیل باید هر ماه انجام شود. چنانچه هر یک از موارد زیر مشکل داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل اید.

۱- تمام بازرسی‌های روزانه کامل شوند.

۲- ظاهر و تمیزی کلیه تجهیزات و از نظر اتاق و محیط و ناحیه وارسی شوند.

۳- تجهیزات HVAC بازرسی شده و دما و رطوبت اتاق و ناحیه اندازه‌گیری گردد.

۴- تمام مدخل‌های هوا و اگزوزها از جمله کلیه فیلترهای تجهیزات UPS وارسی شود.

پ ـ بازرسی‌های فصل. وارسی‌های زیر باید هر فصل صورت پذیرد. چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.

۱- تمام بازرسی‌های ماهانه کامل شوند.

۲- تمام اجزاء و بخش‌هایی که علایم گرمایش بیش از حد و اضافی دارند بازرسی شوند.

۳- تمام اجزاء و بخش‌هایی که علایم صدمه فیزیکی از جمله عایق‌بندی پوسیده و خوردگی دارند بازرسی شوند.

۴- ترمینال‌ها از نظر اتصالات سست یا شکسته، عایق‌بندی سوخته و غیره بازرسی گردد.

۵- آلودگی و عدم خلوص مایع (الکترولیت باتری، روغن ناشی از خازن‌ها و غیره) وارسی شود.

۶- داخل تمام محفظه‌های تجهیزات و اقلام درون آنها را تمیزکنند.

ت ـ بازرسی‌های سالیانه. وارسی‌های زیر باید هر سال صورت پذیرد. چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.

۱- تمام بازرسی‌های فصلی کامل شوند.

omoorepeyman.ir

۲- کلیه اتصالات را وارسی کنید.
۳- تمام کلیدهای خودکار (فقط هر دو سال یکبار) را وارسی و آزمون کنید.
۴- آزمون عملیاتی کامل سیستم شامل عملیات در بار کامل، عملیات در باتری‌ها، وارسی‌های اضافه بار، شبیه‌سازی خرابی‌ها، اتلاف ورودی، انتقال دستی و خودکار، عملیات مادول‌های اضافی و الی' آخر انجام شود (فقط هر دو سال یکبار).
۵- خروجی ولتاژ و فرکانس بر طبق مشخصات فنی سازنده وارسی و تنظیم شود.
۶- کارکردهای از کار افتادن هشدار مورد آزمون قرار گیرد.

ث ـ استقرار مجدد سیستم. اگر سیستم UPS جهت نگهداری، از سرویس خارج شود، روش‌های لازم جهت بازگرداندن آن به سرویس به‌کار گرفته شود. پس از آنکه سیستم UPS دوباره متصل شده و اگر آزمون عملیاتی به عنوان بخشی از نگهداری، انجام نشود، ولتاژ و فرکانس خروجی تحت بار وارسی گردد. خرابی نیروی برق شبیه‌سازی شده و عملیات مناسب و صحیح سیستم وارسی شود.

۲-۵-۷ برنامه زمانی نگهداری نوعی برای سیستم UPS چرخان

مشابه سیستم UPS ایستا، نگهداری پیشگیرانه برای UPS چرخان از تمیز کردن و بازرسی سیستم UPS به طور متناوب تشکیل یافته است. فواصل زمانی بازرسی نوعی روزانه، ماهیانه، نیم‌سالانه و سالانه خواهد بود. در شرایط محیطی طاقت‌فرسا و شدید، فواصل مذکور بایستی کاهش یابد. در هنگام اجرای نگهداری، تمام روش‌های ایمنی پیاده شده و از ابزار مناسب، تجهیزات آزمون و تجهیزات ایمنی استفاده شود. موارد زیر بایستی در بازرسی‌ها، منظور شوند :

الف ـ بازرسی‌های هفتگی. وارسی‌های زیر باید هر هفته انجام شود، چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.
۱- با استفاده از ویژگی "آزمون لامپ" تمام لامپ‌ها وارسی شود.
۲- تمام وسایل اندازه‌گیری وارسی شود تا از عمل کردن صحیح آنها اطمینان حاصل گردد.
۳- ولتاژ و. جریان ورودی، خروجی و کنارگذر وارسی گردد.
۴- راست آزمایی در مورد کار کردن مانیتور اختلال صورت پذیرد (اگر سیستم UPS به چنین امکاناتی مجهز باشد).

ب ـ بازرسی‌های ماهیانه. وارسی‌های ذیل باید هر ماه انجام شود. چنانچه هر یک از موارد ذیل مشکل داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.
۱- تمام بازرسی‌های روزانه کامل شود.
۲- ظاهر و تمیزی کلیه تجهیزات و از نظر اتاق، محیط و ناحیه وارسی شوند.

omoorepeyman.ir

۳- تجهیزات بازرسی شده و دما و رطوبت اتاق و ناحیه اندازه‌گیری گردد.

۴- تمام مدخل‌های هوا و اگزوزها، از جمله کلیه فیلترها وارسی شود.

۵- دستگاه تحت بار کامل به مدت حداقل ۳۰ تا ۶۰ دقیقه کار کند.

پ ـ بازرسی نیم سالانه. وارسی‌های زیر باید هر نیم سال صورت پذیرد. چنانچه هر یک از موارد زیر اشکال داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.

۱- تمام بازرسی‌های ماهیانه تکمیل شود.

۲- تمام اجزایی که علایم گرمایش بیش از حد و اضافی دارند بازرسی شوند.

۳- تمام اجزاء و بخش‌هایی که علایم صدمه فیزیکی از جمله عایق‌بندی پوسیده و خوردگی دارند بازرسی شوند.

۴- ترمینال‌ها از نظر اتصالات سست یا شکسته، عایق‌بندی سوخته و غیره بازرسی گردد.

۵- تمام اتصالات از نظر محکم بودن وارسی و کنترل شود.

۶- داخل تمام محفظه‌های تجهیزات و اقلام درون آنها را تمیز کنید.

۷- تمام یاتاقان‌ها و روغنکاری آنها را وارسی کنید.

۸- دستگاه تحت بار کامل کار کرده و تمام کارکردهای انتقال وارسی شوند.

۹- کارکردهای از کار افتادن هشدار مورد آزمون قرار گیرد.

ت ـ بازرسی های سالانه، وارسی‌های ذیل باید هر سال صورت پذیرد. چنانچه هر یک از موارد زیر مشکل داشت باید اقدام اصلاحی به‌عمل آید.

۱- تمام بازرسی‌های نیم سالانه تکمیل شود.

۲- کلیه اتصالات را وارسی کنید.

۳- تمام کلیدهای خودکار را وارسی و آزمون کنید (فقط هر دو سال یکبار).

۴- آزمون عملیاتی کامل سیستم، شامل عملیات تحت بار کامل، عملیات در باتری، وارسی‌های اضافه بار، شبیه‌سازی خرابی‌ها، اتلاف ورودی، انتقال دستی و خودکار، عملیات مادول‌های اضافی و الی آخر انجام شود (فقط هر دو سال یکبار).

ث ـ استقرار مجدد سیستم. اگر سیستم UPS جهت نگهداری از سرویس خارج شود، روش‌های لازم جهت بازگشت آن به سرویس باید به‌کار گرفته شود. پس از آن‌که سیستم UPS دوباره متصل شده و اگر آزمون عملیاتی به عنوان بخشی از نگهداری انجام نشود، ولتاژ و فرکانس خروجی تحت بار وارسی گردد. خرابی نیروی برق شبیه‌سازی شده و عملیات مناسب و صحیح سیستم وارسی و کنترل گردد.

omoorepeyman.ir

۷-۶ باتری‌های ساکن

هدف اصلی برنامه نگهداری هر باتری در واقع کسب اطمینان از این‌که تاسیسات باتری در طول عمر کاری خویش قادر به پاسخگویی الزامات اضطراری سیستم متصل به آن خواهد بود، می‌باشد. هدف‌های ثانوی عبارتند از حصول عمر کاری بهینه باتری و تعیین زمانی که باتری نیاز به جایگزینی دارد. برای کارآمدی بیشتر، نگهداری باید منظم، مداوم و با ثبات باشد. علاوه براین، از آنجا که اغلب تحلیل داده‌ها متکی به مقایسه با داده‌های قبلی است، داده‌ها براساس مراجع استاندارد باید تصحیح شوند. برای مثال، در آمریکا، مقادیر مرجع عبارتند از ولتاژ وظرفیت در 25^{c^o} و وزن مخصوص شارژ کامل الکترولیت در 25^{c^o} و در یک مرجع سطح معین.

نگاهداری باتری معمولا" از زمان نصب آن آغاز می‌گردد. به هر حال، اگر قرار باشد باتری به مدت طولانی‌تر از مدتی که سازنده باتری توصیه کرده در انبار بماند، نگهداری از زمانی که باتری در انبار قرار داده می‌شود باید آغاز گردد. استاندارد IEEE Std. 484 در مورد باتری‌های اسید ـ سرب منفذدار، داده‌هایی که باید در طول نصب جمع‌آوری و نیز نگهداری که بایددر طول انبارداری انجام شود (در صورت لزوم) را شرح می‌دهد. استاندارد IEEE Std. 1187 اطلاعات مشابه‌ای در مورد باتری‌های اسید ـ سرب با دریچه قابل تنظیم (VRLA) را ارایه می‌دهد.

استاندارد IEEE Std. 450 روش‌های آزمون و نگهداری ضروری برای باتری‌های اسید ـ سرب منفذدار را شرح می‌دهد. همچنین، استاندارد مذکور اطلاعاتی در مورد اقدامات اصلاحی که باید انجام شود، ضرورت انجام چنین اقداماتی و معیارهای جایگزینی باتری ارایه می‌کند. استانداردهای IEEE P 1188 و IEEE Std. 1106 اطلاعات مشابه‌ای در مورد به ترتیب باتری‌های VRLA و نیکل ـ کادمیوم دارا است.

۷-۶-۱ برنامه زمانی نگهداری نوعی

خلاصه‌ای از بازرسی‌ها و آزمون‌های نگهداری در جدول ۷-۱ ارایه شده است. افرادی که نگهداری را اجرا می‌کنند باید با استانداردهای مربوطه و دستورالعمل‌های سازنده باتری برای باتری مورد نظر آشنا باشند. این موضوع بخصوص در مورد سلول‌های VRLA صادق است چون آزمونی پیشنهاد شده که هدف از طرح آن مشخص کردن خشک شدن سلول است. چند عامل سبب و نوع خشک شدن در سلول می‌گردد که از جمله آنها می‌توان ولتاژ شناور بالا ودمای بالا را نام برد. هنگامی که این عوامل در محیط تاسیسات باتری وجود دارند، فرآیند ترکیب مجدد اکسیژن در سلول بهم خورده و سلول شروع به صدور و خارج کردن اکسیژن و هیدروژن می‌نماید. اتلاف گاز مذکور از سلول سبب خشک شدن آن می‌شود چون به هیچ طریق نمی‌توان به سلول VRLA آب اضافه کرد. اثرات خشک شدن می‌تواند از اتلاف ظرفیت تا فرو ریختن حرارتی (یعنی خرابی فاجعه آمیز باتری) تغییر کند. این شرایط را می‌توان با اندازه‌گیری امپدانس سلول و دمای سلول (در موارد مشکلات حرارتی) آشکارسازی و مشخص کرد. اگرچه آزمون‌های قابل توجهی در مورد امپدانس یا کنداکتانس به‌عمل می‌آید که شناسه خوبی از

omoorepeyman.ir

اتلاف ظرفیت در سلول‌های VRLA است ولی نباید آن را جایگزین آزمون‌های ظرفیت باتری عادی محسوب کرد. اطلاعات اضافی در باره مباحث آزمون امپدانس یا کنداکتانس و فروریختن حرارتی را می‌توان در استاندارد IEEE Std. 1106 یافت.

۷-۶-۲ ایمنی

کلیه کارهای مربوط به باتری باید فقط با ابزار مناسب و مطمئن و با تجهیزات حفاظتی مرتبط زیر صورت پذیرد :

- عینک ایمنی و حفاظ صورت
- دستکش‌های مقاوم در برابر اسید یا مواد قلیایی
- پیش‌بندها و روکفشی‌های حفاظتی
- تسهیلات قابل حمل یا ثابت حاوی آب برای شستن چشم‌ها و پوست در صورت تماس با الکترولیت
- محلول خنثی کننده اسید (یا قلیا)
- دستگاه اطفاء حریق کلاس C

یادآوری : برخی سازندگان باتری استفاده از دستگاه اطفاء حریق کلاس C حاوی CO_2 را به علت قابلیت شوک حرارتی وامکان ترکیدن باتری، توصیه نمی‌کنند.

- ابزار آلات با دسته‌های عایقی

از آنجا که اغلب مراحل نگهداری باتری هنگامی اجرا می‌شود که باتری در سرویس است، روش‌های کاری مورد استفاده باید ضوابط و روال‌های حفاظتی مراجع مربوطه مندرج در فهرست مراجع و منابع این نشریه را ملاک عمل قرار دهند. علاوه براین، روش‌های مذکور باید فاقد قطع مدار یا جرقه‌زنی در مجاورت باتری باشند. یکی از دلایل این امر عبارت است از این‌که از تمام باتری‌های نوع سلول منفذدار، هنگامی که در حالت شارژ شناور یا متعادل هستند تا زمانی که به تکمیل شارژ مجدد نزدیک می‌شوند، هیدروژن آزاد می‌گردد. سلول‌های VRLA نیز هر موقع که منفذ آنها باز شود هیدروژن آزاد خواهند کرد. بنابراین به منظور به حداقل رساندن انباشت هیدروژن، تهویه هوای کافی توسط وسایل طبیعی یا مکانیکی باید پیش‌بینی شود. باید توجه کرد که محیط تاسیسات باتری باید به عنوان ناحیه ‘‘سیگار کشیدن ممنوع’’ تعیین و اعلام گردد.

۷-۷ سویچ‌های انتقال خودکار

مانند اغلب اقلام و وسایل تاسیسات الکتریکی، سویچ‌های انتقال خودکار به نگهداری نیاز دارند. در مکان‌هایی که دو منبع نیروی برق برای تامین توان به بار مهم و حیاتی، باید در دسترس باشد معمولا" از سویچ انتقال خودکار استفاده می‌شود. ضرورت نگهداری و تعمیر مطمئن سویچ انتقال خودکار نیازمند از کارافتادن هر دو منبع نیروی برق یا استفاده از یک سویچ کنار گذر است. سویچ کنارگذر به منظور ایزوله و جداسازی سویچ انتقال خودکار در حالی که رساندن نیروی برق به بار حیاتی همچنان برقرار است، به‌کار می‌رود. در بازرسی‌های نگهداری و دوره‌ای،

omoorepeyman.ir

می‌توان از یک سویچ ایزولاسیون کنار گذر دو راهه که با یک سویچ انتقال خودکار ترکیب یافته، به عنوان بخشی از سیستم استفاده کرد. اگرچه هزینه آن بیشتر است، این نوع سویچ آزمون و نگهداری دوره‌ای را امکان‌پذیر می‌سازد.

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۱ : برنامه زمانی بازرسی جهت نگاهداری باتری

شرح[a]	سلول‌های اسید ـ سربی منفذدار					سلول‌های اسید ـ سربی با دریچه قابل تنظیم					سلول‌های نیکل ـ کادمیوم منفذدار				
	ابتدایی b	عمومی c	فصلی	سالانه	خاص	ابتدایی b	عمومی c	فصلی	سالانه	خاص	ابتدایی b	عمومی c	فصلی	سالانه	خاص
بازرسی‌های دیداری															
ظاهر کلی : باتری / راک / محل	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
کثافت / الکترولیت روی بدنه‌ها یا پوشش ها و غیره	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
ولتاژ / جریان خروجی شارژکننده‌ها	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
سطح الکترولیت	×	×	×	×	×						×	×	×	×	×
ترک‌ها یانشتی‌هاروی بدنه‌ها یا پوشش‌ها	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
علایم خوردگی	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
خاموش کننده شعله	×			×	×						×			×	×
بازرسی دقیق راک	×			×	×	×			×		×			×	
پوشش‌های عایقی روی راک‌ها	×			×		×			×		×			×	
اجزاء مرتعش راک	×			×		×			×		×			×	
بازرسی دقیق سلول	×			×											
صفحه‌ها : ترک‌ها / سولفاته شدن/ هیدراسیون	×			×	×										
انباشته شدن غیر عادی رسوب				×	×										
آب‌بندی بدنه و میله	×			×	×	×	×	×	×	×	×			×	
اعوجاج اضافی بدنه / پوشش	×			×	×	×	×	×	×	×					
تولید اضافی گاز	×			×	×										

a برای اطلاعات اضافی و اقدامات اصلاحی به استانداردهای IEEE Std. 1106, IEEE Std. 450 و IEEE P1188 مراجعه کنید.

b بازرسی ابتدایی در زمان نصب انجام می‌شود.

c تعداد توصیه شده برای بازرسی عمومی، یکبار در هر ماه است.

d در هر بازرسی دیگر (یعنی هر شش ماه) قرائت کنید.

e در هر فصل ۲۵٪ نمونه برداری کنید. اگر نمونه افزایشی در مقاومت را نشان دهد، اندازه‌گیری‌ها را در هر اتصال انجام دهید.

f ۱۰٪ سلول‌ها را وارسی کنید.

g دما را در ترمینال منفی هر سلول / مادول اندازه بگیرید.

omoorepeyman.ir

جدول ۷-۱ : برنامه زمانی بازرسی جهت نگاهداری باتری (ادامه)

شرح a	سلول‌های اسید ـ سربی منفذدار					سلول‌های اسید ـ سربی با دریچه قابل تنظیم					سلول‌های نیکل ـ کادمیوم منفذدار				
	ابتدایی b	عمومی c	فصلی	سالانه	خاص	ابتدایی b	عمومی c	فصلی	سالانه	خاص	ابتدایی b	عمومی c	فصلی	سالانه	خاص
علائم نوسان	×			×	×	×			×						
اندازه‌گیری‌ها															
ولتاژ شناور باتری	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
ولتاژ سلول پایلوت	×	×	×	×	×										
دمای الکترولیت سلول پایلوت	×	×	×	×	×						×	×	×	×	×
وزن مخصوص الکترولیت هر سلول پایلوت	×	×	×	×	×										
ولتاژ هر سلول	×		×	×	×	×		d ×	×	×	×		×	×	×
وزن مخصوص الکترولیت هر سلول	×		f ×	×	×	g ×		g ×	g ×	g ×					
دمای سلول	×		f ×												
مقاومت اتصال بین سلولی	×			×		×		e ×	×	×					
امپدانس / هدایت / مقاومت سلول						×		×	×	×					
ولتاژ / جریان موجکAC						×			×	×					
گشتاور اتصال بین سلولی											×			×	×
سایر بازرسی‌ها															
دمای محیط	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×				
کافی بودن تجهیزات تهویه هوا	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
وارسی راک باتری				×					×					×	
وارسی اتصالات به زمین	×			×		×			×		×			×	

a برای اطلاعات اضافی و اقدامات اصلاحی به استانداردهای IEEE Std. 450 ,IEEE Std. 1106 و IEEE P1188 مراجعه کنید.

b بازرسی ابتدایی در زمان نصب انجام می‌شود.

c تعداد توصیه شده برای بازرسی عمومی، یکبار در هر ماه است.

d در هر بازرسی دیگر (یعنی هر شش ماه) قرائت کنید.

e در هر فصل ۲۵٪ نمونه برداری کنید. اگر نمونه افزایشی در مقاومت را نشان دهد، اندازه‌گیری‌ها را در هر اتصال انجام دهید.

f ۱۰٪ سلول‌ها را وارسی کنید.

g دما را در ترمینال منفی هر سلول / مادول اندازه بگیرید.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل هشتم

: الزامات برخی ساختمان‌ها و صنایع به استفاده از برق اضطراری و پشتیبان

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۸-۱ کلیات

در این فصل نیازهای به برق اضطراری و پشتیبان برای برخی صنایع ارایه شده است. صنایعی که نیاز عمومی به چنین نیرویی ندارند در این جداول گنجانده نشده، اگرچه به هر صورت شاید بتوان گفت اصولا" صنعتی وجود ندارد که در جایی یا زمانی نیاز به برق پشتیبان نداشته باشد. با توجه به این که منابع کنترل باتری برای مکانیزم‌های کلیدی در استاندارد IEEE C 37.2 ارایه شده است از ذکر آن در این مبحث صرفنظر می‌شود.

منظور از مطالب مطرح شده در این فصل آن است که موارد استفاده از برق پشتیبان برای کاربری‌های مختلف در جداول مرتبط فهرست شده و این که چطور چنین نیرویی می‌تواند به کار رود تا نیازهای معینی برآورده شود.

با رشد پیچیدگی تجهیزات و فرآیندها فهرست موارد نیاز به برق پشتیبان نیز فزونی می‌یابد. به طور کلی همچنان که صنایع در می‌یابند که نیروی برق پشتیبان از نظر اقتصادی قابل توجیه و مقرون به صرفه است، به این فهرست افزوده می‌شود.

گاهی مشکل بنظر می‌رسد که به لحاظ اقتصادی سیستم برق پشتیبان را توجیه نمود. بررسی تاریخچه هزینه‌های خاموشی‌های برق مشکل است و پیش‌بینی آن می‌تواند مشکل‌تر باشد. داده‌های مربوط به قطعی‌های سیستم نیرو در استاندارد IEEE 493 ارایه شده است، اما شرایط محلی آب و هوا یا سرویس برق موجود در محل می‌تواند با اطلاعات استاندارد کاملا" متفاوت باشد. الزامات برق پشتیبان در آیین‌نامه‌های ساختمانی بر حسب نوع ساختمان و طبقه‌بندی تصرف مشخص شده است. مطابقت با این‌گونه آیین‌نامه‌ها علاوه بر الزامات مربوط بر تعدیل نرخ بیمه نیز موثر است.

در مواردی که نیاز به نیروی برق اضطراری بر ایمنی انسان تاثیرگذار باشد نباید فقط جنبه اقتصادی آن در نظر گرفته شود. در این‌گونه مواردااحتمال منطقی بروز حوادث و صدمات جانی باید ملاک تصمیم‌گیری قرار گیرد. نیروی برق اضطراری یا پشتیبان در موارد بسیاری توسط مقامات قانونی الزام آور شده است و این‌گونه الزامات در صورت وقوع صدمات یا حوادث منجر به فوت انسان‌ها در موارد دیگر نیز گسترده‌تر خواهد شد.

نیروی برق پشتیبان در همه موارد تنها راه حل مناسب برای قطعی برق عادی نمی‌باشد بلکه در پاره‌ای موارد راه‌حل‌های جایگزین بهتری نیز وجود دارد. برای مثال در کارخانه‌های سیمان هنگام قطع برق عادی، موتورهای احتراقی می‌تواند برای گرداندن کوره مورد استفاده قرار گیرد. به این ترتیب هم در استفاده از یک ژنراتور صرفه‌جویی می‌شود و هم از احتمال خرابی در سیستم توزیع موتور الکتریکی گرداننده کوره اجتناب می‌شود.

سیستم‌هایی که به طور طبیعی ایمن (inherently safe) می‌باشد قابلیت اطمینان بیشتری دارد از سامانه‌هایی که برای حفظ ایمنی متکی به نیروی برق خواهد بود .به طراحان توصیه می‌شود سیستم‌هایی را تولید کنند که در صورت قطع برق ایمن باقی بماند. به مدیران نیز توصیه می‌شود که از روش‌هایی کمک بگیرند که هنگام قطع برق مخاطره‌آمیز نباشد. در مواردی که نیروی کار ملزم به استفاده از چراغ قوه، یا یک فرآیند کنترلی با باتری

omoorepeyman.ir

پشتیبان می‌باشند، اعم از این که این‌گونه سیستم ها ذاتا" ایمن یا با استفاده از برق پشتیبان تلقی شود، سامانه‌هایی اقتصادی و موثر خواهد بود.

ژنزاتورهای مورد استفاده در نیروی برق پشتیبان اگر به روش ‘‘تولید همزمان برق و گرما’’ (cogeneration CHP) کار کند به سهولت قابل توجیه است. در این روش از فرآیند تولید از انرژی دومی که معمولا" حرارت است استفاده می‌شود و در نتیجه باعث افزایش کارایی و عملکرد اقتصادی دستگاه می‌شود.

جزییات ویژگی‌های سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان که حداقل تا حدودی ویژه کاربری موردنظر است در جدول‌های ۸-۱ تا ۸-۱۰ ارایه شده است. کاربری‌هایی که ممکن است بین صنایع مختلف مشترک باشد فقط در صنعتی که بیشترین ارتباط را با آن دارد ذکر شده است. مثلا" اغلب صنایع دارای دفتر یا تصرف‌هایی است که اقلام ویژگی‌های آن در جدول ۸-۳ (ساختمان‌های تجاری) وجود دارد، یا اغلب صنایع دارای نوعی فرآیند کامپیوتری با نیازهای برق پشتیبان است که در جدول مزبور آمده است. برای سیستم‌های بزرگتر تاسیسات کامپیوتری باید به جدول ۸-۵ (فرآیندداده‌های مالی) مراجعه شود.

کنترل‌کننده‌های فرآیندی در کلیه صنایع در حال بسط و توسعه است، لیکن در جداول ارایه شده به نیازهای الکتریکی خود فرآیندها پرداخته شده است و نه به کنترل‌کننده‌ها، زیرا تغذیه برق به هر کنترل‌کننده‌ای برای اجتناب از عملکرد نادرست، یا از دست رفتن داده‌ها برای تمامی صنایع یکسان است.

۸-۲ یادآوری‌های مرتبط با جداول ۸-۱ تا ۸-۱۰

یادآوری ‘‘الف’’ : دسته‌بندی اهداف نیروی برق اضطراری یا پشتیبان

۱- ایمنی و تندرستی انسان

این عنوان شامل جلوگیری از حوادث منجر به جراحات یامرگ ناشی از سقوط، برخورد، راهبری دستگاه‌ها یا درست کار نکردن آن، انفجار، آتش‌سوزی، رها شدن یا انفجار مواد سمی، خرابی وسایل حفاظت از زندگی، خرابی وسیله تخلیه، کنترل ماشین‌آلات، مبارزه با آتش‌سوزی، و انتشار دود یا بخار می‌شود.

۲- حفاظت محیط زیست

این شامل جلوگیری از آسیب به محیط زیست (به صورت موقت یا دایم) می‌شود، که مشتمل است بر اثر بر کیفیت آب، حیات وحش، یا زندگی گیاهی که مستقیما" یاعمدتا" زندگی یا سلامت انسان را تهدید می‌کند.

۳- تخلیه غیر اضطراری

این نوع الزامات تخلیه برای راحتی یا دلایل احتیاطی است که در آن هیچ خطر فوری یا اضطراری وجود ندارد، و می‌تواند شامل روشنایی و تسهیلات انتقال باشد.

omoorepeyman.ir

۴- حفاظت از تجهیزات، محصولات، مواد و اموال

این مورد نیازهای خاموش نمودن منظم دستگاه‌ها، یا خاموشی تجهیزات برای مدت محدود یا برای امنیت را پوشش می‌دهد، که عدم اجرای آن باعث زیان‌های اقتصادی ناشی از لزوم انجام تعمیرات یا جایگزینی قطعات یا در اختیار نبودن دستگاه‌ها یا اتلاف مواد می‌شود.

۵- تداوم بخشی از تولید یا تمامی آن

این قبیل موارد نیازهایی را پوشش می‌دهد که توقف تولید باعث زیان‌های ناشی از راه‌اندازی مجدد یا تاخیر در تحویل محصولات می‌شود.

یادآوری ‘‘ب’’ : دسته‌بندی انواع نیروی برق اضطراری یا پشتیبان مورد لزوم

۱- سیستم برق متناوب بدون وقفه. با شرایط ویژه

۲- سیستم برق متناوب بدون وقفه. مناسب برای استفاده در کامپیوترها

۳- سیستم نیروی برق متناوب بدون وقفه

این نوع سیستم دارای شرایط ویژه‌ای است که افت‌ها (sags)، خیزهای لحظه‌ای (spikes)، نوسان (flicker)، هارمونیک‌ها، و نوفه (noise) را حذف می‌نماید چنان که با شرایط ساز نیروی گردان (rotating power conditioner) یا ساکن انجام می‌شود.

۴- نیروی برق متناوب قابل قطع

نیروی برق عادی تجاری مناسب برای تجهیزاتی که به طور رضایت‌بخشی با منبع نیروی برق عادی کار می‌کند برابر استاندارد ANSI C 84.1 یا استاندارد موتور ANSI / NEMA MG 1. نوع دستگاه کمکی را که ثابت یا متحرک، خودکار یا غیر خودکار باشد را طیف زمان خاموشی‌ها مشخص می‌کند.

۵- نیروی برق مستقیم نصب ثابت با قابلیت نگهداری کامل

این نوع برق مجهز به باتری‌های پشتیبان داخلی یا خارجی بوده و تغذیه برق اضطراری برای روشنایی، ارتباطات، کامپیوترها و پردازشگرها را تامین می‌کند

۶- نیروی برق مستقیم متحرک

این نوع منابع برق کمکی شامل چراغ‌های دستی، فانوسی، و وسایل ارتباطی متحرک یا نصب شده یا یدکی می‌شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۱ : خلاصه جزییات سیستم‌های نیروی برق اضطراری یا پشتیبان در صنعت کشاورزی

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
تغذیه تهویه	محدو به مسکونی	۴، ۵	یک ساعت یا کمتر	درمدت خاموشی	۴	
تهویه، گرمایش، تغذیه، گردآوری تخم‌مرغ، روشنایی	مرغداری	۴، ۵	ده دقیقه	درمدت خاموشی	۴	تولید پس از ۱۰ درقیه تحت تاثیر قرار می‌گیرد تلفات پس از نیم ساعت
کامپیوتر	کنترل داده ها یا پردازش	۴ یا ۵	صفر تا یک ساعت	درمدت خاموشی	۲، ۳، ۴	
دستگاه دوشیدن شیر	شیردوشی	۴، ۵	یک تا دو ساعت	۲ تا ۴ ساعت دو بار روزانه	۴	گاوها باید دوشیده شود حتی اگر شیر ذخیره نشود
سردسازی	ذخیره مواد غذایی	۴، ۵	نیم تا ۱۵ ساعت	درمدت خاموشی	۴	دما می‌تواندبرای ساعات بسیاری نگهداری شود اگر درها باز نشود
پمپ‌ها، دماسازها	سیستم‌های منابع آب	۴، ۵	۲ تا ۶ ساعت	درمدت خاموشی	۴	راه‌حل‌های دیگری وجود دارد که نیاز به نیروی برق ندارد

جدول ۸-۲ : خلاصه جزییات سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان در صنعت تولید سیمان

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
کوره گردان	چرخش	۴	۵ دقیقه	نا محدود یامتناوب یا هردو	۴	اغلب توسط نیروی مکانیکی انجام می‌شود
کنترل	خاموش نمودن یا تداوم کار	۴	صفر	کوتاه یا نامحدود	۲، ۵	
کارخانه	تولید	۵	صفر تا ۱۰ دقیقه	درمدت خاموشی	۴	مولد همزمان برق و دما (CHP) با استفاده از دمای اتلافی می‌تواند از نظر افتصادی توجیه‌پذیر باشد، به ویژه در موارد برق تجاری ضعیف

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۳ : خلاصه جزییات سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان برای ساختمان‌های تجاری

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
روشنایی اضطراری	هتل‌ها، آپارتمان‌ها، مغازه‌ها، سینماها، دفاتر، سالن‌های گردهمایی	۱، ۳، ۴، ۵	۱۰ تا ۶۰ ثانیه یا الزامات قانونی	۱/۵ ساعت یا الزامات قانونی یا بر حسب نیاز	۲، ۴، ۵ (۱)	مدیریت ساختمان یا مقامات ایمنی بر حسب نیازهای الزامی تصمیم‌می‌گیرند.
آسانسورها	هتل‌ها، آپارتمان‌ها، مغازه‌ها، دفاتر،	۳، ۵	۱۰ ثانیه تا ۵ دقیقه	تا پایان تخلیه	۴ (۲)	دیگر روش‌های تخلیه ممکن است وجود داشته باشد.
تلفن‌های داخل آسانسور	علامت دهندگی، کلیدزنی، مکالمه	۳	۱۰ تا ۶۰ ثانیه	تا اتمام تخلیه یا تمدید مدت تصرف	۲، ۴، ۶	بسیاری از سیستم‌های PBX یا PAX فاقد باتری است.
سایر تلفن‌ها یا مراکز تلفن	علامت‌دهندگی، کلیدزنی، مکالمه	۳	۱۰ تا ۶۰ ثانیه	تا اتمام تخلیه یا تمدید مدت تصرف	۲، ۴، ۵	بسیاری از سیستم‌های PBX یا PAX فاقد باتری است.
تاسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع	فضا، فرآیند، یا مواد	۴، ۵	۱ تا ۳۰ دقیقه	درمدت خاموشی	۴	قابل مذاکره با متصرفین بنا
کامپیوترهای‌متصرفان بنا (ساختمان)	گوناگون	۴، ۵	قابل مذاکره	قابل مذاکره	۲، ۳، ۴	قابل مذاکره با متصرفان ساختمان، برای سیستم‌های بزرگ به جدول ۸-۵ نگاه کنید.
کنترل دود و مبارزه با حریق	کنترل پمپ‌های حریق و تهویه	۱، ۴	۱۰ ثانیه	دو ساعت یا بیشتر	۴	در مواردی که ارتفاع بیش از فشار آب باشد، پمپ فشار مورد لزوم است.
قفل‌های ایمنی برقی	کنترل‌های‌دسترسی	۴	۱۰ تا ۶۰ ثانیه	تا اتمام تخلیه	۲، ۴ (۲)، ۵ (۱)	حفاظت در برابر سرقت انبار و تخلیه
روشنایی اضطراری	روشنایی مغازه	۴	۱۰ تا ۶۰ ثانیه	تا اتمام تخلیه	۲، ۴	حفاظت در برابر دزدی و تداوم بهره‌بردرای از نظر مالی حائز اهمیت است.
روشنایی اضطراری و تاسیسات گرمایش، تعویض هوا و تهیه مطبوع	تفریحگاه عمومی	۳، ۴، ۵	۱ تا ۱۰ ثانیه	در طول مدت خاموشی	۲، ۴	حفاظت در برابر دزدی و تداوم بهره‌بردرای از نظر مالی حائز اهمیت است.

(۱) در موارد قابل اعمال طبق آیین‌نامه NEC قسمت ۱۲-۷۰۰ یک ساعت و نیم ذخیره باتری مورد نیاز است.

(۲) در موارد قابل اعمال طبق آیین‌نامه NEC قسمت ۱۲-۷۰۰ دو ساعت ذخیره سوخت مورد لزوم است.

یادآوری : عبارت ساختمان‌های تجاری به علت تنوع ساختمان‌ها و کاربری آن تا حدودی کلی است و اطلاعات ارایه شده در جداول به عنوان حداقل می‌باشد. متصرفان ساختمان‌ها در مواردی که بنا بر نوع کاربری خاص نیروی برق اضافی لازم داشته باشند، باید از موتور ـ ژنراتور مناسب استفاده کنند. در این‌گونه موارد تنها محدودیت برای مدت زمان استفاده از برق اضطراری، ظرفیت منبع سوخت خواهد بود.

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۴ : خلاصه جزییات سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان برای صنعت ارتباطات

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
دفاتر مرکزی، ایستگاه‌های کلیدزنی یا تکرار کننده	ترافیک انتقال	۱، ۲، ۴، ۵	صفر	درمدت قطعی برق	۳ ، ۴، ۵	باتری به عنوان منبع اولیه با ژنراتور پشتیبان
ایستگاه‌های زمینی ماهواره	ترافیک انتقال	۱، ۵	صفر	در مدت قطعی برق	۱، ۲، ۴، ۵	عمدتا" نیاز به برق متناوب
ایمنی عمومی، ارتباط های رادیویی و ترمینال‌ها	ارتباط‌های پلیسی و آتش‌سوزی	۱، ۲، ۳، ۴	صفر تا ۱۰ثانیه	درمدت قطعی برق	۲، ۴، ۵	معمولا" موتور ـ ژنراتور
ارتباط‌های نظامی و ترمینال‌ها	پدافندو دیپلماتیک	۱، ۴	صفر	درمدت قطعی برق	۲، ۴، ۵	معمولا" با قابلیت اطمینان ۹۹/۶ درصد
چراغ هشدار هواپیما	برج‌ها	۱	صفر	درمدت قطعی برق	۴، ۵	

یادآوری : صنعت ارتباطات هر دو حامل‌های عمومی و خصوصی و همچنین ارتباط‌های نقطه به نقطه و تسهیلات فرستنده‌ها را در بر می‌گیرد. این‌گونه ارتباطات می‌تواند برنامه‌های سرگرم‌کننده رادیویی و یا تلویزیونی، انتقال داده‌ها، کسب و کار، انتقال صدا، ایمنی عمومی و امور مربوط به دفاعغ ملی را شامل شود. دسته‌بندی فوق بدین منظور انجام شده است که در موارد بسیاری اغلب این‌گونه ارتباطات از طریق یک کانال عمومی انتقال پیدا می‌کند ولی باید استاندارد دقیق مربوط به آن رعایت شود.

هدف فوری نیروی پشتیبان از نقطه نظر حامل آن تحویل به موقع محصول است. اهداف تحویل به موقع شامل حفاظت از زندگی، اموال، یا محیط زیست توسط ادارات پلیس، آتش‌نشانی یا دفاع می‌باشد. این‌گونه اهداف می‌تواند شامل امور کسبی مانند بازاریابی، تولید، خرید، یا امور مالی نیز بشود.

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۵ : خلاصه جزییات سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان برای فناوری اطلاعات مالی

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
تجهیزات فناوری اطلاعات	هر کاربرد حیاتی	۴، ۵	صفر	تا طی مدت قطعی برق	۲	برق بدون وقفه (UPS) می‌تواند همراه با نیروی برق پشتیبان باشد.
سیستم برق بدون وقفه(UPS)	منبع نیروی تجهیزات فناوری اطلاعات	۴، ۵	برق بدون وقفه یکسره (معمولا" ۱۰ تا ۳۰ دقیقه)	تا طی مدت قطعی برق	۴	اگر این منبع برای موارد اضطراری هم استفاده شود باید شرایط ۱۰ ثانیه نیز در آن لحاظ شود
تاسیسات گرمایش، هوادهی و تهویه مطبوعHVAC	خنک نمودن تجهیزات فناوری اطلاعات	۴، ۵	یک دقیقه	تاطی مدت قطعی برق	۴	شامل خنک نمودن مستقیم تجهیزات
سیستم UPS کنارگذر	تامین نیروی برق تجهیزات فناوری اطلاعات در صورت خرابی یو ـ پی- اس	۴، ۵	صفر	تا طی مدت قطعی برق	۴، ۳	ـ برای اتصال زمین درست به فصل ششم و ماده ۲۵۰ از آیین‌نامه NEC نگاه کنید. ـ اتصال کنارگذر ممکن است باعث شود که UPS دیگر به عنوان یک منبع جداگانه تعریف نگردد.

یادآوری : در این صنعت منافع اقتصادی تداوم تولید به قدری حائز اهمیت است که استفاده از سیستم برق بدون وقفه (UPS) را توجیه می‌کند. هزینه سرمایه‌گذاری در مرکز فناوری اطلاعات بزرگ فقط با استفاده بهینه از آن قابل توجیه است، و اتکاء صنعت به این ابزار برای انجام سریع و به موقع کار است و موجود نبودن آن به عنوان یک مانع انجام کار قابل قبول نیست.

جدول ۸-۶ : خلاصه جزییات سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان برای تسهیلات سلامت

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
تجهیزات ایمنی زندگی			۱۰ ثانیه		۴	برق اضطراری برابر مقررات
تجهیزات بحرانی (حیاتی)			۱۰ ثانیه		۴	برق اضطراری برابر مقررات
تجهیزات ضروری			یک دقیقه			برق پشتیبان برابر مقررات

یادآوری : این تسهیلات دارای بیشترین ضرورت و مقررات قانونی برای حفاظت زندگی انسان است. این فصل مبحث تندرستی را مهمترین استفاده کننده از نیروی برق اضطراری تشخیص می‌دهد، اما خواننده را به استاندارد IEEE std. 602 که در آن مطالب مزبور به طور مشروح بیان شده است و نیز مواد ۵۱۷ و ۷۰۰ استاندارد NEC ارجاع می‌دهد.

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۷ : خلاصه جزییات سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان برای معدن‌کاری

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
بالابرها	کارکنان	۳	یک تا ده دقیقه	± یک ساعت	۴	الزامات برای موارد گوناگون بسیار متفاوت است؛ الزامات مرتبط با ایمنی معدن کاری در مقررات CFR, Title 30 ارایه شده است.
بادزن‌ها (فن‌ها)	هوادهی	۱	یک دقیقه	یک ساعت یا بیشتر	۴	الزامات برای موارد گوناگون بسیار متفاوت است؛ الزامات مرتبط با ایمنی معدن کاری در مقررات CFR, Title 30 ارایه شده است.
پمپ‌ها	فاضلاب	۱، ۴	۱ تا ۶۰ دقیقه	نامحدود	۴	الزامات برای موارد گوناگون بسیار متفاوت است؛ الزامات مرتبط با ایمنی معدن کاری در مقررات CFR, Title 30 ارایه شده است.

یادآوری : CFR (Code of Federal Regulation): آیین‌نامه مقررات فدرال (امریکا)

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۸ : خلاصه جزییات سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان برای صنعت پتروشیمی

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
منبع‌پمپ هوای تمیز		۱ یا ۴	۱۰ ثانیه	برحسب مورد	۴، ۵	برای‌جلوگیری از هجوم گازهای انفجاری‌یاسمی‌به‌درون‌ماشین‌ها، ابزار دقیق (آنالیزورها و غیره)، یا مناطق کارکنان
روشنایی	تخلیه اضطراری	۱	صفرتا۱۰ ثانیه	حداقل ۵ دقیقه	۱ تا ۶	بازبینی لوازم پس از خاموشی، پیش‌ازشروع خاموشی، یا تخلیه مناطق خطرناک نزدیک
کنترل‌کننده‌های فرآیند	تداوم بهره‌برداری یا خاموشی منظم دستگاه‌ها یا هر دو	۱، ۲، ۴ یا ۵	صفرتا۳۰دقیقه	برحسب نوع فرآیند	۱ تا ۵	
شیرهای موتوری برای موارد اضطراری	جداسازی‌حریق توسطانسدادجریان هیدروکربن‌ها	۱، ۲ یا ۴	صفر	حداکثر۳۰دقیقه	۲، ۴، یا ۵	
تولید بخار	خاموشی منظم دستگاه‌ها یا تداوم بهره‌برداری	۱، ۲، ۴ یا ۵	صفر تا مقدار تعیین شده	برحسب مورد تعیین شده	۳، ۴، یا ۵	به بند ۲-۱۰ در فصل دوم نگاه کنید
آشکارسازهای شعله	خاموشی منظم دستگاه‌ها	۱، ۲، یا ۴	صفر تا مقدار تعیین شده	برحسب نوع فرآیند ویژه		

omoorepeyman.ir

جدول ۸-۹ : خلاصه جزییات سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان برای صنعت تفریحی اسکی

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
بالابرها	انتقال به بالای تپه	۳، ۵	یک تا ۱۰دقیقه	ـ تا بالابرتخلیه شود ـ ۵ تا ۲۰ دقیقه ـ یا برای تداوم بهره‌برداری	۴	تخلیه همچنین می‌تواند توسط موتورهای پشتیبان با کوبله مکانیکی انجام شود، که در بسیاری مناطق الزامی است.
چراغ‌های شیب	اسکی در شب	۱، ۳	صفرتا یک ثانیه	۱۰ ثانیه تا توقف اسکی ۱۵ تا ۳۰ دقیقه برای تخلیه	۲، ۴، ۵	با خاموشی چراغ اسکی‌کننده ممکن است براثر تصادف یا افتادن مجروح شود. تخلیه می‌تواند با میزان روشنایی کمتر قابل تحمل باشد.
روشنایی‌اضطراری بالابر	بهره‌برداری از بالابر در شب	۱، ۳	صفرتا یک دقیقه	تا تخلیه بالابر ۵ تا ۲۰ دقیقه	۲، ۴، ۵	برابر استاندارد ANSI B 77.1 برای تخلیه بار یا انسان الزامی می‌باشد.

جدول ۸-۱۰ : خلاصه جزییات سیستم‌های برق اضطراری یا پشتیبان برای صنعت فاضلاب

نوع کاربری نیرو	کاربرد	اهداف (یادآوری "الف")	طیف رواداری زمان خاموشی قابل تحمل	مدت مورد نیاز	نوع منبع نیرو (یادآوری "ب")	ملاحظات
پمپ‌ها	نفوذ، انتشار، یا فرآیند فاضلاب	۲، ۴، ۵	صفرتا۱۰دقیقه	در طول قطعی برق	۴	ضوابط سازمان حفاظت محیط زیست و دیگر مقررات مربوط باید رعایت شود.
کنترکننده های فرآیند		۲، ۴، ۵	صفرتا۱۰دقیقه	در طول قطعی برق	۱، ۲، ۳، ۴، ۵	ضوابط فوق باید رعایت شود.
تلفن	علامت‌دهی و مکالمه	۲، ۴، ۵	صفرتا یک دقیقه	در طول قطعی برق	۲، ۴، ۵	پراکندگی جغرافیایی نیاز به نوعی سیستم ارتباطی دارد.

omoorepeyman.ir

فصل نهم

ملاحظات طراحی و راهبری برای افزایش پایداری سیستم‌های برق اضطراری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۹-۱ مقدمه

عوامل بیشماری وجود دارد که به پایداری و قابلیت اطمینان به سیستم‌های برق پشتیبان و اضطراری کمک می‌کند. بسیاری از این عوامل در فصل‌های پیشین مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

قابلیت اطمینان، که اغلب مقدار آن به صورت کمیّ قابل اندازه‌گیری نیست، بستگی به موجود بودن برای استفاده دارد. تعاریف زیر از قابلیت اطمینان این بستگی را نشان می‌دهد. برای تعریف کمیّ قابلیت اطمینان به سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان دو روش زیر وجود دارد :

- محاسبه متوسط زمان بین خرابی‌ها

(Mean time between failures MTBF)

- محاسبه متوسط زمان تعمیر پس از خرابی

(Mean time to repair a failure MTTR)

مخرج مشترک هر دو روش ‘‘زمان’’ است. با افزایش MTBF و / یا کاهش MTTR، سیستم از ‘‘قابلیت آماده به کار بودن یا آمادگی’’ بیشتری در ارتباط با کاهش خرابی‌ها برخوردار خواهد بود که در نتیجه ‘‘قابلیت اطمینان’’ بالاتری خواهد داشت.

هدف از مطالب مطروحه در این فصل بیان روش‌های تحلیلی گسترده برای بهبود ‘‘آمادگی سیستم’’ نمی‌باشد، بلکه ارایه برخی عوامل و مطالب مربوط به قابلیت اطمینان که بایستی طراحان و کاربران سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان در کاربردها و استفاده از این نوع سیستم‌ها مد نظر داشته و رعایت نمایند، می‌باشد. برای جزییات کامل روش‌های یاد شده به استاندارد IEEE Std. 493 رجوع شود.

عواملی که در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرد به شرح زیر است :

- کاربردها
- شرایط محیطی
- مشخصات و آزمون پذیرش
- نگهداری و آموزش
- روش‌های خرابی
- آگاهی مدیریت

۹-۲ کاربردها

اصلی‌ترین عاملی که در قابلیت اطیمنان به سیستم‌های برق پشتیبان و اضطراری باید مورد توجه قرار گیرد کاربرد آن است. کاربرد نادرست این‌گونه تجهیزات، زود یا دیر، ضعف قابلیت اطمینان به آن را آشکار می‌سازد.

omoorepeyman.ir

طراح باید انتظارات کاربر را از عملکرد سیستم مورد بررسی قرار دهد. طراحی یک سیستم قابل اطمینان باید با بررسی و رعایت موارد زیر به‌عمل آید :

- تجربه کاربر در ارتباط با نوع دستگاه مورد نظر
- بررسی محل‌های نصب ممکن برای تجهیزات
- بررسی میزان و نوع باری که باید تغذیه شود
- بررسی استانداردها و آیین‌نامه‌ها و الزامات بیمه‌ای که باید اعمال شود
- بررسی الزامات برق منطقه‌ای و اثرات احتمالی برق اضطراری
- چگونگی استفاده از سیستم
- بررسی و مطالعه اتصال کوتاه در سیستم موجود و سیستم پیشنهادی و نتایج آن
- بررسی هم‌آهنگی حفاظتی سیستم پیشنهادی
- بررسی و تایید سازگاری عناصر سیستم پیشنهادی با سیستم موجود، به ویژه یو ـ پی ـ اس و دستگاه موتور ـ ژنراتور. سیستم یو ـ پی ـ اس حالت جامد (solid state) دارای جریان هارمونیک‌هایی است که با کنترل‌های ژنراتور تداخل می‌کند. در برخی موارد ژنراتور نمی‌تواند هارمونیک‌های لازم را تولید نماید و باعث درست کارنکردن یو ـ پی ـ اس می‌شود.
- شرایط گذرا باید بررسی و ارزیابی شود، به ویژه در مورد بارهای گامی روی ژنراتورها. ژنراتور باید بتواند این‌گونه بارها را با ایمنی تحمل نماید. همچنین جریان‌های هجومی از سیستم یو ـ پی ـ اس و راه‌اندازهای موتوری و اثر آن بر روی سیستم نیز باید ارزیابی شود.
- میزان افزونگی (redundancy) لازم باید بررسی شود.
- مهارت کارکنان برای راهبری و نگهداری سیستم باید بوجود آید

علاوه بر در نظر گرفتن موارد فوق، طراح باید عملکرد کل سیستم را کاملا" تعریف نماید. طراح نباید در دام تفکر تناسب و تکافوی سیستم‌های برق بدون وقفه (UPS) یا دیزل ژنراتور بیفتد. برای مثال، یک مرکز کامپیوتر اصلی (main frame) معمولا" برای تداوم عملکرد به یک سیستم خنک‌کننده نیاز دارد. طراحی برق پشتیبان با تفکر صرفا" تغذیه کامپیوتر، بدون لحاظ نمودن سیستم خنک‌کننده، سیستم قابل اطمینانی نخواهد بود.

گسترش کامپیوترهای شخصی و نرم افزارهای کاربردی، وفور ابزارهای طراحی را در بر داشته است. اکنون با استفاده از برنامه‌های کاربردی می‌توان عملکرد یک سیستم مدل کامل برق اضطراری شامل بارگذاری ژنراتور و محاسبه جریان‌های لحظه‌ای، تخلیه باتری، و دیگر ویژگی‌های سیستم‌های برق پشتیبان را برنامه‌ریزی و طراحی نمود.

طراحان سیستم‌های برق پشتیبان همچنین باید از محصولات ویژه موجود ونیز گرایش‌ها و مباحث صنعتی جدید همواره آگاهی داشته باشند.

omoorepeyman.ir

۹-۳ شرایط و بستگی‌های محیطی

در سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان آنچه که به نگرانی عمده طراح و کاربر ارتباط پیدا می‌کند مجموعه شرایط و بستگی‌های محیطی است. هنگامی که تجهیزات با راهبری محیطی سازگار نباشد، هر دو معیار کمی متوسط زمان بین خرابی‌ها (MTBF) و متوسط زمان تعمیر (MTTR) دچار مشکل می‌شود. پرسش‌ها و نگرانی‌های بیشماری وجود دارد که می‌توان مجموع آن را زیر عنوان کلی بستگی‌های محیطی مطرح نمود.

اولین موضوع قابل بررسی انتخاب نوع تکنولوژی است که کارکنان کاربر باید بتوانند با آن کار کنند. در صورتی که تکنولوژی جدید بوده و کاربر بتواند با آن کار کند، بهترین حالت خواهد بود، لیکن در صورتی که همانند سازی با شرایط ایجاد مشکل نماید، تجهیزات در هنگام نیاز قابل استفاده نبوده و مضافا" هزینه نگهداری بالا می‌رود و سرمایه‌گذاری ضعیفی در تکنولوژی جدید صورت گرفته است.

موضوع دیگری که باید به آن پرداخته شود شرایط فرد کنترل‌کننده سیستم و چگونگی نگهداری آن است که باید طراح به آن نیز توجه داشته باشد.

شرایط محیطی از قبیل آلودگی، گرما، سرما، خورندگی، انفجار آمیزی، گرمسیری و مانند آن نیز حائز کمال اهمیت است، بدیهی است که انتخاب نوع موتور ـ ژنراتور باید برای محیط مورد نظر مناسب باشد. مهندس طراح ناگزیر است کلیه اطلاعات فیزیکی، الکتریکی و توصیه‌های محیطی و داده‌های دیگر تجهیزات را از سازنده دریافت نماید. این نیازها باید در مرحله اولیه طراحی در نظر گرفته شود تا بتوان سیستم‌های حمایتی و حفاظتی لازم طراحی و اجرا شود. در مواردی که سیستمی بازسازی و یا اضافه می‌شود، این‌گونه داده‌ها باید به دقت مورد مطالعه قرار گیرد تا سازگاری لازم رعایت شود. در مواردی که اصلاح سیستم مطرح باشد، باید از ابتدای امر مشخص شود تا آن را بتوان در تحلیل اقتصادی سیستم منظور نمود، زیرا برخی اصلاحات ممکن است تغییر تکنولوژی یا راه حل دیگری را دیکته کند. به عنوان مثال طراح باید وزن تقریبی دستگاه‌ها، باتری‌ها، شارژرها و اینورترها، دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور و دیگر تجهیزات مورد استفاده در برق پشتیبان را که ممکن است بسیار سنگین نیز باشد بدست آورد. همچنین باید کف وسازه مربوط را برای دستگاه‌های اضافی جدید از نظر استحکام بررسی نماید. این‌گونه بررسی‌ها باید از پیش انجام شده و در پروژه پیشنهادی منظور شود.

موارد دیگری که طراح باید مورد بررسی قرار دهد شامل مصرف تقریبی سوخت و الزامات مرتبط با منابع سوخت روزانه و ذخیره، و نیز وجود روشنایی و فضای لازم برای تعمیرات عادی است. همچنین پیش‌بینی دستگاه‌های لازم مانند جرثقیل‌های سقفی برای فعالیت‌های مربوط به تعمیرات اساسی از قبیل جابجایی تجهیزات سنگین (برای تاسیسات بزرگ) و یا جرثقیل‌های سیار (برای تاسیسات کوچک) می‌باشد. انتخاب لوازم نیز باید با توجه به پیش‌بینی تعمیر و نگهداری صورت گیرد به گونه‌ای که مثلا" کلید انتقال خودکار بایستی مجهز به مدار کنارگذر باشد تا در هنگام تعمیرات عادی، خاموشی رخ ندهد.

omoorepeyman.ir

مهندس طراح همچنین باید مقررات، آیین‌نامه‌ها و استانداردهای مربوط را مورد مراجعه قرار داده و آنچه مربوط به ضوابط طراحی و اجرای برق اضطراری و پشتیبان و ایمنی حیاتی است مانند منابع زیر مطالعه و رعایت نماید :

۱- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

- نشریه شماره ۱-۱۱۰ (مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برق ساختمان ـ جلد اول : تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط ـ تجدید نظر دوم) فصل نهم
- نشریه شماره ۶۲۲ (مشخصات فنی عمومی و اجرایی سیستم‌های ردیابی و اعلام حریق ساختمان)
- نشریه شماره ۱۱۲ (حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق)

۲- مقررات ملی ساختمان

- مبحث سوم (حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق)
- مبحث سیزدهم (طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان‌ها)
- مبحث بیست و یکم (پدافند غیر عامل)

۳- سازمان ملی استاندارد

- استاندارد ملی ۱-۱۹۳۷ (تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها)

۴- استانداردهای خارجی

- NFPA 70 (National Electrical code, NEC)

- ANSI / NFPA 101 (Code for Safety to Life from Fire in Buildings and Structures)

۴-۹ مشخصات دستگاه‌ها و آزمون‌های پذیرش

مهندس طراح پس از ارزیابی کامل کاربرد مورد نظر و شرایط راهبری محیطی، باید مشخصات تجهیزات مورد لزوم را تعیین نموده و اطمینان حاصل نماید که تمامی ملاحظات در نظر گرفته شده است. طراح باید از مشخصات "تیپ" که به طور معمول سازندگان ارایه می‌نمایند اجتناب نماید زیرا مشخصات و آزمون‌های پذیرش از نظر قابلیت اطمینان سیستم بسیار حائز اهمیت است.

مهندس طراح باید کلیه نقشه‌های کارگاهی، گزارش‌های آزمون و مستندات را قبل از سفارش به سازنده مورد بررسی و تصویب قرار دهد. وی همچنین باید آزمون‌های کارگاهی لازم را مشخص نماید. اتکا به آزمون‌های استاندارد سازنده غالبا" برای این‌گونه سیستم‌ها کافی نمی‌باشد. طراح سیستم نباید در درخواست آزمون و تایید کلیه ویژگی‌های دستگاه‌ها قبل از ارسال به کارگاه تردید نماید. آزمون‌های زیر باید مورد تاکید قرار گیرد :

- آزمون دستگاه‌ها در زیر بار با نرخ ضریب قدرت و نه بار خالص مقاومتی
- بررسی کلیدهای انتقال با استفاده از اسیلوگراف (Oscillograph) برای کنترل یکنواختی جریان عبوری
- آزمون کلیه تجهیزات با اتصال به یکدیگر قبل از ارسال از کارخانه. این آزمون برای سیستم‌های مهندسی شده اهمیت ویژه‌ای دارد.

omoorepeyman.ir

- الزام به تداوم تمامی آزمون‌ها به مدت کافی برای گرم شدن، اضافه دما، تغذیه سوخت، و چند گام انتقال بار همراه با بازگشت به شرایط عادی

در مواردی که از سیستم یو ـ پی ـ اس با استفاده از باتری‌های اسید ـ سرب استفاده می‌شود، گام‌های زیرین برای آزمون فرآیند آن به‌عمل آید. این گام‌های آزمون باید پس از سوار نمودن کامل تجهیزات و کنترل کیفیت آن انجام شود :

الف ـ افزایش گام‌های بار به صورت ۲۵ درصدی با ضریب قدرت مشخص شده و ملاحظه شکل موج خروجی، تنظیم ولتاژ و ولتاژهای لحظه‌ای. این اطلاعات باید ثبت شده و قبل از ارسال تجهیزات به خریدار منتقل شود.

ب ـ با استفاده از کلید دستی باید انتقال از اینورتر به برق پشتیبان در حالت بدون بار و زیر بار کامل (با ضریب قدرت اسمی) به‌عمل آمده و مجددا" به حالت اولیه بازگشت شود. کلیه اختلالات خارج از حدود مشخصات باید اصلاح شده و این آزمون تکرار شود.

پ ـ راه‌اندازی سیستم (ویژه باتری و آزمون موقت منبع برق مستقیم) در حرارت ۴۰ درجه سانتیگراد برای ۲۴ ساعت در شرایط مختلف بار و تابع موارد زیر :

۱- حداقل و حداکثر ولتاژ مستقیم = ۱/۷۵ ولت × تعداد سلول‌ها : ۲/۳۰ ولت × تعداد سلول‌ها

۲- حد اضافه جریان (انتقال و انتقال مجدد)

۳- عملکرد خودکار کلید استاتیک شامل انتقال و انتقال مجدد در شرایط بار مختلف برای حداقل ۲۴ بار

در این‌گونه موارد جدا" توصیه می‌شود که تعیین کننده مشخصات، یا یک جایگزین صلاحیت‌دار فنی تمامی آزمون‌های کارخانه‌ای را رؤیت کند. تجهیزات تا اتمام موفقیت آمیز و تایید تمامی آزمون‌ها نباید حمل شود. این امر برای تجهیزات سفارشی (custom – built) حائز اهمیت بسیار است. از آنجا که همه آزمون‌ها را نمی‌توان مورد مشاهده قرارداد؛ باید موازنه‌ای بین هزینه مشاهده آزمون در کارخانه و انجام تغییرات در کارگاه به‌عمل آید. هر چه انجام کار در کارگاه مشکل‌تر و هزینه آن بیشتر باشد، انجام آزمون در کارخانه مطلوب‌تر خواهد بود.

در مشخصات باید نام تعیین کننده آن به عنوان طرف نهایی تفسیر فنی مشخصات یا قرارداد ذکر شود. مدیران قرارداد و نمایندگان خرید می‌توانند و بایستی موارد قانونی خرید را انجام دهند؛ اما آنان نباید در جنبه‌های فنی خرید مداخله نمایند.

جنبه دیگری از موارد آزمونی در این فرآیند قابلیت اطمینان کل سیستم است. در مواردی که کاربر الزام به شرایط کلی خاصی برای سیستم کرده باشد، یک آزمون تنها از نظر آماری آزمون معتبری برای تایید آن نخواهد بود. در این‌گونه موارد یک سری آزمون متناسب با شرایط تعیین شده مورد نیاز خواهد بود که باید به دقت طراحی و اجرا شود.

omoorepeyman.ir

۹-۵ نگهداری و آموزش

بدیهی است که سیستم‌های برق پشتیبان، به ویژه موتور ـ ژنراتورها نیاز به نگهداری دارد، لیکن این بخش از برنامه کاری اغلب دچار فراموشی می‌شود. مبحث نگهداری در فصل هفتم به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. آنچه ذیلا" به آن پرداخته شده است صرفا" از نقطه نظر قابلیت اطمینان به سیستم است که بر حسب مورد برخی یا تمامی مطالب زیر باید ملاک عمل قرار گرفته و رعایت شود :

الف ـ ذخیره سوخت و روغن کافی باید برای مراحل تمرینی، نگهداری و کاربری برق پشتیبان در تمامی اوقات موجود باشد.

دوره‌های تمرینی به کارانداختن موتور ـ ژنراتور باید براساس توصیه‌های سازنده، آیین‌نامه‌هایی مانند ANSI / NFPA 110، و دیگر مقررات محلی تعیین شود. دوره‌های مزبور باید در فرم ویژه‌ای ثبت و نگهداری شده، و در یک برگ یادداشت نیز مشکلات و دیگر موارد لازم نگاشته و براساس نیاز مربوط اقدام شود.

بسیار مهم است که یک برنامه تمرینی واقع‌بینانه پیش‌بینی شود، زیرا تمرینات اضافی، استهلاک زود رس دستگاه‌ها را به همراه خواهد داشت و انجام تمرینات کمتر از حدود لازم ممکن است باعث عدم آمادگی ماشین‌آلات به هنگام نیاز شود.

تمامی بخش‌های متحرک به نوعی روغنکاری نیاز دارد و روغن مورد استفاده باید در فواصل منظم تعویض شود. به همین جهت باید همواره روغن کافی و ازنوع درست ذخیره و برای روغنکاری‌های دوره‌ای یا برنامه‌ریزی نشده موجود باشد. الزامات نگهداری موتورها و توربین‌ها بستگی به شمار ساعات کار این‌گونه دستگاه‌ها و کیفیت روغن مورد مصرف دارد.

کاربر باید از کیفیت خوب سوخت اطمینان حاصل کند. سوخت مورد مصرف باید برای محیط مورد نظر مناسب باشد، به عنوان مثال نقطه ریزش[1] سوخت دیزل باید ۶ درجه سانتیگراد کمتر از حرارت محیطی رعایت شود. (ANSI / ASTM D 975 – 92a) اگر منبع در فضای آزاد باشد رعایت این عامل حائز اهمیت بسیار است. تحویل سوخت در شرایط نا مساعد می‌تواند مسایل عمده‌ای برای موتور یا توربین ایجاد کند.

ب ـ کارکنان راهبری و نگهداری باید برای تجهیزات مربوط اموزش داده شوند.

کارکنان نگهداری سیستم باید روی دستگاه‌های مربوط آموزش کافی داده شوند. این امر همچنین برای کارکنان راهبری نیز صادق است. آموزش اپراتورها باید شامل طرز کار دستگاه‌ها بوده و این که هر دستگاهی چه می‌تواند انجام دهد و چه نمی‌تواند انجام دهد شود. آموزش کافی، استفاده نابجا از ماشین‌آلات به علت عدم آگاهی را حذف می‌نماید. نتیجه کارآموزی خوب تنها تعلیم مکانیک ماهر برای دستگاه‌ها نمی‌باشد بلکه این‌گونه کارکنان نسبت به سیستم احساس غرور و مالکیت می‌کنند. این

1- Pour point

omoorepeyman.ir

سرمایه‌گذاری هزینه‌اش را چندین برابر در کاهش زمان خرابی‌ها، نگهداری کمتر و افزایش روحیه افراد بازپرداخت می‌نماید.

پ ـ دسترسی به ابزار و مدارک کافی

برای خرید ابزارهای خاص و مدارک لازم باید بودجه مورد نیاز در نظر گرفته شود. افرادی که بهترین آموزش‌ها را دیده باشند نیز بدون دسترسی به ابزار و مدارک ضروری قادر به انجام نگهداری درست سیستم نخواهند بود. مهندس تنظیم کننده اولیه پیشنهاد مناقصه باید هزینه حداقل دو دست ابزار ویژه و مدارک نگهداری لازم را پیش‌بینی کند.

ت ـ پیش‌بینی نگهداری پیشگیرانه

مجری یا راهبر سیستم باید یک برنامه کامل نگهداری پیشگیرانه برای تمامی دستگاه‌ها در نظر بگیرد. این برنامه باید بر پایه توصیه‌های سازنده تهیه شود. راهنماهای کلی نیز برای این‌گونه موارد وجود دارد که ممکن است مورد مطالعه قرار گیرد.

ث ـ ثبت و نگهداری پرونده تعمیرات

کلیه فعالیت‌های مرتبط با تعمیرات و نگهداری سیستم باید با جزییات کامل ثبت و نگهداری شده و به سهولت در دسترس قرار گیرد. این اطلاعات کاربر را قادر می‌سازد تا قطعات یدکی کافی، سوخت، روغن و دیگر لوازم مورد نیاز را تهیه و در انبار نگهداری نماید. این نوع اقدامات در برنامه‌ریزی نگهداری سیستم کمک موثری خواهد نمود.

ج ـ تمیز نگهداشتن دستگاه‌ها و محیط

کثیف بودن دستگاه‌ها و محیط کار باعث ایجاد مشکلات زیر می‌شود :

۱- دمای اضافی اجزاء

افزایش حرارت باعث کوتاهی عمر تقریبا" همه بخش‌های سیستم برق پشتیبان می‌شود.

۲- نفوذ کثافت به قطعات حساس

در مواردی که لوازم و قطعات حساس به نفوذ اشیاء خارجی به طور منظم تمیز نشود، دستگاه از کار می‌افتد.

۳- ممانعت از ردیابی خرابی توسط کارکنان نگهداری

کار بر روی تجهیزات کثیف برای همگان مشکل است. یک سیستم تمیز به نگهداری کمک نموده و زمان انجام تعمیرات را کاهش می‌دهد.

چ ـ استفاده از سرویس تعمیر و نگهداری خارج از موسسه

omoorepeyman.ir

برخی فعالیت‌های مرتبط با نگهداری دستگاه‌ها به کمک سرویس‌های خارج از سازمان یا موسسه نیاز دارد. یک نمونه آن تجزیه روغن موتورها و توربین‌ها با روش اسپکترومتری (spectrometric) است. روشی که با آزمایش روغن موتور ذرات فلزی در آن مشخص می‌شود. بدین ترتیب شرایط دستگاه موتور یا توربین ژنراتور مشخص می‌شود ولی می‌توان برای انجام تعمیرات آن به طور مقتضی برنامه‌ریزی نمود. این آزمایش باید به صورت دوره‌ای صورت گیرد (به فصل هفتم نگاه کنید). نمونه دیگر استفاده از سرویس خارجی آزمون بررسی آب در سوخت دیزل است. آب باعث تشکیل رسوب درتانک گازوئیل می‌شود. این آزمون کاربر را از تشکیل آن آگاه نموده و فعالیت‌های مربوط به اصلاح آن را امکان‌پذیر می‌نماید.

ح ـ نصب دستور کار در معرض دید

مجری یا راهبر سیستم باید نقشه کامل سیستم یا دیاگرام میمیک آن را در محلی آشکار و در معرض دید قرار دهد. در روی نقشه مزبور یا در مجاورت آن باید دستور کار استفاده از مسیر کنارگذر برای راهبری و نگهداری سیستم به صورت واضح نشان داده شود. نقشه میمیک باید یا به صورت تک خطی و یا به شکل دیاگرام کلیدزنی باشد. دستور کار باید با توجه به میزان ادراک و مهارت اپراتور سیستم نگاشته و تنظیم شود. این‌گونه دستور کار و نقشه میمیک مربوط نباید چنان پیچیده باشد که متوسط اپراتورها در خواندن و تعبیر آن دچار مشکل شوند.

اطلاعات دیگری که باید در نزدیگی نقشه فوق قرار گیرد یک نمودار عیب‌یابی است. این‌گونه نمودارها معمولا" توسط سازنده تهیه می‌شود و حاوی دستور کار گام به گام برای نوعی عملکرد نادرست دستگاه است. این نوع نمودار معمولا" جزییات راهبری را منعکس نمی‌نماید و به عنوان کتاب آموزش دستی تلقی نمی‌شود، بلکه برخی مسایل همسان یا متداول و راه اصلاح آن را نشان می‌دهد.

خ ـ نگهداری قطعات یدکی کافی در دسترس

به منظور نگهداری‌های برنامه‌ریزی شده و اتفاقی دستگاه‌ها باید برخی قطعات یدکی ضروری به تعداد کافی پیش‌بینی و نگهداری شود. در این مجموعه باید فیلترها و فیوزهای لازم و اقلامی از این دست گنجانده شود. در این‌گونه موارد بایستی با سازندگان در مورد نگهداری صفحه یا برد مداردها، رکتیفایرهای سیلیکونی (ACR_s) و دیگر اقلام لازم مشورت شود.

۹-۶ بررسی انواع خرابی‌ها (عیوب قابل پیش‌بینی)

در طراحی سیستم‌های برق پشتیبان طراح باید موارد قابل پیش‌بینی مانند سؤالات زیر را بررسی نماید :

- آیا برق پمپ انتقال سوخت توسط دیزل ژنراتور تامین می‌شود؟
- آیا آتش‌سوزی در یک رایزر باعث از دست رفتن برق عادی و اضطراری می‌شود؟
- آیا قطع برق باعث می‌شود که یک کامپیوتر در مجموعه از نو شروع به کار نماید (reboot)؟

omoorepeyman.ir

- آیا سیستم هنگام بازگشت برق عادی به درستی پاسخ می‌دهد؟
- آیا حفاظت رله‌ای برای پاسخ به شرایط غیر عادی مورد بررسی قرار گرفته است؟

بررسی موارد مشابه دیگر نیز به طراح و کاربر سیستم توصیه می‌شود.

۹-۷ آگاهی مدیریتی

هیچ یک از مطالب زیر بدون حمایت مدیریت دستگاه یا کارخانه مورد نظر قابل حصول نخواهد بود. این حمایت برای راهبری قابل اطمینان حیاتی است.

چالش برانگیزترین تکلیف کاربر یا مجری آگاه نمودن مدیریت از هزینه سیستم برق پشتیبان است. کاربر موظف است که ضمن کار با مدیریت، بودجه واقع‌بینانه راهبری و انتظارات از آن را مطرح نماید. بودجه و هداف آن باید با هزینه نهایی قطع برق مقایسه شود. مدیریت و کاربر باید انتظارات و بودجه‌های واقع‌بینانه را در اختیار یکدیگر قرار دهند. ثبت اطلاعات نگهداری در این زمینه اهمیت حیاتی دارد. (برای جزییات بیشتر به بند ۹-۵ ث مراجعه شود). این اطلاعات پایه برآورد هزینه‌های دقیق آینده می‌شود و اقلامی که بیشترین هزینه نگهداری را مصرف می‌کند و باید تعویض شود، مشخص می‌گردد.

کاربرد تحلیل اقتصاد مهندسی استاندارد برای بودجه‌بندی هنگامی به سهولت قابل حصول است که اطلاعات دقیق هزینه‌ها وجود داشته باشد. اطلاعات اختلالات و قطعی‌های برق، و هزینه‌های اجتناب شده به علت موجود بودن برق پشتیبان نیز در این فرآیند بسیار ارزشمند است.

omoorepeyman.ir

پیوست الف

گروبندی انواع تصرف براساس میزان مخاطره برای انسان (استاندارد ASCE /SEI 7)

در طراحی هر نوع ساختمان از جمله مواری کـه باید مـورد توجه قرار گیرد تعیین نوع تصرف آن است. براساس استاندارد ASCE انواع بناها براساس میزان مخاطره برای انسان به چهار گروه به شرح زیر طبقه بندی شده است که ممکن است مبنایی برای تعیین نوع برق اضطراری و پشتیبان مورد نیاز برای آن قرار گیرد :

گروه یک : ساختمان‌هایی که در صورت فروریزی مخاطره کمی برای زندگی انسان دارد. این‌گونه بناها شامل تصرف‌هایی است که انسان در آن زندگی نمی‌کند، یا فقط زمان خیلی کوتاهی در آن حضور پیدا می‌کند، طول زمانی که مثلا" فقط چیزی انبار شود یا به دام‌ها سر زده شود. نمونه‌هایی از این‌گونه موارد در تسهیلات کشاورزی و برخی مکان‌های موقتی یا انبارهای کوچک وجود دارد.

گروه دو : ساختمان‌هایی که معمولا" بیش از همه استفاده شده و به غیر از گروه‌های یک، سه و چهار را شامل می‌شود. ساختمان‌های یک و دو خانواری نوعا" گروه دو محسوب می‌شود. همچنین ساختمان‌هایی که محتوی مواد خطرزا است در صورتی که بتوان به مقامات ذی‌ربط اثبات نمود که برای عامه مردم ایجاد خطری نمی‌کند در این گروه طبقه‌بندی می‌شود.

گروه سه : ساختمانی‌هایی را شامل می‌شود که در صورت فروریزی خطر قابل توجهی برای زندگی انسان به وجود می‌آورد. این‌گونه ساختمان‌ها شامل مواردی است که در آن بیش از ۳۰۰ نفر اجتماع می‌کنند، بناهایی که روزانه در آن بیش از ۱۵۰ نفر نگهداری می‌شود، مدارس با ظرفیت بیش از ۲۵۰ نفر، دانشکده ها یا ساختمان‌های آموزش بزرگسالان با گنجایس بیش از ۵۰۰ نفر، بناهای درمانی با ظرفیت ۵۰ نفر یا بیشتر بیمار ساکن (تسهیلات درمانی بدون اورژانس و جراحی)، زندان‌ها و بازداشتگاه‌ها، نیروگاه‌ها و دذیگر بناهای عمومی که در گروه چهار قرار ندارند. همچنین ساختمان‌هایی که حاوی مواد خطرزا مانند سوخت، مواد شیمیایی خطرزا، مواد یا پسماند انفجار آمیز می‌باشد و ممکن است در صورت رها شدن سلامت عموم را به مخاطره اندازد، از جمله گروه سه محسوب می‌شود.

گروه چهار : ساختمان‌های حیاتی و ضروری است که از آن جمله بیمارستان‌ها و دیگر بناهای درمانی که در آن اعمال جراحی و یا درمان‌های اضطراری صورت می‌گیرد، منابع آب و تجهیزات مرتبط به آن، بناهای آتش‌نشانی و امداد و نجات، ایستگاههای پلیس، پناهگاه‌ها و مانند آن می‌باشد. اصولا" هر ساختمانی که برای امور اضطراری یا دفاعی استفاده می شود در این گروه قرار می‌گیرد. همچنین، ساختمان‌هایی که مواد بسیار خطرناک به مقدار تعیین شده توسط مقامات مربوط در آن وجود دارد نیز در این گروه قرار دارد.

omoorepeyman.ir

پیوست ب

استاندارد سیستم‌های تغذیه نیروی برق اضطراری و پشتیبان (بر اساس استاندارد NFPA 110)

۱ کلیات

۱-۱ دامنه پوشش

الزامات عملکرد سیستم‌های نیروی برق اضطراری و پشتیبان مورد لزوم برای بارهای الکتریکی ساختمان و تاسیسات، در صورت قطع برق اولیه، به شرح زیر :

۱-۱-۱ سیستم‌های نیرو شامل منابع نیرو، تجهیزات انتقال، کنترل‌ها، تجهیزات نظارتی، و تمامی تجهیزات الکتریکی و مکانیکی مورد نیاز برای تغذیه نیروی برق به ترمینال‌های بار دستگاه‌های انتقال.

۱-۱-۲ الزامات نصب، راهبری، نگهداری، و آزمون‌های مورد نیاز در زمینه عملکرد سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان (Emergency Power Supply System, EPSS)

۱-۲ هدف

ارایه ضوابط و معیارهای لازم در زمینه الزامات عملکرد سیستم برق اضطراری و پشتیبان به شرح زیر :

۱-۲-۱ ارایه رهنمود برای طراحان، ناظران، مجریان نصب، سازندگان، و کاربران این‌گونه سیستم‌ها به گونه‌ای که این دستورالعمل‌ها بتواند وسیله ارتباطی بین طرف‌های دست‌اندرکار باشد.
بدیهی است که این ضوابط صرفا" جایگزین سایر مشخصات، معیارها و استانداردهای لازمه نخواهد بود.

۲ تعاریف

۲-۱ گروه تصرف : حداقل بارهای طراحی برای ساختمان‌ها و سازه‌ها

۲-۲ راه‌اندازی سیاه : در مواردی که سیستم ذخیره انرژی قابلیت راه‌اندازی محرک اولیه را بدون استفاده از منبع انرژی دیگر داشته باشد.

۲-۳ منبع نیروی برق اضطراری (Emergency Power Supply, EPS)

منبع نیروی الکتریکی با ظرفیت و کیفیت لازم برای یک سیستم تغذیه نیروی اضطراری (EPSS)

omoorepeyman.ir

۴-۲ سیستم تغذیه نیروی برق اضطراری (Emergency Power Supply System, EPSS)

یک سیستم منبع نیروی برق اضطراری عملکردی کامل کوپله شده به سیستم هادی‌ها، وسایل قطع و لوازم حفاظت اضافه جریان، کلیدهای انتقال، و تمامی وسایل کنترل و نظارت، و دستگاه‌های پشتیبانی شامل ترمینال‌های بار تجهیزات انتقال مورد نیاز برای عملکرد سیستم منبع نیروی الکتریکی به صورت ایمن و قابل اطمینان.

۵-۲ برای سایر تعاریف به فصل اول نگاه کنید.

۳ طبقه‌بندی سیستم‌های تغذیه نیروی برق اضطراری (EPSS)

۱-۳ کلیات

سیستم‌های تغذیه برق اضطراری باید با استفاده از یک منبع نیروی الکتریکی با ظرفیت مورد نیاز، با قابلیت اطمینان، و دارای کیفیت لازم را برای تغذیه بار برای مدت مشخص شده در جدول ۳-۱ (الف) و در ظرف مدت زمان مشخص شده پس از قطع یا خرابی برق عادی برابر جدول ۳-۱ (ب) تامین کند.

جدول ۳-۱ (الف) : طبقه‌بندی کلاس (class) نیروی برق اضطراری با توجه به حداقل مدت تغذیه برق

کلاس	حداقل زمان
کلاس ۰/۰۸۳	۰/۰۸۳ ساعت (۵ دقیقه)
کلاس ۰/۲۵	۰/۲۵ ساعت (۱۵ دقیقه)
کلاس ۲	۲ ساعت
کلاس ۶	۶ ساعت
کلاس ۴۸	۴۸ ساعت
کلاس X	زمان‌های دیگر، بر حسب ساعت، با توجه به نوع کاربری لازم، آیین‌نامه‌ها، یا استفاده کننده

جدول ۳-۱ (ب) : انواع (Types) سیستم‌های برق اضطراری از نظر مدت زمان تامین نیرو پس از خرابی یا قطع برق

عنوان	مدت زمان اعاده برق
نوع U	اصولا" غیر قابل قطع [سیستم‌های بدون وقفه (UPS)]
نوع ۱۰	۱۰ ثانیه
نوع ۶۰	۶۰ ثانیه
نوع ۱۲۰	۱۲۰ ثانیه
نوع M	دستی ایستا یا غیر خودکار، بدون محدودیت زمانی

omoorepeyman.ir

۲-۳ کلاس (Class)

کلاس عبارت است از حداقل زمان، بر حسب ساعت، که سیستم تغذیه برق اضطراری (EPSS) برای نرخ بار مورد نظر، بدون تجدید سوخت یا شارژ طراحی شده است (به جدول ۳-۱ الف نگاه کنید).

۳-۳ نوع (Type)

نوع عبارت است از حداکثر زمان، بر حسب ثانیه، که سیستم تغذیه برق اضطراری (EPSS) به ترمینال‌های کلید انتقال اجازه می‌دهد بدون نیروی برق قابل قبول باشد (به جدول ۳-۱ ب نگاه کنید).

۴-۳ سطح (Level)

این ضوابط استاندارد دو سطح از نصب، عملکرد، و نگهداری تجهیزات را مشخص می‌نماید :

۱-۴-۳ سیستم‌های سطح یک در مواردی باید نصب شود که خرابی یا قطع برق باعث عدم عملکرد تجهیزاتی شود که منجر به از دست رفتن جان انسان شده یا جراحات جدی به آن وارد شود.

۲-۴-۳ سیستم‌های سطح دو در مواردی باید نصب شود که عدم عملکرد برق اضطراری (EPSS)[1] برای زندگی و ایمنی انسان دارای مخاطرات کمتری است و مقامات دارای مسوولیت در این حوزه درجه ای از انعطاف پذیری را نسبت به سطح یک مجاز می‌شمرند.

۳-۴-۳ کلیه تجهیزات باید به طور دائمی نصب شود.

۴-۴-۳ سیستم‌های سطح یک و سطح دو باید این اطمینان را حاصل کند که تمامی بارهای مورد تغذیه توسط سیستم‌های برق اصطراری و پشتیبان (EPSS) از تغذیه برق جداگانه‌ای استفاده می‌کند که حایز شرایط زیر است :

(۱) دارای کیفیتی است که محدودیت‌های شرایط بار در آن لحاظ شده است.

(۲) طول زمان مشخص شده در کلاس مورد نظر برابر جدول ۳-۱ (الف) در آن رعایت شده باشد.

(۳) در محدوده زمانی مشخص شده در نوع مورد نظر برابر جدول ۳-۱ (ب) باشد.

۴ منابع انرژی اضطراری (EPS)[2] :منابع انرژی، مبدل‌ها، و لوازم مربوط (مولدها)

۱-۴ منابع انرژی

۱-۱-۴ استفاده از منابع انرژی زیر برای تغذیه برق اضطراری (EPS) مجاز خواهد بود :

(۱) محصولات نفتی مایع در شرایط فشار اتمسفری

(۲) گاز نفتی مایع (در شرایط خروج به صورت گاز یا مایع)

omoorepeyman.ir

1- Emergency Power Supply System
2- Emergency Power Supply

(۳) گاز طبیعی یا مصنوعی

در مواردی که در تاسیسات سطح یک امکان قطع منابع خارج از سایت زیاد است باید از ذخیره انرژی لازم در محل برای تامین نیروی برق اضطراری متناسب با کلاس مورد لزوم استفاده شود. این‌گونه موارد باید مجهز به کلید انتقال خودکار برای انتقال از برق اولیه به نیروی ثانوی باشد.

۴-۱-۲ در مناطق زلزله خیز که طراحی ساختمان با روش‌های دسته C، D، E، یا F براساس دسته‌بندی ASCE 7 انجام می‌شود باید از تجهیزات سطح یک کلاس X استفاده شود (حداقل ذخیره سوخت باید برای ۹۶ ساعت پیش‌بینی شود).

۴-۱-۳ در مواردی که تولید انرژی اولیه در محل انجام می‌شود، استفاده از منابع انرژی مندرج در بند ۴-۱-۱ به عنوان برق اضطراری در صورتی مجاز است که تجهیزات جداگانه اختصاصی تبدیل انرژی با ظرفیت برابر با نیروی برق اضطراری نیز موجود باشد.

۴-۱-۴ در مواردی که منبع اولیه تبدیل انرژی در محل انجام می‌شود، استفاده از سیستم برق شهری به عنوان برق اضطراری در صورتی مجاز است که سیستم مزبور قابل اطمینان باشد.

۴-۲ مولدهای انرژی ـ کلیات

۴-۲-۱ مولدهای انرژی صرفا" شامل ژنراتورها با تجهیزات گردان اولیه به شرح زیر خواهد بود :

(۱) موتورهای چهار هنگامه (otto cycle)

(۲) موتورهای دیزل

(۳) توربین‌های گازی

۴-۲-۲ مدل اولیه نمونه (prototype) تجهیزات گردان مشتمل بر لوازم حداقلی زیر باید مورد آزمون راهبری و نیروی خروجی قرار گیرد.

(۱) دینام شارژ باتری

(۲) پمپ آب (واتر پمپ)

(۳) فن رادیاتور برای واحدهای دارای رادیاتور یا خنک کننده‌های روغنی

(۴) پمپ و فیلتر سوخت

(۵) فیلتر هوا

(۶) انبار اگزوز یا شبیه ساز محدودیت حداکثر فشار اگزوز توصیه شده توسط سازنده محرک اولیه

omoorepeyman.ir

۳-۲-۴ نمونه مولد انرژی همراه با لوازم و کنترل‌های مربوط به آن باید در برابر اختلالات عادی و غیر عادی در زیر بار مورد آزمون قرار گیرد.

۴-۲-۴ مولدهای انرژی مورد استفاده برای سیستم‌های سطح یک باید در شرایط زیر طراحی، سوار شده، و مورد آزمون قرار گیرد :

(۱) اتصال کوتاه مدار

(۲) ضربه یا موج بار هنگام راه‌اندازی موتور

(۳) راهبری آسانسور

(۴) کنترل کننده‌های رکتیفایرهای سیلیکونی

(۵) دستگاه‌های اشعه ایکس

(۶) اضافه سرعت، اضافه دما، یا اضافه بار

(۷) شرایط محیطی غیر عادی

۵-۲-۴ در مواردی که محرک اولیه برای کاربردهای سطح یک استفاده می‌شود نباید هیچ‌گونه بار مکانیکی دیگری جز ژنراتور و لوازم آن را بگرداند.

۳-۴ مولدهای انرژی ـ دما

۱-۳-۴ سیستم برق اضطراری باید به گونه‌ای گرم نگهداری شود که دمای آب در ژاکت موتور و باتری در حد تعیین شده توسط سازنده و برای راه‌اندازی سرد و پذیرش نوع بار مورد نظر باشد.

۲-۳-۴ کلیه گرمکن‌های محرک اولیه باید هنگام کار محرک مزبور غیر فعال شود (برای توربین‌های احتراقی به بند ۶-۷-۶ نگاه کنید).

۱-۲-۳-۴ در محرک‌های اولیه که با هوا خنک می‌شود، استفاده از یک گرمکنی که روغن را در دمای تعیین شده توسط سازنده نگهداری می‌کند مجاز است.

۳-۳-۴ ضد یخ مورد استفاده باید برابر توصیه‌های سازنده باشد.

۴-۳-۴ استفاده از لوازم راه‌اندازی که با اتر (Ether) کار می‌کند مجاز نخواهد بود.

۴-۴ مولد های انرژی ـ ظرفیت

مولدهای انرژی باید ظرفیت و شرایط پاسخ و تحمل بار لازم در زمان تعیین شده در جدول ۳-۱ (ب) را، پس از قطعی برق اولیه دارا باشد.

omoorepeyman.ir

۴-۵ مولدهای انرژی ـ منابع سوخت

۴-۵-۱ منابع سوخت مشخص شده در بندهای ۴-۱-۱ (۱) و ۴-۱-۱ (۲) برای مولدهای انرژی مورد نظر برای سطح یک نباید برای مقاصد دیگر استفاده شود (برای الزامات سیستم سوخت، به بند ۶-۹ نگاه کنید).

۴-۵-۱-۱ منابع سوخت بسته (منابعی که در اتاق جداگانه نگهداری می‌شود) را می‌توان، در صورتی که همواره مقدار سوخت لازم برای برق اضطراری را تضمین کند، برای تغذیه سایر دستگاه‌ها مورد استفاده قرار داد.

۴-۵-۱-۲ سیستم‌های گازی LP باید دارای تغذیه سوخت اختصاصی باشد.

۴-۵-۲ یک کلید نشان دهنده حد پایین سوخت باید در منابع سوخت اصلی، که از منابع انرژی مندرج در بندهای ۴-۱-۱ (۱) و ۴-۱-۱ (۲) استفاده می‌کند، تعبیه شود به گونه‌ای که هنگام وجود حداقل سوخت لازم برای بار کامل مندرج در جدول ۳-۱ (الف) (کلاس مربوط) در منبع اصلی آگاهی حاصل شود.

۴-۵-۳ منبع اصلی سوخت باید دارای ظرفیت حداقل ۱۳۳ درصد مقدار حد پایین مندرج در بند ۴-۵-۲ یا آنچه در جدول ۳-۱ (الف) (کلاس مربوط) ذکر شده باشد.

۴-۶ تجهیزات گردان

۴-۶-۱ محرک‌های اولیه و لوازم مربوط، به استثنای موارد ذکر شده در این پیوست باید با ضوابط و معیارهای مندرج در استاندارد NFPA 37 مطابقت داشته باشد.

۴-۶-۲ عوامل کاهش نرخ قدرت محرک اولیه همچون ارتفاع، حرارت محیطی، محتوای انرژی سوخت، و شرایط سایت باید برای تعیین توانایی پاسخ بار متصله برابر توصیه‌های سازنده در نظر گرفته شود.

۴-۶-۳ لوازم محرک اولیه

۴-۶-۳-۱ گاورنرهای مورد استفاده باید دارای پهنای باند لازم برای فرکانس بار ثابت مورد نظر باشد.

۴-۶-۳-۱-۱ افت یا تغییر فرکانس (frequency droop) در شرایط بار و بی باری باید در طیف بار باشد.

۴-۶-۳-۱-۲ افت فرکانس (dip) در کاربردهایی که بار کامل در یک گام اعمال می‌شود نباید خارج از طیف بار بوده، و برابر الزامات بار به شرایط بار ثابت باز گردد.

omoorepeyman.ir

۴-۶-۳-۲ تغذیه کلیه شیرهای برقی مورد استفاده در خط سوخت و خطوط سیستم خنک کننده باید از برق باتری تامین شود. این‌گونه شیرها را باید بتوان به صورت دستی نیز به کار انداخت و یا این که دارای شیر کنار گذر باشد.

۴-۶-۳-۲-۱ شیرکنارگذر باید قابل مشاهده بوده و در دسترس قرار داشته باشد.

۴-۶-۳-۲-۲ شیرکنارگذر سوخت باید جدا از شیر موارد اضطراری باشد.

۴-۶-۳-۳ محرک اولیه باید مجهز به لوازم زیر باشد :

(۱) درجه نشان دهنده فشار روغن. موتورهای دارای سیستم روغنکاری پاششی (splash lubrication) به این وسیله نیاز نخواهد داشت.

(۲) درجه نمای دما برای نشان دادن حرارت ماده خنک کننده. موتورهایی که با هوا خنک می‌شود به این درجه نیاز ندارند.

(۳) زمان‌سنج برای نمایش مجموع زمان کار موتور

(۴) کنتور اندازه‌گیری شارژ باتری برای نمایش عملکرد وسایل شارژ باتری محرک اولیه

(۵) ابزار دقیق دیگر بنا بر توصیه یا ارایه سازنده محرک اولیه برای نگهداری آن

۴-۶-۳-۴ ابزار دقیق مندرج در بندهای (۱) تا (۴) فوق باید بر روی یک پانل بسته در جوار یا بر روی مولد انرژی، در جایی نصب شود که به سهولت در معرض دید کارکنان نگهداری قرار گیرد. پانل مزبور در صورتی که روی مولد انرژی نصب شود باید بر روی لوازم ضد شوک و لرزش قرار داده شود.

۴-۶-۳-۵ کلیه سیم‌کشی اتصالات پانل کنترل باید مهار شده و یا به نحو انعطاف‌پذیری مسدود شده و محکم بر روی محرک اولیه نصب شود تا از ساییده شدن و لرزش در امان بماند (برای الزامات پانل کنترل به بند ۴-۶-۵ نگاه کنید).

۴-۶-۳-۶ دستگاه ژنراتور باید توسط محرک اولیه گردانده شده و مجهز به یک شارژر باتری یکپارچه و رگولاتور ولتاژ بوده و بتواند واحد باتری را همواره به صورت کاملا" شارژ شده و آماده راه‌اندازی نگهدارد.

۴-۶-۳-۶-۱ در مواردی که شارژر خودکار باتری مجهز به نرخ بالا ـ پایین بوده و بتواند باتری راه‌اندازی را کاملا" شارژ نموده و در شرایط راه‌اندازی نگهدارد شارژر جداگانه‌ای که توسط محرک اولیه گردانده شود مورد لزوم نخواهد بود.

omoorepeyman.ir

۴-۶-۴ تجهیزات راه‌اندازی محرک اولیه

۱-۴-۶-۴ سیستم‌های راه‌اندازی ـ راه‌اندازی باید با استفاده از یک راه‌انداز الکتریکی یا یک سیستم راه‌اندازی ذخیره انرژی انجام شود.

۱-۱-۴-۶-۴ سیستم‌های راه‌اندازی الکتریکی باید با استفاده از یک سیم‌پیچ (solenoid) با گردش مثبت راه‌انداز موتور را درگیر نموده و محرک اولیه را برای مدت مشخص شده در بند ۴-۶-۴-۲ بدون اضافه دما، در سرعت حداقل برابر با آنچه توسط سازنده محرک اولیه توصیه شده و در کمترین حرارت محیطی پیش‌بینی شده در محل نصب، به گردش در آورد.

۲-۱-۴-۶-۴ سایر انواع سیستم‌های راه‌اندازی ذخیره انرژی (جز راه‌اندازهای پایروتکنیک) (pyrotechnic) در صورت توصیه سازنده محرک اولیه و تصویب دستگاه نظارت با توجه به موارد زیر مجاز خواهد بود :

(۱) در مواردی که دو سیکل کامل هندل زنی بدون تجدید انرژی ذخیره شده صورت گیرد.

(۲) در مواردی که یک دستگاه خودکار ترمیم انرژی از منبع اضطراری ذخیره انرژی تدارک شده باشد.

(۳) در مواردی که سیستم ذخیره انرژی دارای ظرفیت هندل زنی مندرج در بند ۴-۶-۴-۲-۱ را داشته باشد.

(۴) در مواردی که سیستم ذخیره انرژی دارای طرفیت ''راه‌اندازی سیاه'' را علاوه بر قابلیت تخلیه عادی داشته باشد.

۲-۴-۶-۴ محرک اولیه اتو (otto) یا دیزل ـ در محرک‌های اولیه آتو یا دیزل نوع و مدت سیکل هندل زنی باید به شرح جدول ۴-۶-۴-۲ باشد.

جدول ۴-۶-۴-۲ : الزامات تجهیزات راه‌اندازی

	الزامات تجهیزات راه‌اندازی	سطح یک	سطح دو
(الف)	واحد باتری	X	X
(ب)	گواهی باتری	X	NA
(پ)	سیکل هندل زنی	X یا O	O
(ت)	محدودیت زمان هندل زنی		
	سیکل هندل زنی (سه سیکل)	۷۵ ثانیه	۷۵ ثانیه
	هندل زنی مداوم	۴۵ ثانیه	۴۵ ثانیه
(ث)	شارژ باتری نوع شناور	X	X
	۱- آمپرمتر dc	X	X
	۲- ولتمترdc	X	X
(ج)	زمان شارژ مجدد	۲۴ ساعت	۳۶ ساعت
(ح)	کنتاکت‌های آلارم پایین بودن ولتاژ باتری	X	X

X : ضروری O : اختیاری NA : بی مورد

omoorepeyman.ir

۴-۶-۴-۲-۱ یک سیکل کامل هندل زنی یا استارت باید تقریبا" ۱۵ ثانیه به طول انجامیده و متعاقبا" ۱۵ ثانیه زمان استراحت داشته باشد. با شروع کار موتور، استارت بیشتر میسر نخواهد بود.

۴-۶-۴-۲-۲ دو وسیله ختم هندل زنی باید استفاده شود به گونه‌ای که یکی به عنوان پشتیبان دیگری عمل نموده و از درگیری ناخواسته راه‌انداز جلوگیری شود.

۴-۶-۴-۲-۳ در محرک‌های اولیه "آتو" و "دیزل" با قدرت ۱۵ کیلووات و کمتر استفاده از روش تداوم استارت مجاز خواهد بود.

۴-۶-۴-۳ **شمار باتری‌ها** ـ هر محرک اولیه باید مجهز به هر دو مورد زیر باشد :

(۱) واحدهای باتری ذخیره‌ای به شرح جدول ۴-۶-۴-۲

(۲) یک راک یا قفسه برای هر باتری یا وحد باتری

۴-۶-۴-۴ **ظرفیت باتری‌ها** ـ هر واحد باتری باید دارای ظرفیت لازم برای حفظ سرعت هندل زنی در دوره مشخص شده در بند ''ت'' از جدول ۴-۶-۴-۲ باشد.

۴-۶-۴-۵ **نوع باتری** ـ باتری مورد استفاده باید از انواع نیکل ـ کادمیم یا اسید ـ سرب باشد.

۴-۶-۴-۵-۱ باتری‌های اسید ـ سربی در صورت تر بودن باید شارژ شده باشد. باتری‌هایی که از اسید خالی بوده و خشک باشد یا به صورت خشک شارژ شده باشد نیز مجاز خواهد بود.

۴-۶-۴-۵-۲ **باتری‌های نیکل** ـ کادمیم منفذدار مورد استفاده باید پر شده و شارژ شده بوده و مجهز به دریچه تنظیم الاکلنگی و شعله‌گیر باشد.

۴-۶-۴-۵-۳ سازنده باید دستورالعمل‌های لازم برای نصب، راهبری و نگهداری باتری‌ها را ارایه داده و برای باتری‌هایی که به صورت خشک حمل می‌شود دستورالعمل ترکیبی الکترولیت را نیز تسلیم نماید.

۴-۶-۴-۵-۴ باتری‌ها نباید تا زمانی که دستگاه شارژر مستقر و آماده بهره‌برداری شود، نصب گردد.

۴-۶-۴-۵-۵ کلیه باتری‌های مورد استفاده باید برای کاربرد مورد نظر طراحی شده و ویژگی‌های عملکردی و قابلیت اطمینان مورد قبول دستگاه نظارت را کسب نماید.

۴-۶-۴-۵-۶ باتری‌ها باید برابر دستورالعمل‌های سازنده آن آماده بهره‌برداری شود.

omoorepeyman.ir

۴-۶-۴-۶ **شارژر باتری خوکار** ـ علاوه بر شارژر محرک اولیه (ماشین یا موتور) مندرج در بند ۴-۶-۳-۶-۱، یک (یا چند) شارژر به شرح جدول ۴-۶-۴-۲ باید برای شارژ مجدد یا نگهداری شارژ، یا هر دو، بر روی باتری راه‌اندازی یا کنترل، یا هر دو، تدارک شود.

۴-۶-۴-۷ کلیه شارژها باید شامل ویژگی‌های زیر بوده و عمل شارژ را بدون هر نوع عمل دستی انجام دهد (یعنی بدون استفاده از کلید دستی یا تعویض محل اتصال).

(۱) شارژر در ولتاژ اسمی باید بتواند انرژی لازم را به باتری کاملا" خالی بدون آسیب به آن تغذیه کند.

(۲) شارژر باید بتواند باتری کاملا" خالی را به ۱۰۰٪ آمپر ـ ساعت اسمی آن در مدت زمان مشخص شده در بند "ج" جدول ۴-۶-۴-۲ برساند.

(۳) وسایل اندازه‌گیری مندرج در بند "ث" از جدول ۴-۶-۴-۲ باید دارای دقت ۵ درصد طیف آن باشد.

(۴) شارژر باید به شرح زیر به طور دایمی علامت‌گذاری شود :

(الف) طیف مجاز ظرفیت واحد باتری

(ب) جریان و ولتاژ خروجی اسمی

(پ) اطلاعات کافی در مورد نوع باتری برای جایگزینی

(۵) خروجی و عملکرد شارژر باتری باید با نوع باتری‌های مورد نظر سازگار باشد.

۴-۶-۵ عملکردهای کنترلی

۴-۶-۵-۱ تابلو کنترل باید مجهز به لوازم و وسایل زیر باشد :

(۱) قابلیت راه‌اندازی خودکار از راه دور

(۲) کلید قطع خودکار

(۳) از کاراندازی دستگاه برابر الزامات بند ۴-۶-۵-۲ (۳)

(۴) هشدار برابر الزامات بند ۴-۶-۵-۲ (۴)

(۵) کنترل برابر الزامات بند ۴-۶-۵-۲ (۵)

۴-۶-۵-۲ در مواردی که پانل کنترل بر روی مبدل انرژی نصب می‌شود، در صورت ضرورت، برای حداکثر اطمینان باید از وسایل ضد شوک و لرزش استفاده شود. پانل‌های خودکار و ایمنی باید بخشی از سیستم برق اضطراری بوده و مجهز به تجهیزات یا فرآیندهای زیر باشد :

(۱) تجیهزات کنترل برای تدارک سیکل کامل هندل زنی به شرح بند ۴-۶-۴-۲ و برابر جدول ۴-۶-۴-۲

omoorepeyman.ir

(۲) کلیدهای کنترل باید بر حسب نوع عملکرد آن به شرح زیر علامت‌گذاری شده و بر روی پانل کنترل نصب شود.

(الف) روشن : به صورت دستی برای راه‌اندازی و به کار انداختن محرک اولیه

(ب) خاموش : برای از کار انداختن محرک اولیه، بازنشانی ایمنی یا هر دو

(پ) خودکار : محرک اولیه با بسته شدن یک کنتاکت راه‌اندازی شده و با باز شدن کنتاکت مزبور خاموش می‌شود

(۳) کنترل‌هایی که در شرایط زیر محرک اولیه را خاموش و قفل می‌نماید :

(الف) روشن نشدن دستگاه پس از ختم زمان هندل زنی

(ب) سرعت اضافی

(پ) پایین بودن فشار روغن

(ت) دمای زیاد موتور (وسیله خودکار قطع کار موتور برای بالا بودن دمای روغن ضروری نخواهد بود).

(ث) عملکرد دستی ایستگاه راه دور

(۴) اعلام هشدار برای هر یک از شرایط مندرج در جدول ۴-۶-۵-۲ با ویژگی‌های زیر :

(الف) با نیروی باتری

(ب) به صورت نمایش چشمی

(پ) مواردی که دارای کنتاکت‌ها و مدارهای اضافی برای هشدار رخدادهای محلی و راه دور باشد.

(ت) آزمون کلید (ها) ی عملکرد چراغ‌های هشدار

(۵) کنترل‌هایی برای از کار انداختن محرک اولیه در صورت قطع سیگنال‌های شروع کننده یا خاموشی اضطراری دستی

(۶) ابزار دقیق مندرج در بند ۴-۶-۹-۹

۳-۵-۶-۴ ماشین‌هایی که مجهز به وسیله خاموش کننده برای نگهداری است (وسیله میزان کردن هوا) باید دارای یک سری کنتاکت برای کنترل موقعیت این دستگاه برای آلارم محلی و راه دور برابر جدول ۴-۶-۵-۲ باشد.

۴-۵-۶-۴ پانل کنترل مندرج در بند ۴-۶-۵-۲ (۴) باید مشخصا" برای سیستم‌های برق اضطراری سطح یک یا دو مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۵-۶-۴ سیکل هندل زنی ممکن است توسط یکی از روش‌های زیر انجام شود :

(۱) استارت دستی به شرح بند ۴-۶-۵-۲ (۲) (الف)

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۶-۵-۲ : شرایط نشانه‌ها و خاموشی ایمن

نمایش عملکرد (با ولتاژ باتری)	سطح یک			سطح دو		
	CV	S	RA	CV	S	RA
(الف) هندل اضافی	X	X	X	X	X	O
(ب) حرارت پایین آب	X	NA	X	X	NA	O
(پ) پیش هشدار دمای بالای موتور	X	NA	X	O	NA	NA
(ت) دمای بالای موتور	X	X	X	X	X	O
(ث) پیش هشدار فشار پایین روغن	X	NA	X	O	NA	NA
(ج) فشار روغن پایین	X	X	X	X	X	O
(چ) سرعت اضافی	X	X	X	X	X	O
(ح) پایین بودن سوخت منبع اصلی	X	NA	X	O	NA	O
(خ) پایین بودن سطح ماده خنک کننده	X	O	X	X	O	X
(د) تغذیه بار برق اضطراری	X	NA	NA	O	NA	NA
(ذ) کلید کنترل در موضع غیر خودکار	X	NA	X	O	NA	NA
(ر) ولتاژ بالای باتری	X	NA	NA	O	NA	NA
(ز) ولتاژ پایین هندل زنی	X	NA	X	O	NA	O
(ژ) ولتاژ پایین باتری	X	NA	NA	O	NA	NA
(س) خرابی شارژر ac باتری	X	NA	NA	O	NA	NA
(ش) آزمون لامپ	X	NA	NA	X	NA	NA
(ص) کنتاکت‌های مشترک آلارم محلی و راه دور	X	NA	X	X	NA	X
(ض) کلید قطع آلارم شنیدنی	NA	NA	X	NA	NA	O
(ع) فشار هوای پایین راه‌اندازی	X	NA	NA	O	NA	NA
(غ) فشار پایین هیدرولیک راه‌اندازی	X	NA	NA	O	NA	NA
(ف) میراکننده قطع هوا	X	X	X	X	X	O
(ق) توقف اضطراری راه دور	NA	X	NA	NA	X	NA

CV : نمایش چشمی بر روی پانل کنترل، S : نشانه قطعی برق اصطراری، RA : آلارم شنیدنی راه دور X : الزامی، O : اختیاری، NA : بی مورد

omoorepeyman.ir

(۲) قطع برق عادی در مواردی که سیستم برق اضطراری مجهز به کلید انتقال خودکار در نظر گرفته شده باشد. در این‌گونه موارد محرک اولیه با بسته شدن کلید راه دور یا کنتاکت‌های مربوط راه‌اندازی می‌شود و پس از بازشدن کلید یا کنتاکت‌های مزبور و تاخیر زمانی لازمه خاموش می‌شود.

(۳) عملکرد ساعت تمرینی تعبیه شده بر روی کلید خودکار یا در پانل کنترل

(۴) عملکرد کلید آزمون دستی تعبیه شده بر روی کلید خودکار که قطع برق عادی را شبیه‌سازی می‌کند و باعث راه‌اندازی خودکار دستگاه‌ها شده و با بازنشانی کلید دستی سیستم خاموش می‌شود. در این نوع آزمون مدارهای موتور همانند قطع برق عادی تا هنگام برقراری مجدد برق عمل می‌کند.

۴-۶-۵-۶ تمامی تاسیسات باید دارای یک ایستگاه متوقف کننده دستی راه دور برای جلوگیری از به کار افتادن ناخواسته یا اشتباهی دستگاه‌ها باشد. این‌گونه ایستگاه‌ها باید خارج از اتاق محل استقرار محرک اولیه یا در خارج از ساختمان مزبور باشد.

۴-۶-۵-۶-۱ ایستگاه متوقف کننده راه دور دستی باید برچسب گذاری شود.

۴-۶-۶ **کنترل‌ها و آلارم‌های راه دور** ـ هر آلارم شنیدنی مشخص شده در بند ۴-۶-۵-۲ (۴) باید توسط باتری ذخیره‌ای تغذیه شده و در خارج از اتاق موتور ـ ژنراتور در محل کار کارکنان و در معرض دید نصب شود.

۴-۶-۶-۱ این‌گونه دستگاه‌ها باید مجهز به وسایل لازم برای قطع صدای آلارم بوده و دارای مدارهایی باشد که بتوان پس از رفع شرایط خطا آن را بازنشانی نموده و مجددا" به حالت عادی برگرداند.

۴-۶-۶-۲ در اجرای بند ۴-۶-۶-۱، یک وسیله دستی قطع صدای آژیر باید به گونه‌ای باشد که در صورت رخداد آلارم دیگر بدون هیچ‌گونه اقدام دستی از به صدا درآمدن آژیر ممانعت ننماید.

۴-۶-۷ **سیستم‌های خنک کننده محرک اولیه**

سیستم‌های خنک کننده محرک اولیه باید از نوع خنک کننده با فشار هوا (تبادل هوای طبیعی)، خنک کننده با مایع، یا ترکیبی از آنها باشد.

۴-۶-۷-۱ موتورهای بنزین سوز و دیزل که با فشار هوا خنک می‌شود باید مجهز به یک پروانه یکپارچه‌ای باشد که محرک اولیه را در شرایط بار کامل خنک کند.

۴-۶-۷-۲ تهویه اتاق یا محفظه مولد باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود که هوای گرم بخوبی تخلیه شود (به بند ۹-۷-۱۶ از نشریه ۱-۱۱۰ (تجدید نظر دوم) نگاه کنید).

omoorepeyman.ir

۴-۶-۷-۳ محرک‌های اولیه خنک شونده با مایع برای کاربردهای سطح یک باید مجهز به سیستم خنک کننده مدار بسته بوده و یکی از انواع زیر به شرح بند ۶-۸ باشد.

(۱) رادیاتور و فن بر روی دستگاه

(۲) رادیاتور دور از دستگاه

(۳) مبدل حرارتی (مایع به مایع)

۴-۶-۷-۴ سیستم‌های خنک کننده باید از اضافه دمای محرک‌های اولیه در شرایط بالاترین دمای محیطی در ارتفاع نصب شده (بالای سطح دریا) و در بار کامل جلوگیری نماید.

۴-۶-۷-۵ تامین نیرو برای فن‌ها و پمپ‌های رادیاتورهای راه دور و مبدل حرارتی باید با استفاده از نقطه‌ای از ترمینال‌های خروجی برق اضطراری یا پیش از اولین وسیله حفاظتی اضافه جریان بار صورت گیرد.

۴-۶-۷-۶ طرف ثانویه مبدل‌های حرارتی باید یک سیکل مدار بسته‌ای باشد که ماده خنک کننده را دوباره به گردش در می‌آورد.

۴-۶-۸ **سیستم اگزوست محرک اولیه** ـ در موارد قابل اجرا، سیستم اگزوست باید شامل یک انباره یا خفه‌کننده صدا و یک بخش انعطاف پذیر باشد.

۴-۶-۹ **ژنراتورها، محرک‌ها و رگولاتورهای ولتاژ**

ژنراتورها باید با ضوابط و معیارهای مندرج در ماده ۴۴۵ از آیین‌نامه ملی برق (NFPA ۷۰)، و الزامات مندرج در بندهای ۴-۶-۹-۱ تا ۴-۶-۹-۹ زیر مطابقت نماید :

۴-۶-۹-۱ ژنراتور باید دارای ساختمان ضد چکه (dripproof) و دارای سیم‌پیچ‌های قفسه‌ای از نوع (amortisseur) باشد.

۴-۶-۹-۲ ژنراتور باید برای شرایط محیطی محل نصب مناسب باشد.

۴-۶-۹-۳ سیستم‌های ژنراتور باید با توجه به موارد زیر به عنوان یک دستگاه یکپارچه در کارخانه مورد آزمون راهبری قرار گیرد :

(۱) ژنراتور

(۲) محرک

(۳) رگولاتور ولتاژ

۴-۶-۹-۴ خروجی برق اضطراری، یا ترانسفور ماتور بدون واسطه پایین خط آن باید در بار کامل با ولتاژ رسمی منبع برق عادی در کلید انتقال سازگار باشد.

omoorepeyman.ir

۴-۶-۹-۵ محرک‌های مورد استفاده باید از نوع گردان یا استاتیک انتخاب شود.

۴-۶-۹-۶ رگولاتورهای ولتاژ باید توانایی پاسخگویی به تغییرات بار را داشته باشد تا الزامات پایداری بار مندرج در بند ۴-۶-۹-۷ را تامین کند.

۴-۶-۹-۷ عملکرد سیستم ژنراتور (یعنی، بر حسب مورد، محرک اولیه، ژنراتور، تحریک کننده، و رگولاتور ولتاژ) باید به شرح زیر باشد :

(۱) پایداری ولتاژ و فرکانس در برابر تمامی بارها و تا بار کامل

(۲) افت فرکانس و ولتاژ در حد الزامات کاربر

(۳) افت ولتاژ هنگام تغییرات بار در ترمینال‌های ژنراتور نباید از حداکثری که توسط کاربر تعیین شده باعث از کار افتادن رله بار شود.

(۴) افت فرکانس و بازگشت آن به حالت ثابت در موارد تغییرات ناگهانی بار نباید از مقداری که توسط کاربر مشخص شده تجاوز نماید.

۴-۶-۹-۸ پانل ابزار دقیق ژنراتور برای کاربردهای سطح یک باید شامل ابزارهای زیر باشد :

(۱) یک (یا چند) ولتمتر برق متناوب برای هر فاز یا ولتمتری که مجهز به کلید انتخاب فاز باشد.

(۲) یک (یا چند) آمپرمتر برق متناوب برای هر فاز یا آمپرمتری که مجهز به کلید انتخاب فاز باشد.

(۳) یک فرکانس متر

(۴) یک رئوستات تنظیم ولتاژ با درجه تنظیم ۵+ درصد

۵ تجهیزات کلید انتقال

۵-۱ کلیات

۵-۱-۱ کلیدهای انتقال بارهای الکتریکی را از یک منبع نیرو به منبع دیگر انتقال می‌دهد.

۵-۱-۲ ظرفیت الکتریکی کلید باید متناسب با بار طراحی متصله در نظر گرفته شود.

۵-۱-۳ هر یک از کلیدها باید مجهز به محفظه جداگانه باشد.

۵-۱-۴ کلید و کلیه اجزای حامل بار الکتریکی باید برای انواع بار مورد نظر مناسب باشد.

۵-۱-۵ کلید و کلیه اجزای حامل بار باید به گونه‌ای طراحی شود که در برابر اثرات جریان‌های خطای موجود ایستادگی کند.

omoorepeyman.ir

۵-۱-۶ در موارد موجود، هر کلید مورد استفاده برای سرویس اضطراری باید کاملا" در کارخانه سوار شده و مورد آزمون قرار گرفته باشد.

۵-۲ ویژگی‌های کلید انتقال خودکار

۵-۲-۱ کلیات : کلیدهای انتقال خودکار باید حائز شرایط زیر باشد :

(۱) عملکرد الکتریکی و نگهداری مکانیکی

(۲) انتقال خودکار بار و تجدید آن

(۳) نشانه چشمی در شرایط غیر خودکار

۵-۲-۲ مانیتور منبع نیرو

۵-۲-۲-۱ تمامی خطوط زمین نشده منبع نیروی اولیه باید توسط لوازم نشان دادن ولتاژ کم به شرح زیر مانیتور شود :

(۱) هنگام افت ولتاژ در هر فاز به کمتر از حداقل ولتاژ کار بار، کلید انتقال باید به طور خودکار موتور را راه‌اندازی و فرآیند انتقال به برق اضطراری را انجام دهد.

(۲) هنگامی که تمامی فازهای منبع اولیه بازگشت نموده و طی مدت معین به حدود مشخص شده می‌رسد، فرآیند بازگشت به نیروی برق اولیه باید صورت گیرد.

۵-۲-۲-۲ تجهیزات سنجش ولتاژ و فرکانس، هر دو باید برای مانیتور یک خط زمین نشده برق اضطراری در نظر گرفته شود.

۵-۲-۲-۳ انتقال به برق اضطراری نباید تا هنگامی که ولتاژ و فرکانس به طیف مشخص مورد نیاز بار نرسیده، انجام شود.

۵-۲-۳-۱ تجهیزات سنجش در کلید انتقال در صورتی مورد نیاز نخواهد بود که در پانل کنترل موتور در نظر گرفته شده باشد.

۵-۲-۳-۲ دستگاه سنجش فرکانس برای مانیتور برق شهری که به عنوان برق اضطراری استفاده می‌شود، همچنان که در بند ۴-۱-۴ ذکر شده، مورد نیاز نخواهد بود.

۵-۲-۳ هم قفلی مکانیکی یا روش مصوب دیگری از اتصال ناخواسته بین منبع برق اولیه و برق اضطراری، یا هر منبع نیروی دیگر جلوگیری خواهد نمود.

۵-۲-۴ دستورالعمل و تجهیزات لازم برای انتقال دستی ایمن، در صورت عدم عملکرد سیستم انتقال خودکار، باید پیش‌بینی و در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

۵-۲-۵ **تاخیر زمانی هنگام راه‌اندازی برق اضطراری** : یک وسیله تاخیر زمانی باید برای زمان راه‌اندازی برق اضطراری پیش‌بینی شود. این زمان سنج از راه اندازی ناخواسته برق اضطراری و امکان انتقال متعاقب بار در صورت افت لحظه‌ای بی ضرر و قطعی برق اولیه جلوگیری می‌کند.

۵-۲-۶ **تاخیر زمانی در پانل کنترل موتور** : استفاده از وسیله تاخیر زمانی در پانل کنترل موتور بجای نصب بر روی کلید انتقال مجاز خواهد بود.

۵-۲-۷ **استفاده از وسیله تاخیر زمانی هنگام انتقال بار به برق اضطراری** : در مواردی که برق اضطراری برای سیستم‌های سطح یک طراحی می‌شود، به منظور جلوگیری از افت ولتاژ اضافی و ترتیب انتقال بار به برق اضطراری باید یک وسیله قابل تنظیم تاخیر زمانی پیش‌بینی و در نظر گرفته شود.

۵-۲-۷-۱ **شروع به کار زمان تاخیر** ـ تاخیر زمان هنگامی شروع خوادهد شد که ولتاژ و فرکانس مربوط انجام شده باشد.

۵-۲-۷-۲ **تاخیر زمان بر روی پانل کنترل موتور** ـ استفاده از وسیله تاخیر زمانی در پانل کنترل موتور بجای نصب بر روی کلید انتقال مجاز خواهد بود.

۵-۲-۸ **تاخیر زمان هنگام بازگشت به برق اولیه** ـ یک وسیله تاخیر زمانی قابل تنظیم با کنار گذر خودکار باید برای هنگام بازگشت به برق اولیه پیش‌بینی شود تا منبع مزبور پیش از انتقال بار تثبیت گردد.

۵-۲-۹ در مواردی که مولد برق اضطراری عمل نکند رله تاخیر زمان باید کنار گذر شود.

۵-۲-۹-۱ کلید انتقال ممکن است به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که برای قطع لحظه‌ای بار بتوان انتقال به برق اولیه را به طور دستی انجام داد.

۵-۲-۹-۲ در مواردی که از ترتیبات مندرج در بند ۵-۲-۹-۱ استفاده می‌شود، در صورت عمل نکردن برق اضطراری باید با استفاده از یک کلید کنار گذر خودکار انتقال به برق عادی انجام شود (در صورت موجود بودن برق عادی).

۵-۲-۱۰ **تاخیر زمان هنگام خاموشی موتور** ـ یک تاخیر زمان حداقل پنج دقیقه‌ای باید هنگام خاموش شدن موتور ـ ژنراتور پیش‌بینی شود تا موتور در شرایط بی باری خنک شود.

۵-۲-۱۰-۱ تاخیر زمان حداقل پنج دقیقه‌ای در مورد محرک‌های اولیه کوچک (۱۵ کیلووات و کمتر) که با هوا خنک می‌شود مورد نیاز نخواهد بود.

۵-۲-۱۰-۲ وسیله تاخیر زمانی الزامی نخواهد بود مشروط بر این که در پانل کنترل موتور پیش‌بینی شده باشد، یا اگر برق شهر به عنوان برق اضطراری استفاده شود.

omoorepeyman.ir

۵-۲-۱۱ یک وسیله زمان سنج برنامه‌ای باید برای هنگام انجام تمرینات برق اضطراری در نظر گرفته شود (به شرح بند۷).

۵-۲-۱۱-۱ کلیدهای انتقال بار متصله را به برق اضطراری انتقال داده و در صورت عدم عملکرد برق مزبور فورا" به طور خودکار به برق اولیه باز می‌گردد.

۵-۲-۱۱-۲ زمان سنج‌های مورد استفاده برای تمرینات را می‌توان بجای نصب در کلیدهای انتقال در پانل کنترل موتور مستقر نمود.

۵-۲-۱۱-۳ در مواردی که در بناهای درمانی آزمون‌های برنامه‌ای مندرج در استاندارد NFPA 99 (استاندارد تسهیلات درمانی) اجرا شود، وسیله زمان سنج برنامه‌ای مورد لزوم نخواهد بود .

۵-۲-۱۲ **کلید آزمون** ـ یک کلید آزمون باید بر روی هر کلید انتقال خودکار نصب شود که خرابی منبع نیروی اولیه را شبیه‌سازی نموده و بار را به برق اضطراری منتقل کند.

۵-۲-۱۳ **نمایش موقعیت کلید انتقال** ـ دو چراغ نشانه با پلاک شناسایی یا دیگر نشان دهنده مصوب باید برای نمایش موقعیت کلید انتقال پیش‌بینی شود.

۵-۲-۱۴ **انتقال بار موتور** ـ در مواردی که جریان‌های ناشی از انتقال بار موتور باعث صدمه و آسیب به تجهیزات برق اضطراری یا عملکرد وسایل حفاظتی اضافه جریان می‌شود، تمهیداتی باید در نظر گرفته شود که جریان‌های مزبور کاهش داده شود.

۵-۲-۱۵ **جدایی هادی‌های خنثی** ـ تمهیداتی باید در نظر گرفته شود برای اطمینان از تداوم، انتقال، و جدایی هادی‌های خنثای برق اولیه و اضطراری هر جایی که آنها به طور جداگانه زمین شده‌اند که سنجش خطای زمین انجام شود.

۵-۲-۱۶ **ویژگی‌های کلید انتقال غیر خودکار** ـ وسایل کلیدزنی باید به صورت مکانیکی نگهداشته شده و به صورت دستی مستقیم یا کنترل دستی از راه دور راهبری شود.

۵-۲-۱۶-۱ **هم قفلی** ـ هم قفلی مکانیکی قابل اطمینان یا یک روش مصوب دیگر باید از اتصال بینی ناخواسته منبع برق اولیه و برق اضطراری جلوگیری کند.

۵-۲-۱۶-۲ **نمایش موقعیت کلید انتقال** ـ دو چراغ نشانه با پلاک شناسایی یا دیگر نشان دهنده مصوب باید برای نمایش موقعیت کلید انتقال پیش‌بینی شود.

omoorepeyman.ir

۵-۳ کلیدزنی بار (ریزش بار)

در مواردی که برای تامین برق اضطراری از دو یا چند دستگاه موتور ـ ژنراتور به صورت موازی استفاده می‌شود باید تمهیداتی در نظر گرفته شود که برق اضطراری به بارها صدمه و آسیب وارد نکند.

۵-۳-۱ هر کلید انتقال باید دارای ظرفیت اسمی جریان مداوم و قطع برای تمامی کلاس‌های بار مورد نظر باشد.

۵-۳-۲ کلید انتقال باید بتواند در برابر جریان خطای موجود در نقطه نصب ایستادگی کند.

۵-۳-۳ انتقال بارها به برق اضطراری باید به شرح زیر ردیف شود :

(۱) بارهای دارای اولویت یکم باید به محض برقدار شدن شینه اضطراری کلیدزنی شود.

(۲) هر زمان که یک موتور ـ ژنراتور به شینه متصل می‌شود، بارهای باقی مانده باید به ترتیب اولویت به آن متصل گردد به گونه‌ای که همه بارهای اضطراری به شینه مزبور اتصال یابد.

(۳) سیستم باید به گونه‌ای طراحی شود که، در صورت قطع یک یا چند موتور ـژنراتور، بارها به طور خودکار کاهش یابد، به طوری که به ترتیب بارهای دارای کمترین اولویت ابتدا قطع شده و آخرین بار تحت تاثیر بار دارای بالاترین اولویت باشد.

۵-۴ کلیدهای کنارگذر ـ جداساز

۵-۴-۱ **کنارگذر نمودن و جداسازی کلیدهای انتقال** ـ کلیدهای کنارگذر و جداساز برای کنارگذر و جدا نمودن کلید انتقال می‌تواند مورد استفاده قرار گرفته و باید برابر بندهای ۵-۴-۲، ۵-۴-۳ و ۵-۴-۴ انتخاب و نصب شود .

۵-۴-۲ **نرخ‌بندی کلیدهای کنار گذر ـ جداساز** ـ این گونه کلیدها باید دارای نرخ جریان مداوم و سازگار با کلید انتقال مربوط باشد.

۵-۴-۳ **طبقه بندی کلیدهای کنارگذر ـ جداساز** : کلیدهای کنار گذر ـ جداساز مورد استفاده در سرویس‌های برق اضطراری باید به طور کامل در کارخانه سوار شده و مورد آزمون قرار گیرد.

۵-۴-۴ **راهبری** ـ با کلید انتقال در شرایط جدا یا قطع شده، کلید کنارگذر ـ جداساز باید به گونه‌ای طراحی شده باشد که بتواند به عنوان یک کلید انتقال غیر خودکار مستقل عمل نموده و اجازه دهد بار به هر کدام از منابع نیرو اتصال یابد.

۵-۴-۵ **اتصال مجدد کلید انتقال** ـ اتصال مجدد کلید انتقال باید ظرف مدتی که از حداکثر زمان تعیین شده بر حسب ثانیه، در سیستم مورد نظر تجاوز ننماید، امکان پذیر باشد.

omoorepeyman.ir

۵-۵ حفاظت

۵-۵-۱ کلیات ـ وسایل حفاظتی اضافه جریان مورد استفاده برای سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان باید به گونه‌ای هماهنگ شود که هنگام وقوع اتصال کوتاه، قطع مدار در شرایط انتخابی بهینه صورت گیرد.

۵-۵-۲ جریان اتصال کوتاه ـ حداکثر جریان اتصال کوتاه مدار باید برای هر دو منبع نیرو ارزیابی شود تا شرط هماهنگی فوق محقق شود.

۵-۵-۳ نرخ‌بندی وسیله حفاظت در برابر اضافه جریان ـ وسیله حفاظت در برابر اضافه جریان باید دارای نرخ قطع جریان برابر یا بیش از حداکثر جریان اتصال کوتاه موجود در محل استقرار آن باشد.

۵-۵-۴ قابلیت دسترسی ـ دسترسی به لوازم حفاظت اضافه جریان در مدارهای برق اضطراری و پشتیبان باید فقط توسط افراد مجاز امکان پذیر باشد.

۶ نصب و شرایط محیطی

۶-۱ کلیات

۶-۱-۱ در این مبحث حداقل الزامات و ملاحظات لازم در زمینه اصول و روش‌های نصب و شرایط محیطی که بر عملکرد سیستم تغذیه برق اضطراری موثر است مانند موارد زیر، مورد بررسی قرار می‌گیرد :

(۱) موقعیت جغرافیایی

(۲) نوع ساختمان

(۳) طبقه‌بندی تصرف

(۴) خطر محتوی

۶-۱-۲ به حداقل رساندن احتمال خرابی تجهیزات یا کابل‌ها در سیستم تغذیه برق اضطراری باید از جمله ملاحظات طراحی در نظر گرفته شود تا احتمال قطع تغذیه به بار به حداقل کاهش یابد.

۶-۱-۳ تجهیزات سیستم تغذیه برق اضطراری باید متناسب با نیازهای کاربر و با توجه به موارد زیر نصب شود :

(۱) موارد مندرج در این پیوست

(۲) مشخصات ارایه شده توسط سازنده

(۳) رعایت مقررات مقامات صلاحیتدار

omoorepeyman.ir

۴-۱-۶ تجهیزات مورد استفاده برای سطوح مختلف سرویس‌های مندرج در این پیوست باید متناسب با مورد مصرف طراحی و سوار شده باشد (به بند ۳-۴ نگاه کنید).

۵-۱-۶ در هنگام قطع برق عادی، سیستم برق اضطراری ممکن است برق بارهای انتخابی دیگر را نیز تامین کند مشروط بر این که دارای ظرفیت کافی بوده و یا مجهز به سیستم خودکار انتخاب و ریزش بار (load shedding ؒ load pickup) باشد به گونه‌ای که اولویت بارها به ترتیب به شرح (۱) بارهای سطح یک (۲) بارهای سطح دو (۳) بارهای انتخابی، رعایت شود. در مواردی که برق عادی جریان دارد نیز می‌توان از نیروی برق اضطراری برای مواردی همچون کاهش مصرف در اوج بار (peak load shaving)، کنترل ولتاژ داخلی، یا تولید همزمان برق و گرما (cogeneration) استفاده نمود.

۲-۶ محل نصب

۱-۲-۶ منبع نیروی برق اضطراری (EPS) برای تاسیسات سطح یک باید در اتاق جداگانه نصب شود. نصب تجهیزات سیستم تغذیه نیروی اضطراری (EPSS) نیز در این اتاق مجاز است.

۱-۱-۲-۶ اتاق مزبور باید دارای حداقل دو ساعت نرخ مقاومت حریق باشد. در مواردی که این محل در خارج از ساختمان در نظر گرفته می‌شود باید در برابر ورود برف و باران و سرعت باد تعیین شده توسط آیین‌نامه‌های محلی مقاوم باشد.

۲-۱-۲-۶ اتاق منبع نیروی برق اضطراری نباید برای استقرار هیچ یک از دستگاه‌های دیگر مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۲-۶ تجهیزات سیستم تغذیه برق اضطراری سطح یک نباید با دستگاه‌های سیستم برق عادی با ولتاژ بیش از ۱۵۰ ولت نسبت به زمین و جریان برابر یا بیش از ۱۰۰۰ آمپر در یک اتاق نصب شود.

۳-۲-۶ اتاق‌ها، سرپناه‌ها، یا ساختمان‌های جداگانه‌ای که تجهیزات برق اضطراری (EPSS) سطح یک و دو در آن نصب می‌شود باید به گونه‌ای طراحی و استقرار یابد که صدمات و آسیب‌های ناشی از طغیان آب به ویژه در موارد زیر، به حداقل برسد :

(۱) طغیان آب ناشی از مبارزه با حریق

(۲) بالا آمدن فاضلاب

(۳) حوادث و رویدادهای مشابه

۴-۲-۶ به حداقل رساندن احتمال خسارت ناشی از قطع سیستم تغذیه برق اضطراری باید از ملاحظات طراحی در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

۶-۲-۵ تجهیزات برق اضطراری باید در محلی نصب شود که به سهولت دردسترس قرار گیرد و فاصله دورترین نقطه دسترسی از ریل لغزنده برای بازرسی، تعمیر، نگهداری، تمیزکاری، یا جایگزینی قطعات باید حداکثر ۰/۹ متر در نظر گرفته شود. این الزام واحدهای خارج از ساختمان را شامل نمی‌شود.

۶-۲-۶ ملاحظات طراحی باید اثر خرابی یک مولد انرژی را بر تداوم عملکرد سایر واحدها به حداقل برساند.

۶-۳ روشنایی

۶-۳-۱ سیستم روشنایی اضطراری محل استقرار تجهیزات مولد در تاسیسات سطح یک و سطح دو باید از منبع برق اضطراری مجهز به باتری تامین شود. در مواردی که واحدهای برق اضطراری در محفظه‌های بدون راهرو خارج ساختمان استقرار دارد، این الزام وجود نخواهد داشت.

۶-۳-۲ سیستم شارژ کننده روشنایی اضطراری و روشنایی عادی اتاق تجهیزات برق اضطراری باید از طرف بار کلید انتقال تغذیه شود.

۶-۳-۳ شدت روشنایی اتاق تجهیزات برق اضطراری برای تاسیسات سطح یک باید ۳۲/۳ لوکس (۳ فوت ـ کاندل) در نظر گرفته شود، مگر این که مقامات صلاحیتدار مقدار دیگری تعیین نموده باشند.

۶-۴ نصب

۶-۴-۱ مولدهای اترژی گردان باید بر روی فونداسیون صلب نصب سود تا از فرو نشستن لوله‌های سوخت، روغن، و اگزوز و نشت از محل اتصالات جلوگیری شود.

۶-۴-۱-۱ این گونه فونداسیون‌ها یا پایه‌های ساختاری باید حداقل ۱۵۰ میلیمتر بلند تر از سطح کف احداث شود به گونه‌ای که تخلیه روغن موتور و نگهداری دستگاه به سهولت انجام شود.

۶-۴-۲ اندازه و نوع فونداسیون باید برابر مشخصات و توصیه‌های ارایه شده توسط سازنده مولد صورت گیرد.

۶-۴-۳ در موارد لازم به منظور جلوگیری از انتقال لرزش در هنگام کار دستگاه، فونداسیون باید مستقل از کف یا فونداسیون‌های دیگر، یا هر دو، برابر توصیه‌های سازنده و روش‌های مهندسی سازه‌ای پذیرفته شده ساخته شود.

۶-۴-۴ مولد برق اضطراری باید بر روی پایه لغزنده فلزی ساخته شده‌ای که مانع از آسیب دیدن آن شود، سوار گردد. این پایه پس از نصب در هنگام کار دستگاه هم‌ترازی آن رانگهداری می‌کند.

omoorepeyman.ir

۵-۶ لرزه گیر

مولد برق اضطراری باید مجهز به لرزه‌گیرهای مناسب برابر توصیه‌های سازنده مولد باشد که بین دستگاه گردنده و پایه آن و یا بین پایه لغزنده و فونداسیون یا پایه انرسی نصب شود.

۶-۶ نوفه یا نویز

طراحی باید با در نظر گرفتن ضوابط و مقررات کنترل نوفه صورت گیرد.

۷-۶ دما، سرما و تهویه

۱-۷-۶ با کارکرد مولد در حد نرخ بار آن، جریان تهویه هوا باید به گونه‌ای باشد که حداکثر دمای اتاق تجهیزات را در حدود حداکثر حرارت محیطی لازم که توسط سازنده معین شده محدود سازد.

۱-۱-۷-۶ در این گونه موارد توجه باید معطوف به تمامی دمای منتشره در اتاق تجهیزات، از جمله دستگاه مولد انرژی، لوله‌های اگزوز عایق‌دار و بدون عایق و دیگر تجهیزات حرارت‌زا باشد.

۲-۷-۶ هوای مورد نیاز برای احتراق تجهیزات برق اضطراری نیز باید تامین شود.

۱-۲-۷-۶ در مواردی که از سیستم تغذیه برق اضطراری سطح یک استفاده می‌شود، تهویه هوای موتور ـ ژنراتور اضطراری باید مستقیما" از بازشو دیوار خارجی ساختمان یا توسط سیستم انتقال هوای خارج از ساختمان با نرخ مقاومت حریق دو ساعت تامین شود.

۲-۲-۷-۶ تخلیه هوای اتاق موتور ـ ژنراتور سیستم‌های سطح یک نیز باید یا مستقیما" به خارج ساختمان هدایت شده و یا توسط سیستم انتقال هوا با نرخ مقاومت حریق دو ساعت صورت گیرد.

۳-۲-۷-۶ استفاده از دمپرهای حریق، پنجره یا دیگر وسایل خود بسته‌شو در مسیر کانال‌های هوای ورودی یا خروجی تجهیزات برق اضطراری سیستم‌های سطح یک مجاز نخواهد بود.

۳-۷-۶ تغذیه هوای تهویه باید از بیرون یا از منبعی در خارج ساختمان توسط یک بازشو دیوار خارجی، یا از منبعی خارج از ساختمان توسط یک سیستم انتقال هوای دارای دو ساعت نرخ حریق صورت گیرد.

۴-۷-۶ تغذیه و تخلیه هوای لازم برای رادیاتور سیستم خنک کننده مولد برق اضطراری هنگام کار در بار اسمی باید تامین شود.

۱-۴-۷-۶ تغذیه و تخلیه هوای لازم برای سیستم خنک کننده مولد برق اضطراری باید در کانال تخلیه خروجی رادیاتور دارای حداکثر ۱۲۵ پاسکال (۰/۵ اینچ ستون آب) محدودیت فشار استاتیک باشد.

omoorepeyman.ir

۶-۷-۴-۲ تخلیه هوای خنک کننده رادیاتور باید توسط کانال یا یک سیستم انتقال هوا با نرخ مقاومت حریق دو ساعت به خارج ساختمان هدایت شود.

۶-۷-۵ دامپرهای موتوردار باید توسط فنر باز شده و به وسیله موتور بسته شود. دامپرهای حریق، پنجره یا دیگر وسایل خود بسته‌شو در مسیر کانال‌های هوای ورودی یا خروجی تجهیزات برق اضطراری سیستم‌های سطح یک مجاز نخواهد بود.

۶-۷-۶ دمای هوای محیطی در اتاق مولد گردان برق اضطراری در داخل یا واقع در خارج ساختمان برای سیستم‌های سطح یک نباید کمتر از ۴/۵ درجه سانتیگراد باشد.

۶-۷-۷ دستگاه‌های مستقر در خارج ساختمان از نظر شرایط دمایی باید برابر بند ۴-۳ نگهداری شود.

۶-۷-۸ در طراحی سیستم‌های گرمایش، سرمایش و تهویه برای اتاق تجهیزات برق اضطراری موارد زیر (که به آنها نیز محدود نمی‌شود) باید مورد توجه قرار گیرد :

(۱) دما

(۲) سرما

(۳) غبار

(۴) رطوبت

(۵) تجمع برف و یخ در اطراف اتاق

(۶) دودکش

(۷) فن رادیاتور دور

(۸) بادهای متداول که در برابر فن هوای تخلیه رادیاتور می‌وزد.

۶-۸ سیستم خنک کننده منبع برق اضطراری

۶-۸-۱ سیستم خنک کننده هر منبع برق اضطراری باید به گونه‌ای طراحی شود که محرک اولیه در بار اسمی کامل و شرایط ویژه محل نصب آن خنک شود.

۶-۸-۱-۱ آزمون بار کامل در محل نباید باعث فعال شدن پیش هشدار دمای بالا یا از کار افتادن دستگاه در شرایط اضافه دما شود .

۶-۸-۲ برای سیستم‌های خنک کننده منبع برق اضطراری که نیاز به جریان یا فشار آب متناوب یا مداوم یا هر دو دارد نباید از آب شهر استفاده شود.

omoorepeyman.ir

۶-۸-۲-۱ برای تامین یا جبران کمبود آب منبع سیستم خنک کننده برق اضطراری، استفاده از آب شهر مجاز نخواهد بود.

۶-۸-۳ در مواردی که استفاده از شیر و شیلنگ جبرانی و کف شور توسط سایر آیین‌نامه‌ها و استانداردها الزامی باشد بایددر اتاق منبع برق اضطراری پیش‌بینی و نصب شود.

۶-۸-۴ بین محل اتصال کانال تخلیه هوای رادیاتور محرک اولیه و دریچه خروجی هوا باید از لوازم قابل انعطاف استفاده شود.

۶-۸-۵ طراحی سیستم خنک کننده منبع برق اضطراری باید با توجه به موارد زیر انجام شود :

(۱) تعیین ظرفیت رادیاتور راه دور یا مبدل حرارتی

(۲) انتخاب اندازه لوله‌ها

(۳) انتخاب اندازه پمپ

(۴) پیش‌بینی قطع‌کننده تجهیزات برای تعمیر و نگهداری

(۵) اندازه دریچه هوادهی مخازن

(۶) شیرهای تخلیه لازم برای شستشوی سیستم خنک کننده

(۷) نوع شیلنگ‌های قابل انعطاف بین محرک اولیه و لوله‌کشی سیستم خنک کننده

۶-۹ سیستم سوخت

۶-۹-۱ ظرفیت مخازن سوخت باید متناسب با کلاس مشخص شده منبع برق اضطراری تعیین شود.

۶-۹-۱-۱ نصب و نگهداری کلیه سیستم‌ها و مخازن سوخت باید برابر استانداردهای زیر صورت گیرد :

NFPA 30، آیین‌نامه مایعات قابل اشتغال و انفجار

NFPA 37، استاندارد نصب و کاربری ماشین‌ها و توربین‌های گازی ایستا

NFPA 54، ایین‌نامه ملی گاز سوختی

NFPA 58، آیین‌نامه گاز پترولیوم مایع

۶-۹-۱-۲ طراحی سیستم سوخت باید به گونه‌ای باشد که گاز تمیز را به محرک اولیه تغذیه کند.

۶-۹-۱-۳ ظرفیت مخازن سوخت باید متناسب با عمر مصرف ذخیره تعیین شود و یا این که ترتیبی اتخاذ شود که سوخت کهنه با سوخت تمیز جایگزین شود.

omoorepeyman.ir

۶-۹-۲ مخازن سوخت باید به گونه‌ای استقر ار یابد که برداشت سوخت (مکش) توسط پمپ محرک اولیه با الزامات سیستم سوخت مطابقت نماید، یا این که از یک پمپ انتقال و تانک روزانه استفاده شود.

۶-۹-۲-۱ در مواردی که سطح سوخت در مخزن در حداکثر قرار داشته و از حدود فشار رأس استاتیک پمپ سوخت موتور متجاوز است باید از یک مخزن روزانه استفاده شود.

۶-۹-۳ لوله‌های سوخت باید از فلزی سازگار باشد تا تجزیه الکتریکی به حداقل کاهش یابد. اندازه این گونه لوله‌ها باید به درستی تعیین شود. همچنین لوله‌های ورودی مخازن و هواکش آن باید به گونه‌ای استقرار یابد که از ورود آب و باران به درون آن جلوگیری شود.

۶-۹-۳-۱ خطوط سوخت گالوانیزه نباید استفاده شود.

۶-۹-۳-۲ خطوط سوخت انعطاف پذیر مصوب باید بین محرک اولیه و لوله‌های سوخت مورد استفاده قرار گیرد.

۶-۹-۴ مخازن روزانه مورد استفاده برای سیستم‌های دیزل باید پایین‌تر از لوله بازگشت سوخت موتور قرار گیرد.

۶-۹-۴-۱ خط بازگشت مخزن روزانه باید پایین‌تر از خط بازگشت سوخت مخزن اصلی قرار گیرد.

۶-۹-۴-۲ خطوط بازگشت سوخت ثقلی بین مخزن روزانه و مخزن اصلی باید به اندازه‌ای در نظر گرفته شود که جریان سوخت بدون گرفتگی و آزادانه صورت گیرد.

۶-۹-۵ استفاده از مخازن سوخت یکپارچه با ظرفیت‌های زیر در داخل ساختمان یا بر روی سقف سازه‌ها مجاز خواهد بود :

(۱) برای سوخت دیزل حداکثر ۲۵۰۰ لیتر

(۲) برای سوخت بنزین حداکثر ۹۵ لیتر

۶-۹-۶ ذخیره سوخت محرک‌های اولیه با سوخت گاز و گاز مایع باید مطابق استانداردهای مربوط انجام شود.

۶-۹-۷ در مواردی که تغذیه گاز محرک اولیه برق اضطراری به سیستم تغذیه گاز ساختمان متصل می‌شود، باید به طرف تغذیه شیر اصلی قطع گاز متصل شده و با عنوان تغذیه ژنراتور اضطراری علامت‌گذاری شود.

۶-۹-۸ شیر قطع گاز اصلی ساختمان باید علامت‌گذاری یا برچسب گذاری شود تا وجود شیر قطع گاز جداگانه برق اضطراری را نشان دهد.

omoorepeyman.ir

۶-۹-۹ تغذیه سوخت گاز و گاز مایع به محرک‌های اولیه باید به گونه‌ای طراحی شود که الزامات محرک‌های مزبور را با توجه به عوامل زیر تامین کند :

(۱) تعیین اندازه خطوط سوخت

(۲) شیرها، شامل شیرهای دستی

(۳) سلونوئیدهای سوخت باتری‌دار

(۴) رگولاتورهای گاز

(۵) رگولاتور لوله‌کشی تهویه

(۶) بخش انعطاف پذیر خط سوخت

(۷) فیلترهای خط سوخت

(۸) مبدل‌های سوخت (گاز مایع)

(۹) اثر حرارت محیطی بر نرخ تبدیل مایع به گاز مخزن سوخت در موارد لازم

۶-۹-۱۰ در هر سیستم برق اضطراری، خطوط تغذیه و ذخیره گاز باید طبق این ضوابط، یا معیارهای ارایه شده توسط مقامات ویژه صلاحیتدار، یا هر دو انجام شود.

۶-۹-۱۱ کلیه شیرهای سیستم سوخت باید از نوع علامت‌گذاری شده باشد (نشانه‌های باز و بسته بودن شیر).

۶-۱۰ سیستم اگزوز

۶-۱۰-۱ تجهیزات سیستم اگزوز و نصب آن شامل لوله‌کشی، انباره و لوازم مربوط باید برابر NFPA 37، استاندارد نصب و کاربری موتورهای احتراقی ایستا و توربین‌های گازی و دیگر استانداردهای مربوط باشد.

۶-۱۰-۲ نصب سیستم اگزوز باید به صورت عایق گاز باشد تا از ورود دود ناشی از سوخت گاز به اتاق‌های مسکونی یا ساختمان‌ها جلوگیری نماید و باید به گونه‌ای اجرا شود که گازهای سمی مجددا"از راه پنجره‌ها و ورودی‌های تهویه هوا وارد ساختمان یا سیستم هوای ورودی مولد نشود.

۶-۱۰-۳ لوله‌های اگزوز باید توسط یک اتصال دهنده انعطاف پذیر به محرک اولیه وصل شود و به طور مستقل نگهداری شود به گونه‌ای که بار یا تنش به چند شاخه اگزوز موتور یا توربو شارژ وارد ننماید.

۶-۱۰-۳-۱ یک سیفون تقطیر و شیر تخلیه باید در نقطه‌ای در قسمت تحتانی لوله‌ها پیش‌بینی شود مگر این که لوله‌کشی به صورت خود آبگذر باشد.

۶-۱۰-۳-۲ در طراحی سیستم لوله‌کشی اگزوز باید انبساط حرارتی و جابجایی حاصله از آن در نظر گرفته شود.

omoorepeyman.ir

۶-۱۰-۳-۳ در موتورهای رفت و برگشتی انباره اگزوز باید حتی‌الامکان نزدیک به موتور و در صورت امکان در موقعیت افقی قرار گیرد.

۶-۱۰-۳-۴ در مواردی که لوله اگزوز از دیوار یا پارتیشن قابل احتراق عبور می‌کند باید از یک لوله فلزی کوتاه مصوب عبور داده شود.

۶-۱۰-۳-۵ در موتورهای رفت و برگشتی، انتهای لوله‌کشی اگزوز باید توسط یکی از اشکال زیر باشد :

(۱) درپوش باران

(۲) به صورت تی (T)

(۳) استفاده از یک خم به طرف پایین (ell)

(۴) استفاده از یک زائده رو به بالا با محفظه و زهکش مناسب برای آب باران و برف (stock).

۶-۱۰-۳-۶ ملاحظات طراحی از نظر آثار دمایی به مناسبت نزدیکی به موارد زیر باید مد نظر قرار گیرد :

(۱) عبور لوله‌های برق

(۲) عبور لوله‌های سوخت

(۳) وجود چراغ‌ها

۶-۱۰-۳-۷ عایق‌بندی سیستم اگزوز موتور در ساختمان‌ها پس از بخش انعطاف پذیر آن باید از جمله ملاحظات طراحی محسوب شود.

۶-۱۰-۴ برای حداکثر کارایی، راهبری اقتصادی و جلوگیری از آسیب به موتور، سیستم اگزوز باید به گونه‌ای طراحی شود که فشار برگشتی زیاد به موتور وارد نشود، بنابراین انتخاب درست مسیر، اندازه لوله‌ها، اتصالات و انباره باید مورد توجه قرار گیرد.

۶-۱۱ حفاظت

۶-۱۱-۱ اتاقی که تجهیزات مولد برق اضطراری در آن قرار دارد نباید برای مقاصد دیگری که مستقیما" به مولد ارتباط ندارد استفاده شود. قطعات یدکی، ابزارها و کتاب‌های راهنمای مورد استفاده برای تعمیر و نگهداری را می‌توان در اتاق مزبور نگهداری نمود.

omoorepeyman.ir

۶-۱۱-۲ در مواردی که سیستم‌های اطفای حریق در اتاق‌های مولد برق اضطراری یا در ساختمان‌های جداگانه آن نصب می‌شود، از سیستم‌های زیر نباید استفاده شود.

(۱) سیستم‌های دی‌اکسید کربن یا هیلون (halon)، مگر این که هوای احتراق مولد اولیه از خارج ساختمان گرفته شود.

(۲) یک سیستم خودکار خشک شیمیایی، مگر این که سازنده مولد اضطراری گواهی کند که سیستم شیمیایی خشک به سیستم مولد اضطراری آسیب نرسانده، کار آن را مختل ننموده و خروجی آن را کاهش نمی‌دهد.

۶-۱۱-۳ در مواردی که اتاق‌ها یا ساختمان جداگانه مولد برق اضطراری مجهز به سیستم‌های تشخیص و اعلام حریق است، تاسیسات مزبور باید بر طبق استاندارد NFPA 72 (آیین‌نامه ملی اعلام حریق) انجام شود.

۶-۱۱-۴ تاسیسات مولد برق اضطراری سطح یک نصب در خارج ساختمان و / یا بر روی سقف باید در برابر آذرخش برابر استانداردهای مربوط حفاظت شود.

۶-۱۱-۵ در مناطق شناخته شده زلزله‌خیر، مولد برق اضطراری و تجهیزات سیستم برق اضطراری، همچون خطوط توزیع برق، خطوط توزیع آب، خطوط توزیع سوخت، و دیگر اجزای مولد برق اضطراری، باید به گونه‌ای طراحی شود که خطر آسیب ناشی از زلزله به حداقل کاهش یافته و در صورت وقوع زلزله تعمیرات لازم به سهولت انجام شود.

۶-۱۱-۶ سیستم‌های واقع در مناطق دارای ریسک زمین لرزه مانند مولد برق اضطراری، کلیدهای انتقال، تابلوهای توزیع، قطع کننده‌های مدار، و کنترل‌های مربوط باید بتواند در هنگام شوک زمین لرزه پیش‌بینی شده و بعد از آن، کارکرد مورد نظر را به عمل آورد.

۶-۱۲ توزیع

۶-۱۲-۱ سیستم‌های توزیع و سیم‌کشی سیستم نیروی اضطراری باید برابر استاندارد NFPA 70 (آیین‌نامه ملی برق) نصب شود.

۶-۱۲-۲ در مواردی که سیستم نیروی برق اضطراری در تسهیلات درمانی نصب می‌شود، سیستم مزبور همچنین باید در انطباق با استاندارد NFPA 99 (استاندارد تسهیلات درمانی) نیز باشد.

omoorepeyman.ir

۶-۱۲-۳ سیم‌کشی بین خروجی ترمینال‌های مولد اضطراری و اولین ترمینال‌های وسیله حفاظت اضافه جریان توزیع در سیتم تغذیه برق اضطراری باید با حداقل فاصله در نظر گرفته شود تا از ایمنی و قابلیت اطمینان به آن مطمئن گردید.

۶-۱۲-۴ اگر نقطه اتصال لوله به مولد برق اضطراری در طرف فشاری سیستم لرزه‌گیر واقع شود، باید بین مولد و هر یک از موارد زیر یک لوله انعطاف پذیر نصب شود.

(۱) کلید انتقال

(۲) سیم‌کشی کنترل و اعلام کننده‌ها

(۳) هر سیم‌کشی تغذیه لوازم فرعی مانند گرم‌کننده آب پوشش موتور

۶-۱۲-۴-۱ به منظور به حداقل رساندن احتمال قطعی سیم به علت لرزش باید از سیم رشته‌ای با اندازه کافی استفاده شود.

۶-۱۲-۴-۲ برای حفاظت سیم‌ها در برابر سایش محل انتهایی لوله باید بوش گذاری شود.

۶-۱۲-۵ تمامی تجهیزات فرعی و حفاظت برق متناوب ضروری مولدبرق اضطراری باید از طرف بار کلید یا کلیدهای انتقال، یا ترمینال‌های خروجی مولد پیش از حفاظت اضافه جریان اصلی آن تغذیه شود تا از تداوم کار و عملکرد سیستم برق اضطراری اطمینان حاصل شود.

۶-۱۲-۶ باتری‌های راه‌انداز باید در مجاورت راه‌انداز محرک اولیه نصب شود تا افت ولتاژ به حداقل کاهش یابد.

۶-۱۲-۶-۱ اندازه کابل‌ها باید به گونه‌ای تعیین شود که افت ولتاژ در مطابقت با توصیه‌های سازنده و ضوابط مهندسی پذیرفته شده به حداقل کاهش یابد.

۶-۱۲-۶-۲ سیم مثبت خروجی شارژر باتری باید به طور دایمی به طرف اولیه سلونوئید راه‌انداز اتصال داده شده و سیم منفی به بدنه مولد برق اضطراری یا محل اتصال زمین دیگری بسته شود.

۶-۱۳ پذیرش تاسیسات

۶-۱۳-۱ پس از پایان نصب سیستم تغذیه برق اضطراری، مولد برق اضطراری باید برای اطمینان از رعایت استانداردها در ارتباط با خروجی نیرو و عملکرد مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۱۳-۲ یک آزمون پذیرش در محل کارگاه باید به عنوان تصویب نهایی برای تمامی سیستم‌های تغذیه برق اضطراری انجام شود.

omoorepeyman.ir

۶-۱۳-۳ آزمون پذیرش در محل کارگاه به شرح زیر خواهد بود :

(۱) با محرک اولیه در شرایط ''راه‌اندازی سرد'' و بار اضطراری در سطح راهبری استاندارد، تغذیه برق اولیه به ساختمان یا مجموعه باید توسط تمامی کلیدها و مدار شکن‌ها قطع شود.

(۲) بار آزمون باید شامل تمامی بارهایی باشد که توسط سیستم برق اضطراری تغذیه خواهد شد.

(۳) مدت زمان تاخیر در هنگام راه‌اندازی باید ملاحظه و ثبت شود.

(۴) مدت زمان هندل زنی محرک اولیه تا هنگام راه افتادن و کار مولد باید مشاهده و ثبت شود.

(۵) مدت زمان رسیدن به سرعت کار موتور باید مشاهده و ثبت شود .

(۶) اضافه جهش ولتاژ و فرکانس باید ثبت شود.

(۷) مدت زمان رسیدن به شرایط حالت ثابت با تمامی کلیدها منتقل شده به وضعیت اضطراری باید مشاهده و ثبت شود.

(۸) ولتاژ، فرکانس و جریان‌ها باید ثبت شود.

(۹) فشار روغن و دمای آب محرک اولیه، در موارد مربوط، باید ثبت شود.

(۱۰) نرخ شارژ باتری باید در فواصل هر ۵ دقیقه در ۱۵ دقیقه نخست و پس از آن در فواصل هر ۱۵ دقیقه ثبت شود.

(۱۱) آزمون بار با بار ساختمان، یا بارهای مورد نظر دیگری که برابر بند ۴-۴ شبیه‌سازی شده است، باید برای حداقل مدت زمان لازم کلاس مربوط برابر جدول ۳-۱ (الف)، یا حداکثر دو ساعت، و تغییرات بار و اثر آن بر ولتاژ و فرکانس مشاهده و ثبت شود.

(۱۲) هنگام بازگشت برق اولیه به ساختمان یا مجموعه مورد نظر، تاخیر زمان برگشت به برق اولیه برای هر کلید با حداقل تنظیم ۵ دقیقه‌ای باید ثبت شود.

(۱۳) مدت زمان تاخیر دوره خنک شدن محرک اولیه و خاموش شدن آن باید ثبت شود.

۶-۱۳-۴ پس از کامل شدن آزمون مندرج در بند ۶-۱۳-۳، محرک اولیه باید برای ۵ دقیقه خنک شود.

۶-۱۳-۵ مولد باید برای دو ساعت زیر بار کامل برابر با ۱۰۰٪ نرخ کیلووات مندرج در پلاک مشخصات آن منهای عوامل کاهش نرخ به علت شرایط سایت قرار گیرد. بار ساختمان می‌تواند بخشی از این بار محسوب شده که همراه با یک بانک بار اعمال گردد.

۶-۱۳-۵-۱ آزمون در محل کارگاه با ضریب قدرت واحد در صورتی مجاز خواهد بود که آزمون‌های نرخ بار با ضریب بار اسمی توسط سازنده قبل از ارسال به کارگاه انجام شده باشد.

omoorepeyman.ir

۶-۱۳-۵-۲ در مواردی که مولد برق اضطراری به صورت واحدهای چندگانه موازی باشد، آزمون هر واحد به صورت تکی در بار اسمی مجاز خواهد بود.

۶-۱۳-۶ یک آزمون بار کامل باید بلافاصله پس از خنک شدن مولد به شرح بند ۶-۱۳-۴ انجام شود. به این ترتیب که محرک اولیه پس از رسیدن به دور (rpm) اسمی فورا" و در یک مرحله به زیر بار ۱۰۰٪ نرخ کیلوات مندرج در پلاک مشخصات آن منهای عوامل کاهش نرخ به علت شرایط سایت قرار داده می‌شود.

۶-۱۳-۶-۱ در مواردی که مولد برق اضطراری به صورت واحدهای چندگانه موازی باشد، آزمون هر واحد به صورت تکی در بار اسمی مجاز خواهد بود.

۶-۱۳-۷ در مواردی که سیستم تغذیه برق اضطراری از چند مولد به صورت موازی تشکیل شده است، مولدهای موازی باید برای دو ساعت زیر بار ساختمان به صورت همزمان کار کنند.

۶-۱۳-۸ داده‌های مشخص شده در بندهای ۶-۱۳-۳ (۴) تا ۶-۱۳-۳ (۱۰) باید در اولین آزمون پذیرش بار ثبت شده و پس از آن هر ۱۵ دقیقه تا پایان دوره دو ساعته ادامه یابد.

۶-۱۳-۹ هر روش توصیه شده توسط سازنده برای آزمون سیکل هندل زنی باید به کار برده شود تا از به کارافتادن محرک اولیه جلوگیری شود.

۶-۱۳-۹-۱ کلید کنترل باید بر روی ”run کارانداز“ تنظیم شود تا محرک اولیه هندل زنی شود.

۶-۱۳-۹-۲ سیکل کامل هندل‌زنی / بازنشانی مشخص شده در بند ۴-۶-۴-۲ و جدول ۴-۶-۴-۲ باید رعایت شود.

۶-۱۳-۱۰ کلید ضوابط ایمنی مندرج در بندهای ۴-۶-۵ و ۴-۶-۶ باید برابر توصیه‌های سازنده مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۱۳-۱۱ در هنگام آزمون پذیرش گواهی‌های زیر باید به دستگاه نظارت ارایه شود :

(۱) گواهی آزمون نمونه دستگاه

(۲) گواهی تناسب گردشی محرک اولیه و ژنراتور

(۳) گواهی سازنده مبتنی بر رعایت ضوابط این آیین‌نامه

(۴) گواهی سازنده مبتنی بر آزمون نرخ بار با ضریب قدرت اسمی در شرایط محیطی، ارتفاع و نوع سوخت ثبت شده

omoorepeyman.ir

۷ نگهداری عادی و آزمون راهبری

۷-۱ کلیات

۷-۱-۱ نگهداری عادی و آزمون راهبری باید بر پایه تمامی موارد زیر برنامه ریزی شود :

(۱) توصیه‌های سازنده

(۲) دفترچه‌های راهنمای کاربر

(۳) حداقل الزامات مندرج در این بند

(۴) مقامات صلاحیتدار

۷-۱-۲ پیش‌بینی استفاده از یک منبع قابل حمل یا جایگزین برای مواردی که ژنراتور اضطراری خارج از سرویس است باید مورد توجه قرار گیرد.

۷-۲ دفترچه‌های راهنمای کاربر، ابزارهای ویژه، و قطعات یدکی

۷-۲-۱ حداقل دو جلد دفترچه راهنمای کاربر حاوی اطلاعات زیر باید برای کلیه اجزای اصلی سیستم برق اضطراری توسط سازندگان تحویل شود :

(۱) شرح راهبری سیستم با جزییات کامل

(۲) دستورالعمل‌های نگهداری عادی

(۳) دستورالعمل‌های مشروح برای تعمیر مولد برق اضطراری و دیگر اجزای اصلی سیستم برق اضطراری

(۴) فهرستی از قطعات همراه با شکل و شماره قطعه

(۵) نقشه‌های سیستم‌های سیم‌کشی الکتریکی مشتمل بر وسایل راهبری و ایمنی، پانل‌های کنترل، ابزار دقیق و نشان دهنده‌ها

۷-۲-۲ برای سیستم‌های سطح یک دو سری دفترچه‌های راهنمای کاربر باید تامین شود که یکی در محلی مطمئن و دردسترس نزدیک دستگاه و دیگری در محل جداگانه نگهداری شود.

۷-۲-۳ ابزارهای ویژه و وسایل آزمون لازم برای نگهداری عادی باید به هنگام نیاز در اختیار باشد.

۷-۲-۴ قطعاتی که به تجربه دارای استهلاک بالا است باید به تعداد لازم پیش‌بینی و در محل مناسبی نگهداری شود. توصیه‌های سازنده در این گونه موارد باید مد نظر قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

۳-۷ نگهداری و آزمون راهبری

۱-۳-۷ سیستم تغذ یه برق اضطراری باید به گونه‌ای نگهداری شود که تا درجه معقولی سیستم بتواند سرویس مورد لزوم را برای نوع و مدت زمان مشخص شده برای کلاس مربو تامین کند.

۲-۳-۷ یک برنامه راهبری و نگهداری باید پیش‌بینی شود تا بلافاصله پس از آزمون‌های پذیرش یا انجام تعمیرات از قابلیت اطمینان به سیستم اطمینان حاصل شود.

۱-۲-۳-۷ آزمون راهبری باید پس از هر تعمیر یا نگهداری هر یک از اجزای سیستم انجام شده و سپس انتقال از برق عادی به اضطراری توسط کلیدهای خودکار یا دستی صورت گرفته و کار مولد برای ۳۰ دقیقه در شرایط محیطی تداوم یابد.

۳-۳-۷ آزمون‌ها، بازرسی‌ها، تعمیرات، نگهداری و راهبری سیستم برق اضطراری باید ثبت شده و به سهولت دردسترس باشد.

۱-۳-۳-۷ موارد ثبت شده باید دارای جزییات زیر باشد :

(۱) تاریخ گزارش نگهداری

(۲) شناسایی کارکنان سرویس کننده

(۳) یادداشت نوع خرابی و اقدام انجام شده شامل تعویض قطعات

(۴) آزمون و تعمیر برابر توصیه سازنده

۴-۳-۷ کلیدهای انتقال باید برابر برنامه آزمون و نگهداری مشتمل بر موارد زیر انجام شود :

(۱) کنترل اتصالات

(۲) بررسی و آزمون فرا دمایی و فرسایش کنتاکت‌ها

(۳) تمیز نمودن گرد و غبار و کثافات

(۴) تعویض کنتاکت‌ها در موارد لازم

۵-۳-۷ برنامه کنترل ابزارهای موازی کننده شامل بازرسی، آزمون و نگهداری باید عملیات زیر را در بر گیرد :

(۱) کنترل اتصالات

(۲) بررسی و آزمون فرادمایی و فرسایش کنتاکت‌ها

(۳) تمیز نمودن گرد و غبار و کثافات

(۴) جایگزینی کنتاکت‌ها در موارد لازم

omoorepeyman.ir

۷-۳-۶ باتری‌های انباره‌ای باید از نظر سطح الکترولیت و میران ولتاژ به صورت هفتگی برابر توصیه‌های سازنده بازرسی و نگهداری شود.

۷-۳-۶-۱ باتری‌های اسید ـ سرب باید به طور ماهیانه مورد آزمون قرار گرفته و وزن مخصوص الکترولیت آن ثبت شود. آزمون میزان هدایت باتری در موارد مجاز ممکن است جایگزین اندازه‌گیری وزن مخصوص الکترولیت شود.

۷-۳-۶-۲ باتری‌های معیوب باید فورا" جایگزین شود.

۷-۳-۷ یک آزمون کیفیت سوخت باید حداقل به صورت سالانه برابر استانداردهای ASTM انجام شود.

۷-۴ آزمون و بازبینی راهبری

۷-۴-۱ سیستم تغذیه برق اضطراری و اجزای وابسته به آن باید به طور هفتگی مورد بازرسی قرار گرفته و حداقل به طور ماهیانه در زیر بار آزمایش شود.

۷-۴-۱-۱ در مواردی که دستگاه ژنراتور به عنوان برق پشتیبان یا برای روند کاهش مصرف برق عادی در زمان اوج مصرف استفاده می‌شود، موارد مربوط باید مشخص شده و آزمون‌های برنامه‌ای برابر بند ۷-۳-۳ صورت گیرد.

۷-۴-۲ دستگاه‌های دیزل ژنراتور باید حداقل یک بار در ماه برای حداقل مدت ۳۰ دقیقه با یکی از روش‌های زیر مورد آزمایش قرار گیرد :

(۱) بارگذاری در حدی که حرارت گاز اگزوز را برابر توصیه سازنده نگهدارد.

(۲) در شرایط حرارت کاری و نه بیش از ۳۰ درصد نرخ کیلووات مندرج در پلاک مشخصات

(۳) اگر موتور را نتوان برابر آنچه در بند (۲) آمده است بارگذاری نمود، موتور باید تا حد تثبیت دمای آب و فشار روغن به کار انداخته شده و سپس قبل از پایان ۳۰ دقیقه خاموش شود.

۷-۴-۲-۱ تاریخ و زمان اجرای آزمون باید متناسب با امکانات کاربر تعیین شود.

۷-۴-۲-۲ بارهای معادل مورد استفاده برای آزمون باید در صورت قطع برق اولیه به طور خودکار به برق اضطراری منتقل شود.

۷-۴-۲-۳ مولدهای برق اضطراری دیزل ـ ژنراتور که با الزامات مندرج در بند ۷-۴-۲ مطابقت ندارد باید به طور ماهیانه با بار سیستم تغذیه اضطراری موجود مورد آزمون قرار گرفته و به طور سالانه با بار تکمیلی براساس نرخ پلاک اسمی ابتدا معادل ۲۵ درصد برای مدت ۳۰ دقیقه، سپس با نرخ ۵۰ درصد برای ۳۰ دقیقه، و آنگاه با نرخ ۷۵ درصد برای ۶۰ دقیقه و نهایتا" با بار کامل برای دو ساعت به طورمداوم آزمایش شود.

omoorepeyman.ir

۴-۲-۴-۷ دستگاه‌های ژنراتور با محرک اولیه روشن شونده جرقه‌ای باید حداقل ماهی یک بار برای حداقل ۳۰ دقیقه به یکی از شیوه‌های زیر مورد آزمایش قرار گیرد :

(۱) بارگذاری در شرایطی که حداقل دمای گاز اگزوز برابر توصیه‌های سازنده شود

(۲) بارگذاری در شرایط دمای کار برای حداقل ۳۰ درصد نرخ کیلووات پلاک اسمی

۱-۴-۲-۴-۷ تاریخ و زمان آزمون باید متناسب با شرایط کار توسط کاربر تعیین شود.

۲-۴-۲-۴-۷ بارهای معادل مورد استفاده برای آزمون باید در صورت قطع برق اولیه به طور خودکار به برق اضطراری منتقل شود.

۳-۴-۷ آزمون مولد برق اضطراری باید با شبیه‌سازی قطعی برق عادی توسط کلیدهای خودکار انتقال یا با باز نمودن کلید قطع مدار عادی مربوط صورت گیرد.

۴-۴-۷ آزمون‌های دستگاه‌های موتور ـ ژنراتور باید راه‌اندازی سرد را شامل شود.

۵-۴-۷ رله‌های تاخیر زمانی باید به شرح زیر تنظیم شود :

(۱) تاخیر زمان راه‌اندازی

(الف) حداقل یک ثانیه

(ب) برای واحدهای توربین گازی حداقل نیم‌ثانیه

(۲) تاخیر زمان هنگام انتقال به اضطراری : تعیین حداقل ضرورت ندارد

(۳) تاخیر زمان هنگام بازگشت برق عادی : حداقل پنج دقیقه

(۴) تاخیر زمان هنگام خاموش نمودن : حداقل پنج دقیقه

۶-۴-۷ کلیدهای انتقال باید به صورت ماهانه به کار انداخته شود.

۱-۶-۴-۷ آزمون ماهانه کلید انتقال باید شامل به کار اندازی الکتریکی آن از وضعیت معمول به موقعیت دیگر و بازگشت مجدد به وضعیت نخست شود.

۷-۴-۷ کلیدهای خودکار قطع مدار سیستم تغذیه برق اضطراری برای سیستم‌های سطح یک، شامل قطع کننده‌های اصلی و تغذیه بین مولد برق اضطراری و ترمینال‌های کلید انتقال بار، باید در حالت قطعی مولد برق اضطراری سالانه مورد آزمون قرار گیرد.

۱-۷-۴-۷ کلیدهای قطع مدار با نرخ اسمی بیش از ۶۰۰ ولت مورد استفاده در سیستم‌های سطح یک باید هر شش ماه یک بار در شرایط عادی بار و هر دو سال یک بار در شرایط اضافه بار مورد آزمون قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

۷-۴-۸ برنامه آزمون‌های راهبری و نگهداری باید توسط فرد آموزش دیده‌ای نظارت شود.

۷-۴-۹ سیستم‌های تغذیه برق اضطراری سطح یک باید برابر کلاس مربوط (به بند ۳-۲ نگاه کنید) حداقل هر ۳۶ ماه یک بار برای چهار ساعت مورد آزمون قرار گیرد.

۷-۴-۹-۱ بار آزمون سیستم باید بار عادی سیستم در زمان آزمون باشد. این آزمون باید با باز نمودن تمامی کلیدها یا قطع کننده‌های مدار سیستم برق عادی صورت گیرد.

۷-۴-۹-۲ قطع برق بارهای غیر اضطراری نباید صورت گیرد.

omoorepeyman.ir

پیوست پ

سیستم‌های ذخیره انرژی الکتریکی اضطراری و پشتیبان (بر اساس NFPA 111)

۱ کلیات

در این بخش دامنه پوشش، هدف و کارکرد سیستم‌های ذخیره انرژی الکتریکی اضطراری و پشتیبان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۱ دامنه پوشش

۱-۱-۱ الزامات عملکرد سیستم‌های ذخیره انرژی الکتریکی، که در صورت از کار افتادن منبع انرژی الکتریکی نرمال به عنوان منبع جایگزین، تامین انرژی الکتریکی ساختمان‌ها و تاسیسات را بر عهده می‌گیرند، در این استاندارد مطرح و پوشش داده می‌شود.

۱-۱-۲ سیستم‌های مطروحه در این استاندارد شامل منابع انرژی، تجهیزات انتقال، کنترل‌ها، تجهیزات نظارتی و دستگاه‌ها و لوازم مربوطه می‌باشد.

۱-۱-۳ این استاندارد، تجهیزات نصب، نگهداری، راهبری و آزمون ر ا در صورت مرتبط بودن با عملکرد سیستم ذخیره انرژی الکتریکی اضطراری و پشتیبان، مورد پوشش قرار می‌دهد.

۱-۱-۴ این استاندارد موارد زیر را شامل نمی‌شود.

الف) کاربرد سیستم‌های تغذیه برق ذخیره شده اضطراری (SEPSS)[1]

ب) سیم‌کشی

پ) سیستم‌هایی که خروجی کل آنها کمتر از ۵۰۰VA یا کمتر از ۲۴V باشد.

ت) دستگاه واحد روشنایی اضطراری

ث) منابع انرژی هسته‌ای، سلول‌های سوختی، سیستم‌های خورشیدی و سیستم‌های انرژی ذخیره شده بادی

۱-۱-۵ موارد زیر در دامنه پوشش این استاندارد قرار ندارند.

الف) ساختمان‌ها یا تاسیات معین، یا هر دو که به سیستم SEPSS نیاز دارند

ب) بارهای مشخص و معینی که باید توسط سیستم SEPSS سرویس داده شوند.

امور پیمان
omoorepeyman.ir

1- Stored Emergency Power Supply System

۲-۱ هدف

۱-۲-۱ این استاندارد الزامات عملکرد در سیستم SEPPS را تعیین کرده و همچنین به اتفاق سایر استانداردها مورد استفاده و استناد قرار می‌گیرد.

۲-۲-۱ سایر استانداردهای NFPA موظف هستند که ساختمان‌ها و تاسیسات نیازمند به SEPSS و سطح، نوع و کلاس مربوطه را مشخص سازند.

۳-۲-۱ این استاندارد، در واقع، راهنمایی برای بازرسان، طراحان، نصب کنندگان، سازندگان و کاربران سیستم SEPSS بوده و می‌تواند به عنوان مبنایی جهت ارتباط بین طرفین درگیر مسأله، عمل نماید.

۴-۲-۱ این استاندارد نبایستی به عنوان دفترچه طراحی در نظر گرفته شده یا تلقی شود.

۵-۲-۱ رعایت این استاندارد طرفین درگیر را از مسوولیت‌های مربوط به طراحی، نصب، نگهداری، عملکرد یا رعایت سایر آیین‌نامه‌ها و استانداردهای قابل اعمال، مبرا نخواهد ساخت.

۶-۲-۱ نصب سیستم(های) انرژی ذخیره شده بر طبق این استاندارد باعث اطمینان خاطر از وجود انرژی جایگزینی خواهد شد که خطرات ایمنی حاصل از اتلاف توان در برخی از فرآیندهای صنعتی یا شیمیایی مداوم مشخص، سیستم‌های تحت کنترل با کامپیوتر، روشنایی اضطراری و مشابه را به حداقل می‌رساند.

۳-۱ کارکرد

۱-۳-۱ سیستم SEPSS منبعی است که انرژی الکتریکی با ظرفیت، قابلیت اعتماد و کیفیت مورد لزوم را برای تغذیه بارها به مدت زمان معینی و در زمان مشخصی پس از قطع، خرابی یا وقفه در منبع تغذیه نرمال، تامین می‌کند.

۲-۳-۱ سیستم SEPSS شامل وسایل و ادواتی جهت شارژ مجدد سیستم انرژی ذخیره شده می‌باشد.

۲ تعاریف

۱-۲ کلیات

تعاریف مندرج در این بخش براساس عبارت‌های به کار رفته در استاندارد NFPA 111 است. در مورد عباراتی که در این بخش یا سایر بخش‌ها تعریف نشده‌اند، تعریف آنها مبتنی بر مفهوم متداول و هم‌آهنگ با متنی که در آن عبارات مذکور به کار می‌روند خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۲-۲ باتری با دریچه قابل تنظیم (VRLA): باتری اسید ـ سربی متشکل از سلول‌های آب‌بندی شده و مجهز به دریچه‌ای است که در صورت تجاوز کردن فشار داخلی باتری از فشار محیط به مقدار از پیش تعیین شده‌ای، باز می‌شود.

۳-۲ باتری منفذدار (سیلابی): باتری اسید ـ سربی که از سلول‌هایی تشکیل یافته که الکترودهای آنها در الکترولیت مایع غوطه‌ور هستند.

۴-۲ سیستم تغذیه نیروی اضطراری (EPSS)[1]: سیستم نیروی برق اضطراری مستقل با کارکردهای کامل بوده و با سیستم هادی‌ها، وسایل قطع مدار، و ادوات حفاظت اضافه جریان، سویچ‌های انتقال و کلیه وسایل کنترل، نظارت و پشتیبانی تا و شامل ترمینال‌های بار دستگاه انتقال، کوپله و متصل شده تا بتواند به عنوان یک منبع نیروی برق ایمن و قابل اطمینان عمل کند.

۵-۲ سیستم تغذیه برق ذخیره شده اضطراری (SEPSS): سیستمی است متشکل از یک UPS، یک سیستم باتری مرکزی یا یک موتور ژنراتور، که از یک منبع انرژی الکتریکی ذخیره شده تغذیه گردیده و به همراه یک کلید انتقال جهت مانیتور نیروی برق بار ارجح و جایگزین و اجرای سویچینگ مورد نظر بار و سایر تجهیزات کنترل ضروری برای راهبری سیستم، به کار گرفته می‌شود.

۶-۲ دستگاه تبدیل انرژی (ECE)[2]: سیستمی است که از یک UPS، بانک (ردیف‌ها) باتری و شارژ کننده باتری (سیستم باتری مرکزی) یا از یک موتور ژنراتور دوار (با یا بدون چرخ لنگر اینرسی) که اغلب توسط توسط منبع انرژی سیستم باتری مرکزی تغذیه می شود، تشکیل شده است.

۷-۲ منبع نیروی برق بدون وقفه (UPS)[3]: سیستمی است مرکب از یک منبع باتری، یک مبدل، یک اینورتر و دستگاه کنترل که به منظور تولید انرژی الکتریکی به صورت موج سینوسی تمیز و بدون نویز برای مدت زمان محدودی، طراحی شده است.

۸-۲ سویچ انتقال خودکار: دستگاهی است که به طور خودکار عمل کرده و یک یا چند اتصال هادی بار را از یک منبع انرژی به منبع دیگری تغییر و انتقال می‌دهد.

۹-۲ سویچ انتقال غیر خودکار: وسیله‌ای است که توسط نیروی انسانی به طور مستقیم یا کنترل الکتریکی از دور توسط او، برای انتقال یک یا چند اتصال هادی بار از یک منبع انرژی به منبع دیگری، به کار گرفته می‌شود.

1- Emergency Power Supply System
2- Energy Conversion Equipment
3- Uninterruptible Power Supply

omoorepeyman.ir

۳ طبقه بندی سیستم‌های تغذیه برق ذخیره شده اضطراری (SEPSS)

۳-۱ کلیات

سیستم‌های تغذیه برق ذخیره شده اضطراری به صورت مشروح در بخش‌های ۳-۲ الی ۳-۵ طبقه‌بندی شده‌اند.

۳-۲ انواع

۳-۲-۱ نوع سیستم SEPSS حداکثر زمانی (بر حسب ثانیه) را تعیین می‌کند که به ازاء آن سیستم اجازه می‌دهد ترمینال‌های بار سویچ انتقال، فاقد نیروی برق قابل قبول باشد.

۳-۲-۲ زمان وقفه انواع سیستم‌های SEPSS مطروحه در این استاندارد در جدول ۳-۲-۲ ارایه شده است.

جدول ۳-۲-۲ : انواع سیستم‌های SEPSS

نوع	زمان وقفه
نوع O	هیچگونه وقفه ـ UPS بار را تغذیه میکند صفر ثانیه
نوع U	سیستم UPS با برق شهری به عنوان منبع ارجح
نوع A	۰/۲۵ سیکل : ۰/۰۰۴۲ ثانیه
نوع B	۱/۰ سیکل : ۰/۰۱۶۷ ثانیه
نوع ۱۰	۱۰ ثانیه
نوع M	به صورت دستی یا غیر خودکار ـ بدون محدودیت زمانی

۳-۳ کلاس

کلاس سیستم SEPSS حداقل زمانی (بر حسب ساعت) را تعیین می‌کند که به ازاء آن سیستم مذکو برای کار در بار اسمی بدون سوختگیری مجدد با شارژ محدود، طر احی شده است. کلاس‌های SEPSS در جدول ۳-۳ نشان داده شده است.

جدول ۳-۳ : انواع کلاس‌های SEPSS

کلاس	زمان شارژ مجدد
کلاس ۰/۰۳۳	۰/۰۳۳ ساعت (۲ دقیقه)
کلاس ۰/۰۸۳	۰/۰۸۳ ساعت (۵ دقیقه)
کلاس ۰/۲۵	۰/۲۵ ساعت (۱۵ دقیقه)
کلاس ۱/۵	۱/۵ ساعت (۹۰ دقیقه)
کلاس x	زمان متقاوت، بر حسب ساعت، که براساس الزامات کاربرد، آیین‌نامه یا کاربر تعیین می‌شود.

omoorepeyman.ir

۴-۳ طبقه

این استاندارد دستگاه‌های انرژی ذخیره شده را به دو طبقه تقسیم‌بندی کرده است.

الف) طبقه A شامل دستگاه‌های انرژی ذخیره شده‌ای است که انرژی خویش را منحصرا" از منبع نرمال دریافت می‌کنند.

ب) طبقه B شامل کلیه دستگاه‌هایی است که در طبقه A منظور نشده و به طور مشخص در سایر بخش‌های این استاندارد مستثنی نگردیده‌اند.

۵-۳ سطح

این استاندارد الزامات دو سطح نصب، عملکرد و نگهداری تجهیزات را تعیین می‌کند.

۱-۵-۳ دستگاه‌های سطح 1 به طور دایم نصب شده و الزامات عملکرد تجهیزات را برای سخت‌گیرانه‌ترین کاربردها که در آنها خرابی تجهیزات می‌تواند منجر به مرگ انسان‌ها یا صدمات جدی گردد، برآورده سازند.

۲-۵-۳ دستگاه‌های سطح 2 به طور دایم نصب شده و الزامات عملکرد تجهیزات را برای کاربردهایی که در آنها خرابی SEPSS در مقایسه با تجهیزات سطح 1 خطرات کمتری برای زندگی و ایمنی انسان دارند، برآورده سازند.

۳-۵-۳ سیستم‌های SEPSS سطح 1 و سطح 2 انرژی الکتریکی جایگزینی را تامین خواهند کرد که راهبری قابل اعتماد بار در مدت زمان تعیین شده توسط نوع سیستم و در طول زمان مشخص شده به وسیله کلاس سیستم، را تضمین کند.

۴-۵-۳ سایر دستگاه‌ها و کاربردها از قبیل سیستم‌های پشتیبان اختیاری که در سطوح 1 و 2 تعریف نشده‌اند در دامنه پوشش این استاندارد قرار ندارند.

۴ منابع انرژی،مبدل‌ها، اینورترها و لوازم مربوط

۱-۴ منابع انرژی

منابع انرژی فهرست شده در این بخش را می‌توان در منابع تغذیه اضطراری به کار گرفت.

۱-۱-۴ باتری ذخیره الکتریکی

باتری‌های ذخیره الکتریکی به صورت یکی از انواع زیر خواهند بود :

الف) باتری‌های اسید ـ سربی ثانوی که دارای ساختار و ترکیب شیمیایی مناسب جهت عملیات پشتیبانی و سرویس غیر ثابت می‌باشند.

omoorepeyman.ir

ب) باتری‌های نیکل ـ کادمیوم ثانوی که دارای ساختار و ترکیب شیمیایی مناسب جهت عملیات پشتیبانی و سرویس غیر ثابت می‌باشند.

پ) باتری‌های ثانوی مرکب از سایر زوج‌ها که برای عملیات پشتیبانی و سرویس غیر ثابت طراحی شده و مورد تایید مقامات مربوطه می‌باشند.

باتری‌های اسید ـ سربی ثانوی مجاز به داشتن الکترولیت آزاد یا فاقد تحرک بوده و می‌توانند دارای ساختاری با دریچه قابل تنظیم (آب‌بندی شده) یا ساختار آب‌بندی نشده باشند. باتری‌های نیکل ـ کادمیوم می‌توانند دارای ساختاری با دریچه قابل تنظیم (آب‌بندی شده) یا ساختار آب‌بندی نشده باشند.

۴-۱-۲ سیستم‌های پشتیبان و اضطراری

منابع تغذیه اضطراری در محل کار (سایت) مستقر شده و باید الزامات NFPA 70 را برآورده سازد. باتری‌ها به صورت سیستم‌های باتری مرکزی و به شرح زیر خواهند بود :

الف) از نوع قفسه (رک) باز

ب) از نوع کنسول یا پکیج

پ) ترکیبی از (الف) و (ب)

۴-۲ تجهیزات تبدیل انرژی

۴-۲-۱ تجهیزات

تجهیزات تبدیل انرژی در نظر گرفته شده در این استاندارد به سیستم‌هایی تعلق دارند که از منابع باتری یا ادوات اینرسی یا هر دو، به همراه لوازم کنترل، تبدیل و اقلام مربوطه، استفاده می‌کنند.

۴-۲-۲ سیستم‌ها

تجهیزات تبدیل انرژی به سیستم‌های زیر محدود خواهند بود.

الف) سیستم‌های منبع نیروی برق بدون وقفه (UPS)

ب) سیستم‌های منبع نیروی برق پشتیبان (سیستم‌های باتری مرکزی)

۴-۲-۳ سطح

تجهیزات تبدیل انرژی برای سطح 1 از طراحی و اقلام مورد تاییدی برخوردار خواهد بود که عملکرد و قابلیت اطیمنان آنها فهرست شده باشد.

۴-۲-۴ کلاس

تجهیزات تبدیل انرژی در بار اسمی کامل به ازاء کلاس تعیین شده توسط سازنده مورد آزمون و گواهی قرار خواهند گرفت.

omoorepeyman.ir

۴-۲-۵ خروجی

خروجی تجهیزات تبدیل انرژی از نوع dc یا ac بوده و ولتاژ، شکل موج و فرکانس اسمی بار را دارا خواهد بود.

۴-۲-۶ دما

مبدل‌های انرژی باید به نحوی طراحی شوند که بتوانند در گستره دمای مورد انتظار محیط بدون خرابی کار کنند. در داخل ساختمان این گستره ۱۰ الی ۴۰ درجه سانتیگراد خواهد بود. در خارج ساختمان یا نواحی که هیچ‌گونه کنترل دمایی ندارند، گستره مذکور ۳۴- الی ۵۰ درجه سانتیگراد خواهد بود.

۴-۲-۷ رطوبت

تجهیزات تبدیل انرژی بایستی به نحوی طراحی شوند که در اتمسفری با رطوبت نسبی متغیر از ۵ درصد تا ۹۵ درصد، بدون تغلیظ یا تبدیل به مایع، بتوانند عمل نمایند.

۴-۲-۸ ظرفیت

تجهیزات تبدیل انرژی باید به ازاء کلاسی که برای آن تعیین شده است دارای ظرفیت تامین انرژی باشد. در صورت قطع انرژی به مدت طولانی (کامل)؛ تجهیزات تبدیل انرژی بایستی قادر به تغذیه خودکار بار اسمی و مدت زمان کامل در طول ۴۸ ساعت، و تغذیه ۶۰ درصد مدت زمان در بار اسمی کامل در طول ۲۴ ساعت باشد.

۴-۲-۹ پاسخ

مدل‌های انرژی باید قادر به تغذیه و تامین انرژی برق به بار در ولتاژ کامل، فرکانس صحیح، طول موج مورد لزوم در صورت اقتضاء و نوع مبدل باشد.

۴-۳ ابزار دقیق نشان دهنده

۴-۳-۱ سیستم تغذیه برق ذخیره شده اضطراری (SEPSS) باید مجهز به ابزار دقیق نشان دهنده یا سایر لوازم نشان دهنده مورد تایید با قابلیت اعلام از دور، جهت بیان و نمایش الزامات مندرج در جدول ۴-۳-۱ باشد.

۴-۳-۲ نمایشگرهای دیداری مجزا و یک اعلام‌گر شنیداری معمولی باید برای الزامات مندرج در جدول ۴-۳-۲ پیش‌بینی شود.

۴-۳-۳ در مورد SEPSS سطح 1 باید کنتاکت‌هایی جهت اعلام هشدار دوردست پیش‌بینی شود.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۳-۱ : شاخص لوازم نشان دهنده

ادوات	سطح	
	۲	۱
اینورتر یا مبدل دارای بار	X	X
ولتاژ باتری	O	X
جریان باتری، شارژ، یا دشارژ	O	X
ولتاژ خروجی سیستم، هر مسیر	X	X
فرکانس خروجی سیستم (در صورت اقتضاء)	O	X
جریان خروجی سیستم، هر مسیر	O	X

X = ضروری O = غیرضروری

جدول ۴-۳-۲ : شاخص نمایشگرهای دیداری

ادوات	سطح	
	۲	۱
ولتاژ خروجی بالا یا پایین	X	X
کلید خودکار خروجی، باز	O	X
اضافه بار یا اضافه جریان خروجی	X	X
دمای بالا	X	X
تجهیزات تبدیل انرژی در حالت کنارگذر	X	X
باتری ضعیف	X	X
شرایط هشدار اصلی	X	X
شرایط هشدار فرعی	X	X

X = ضروری O = غیرضروری

۵ سویچ‌های انتقال و حفاظت

۵-۱ کلیات

۵-۱-۱ عبارت ''سویچینگ'' به کار رفته در این بخش، ما را به هر دستگاه الکتریکی یا الکترونیکی که به شرح زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد، ارجاع می‌دهد.

الف) برای انتقال بار الکتریکی از یک منبع نیروی برق به منبع دیگر

ب) برای اجرای عملیات سویچینگ بار یا ریزش بار در هر بار الکتریکی

پ) به منظور کنارگذر کردن، ایزوله کردن و آزمون هر سویچ انتقال یا ایزولاسیون در سیستم استاتیک

omoorepeyman.ir

ت) به منظورو ایزوله کردن هر وسیله معیوب در سیستم استاتیک تا اتصال آن به ترمینال‌های خروجی بار قطع شود

ث) به منظور کنار گذر کردن تجهیزات تبدیل انرژی

۵-۱-۲ عبارت ''حفاظت'' به کار رفته در این بخش، ما را به وسایل حفاظتی اضافه بار یا ادوات حسگری الکترونیکی مانند فیوزها، کلیدهای خودکار یا هر دو که جهت حفاظت سیستم استاتیک در مقابل صدمات ناشی از خرابی‌ها، اضافه بارها در هر خروجی سیستم استاتیک بارها یا هادی‌های آنها یا هر گونه خرابی داخلی در سیستم استاتیک به کار می‌روند، ارجاع می‌دهد.

۵-۲ سویچ‌های انتقال

۵-۲-۱ کلیات

سویچ‌های انتقال به منظور انتقال بارهای متصل بین مبدل انرژی و سرویس الکتریکی ساختمان نرخ گذاری شده و مقادیر اسمی آنها تعیین می‌شود.

۵-۲-۱-۱ سویچ‌های انتقال می‌توانند الکتریکی یا الکترونیکی یا ترکیبی از هر دو باشند.

۵-۲-۱-۲ مقدار اسمی هر سویچ انتقال به ازاء انتقال تمام بارهای الکتریکی متصل، از یک منبع انرژی به منبع دیگر، تعیین می‌شود.

۵-۲-۱-۳ مشخصه‌های سویچ انتقال همآهنگ با بار الکتریکی متصل تعیین و انتخاب می‌گردد.

۵-۲-۱-۴ سویچ‌های انتقال ایزولاسیون (با مقدار اسمی مشخص آن) را بین بار الکتریکی و منبع جایگزین بوجود خواهد آورد.

۵-۲-۱-۵ سویچ‌های انتقال می‌توانند وسایل جداگانه‌ای در داخل محفظه خویش یا بخش تمام و کاملی از تجهیزات تبدیل انرژی باشند.

۵-۲-۱-۶ مقادیر اسمی ظرفیت و تحمل سویچ‌های انتقال به ازاء کلیه کلاس‌های باری که سرویس داده می‌شوند تعیین خواهد شد.

۵-۲-۱-۷ نحوه کار سویچ‌های انتقال تضمین خواهد کرد که محتمل‌ترین علل خرابی سویچ به بارهایی که به سرویس ساختمان متصل هستند منجر خواهد شد.

۵-۲-۱-۸ به منظور وارسی و کنترل عملیات و کار سویچ انتقال وسایل و تمهیداتی اندیشیده خواهد شد.

omoorepeyman.ir

۵-۲-۲ ظرفیت سویچ

۵-۲-۲-۱ ظرفیت سویچ انتقال، الکترونیکی یا الکترومکانیکی به به صورت مقادیر اسمی آن به ازاء کلیه کلاس‌های باری که سرویس داده می‌شوند، تعیین خواهد شد.

۵-۲-۲-۲ مقادیر اسمی سویچ انتقال شامل تمام وسایل حاوی جریان بار، برای مقابله با اثرات جریان‌های خرابی موجود، تعیین خواهد شد.

۵-۲-۳ طبقه‌بندی سویچ انتقال

۵-۲-۳-۱ به استثنای شرایط مندرج در بند ۵-۲-۳-۲، هر سویچ انتقال به صورت یک وسیله کامل سوار شده در کارخانه و مورد آزمون قرار گرفته در کارخانه، جزء فهرست سرویس اضطراری منظور خواهد شد.

۵-۲-۳-۲ سویچ‌های الکترونیکی یا الکترومکانیکی را که جزء تمام و کمالی از تجهیزات تبدیل انرژی باشند می‌توان به کار گرفت مشروط بر آن که بخشی از تجهیزات فهرست شده باشند.

۵-۲-۴ ویژگی‌های سویچ انتقال خودکار

۵-۲-۴-۱ .سویچ‌های انتقال خودکار به صورت الکتریکی یا الکترونیکی عمل خواهند کرد.

۵-۲-۴-۲ انتقال بار از یک منبع به منبع دیگری می‌توان به صورت خودکار انجام پذیرد

۵-۲-۴-۳ انتقال می‌تواند به شکل خودکار یا دستی صورت پذیرد.

۵-۲-۴-۴ منبع بار از نظر اضافه ولتاژ و کسر ولتاژ در تمام خطوط ورودی زیرزمینی آن تحت مراقبت و مانتیور قرار خواهد گرفت.

۵-۲-۴-۵ تجهیزات تبدیل انرژی و برق شهری از نظر شرایط غیر قابل قبول تحت مراقبت خواهند بود.

۵-۲-۴-۶ اگر شرایطی که خارج از تولرانس است آشکار و مشخص شود، سویچ انتقال به طور خودکار به منبع (منابع) انرژی جایگزین سویچ می‌شود، مشروط بر آن که منبع (منابع) جایگزین خود در محدوده تولرانس باشند.

۵-۲-۴-۷ هنگامی که منبع انرژی ارجح به سطوح خروجی در محدوده تولرانس تجهیزات از نظر پارامترهای مندرج در بند ۵-۲-۴-۲ باز گردد، سویچ انتقال شروع به انتقال مجدد خودکار به منبع ارجح خواهد کرد.

۵-۲-۴-۸ به منظور اطمینان از این که، قبل از انجام چنین انتقال مجددی، منبع ارجح در محدوده مشخصات فنی حالت ـ پایدار خویش قراردارد، تاخیر زمانی قابل تنظیمی در نظر گرفته خواهد شد.

omoorepeyman.ir

۵-۲-۴-۹ مشروط بر آن که منبع ارجح در محدوده تولرانس قرار داشته باشد، جهت انتقال مجدد به منبع ارجح تحت فرمان دستی، تمهیداتی نیز باید به عمل آید.

۵-۲-۴-۱۰ در صورت تمایل، انتقال‌های مجدد متوالی مجاز خواهد بود تا با بارهای سنگین مقابله شده و در عین حال اختلالات بیشتری در مدار (مدارها) رخ ندهد.

۵-۲-۴-۱۱ به استثنای شرایط مندرج در بند ۵-۲-۴-۱۲، به منظور پرهیز از اتصال غیر عمدی منابع انرژی ارجح و جایگزین، ویژگی قفل داخلی باید پیش‌بینی شود.

۵-۲-۴-۱۲ در حالتی که اتصال داخلی، از مشخصه‌های ذاتی طراحی سیستم است منابع انرژی ارجح و جایگزین فقط در مدت زمان لازم برای انتقال منابع ارجح، بدون اختلال در بارهای الکتریکی متصل به آن به یکدیگر متصل خواهند بود، مشروط بر آن که چنین اتصالی بتواند توسط دو منبع انرژی دریافتی و متصل به هم، بدون تحریک و آغاز ویژگی حفاظت جریان داخلی، تحمل گردد.

۵-۲-۴-۱۳ دستورالعمل و دستگاه‌هایی به منظور کنارگذر کردن یا انتقال غیر الکتریکی دستی در صورت وقوع سوء عمل سویچ انتقال خودکار، بایستی پیش‌بینی شود.

۵-۲-۴-۱۴ یک وسیله تاخیر زمانی قابل تنظیم به همراه کنارگذر خودکار بایستی پیش‌بینی گردد تا بتوان انتقال مجدد از منبع جایگزین، منبع انرژی ارجح را به تاخیر انداخت.

۵-۲-۴-۱۵ اگر تجهیزات تبدیل انرژی (ECS) یا تغذیه نیروی اضطراری (EPS) دچار خرابی شوند، تاخیر زمانی به طور خودکار کنارگذر خواهد شد.

۵-۲-۴-۱۶ در هر سویچ انتقال خودکار یک کلید آزمون پیش‌بینی خواهد شد تا خرابی منبع انرژی ارجح را شبیه‌سازی کند، سپس سویچ انتقال خودکار کار اصلی خویش را آغاز و اجرا خواهد کرد.

۵-۲-۵ ویژگی‌های سویچ انتقال غیر خودکار

۵-۲-۵-۱ **لوازم** سویچینگ مستقیما" توسط دست یا ورودی دوردست عمل خواهند کرد. پس از عمل کردن، وسیله مذکور به حالت دیگر (جایگزین) سویچ کرده و در آن حالت باقی خواهد ماند. پس از قطع ورودی، وسیله سویچینگ به حالت ارجح خویش باز خواهد گشت.

omoorepeyman.ir

۵-۲-۵-۲ مکانیسم قفل مکانیکی قابل اطمینان یا یک روش مورد تایید دیگر، از اتصال غیر عمدی منابع انرژی ارجح و جایگزین یا هر دو منبع انرژی جدا از هم، جلوگیری خواهد کرد.

۵-۲-۵-۳ دو لامپ راهنما با پلاک شناسه یا نمایشگر وضعیت مورد تایید دیگر، به منظور نشان دادن وضعیت سویچ باید پیش‌بینی شود.

۵-۳ سویچینگ بار (ریزش بار)

۵-۳-۱ کلیات

هنگامی که دو یا چند سیستم استاتیک به منظور تامین انرژی اضطراری، با هم موازی می‌شوند، سیستم‌های موازی شده باید تحت کنترل باشند تا از باردهی اضافی (یعنی بیش از ظرفیت مورد نظر سیستم‌های موازی شده) جلوگیری شده یا تجهیزات تبدیل انرژی به حالت کنارگذر برود.

۵-۳-۲ مقادیر اسمی سویچ انتقال

۵-۳-۲-۱ هر سویچ انتقال بایستی به ازاء کلیه کلاس‌های باری که به آنها سرویس داده می‌شود، دارای مقدار اسمی جریان پیوسته و مقدار اسمی قطع باشد.

۵-۳-۲-۲ سویچ انتقال باید قادر به تحمل جریان خرابی موجود در محل نصب باشد.

۵-۳-۳ راهبری

هنگامی که منبع اضطراری به لوازم سویچینگ بارها اعمال می‌شود، بارهایی با اولویت اول به شینه اضطراری سویچ خواهند شد (اگر قبلا" روی آن شینه نباشند).

۵-۳-۳-۱ پس از آن، بارهایی با اولویت پایین‌تر باقی‌مانده به شینه اضطراری سویچ شده (مشروط بر آن که شینه اضطراری توسط سویچینگ مذکور دچار اضافه بار نشود) و این امر تا زمانی که تمام بارهای اضطراری با اولویت پایین‌تر روی شینه اضطراری باشند، ادامه خواهد یافت.

۵-۳-۳-۲ در مواردی که هر ماجول انرژی استاتیک متصل به شینه اضطراری، به علت خرابی داخلی، از آن شینه ایزوله گردد و اگر ماجول‌های انرژی متصل باقی‌مانده قادر به ارایه سرویس به بار متصل کل نباشند، با خارج کردن بارها به ترتیب اولویت معکوس و متناسب با ظرفیت انرژی از دست رفته ماجول ایزوله شده، بارهای کل روی شینه اضطراری بایستی کاهش یابد.

omoorepeyman.ir

۵-۳-۳-۳ هنگامی که تقاضای بار با ظرفیت متصل ماجول‌های باقی‌مانده انطباق یافت در این‌صورت خارج کردن بارها متوقف خواهد شد.

۵-۴ سویچ‌های کنار گذر

۵-۴-۱ سویچ‌های کنارگذر، با یا بدون ایزولاسیون، مجاز به کنارگذر کردن سویچ انتقال یا کنارگذر و ایزوله کردن آن بوده و در صورت نصب سویچ‌های کنارگذر باید منطبق با ضوابط مندرج در بندهای ۵-۴-۲ و ۵-۴-۳ باشند.

۵-۴-۲ سویچ کنارگذر بایستی دارای مقدار اسمی جریان پیوسته بوده و قادر به تحمل مقدار اسمی جریانی سازگار با جریان سویچ انتقال مربوطه باشد.

۵-۴-۳ هر سویچ کنارگذر به منظور استفاده در سرویس الکتریکی اضطراری، بایستی به صورت یک وسیله و دستگاه کاملا" مونتاژ شده در کارخانه و مورد آزمون قرار گرفته در کارخانه طراحی شده باشد.

۵-۵ حفاظت

۵-۵-۱ کلیات

۵-۵-۱-۱ لوازم حفاظت اضافه جریان در سیستم تغذیه نیروی اضطراری (EPSS) باید هماهنگ شوند تا در صورت وقوع جریان اتصال کوتاه از لغزش گزینشی لوازم حفاظت اضافه جریان مدار اطمینان حاصل کرد.

۵-۵-۱-۲ حداکثر جریان اتصال کوتاه دردسترس حاصل از هر دو منبع برق شهری و منبع برق اضطراری بایستی ارزیابی شوند تا برآورده شدن هماهنگی مذکور راست آزمایی گردد.

۵-۵-۲ مقدار اسمی لوازم حفاظت اضافه جریان

۵-۵-۲-۱ مقدار اسمی لوازم یکپارچه (مانند فیوزها یا کلیدهای اتوماتیک) با مقدار اسمی لوازم حفاظتی مدار فروسو بایستی هماهنگ شود. هماهنگی مذکور با توجه به جریان اتصال کوتاه آتی دردسترس حاصل از منابع انرژی متصل فراسو به نحوی صورت می‌پذیرد که لوازم مدار فروسو به منظور حذف کم اهمیت‌ترین بخش بار الکتریکی متصل، ابتدا وارد عمل می‌شوند.

۵-۵-۲-۲ در مواردی که حفاظت الکترونیکی از طریق فیدیک تامین شده و جریان خروجی تجهیزات تبدیل انرژی را محدود می‌سازد، سویچ(های) انتقال داخلی به منظور سویچ کردن بار الکتریکی متصل به منبع جایگزین، بایستی وارد عمل شوند.

omoorepeyman.ir

۳-۵-۵ لوازم اضافه جریان در مدارهای EPSS بایستی فقط برای افراد و پرسنل مجاز قابل دسترسی باشد.

۶ اصول نصب و ملاحظات محیطی

۱-۶ کلیات

۱-۱-۶ در این بخش، حداقل الزامات و ملاحظات برای سیستم‌های SEPSS از نظر اصول نصب و شرایط محیطی که می‌توانند اثرات گسترده‌ای بر عملکرد آن داشته باشند تعیین و بررسی می‌شوند.

۲-۱-۶ هنگام ارزیابی عمل نصب سیستم SEPSS، عوامل موقعیت جغرافیایی، نوع ساختمان، طبقه‌بندی ساکنین و ماهیت خطرناک بودن منطقه باید بررسی و مورد توجه قرار گیرد.

۳-۱-۶ محل نصب تجهیزات SEPSS و روش نصب آن باید بر طبق توصیه‌های سازنده بوده و مورد تایید مقامات ذی‌ربط باشد.

۴-۱-۶ هنگامی که انرژی نرمال در دسترس است، این منبع بارهای سیستم سطح 1 و سطح 2 را سرویس داده و مجاز به تغذیه بارهای اضافی خواهد بود، مشروط بر آن که در صورت خرابی منبع انرژی نرمال، بارهای اضافه به طور خودکار از مدار خارج شده و اطمینان حاصل شود که EPS دارای ظرفیت کافی جهت سرویس بارهای سطح 1 و سطح 2 می‌باشد.

۲-۶ شرایط محل نصب

۱-۲-۶ سیستم SEPSS را می‌توان در اتاق وسایل و لوازم قطع و وصل یا هر اتاق سرویس الکتریکی دیگر نصب کرد مشروط بر آن که مشخصات محیطی سازنده برآورده شود.

۲-۲-۶ اتاق‌ها یا ساختمان‌هایی که در آنها سیستم SEPSS مستقر شده باشد باید در مکانی قرار داشته باشند که در آن امکان خسارت به واسطه سیل، مانند سیل حاصل از اطفاء حریق، فاضلاب و سایر پیشآمدهای ناگوار، به حداقل برسد.

۳-۲-۶ تجهیزات SEPSS در مکانی باید نصب شود که بتوان به آن دسترسی داشته و فضای کاری به حد کافی جهت بازرسی، تعمیر، نگهداری، تمیزکردن یا جایگزین نمودن آن پیش‌بینی شده باشد.

۴-۲-۶ در صورت عدم وجود سیستم روشنایی اضطراری دیگر، سیستم روشنایی اضطراری جداگانه‌ای باید در محل SEPSS پیش‌بینی و نصب شود.

omoorepeyman.ir

۶-۳ کنترل حرارت، سرما، تهویه و رطوبت

۶-۳-۱ سیستم SEPSS باید در مکانی نصب شود که دارای امکانات سرمایش و گرمایش بوده و در هر دو شرایط دردسترس بودن انرژی نرمال و اضطراری، از عملکرد تجهیزات در محدوده مشخصات دمای محیط تعیین شده توسط سازنده، مطمئن بود.

۶-۳-۲ در مورد پخش و تهویه کافی گازهای حاصل از باتری به منظور محدود کردن تمرکز هیدروژن بر طبق آیین‌نامه‌های حریق و الکتریکی NFPA 1 و NFPA 70، بایستی تمهیدات لازم به عمل آید.

۶-۳-۳ در مورد تجهیزات SEPSS که از باتری‌های الکترولیت آزاد منفذدار استفاده کرده و در این باتری‌ها تکامل و تحول آزاد گازها صورت می‌پذیرد، بایستی دریچه‌های تهویه هوا یا جریان هوا نصب شده و از امکان انباشته شدن توده‌های گاز جلوگیری نمود.

۶-۲-۴ در صورت لزوم باید از پروانه‌های مناسب جهت دوران و خروج هوا، که مجهز به موتورهای ضد انفجار طراحی شده برای چنین کاربردی می باشند، استفاده کرد.

۶-۴ حفاظت

۶-۴-۱ از اتاقی که در آن تجهیزات EPS مستقر شده نبایستی برای مقاصد انبارداری استفاده شود.

۶-۴-۲ در مواردی که اتاق‌ها یا ساختمان‌های جداگانه تجهیزات SEPSS مجهز به سیستم اطفاء حریق باشند، یکی از سیستم‌های ذیل بایستی به کار گرفته شود :

الف) سیستم‌های دی اکسید کربن

ب) سیستم‌های هالون

پ) سایر سیستم‌هایی که مورد تایید مقامات ذی‌ربط باشد.

۶-۴-۳ در صورتی که اتاق‌های تجهیزات SEPSS مجهز به سیستم آشکارسازی و اعلام حریق باشند، روش و اصول نصب بایستی بر طبق استاندارد مربوطه تعیین و ملاک عمل قرار گیرد.

۶-۴-۴ تجهیزات SEPSS بایستی در برابر حالات گذرای ولتاژ حاصل از رعد و برق حفاظت شود.

۶-۴-۵ در طبقه‌بندی طراحی از نظر زلزله مانند C، D، E و F بر طبق ضوابط ASCE 7، ''طراحی بارهای حداقل برای ساختمان‌ها و سایر سازه‌ها'' تجهیزات SEPSS بایستی به نحوی طراحی گردد که ریسک خرابی به واسطه ارتعاشات زمین لرزه پیش‌بینی شده، به حداقل برسد.

omoorepeyman.ir

۶-۴-۶ باتری‌ها بایستی در محل مهار شده،کابل‌ها بایست محکم شود تا احتمال سرریز با شکست کابل به واسطه ارتعاشات زمین‌لرزه پیش‌بینی شده کاهش یابد.

۶-۵ توزیع

۶-۵-۱ سیستم‌های اتصال زمین، توزیع و سیم‌کشی در EPS بایستی بر طبق استانداردهای ذی‌ربط نصب شوند.

۶-۵-۲ سیستم توزیع الکتریکی در سیستم SEPSS با استفاده از تجهیزات حفاظت جریان خرابی و اضافه جریان طراحی شده برای آن تکمیل خواهد شد.

۶-۵-۳ باتری‌های ذخیره مورد استفاده برای تامین انرژی سیستم SEPSS باید تا حدا امکان در مجاورت SEPSS مستقر شده و با به کاربردن کابلی که اندازه آن با توجه به محدود کردن افت ولتاژ به سطوح تعیین شده در مشخصات سازنده انتخاب می‌گردد به سیستم اتصال خواهد یافت.

۶-۶ شرایط پذیرش و آزمون‌های لازم

۶-۶-۱ پس از تکمیل عملیات نصب سیستم SEPSS به منظور اطمینان از انطباق با الزامات این استاندارد از نظر هر دو معیار خروجی انرژی و کارکرد، سیستم بایستی مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۶-۲ به منظور تصویب نهایی کل SEPSS، آزمون پذیرش پای کار بایستی صورت پذیرد.

۶-۶-۳ در مورد سیستم‌های مبتنی بر باتری، آزمون پای کار به روال زیر باید انجام گردد :

الف) در شرایط کاملا" شارژ بودن باتری‌ها و قرار داشتن ردیف بار متصل در مقدار اسمی، خرابی انرژی نرمال با باز کردن تمام سویچ‌ها و کلیدهای خودکاری که انرژی نرمال را به بار می‌رسانند آغاز می‌گردد.

ب) در مورد بار اضطراری که به آن انرژی نرمال داده نمی‌شود، کلیدهای خودکار در مدار تحت مراقبت که به بار اضطراری انرژی می‌دهند، باز خواهند شد..

پ) تاخیر زمانی بین آغاز خرابی انرژی و انرژی دادن به بار بایستی مشاهده و ثبت و ضبط گردد.

ت) ولتاژ و جریان اعمال شده به بار اضطراری و در صورت اقتصاء، فرکانس، شکل موج و حالات گذرا بایستی ثبت و ضبط شود.

ث) آزمون بار به مدت ۱۵ دقیقه یا زمان (کلاس) اسمی، هر کدام کوتاه‌تر باشد، به طول کشیده و پارامترهای زیر مشاهده، ثبت و ضبط خواهد شد :

i) ولتاژ و جریان اعمالی به بار

ii) ولتاژ و جریان ردیف باتری

omoorepeyman.ir

iii) در صورت اقتضاء، فرکانس

ج) انرژی نرمال به مدار تحت مراقبت باز خواهدگشت.

چ) مدت زمان انتقال مشاهده خواهدشد.

۶-۶-۴ بلافاصله بعد از آزمون معرفی شده در بند ۶-۶-۳،سیستم SEPSS به مدت ۲۴ ساعت به انرژی نرمال متصل خواهد بود.

۶-۶-۵ بلادرنگ پس از مدت زمان شارژ مجدد ۲۴ ساعتی مندرج در بند ۶-۶-۴، آزمون بار شروع خواهد شد.

۶-۶-۶ استفاده از ضریب توان واحد برای سیستم SEPSS مجاز است، مشروط بر آن که آزمون‌های بار اسمی در ضریب توان اسمی، قبل از بارگیری و حمل، توسط سازنده صورت پذیرفته باشد.

۶-۶-۷ مدت زمان آزمون بار ۶۰ درصد کلاسی است که مقدار اسمی SEPSS به ازاء آن تعیین شده است.

۶-۶-۸ داده های مشخص شده در بند ۶-۶-۳ پ، ت و ث، تا زمان تکمیل آزمون، باید هر دقیقه ثبت و ضبط گردد.

۶-۶-۹ پس از تکمیل آزمون، پیچ‌های شینه باید بازرسی شده و در صورت لزوم تعمیر و مستحکم شود.

۶-۶-۱۰ هر باتری و شینه که دچار نقص و معیوب شده باید تعویض گردیده و در گزارش‌ها یا سوابق ثبت شود.

۶-۶-۱۱ در زمان آزمون پذیرش مستندات و مدارک زیر بایستی به مقامات ذی‌ربط ارایه شود :

الف) داده‌های آزمون کارخانه در باره سیستم کامل شده

ب) مشخصات باتری

پ) گواهی فروشنده در مورد انطباق با مشخصات

۶-۶-۱۲ می‌توان از روشی برای مراقبت و مانیتور کردن باتری‌های اسید ـ سرب براساس اندازه‌گیری‌های اهمی استفاده کرد. اندازه‌گیری‌های اهمی برای هر سلول در سیستم باتری تقریبا" ۲ هفته پس از آزمون بار کامل مندرج در بند ۶-۶-۵ یا ۲ هفته پس از آخرین دشارژ انجام خواهد شد. اندازه‌گیری‌ها روی باتری شارژ شده کامل و در حال شارژ شناور صورت خواهد گرفت. داده‌ها بایستی ثبت شده و به عنوان مبنای مقایسه‌ای برای اندازه‌گیری‌های آتی به کار رود.

omoorepeyman.ir

۷ اصول نگهداری جاری و آزمون‌های راهبری

۷-۱ کلیات

سیستم SEPSS باید دارای راهنمای اصول نگهداری جاری و آزمون‌های راهبری مبتنی بر توصیه‌های سازنده، دفترچه، دستورالعمل‌ها و حداقل الزامات این بخش و منوط به تصویب مقامات ذی‌ربط باشد.

۷-۲ دفترچه راهنما، ابزارهای ویژه و قطعات یدکی

۷-۲-۱ حداقل دو نسخه از دفترچه‌های دستورالعمل برای سیستم توسط سازنده تهیه و ارایه شده و دفترچه‌های مذکور باید شامل موارد زیر باشند :

الف) توضیح مشروح در باره کار و عملیات سیستم

ب) نمودار شماتیک سیم‌کشی

پ) نمودار بلوکی کارکرد

ت) مشخصات باتری، دستورالعمل نصب باتری، اطلاعات نگهداری باتری و نمودار سیم‌کشی باتری

ث) دستورالعمل‌های نگهداری جاری

ج) فهرست قطعات یدکی توصیه شده با شماره قطعات و منابع قطعات

ح) روش‌های رفع خرابی و تعمیر جاری

۷-۲-۲ در مورد سطح 1، یک نسخه از دستورالعمل‌ها همراه تجهیزات نگاهداری شده و نسخه دیگر در یک مکان امن نگاه داشته خواهد شد.

۷-۲-۳ ابزار ویژه و وسایل آزمون مورد نیاز برای نگهداری جاری بایستی در هنگام نیاز، در دسترس باشند.

۷-۳ آزمون نگهداری و راهبری

۷-۳-۱ سیستم SEPSS باید به نحوی نگهداری شود که قادر به تامین کیفیت سرویس در زمان مشخص شده در نوع سیستم و در مدت زمان تعیین شده در کلاس سیستم باشد.

۷-۳-۲ بلافاصله پس از آزمون پذیرش یا هر گونه تعمیر یا جایگزینی اقلامی، از جمله جایگزینی باتری، برنامه آزمون نگهداری و راهبری جاری بایستی آغاز و اجرا گردد.

omoorepeyman.ir

۷-۳-۳ سابقه قابل بازسازی از بازرسی، آزمون‌ها و تعمیرات بایستی در ساختمان (تاسیسات) نگاهداری شود. سابقه بایستی شامل موارد زیر باشد :

الف) تکمیل دفتر ثبت وقایع

ب) اعلام هر گونه شرایط ناخوشایند و اقدامات اصلاحی صورت گرفته، از جمله قطعات و اقلام جایگزین شده

پ) اعلام افراد سرویس دهنده

ت) مستندسازی آزمون تکمیلی ، بر طبق بند ۷-۴-۱، بلافاصله پس از هر گونه تعمیر یا جایگزینی باتری

۷-۴ بازرسی و آزمون راهبری

۷-۴-۱ تجهیزات سطح 1 بایستی ماهانه مورد بازرسی قرار گرفته و حداقل هر فصل سال به مدت حداقل ۵ دقیقه یا مدتی که در کلاس آن مشخص شده (هر کدام کمتر باشد انتخاب شود) و در حالی که به بار متصل است تحت آزمون قرار گیرد.

۷-۴-۲ بازرسی تجهیزات شامل موارد زیر خواهد بود :

الف) باتری و تجهیزات شارژکننده / کنترل مربوطه وارسی شده و از این نقطه نظر که، آنها در شرایط تمیز و رضایت بخشی قرار داشته و هیچ‌گونه عوامل محیطی استثنایی یا شرایط دیگر که بتواند بر عملکرد تاثیر یا به آن صدمه بزند وجود ندارد، مورد صحت سنجی قرار خواهند گرفت.

ب) در صورت اقتضاء سطوح الکترولیت باتری وارسی شده و در صورت لزوم دوباره پر خواهد شد.

پ) ترمینال‌ها و کانکتورهای درون سلولی، در صورت لزوم، تمیزکاری و دوباره چربکاری شده و بخش فوقانی سلول بایستی تمیز شود.

ت) ولتاژهای هر سلول وارسی شده و ثبت خواهد شد.

ث) در صورت اقتضاء وزن مخصوص سلول‌های راهنما (پایلوت) وارسی و ثبت خواهد شد.

ج) شرایط صفحات و رسوب الکترولیت آزاد، باتری‌های اسید سربی در بدنه‌های (محفظه‌های) شفاف بایستی بررسی شود.

چ) تمام لامپ‌های نمایشگر، وسایل اندازه‌گیری و کنترل‌ها باید از نظر کارکرد صحیح وارسی گردند.

ح) مقدار بار باید وارسی شده و از قرار داشتن آن در گستره مقدار اسمی اطمینان حاصل شود.

۷-۴-۳ آزمون بار براساس مفاد بند ۷-۴-۱ صورت خواهد گرفت. ولتاژ خروجی، ولتاژ باتری و مدت زمان آزمون در آغاز و در پایان آزمون برای هر مجموعه باتری باید ثبت شود.

omoorepeyman.ir

۴-۴-۷ در هنگام استفاده از روش اندازه‌گیری اهمی، نتایج بایستی نگاهداری شده و از نظر انحراف و تفاوت با نتایج مرجع حاصله در زمان پذیرش نصب سیستم باتری، مندرج در بند ۶-۶-۱۲، مقایسه و وارسی گردد. اگر داده‌ها در گستره قابل قبول تعیین شده توسط سازنده باتری باشند، به آزمون بار سالانه نیازی نیست. اگر داده‌ها معرف انحرافی خارج گستره قابل قبول تعیین شده توسط سازنده باتری باشد، سیستم SEPSS باید در بار کامل و به ازائ مدت زمان کامل مشخص شده در کلاس آن، وارسی و کنترل گردد. به جای بار واقعی می‌توان از یک ردیف بار با مقدار اسمی کامل استفاده کرد مشروط بر آن که از نظر مقدار اسمی با مقدار اسمی تجهیزات تبدیل انرژی (ECE) برابر باشد.

۵-۴-۷ در صورتی که سابقه‌ای از اندازه‌گیری‌های اهمی مورد استفاده قرار نگرفته یا نگاهداری نشود، سیستم SEPSS به طور سالانه در بار کامل و در مدت زمان کامل تعیین شده در کلاس آن، بایستی وارسی گردد. استفاده از یک ردیف بار با مقدار اسمی کامل به جای بار واقعی مجاز است مشروط بر آن که از نظر مقدار اسمی با مقدار اسمی تجهیزات تبدیل انرژی برابر باشد.

۶-۴-۷ سیستم SEPSS هر سال یک بار، در بار کامل و در مدت زمان کامل تعیین شده در کلاس آن، باید وارسی و کنترل گردد.

۷-۴-۷ سابقه کتبی از کلیه وارسی‌ها و آزمون‌ها مندرج در بند ۷-۴-۲ بایستی نگاهداری شده و دردسترس مقامات ذی‌ربط باشد.

۸-۴-۷ برنامه آزمون راهبری و نگهداری جاری بایستی توسط افرادی که به نحو صحیح و مناسب آموش داده شده‌اند، صورت پذیرد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

absorbed electrolyte cell	سلول با الکترولیت جذب شده
actuator	کار انداز
aortic balloon pump	پمپ بالن شاهرگی (پمپ افزایش جریان خون و اکسیژن)
automatic transfer switch	کلید انتقال خودکار
bank of elevators	بانک یامجموعه آسانسورها
batch	دسته‌ای
battery	باتری
battery rack	راک یا قفسه باتری
brownout	کاهش ولتاژ برنامه‌ریزی شده
buffer	میانگیر، واسط
bypass isolation switch	کلید کنار گذر یا جداکننده
closed transition	تبدیل یا گذار بسته
cogeneration	تولید همرمان برق و گرما
configuration	پیکربندی
compression ratio	نسبت تراکم
crest factor	ضریب رأس
current withstand rating	نرخ جریان ایستادگی
custom - built	تجهیزات سفارشی
direct expansion	توسعه مستقیم
disturbance	اختلال، اغتشاش
dropout volage (or current)	ولتاژ (یا جریان) افت (از کار افتادن)
emergency power system	سیستم نیروی برق اضطراری
extruder	رانشگر
ferroresonance	شرایطی که می‌تواند یک ولتاژ القایی بر روی بازویی از ترانسفورماتور که برق آن قطع شده است ایجاد کند
flicker	نوسان، سوسوزدن
forced outage	قطع اجباری برق
frequency droop	تغییر فرکانس
frequency regulation	تنظیم فرکانس

omoorepeyman.ir

full float	شناور کامل
gel cell or gelled electrolyte	سلول یا الکترولیت ژل (سلول ژلی)
guideline	راهبرد، راهنما
harmonic content	محتوای هارمونیک
Information Technology. (IT)	فناوری اطلاعات
inherently safe	به طور ذاتی ایمن
immobilized electrolyte	الکترولیت غیر فعال
impulse	ایمپالس یا ضربه الکتریکی
kinetic	کینتیک، جنبشی
load shedding	ریزش بار، برداشتن بار(هنگامی که تقاضای نیرو بیش از تولید باشد)
life safety and life support system	سیستم ایمنی حیاتی و حفاظت از زندگی
main frame	کامپیوتر اصلی یا بزرگ
mean time between failures	متوسط زمان بین خرابی‌ها
mean time to repair a failure	متوسط زمان تعمیر بعد از خرابی
negative sequence sensing	حسگری ترتیبی منفی
noise	نوفه، نویز
off – line	برون خطی
on – inverter	بر ـ اینورتر
on – line	بر ـ خط، درون خطی
overlap transfer	اشتراک انتقال
over or under frequency	فزونی یا کمی فرکانس
overvoltage	فزونی ولتاژ، اضافه ولتاژ
paging	پیجینگ ، پیام رسانی، فراخوانی
peak shaving	روندکاهش مصرف در زمان اوج بار
pickup voltage	ولتاژ قبول یا پیکاپ
pneumatic	کارکننده با هوای فشرده، پنوماتیک
pouring point	نقطه ریزش (در ارتباط با سیال بودن گازوییل)
power failure	خرابی نیروی برق
power outage	قطع نیرو (برق)

omoorepeyman.ir

prime mover	محرک اولیه
prime power	نیروی برق اولیه یا عادی
rated capacity	ظرفیت اسمی
rating	نرخ بندی
redundancy	تکرارپذیری یا افزونگی
regenerated power	نیروی بازیافت
residual volage	ولتاژ باقیمانده
rolling blackout	خاموشی گردشی
rotating power conditioner	اصلاح کننده (بهبود شرایط) نیروی گردان
router	مسیریاب
sag or swell	افت یا خیز
self – contained	خودکفا
separate excitation	تحریک جداگانه
shaftdriven generator	ژنراتور با شافت گردان
scheduled outage	قطع برنامه‌ریزی شده برق
shielding	حفاظ گذاری
shunt excitation	تحریک شانت
Society for Computer Medicine	انجمن طب کامپیوتری
solid state	حالت جامد
spectrometric	روشی که با آزمایش روغن موتور ذرات فلزی در آن مشخص می‌شود
speed droop	تغییر سرعت
standby power system	سیستم نیروی برق پشتیبان
steady state value	مقدار حالت ثابت
surges and sags	ضربه‌ها و افت‌های ولتاژ
synchronous governor	گاورنر همزمانی
tie circuit breaker	کلید خودکار رابط
transient	ناپایداری یا گذرا ـ حالت گذرا
transient suppressor	حذف کننده حالت گذرا
undervolatge	کمی ولتاژ

omoorepeyman.ir

منبع نیروی برق بدون وقفه	Uninterruptible Power Supply (UPS)
سلول اسید ـ سرب با دریچه قابل تنظیم	valve – regulated lead – acid cell
سلول منفذدار	vented cell

omoorepeyman.ir

[۱] نشریه شماره ۱-۱۱۰"مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان، جلد اول : تأسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط" (تجدید نظر دوم)، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

[۲] نشریه شماره ۱۱۲ "محافظت ساختمان در برابر حریق (بخش دوم)" سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

[۳] نشریه شماره ۶۲۲ "مشخصات فنی عمومی و اجرایی سیستم‌های ردیابی و اعلام حریق ساختمان"، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

[۴] مقررات ملی ساختمان، مبحث سوم "حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق" وزارت راه و شهرسازی

[۵] مقرات ملی ساختمان، مبحث سیزدهم "طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان‌ها"، وزارت راه و شهرسازی

[۶] مقررات ملی ساختمان، مبحث بیست و یکم "پدافند غیر عامل"، وزارت راه و شهرسازی

[7] IEEE Std 141, Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants.

[8] IEEE Std 142, Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.

[9] IEEE Std 242, Recommended Practice for Protection and coordination of Industrial and Commercial Power Systems.

[10] IEEE Std 446, Recommended Practice for Emegency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications.

[11] IEEE Std 450, Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead – Acid Batteries for Stationary Applications.

[12] IEEE Std 484, Recommended Practice for Installation Design and Installation of Vented Lead – Acid Batteries for Stationary Applications.

[13] IEEE Std 485, Recommended Practice for Sizing Large Lead Strorage Batteries for generating Stations and Substarions.

[14] IEEE Std 493, Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commerical Power Systems.

[15] IEEE Std 946, Recommended Practice for the Design of DC Auxiliary Power Systems for Generating Stations.

[16] IEEE Std 1106, Recommended Pratice for Installation, Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Nickel – Cadmium Batteries for Stationary Applications.

[17] IEEE Std 1115, Recommended Practice for Sizing Nickel – Cadmium Batteries for Stationary Applications.

[18] IEEE Std 1184, Guide for the Selection and Sizing of Batteries for Uninterruptible Power Systems.

[19] IEEE Std 1187, Recommended Practice for Installation Design and Installation of Valve – Regulated Lead – Acid Storage Batteries for Stationary Applications.

[20] NFPA 70, National Electrical Code.

[21] NFPA 99, Standard for Health Care Facilities.

[22] NFPA 101, Life Safety Code.

[23] NFPA 110, Emergency and Standby Power Ststems.

omoorepeyman.ir

[24] NFPA 111, Stored Electrical Energy Emergency and Standby Power Systems.
[25] ANSI C37.16, American National Standard Preferred Ratings, Related Requirements,and Application Recommendations for Low – Voltage Power circuit Breakers and AC Power Circuit Protectors.
[26] ANSI C 84.1, American National Standard Voltage Ratings for Electric Power System and Equipment.
[27] ANSI / UL 924, Safety Standard for Emergency Lighting and Power Equipment.
[28] ANSI / UL 1008, Safety Standard for Automatic Transfer Switches.
[29] ANSI / NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code.
[30] ANSI / NEMA MG 1, Motors and Generators.
[31] ANSI / ASTM D 975 – 92a, Specification for Diesel Fuel Oils.
[32] NEMA AB 3, Molded Case Circuit Breakers.
[33] ISO 30061, Emergency Lighting.
[34] IEC 60598 – 2 – 22, Luminaires for Emergency Lighting.
[35] BSEN 50172, Emergency Escape Lighting Systems.
[36] BS 5266, Emergency Lighting.

omoorepeyman.ir

Abstract

This publication entitled “Guideline for the Design and Installation of Emergency and Standby Power Systems” presents recommended engineering principles, practices, and guidelines for the selection, design, installation, application, 0peration, and maintenance of emergency and standby power systems. This book surveys the following subjects :

- The need for emergency or standby power system (or both), and what will it accomplish.
- Types of systems available and the one that meets best the users needs.
- How should the most suitable system be designed and applied to the existing power.
- Maintenance and operating requirements for maintaining system reliablitity.
- Where can additional information be obtained.
- Design considerations for maintaining reliability.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور،با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر ششصد و پنجاه عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل،مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال های اخیر در سایت اینترنتی Nezamfanni.ir قابل دستیابی می باشد.

امور نظام فنی و اجرایی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Management and Planning Organization

Guideline for Design and Installation of Emergency and Standby Power Systems

No:380

Deputy for Technical and Infrastructure Development Affairs
Department of Technical and Executive Affairs
Nezamfanni.ir

2015

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

این نشریه

با عنوان "راهنمای طراحی و اجرای سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان" حاوی ضوابط و معیارهای فنی لازم در زمینه انتخاب، طراحی، نصب، کاربرد، راهبری و نگهداری سیستم‌های برق اضطراری و پشتیبان می‌باشد. این کتاب مباحث زیر را مورد بررسی قرار می‌دهد :

- لزوم استفاده از برق اضطراری یا پشتیبان (یا هر دو) و آنچه از آن حاصل می‌شود.
- انواع سیستم‌های موجودی که نیازهای استفاده کننده را تامین می‌کند.
- چگونگی طراحی و استفاده از مناسب‌ترین سیستم برای منبع برق موجود.
- الزامات راهبری و نگهداری سیستم برای حفاظت از پایداری آن.
- چگونگی کسب اطلاعات اضافی مورد نیاز.
- ملاحظات طراحی برای حفاظت از قابلیت اطمینان به سیستم.
- الزامات حفاظتی سیستم‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir