

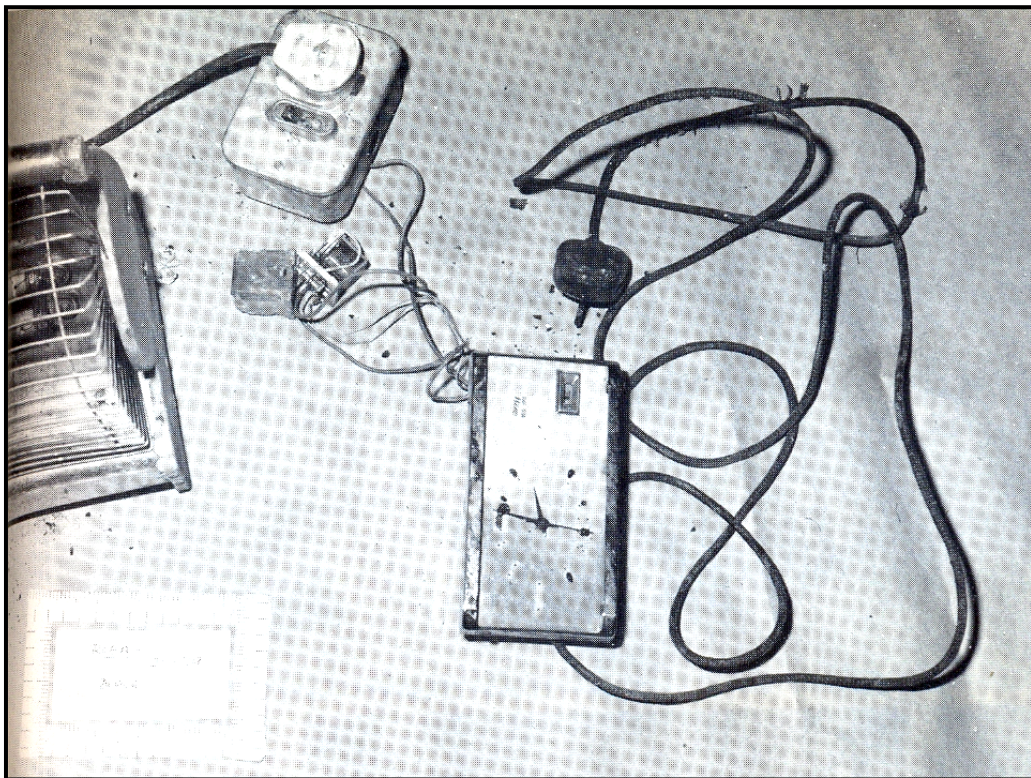


دائره شده از وسایط شرکت ایمنی صنعت پوشان گیان
وب سایت رسمی شرکت www.SafetyKiyan.com
محصولات ایمنی www.PersianSign.ir
علائم ایمنی

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری تهران
حوزه معاونت آموزش و تربیت بدنی

۱۸

برق و خطرات آن



مؤلف : محمد تنها

این جزوه حاصل انتخاب محتوا و سرفصل دروسی است که توسط واحد برنامه ریزی آموزش انتخاب و در اختیار مولف قرار گرفته است. در اینجا جا دارد از زحمات برادر سید امیر کلانتریان که در جهت آماده سازی و تایپ، یاری نموده اند، قدردانی به عمل آوریم.

کل این جزوات در دانشکده علوم ایمنی و آتش نشانی تهران تهیه شده است، از زحمات کلیه دست اندرکاران من جمله ریاست محترم دانشکده که این امکان را برای ما فراهم نمودند تشکر و قدردانی می گردد.

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی تهران

حوزه معاونت آموزش و تربیت بدنی

برنامه ریزی محتوا و سرفصل دروس : شورای برنامه ریزی آموزش

نام جزوه : برق و خطرات آن

مولف : محمد تنها

آماده سازی و نظارت بر تهیه : ناصر غفوری

صفحه آرا : سید امیر کلانتریان

ویرایش اول

تاریخ انتشار : بهمن ماه ۱۳۸۵

حق چاپ و کپی برداری محفوظ است.



دانلود شده از وبسایت شرکت ایمنی صنعت پرهان کیان

www.SafetyKiyan.com محصولات ایمنی

www.PersianSign.ir طلسم ایمنی

فهرست مطالب

۴	فصل ۱: آشنایی با اصول و مبانی الکتریسیته
۴	تاریخچه صنعت برق در ایران
۸	شناخت مفاهیم و تعاریف
۱۲	اختلاف پتانسیل الکتریکی یا فشار الکتریکی (ولتاژ)
۱۳	توان الکتریکی
۱۴	الکتریسیته ساکن
۱۵	قانون اهم
۱۶	اتصال مقاومت ها
۲۰	مقایسه دو سیم
۲۰	عبور سیم از یک حدیله
۲۳	اثر دما در یک مقاومت التریکی
۲۴	قوانین انشعاب
۲۶	مواد در برق
۲۷	انواع فیوز ها
۲۹	فصل ۲: آشنایی با منابع تولید الکتریسیته
۲۹	تولید انرژی الکتریکی
۳۳	مولد ساده جریان متناوب
۳۶	ولتاژ نامی
۳۹	قسمت های اساسی یک سیستم قدرت
۳۹	علل افزایش سطوح ولتاژ جهت انتقال بیشتر انرژی
۴۱	مبدل یا ترانسفور ماتور
۴۸	فصل ۳: شناخت خطرات الکتریسیته
۴۸	الکتریسیته ساکن

۵۰	روشهای کنترل الکتریسیته ساکن
۵۲	منابع تولید الکتریسیته ساکن در صنایع
۵۶	الکتریسیته جاری
۵۶	خطر برق گرفتگی
۵۶	شناخت خطرات ناشی از الکتریسیته
۵۸	خطر ایجاد آتش سوزی
۵۹	فصل ۴ : شناخت سیستم های ایمنی در برابر الکتریسیته
۵۹	سیستم اتصال زمین
۶۰	سیستم برق گیر و عایق بندی ها
۶۲	برق گیر
۶۳	انواع برق گیر
۶۶	قوانین حفاظت استاندارد
۶۸	تدابیر ایمنی و حفاظتی
۷۰	فصل ۵ : آشنایی با انواع روشهای قطع برق
۷۱	توانایی قطع برق در شرایط مختلف
۷۲	توانایی اطفاء حریقهای ناشی از الکتریسیته
۷۲	مراکز تولید انرژی الکتریکی
۷۲	نیروگاه بخاری
۷۳	نیروگاه گازی
۷۵	نیروگاه دیزلی
۷۶	نیروگاه اتمی
۷۷	نیروگاه آبی
۷۸	انتقال
۷۹	ترانسفورماتورها
۸۲	آشنایی با تعدادی از سیستمها و تجهیزات ایمنی در برابر الکتریسیته
۸۲	وسایل حفاظت فردی

۸۳	وسایل حفاظت عمومی
۸۷	روشهای اطفاء حریق ناشی از الکتریسیته
۹۱	شناخت اصول کمک های اولیه در برابر برق گرفتگی و عوارض آن
۹۲	فصل ۶: آشنایی با کمک های اولیه و امداد در برق گرفتگی
۹۶	ولتاژ مجاز
۹۸	انتقال مصدوم
۱۰۱	شرکت های توزیع
۱۰۴	برق منطقه ای



آشنایی با اصول و مبانی الکتریسته

کلیات: تاریخچه ای درباره صنعت برق کشورمان و وظایف وزارت نیرو در این رابطه

تاریخچه صنعت برق در ایران

در سال ۱۲۷۹ هجری شمسی یک موتور برق ۱۲ اسبی ۱۱۰ ولت از خارج از کشور خریداری و در "بالا خیابان مشهد" نصب شد تا برای روشنایی حرم مطهر حضرت امام رضا(ع) مورد استفاده قرار گیرد. اما اولین مجوز تاسیس یک کارخانه برق در کشور به یک بازرگان ایرانی به نام حاج حسین آقا امین‌الضرب داده شد. حاج امین‌الضرب اقدام به تاسیس اولین کارخانه برق عمومی در تهران کرد. تهران تا سال ۱۲۸۳ هـ.ش فاقد برق بود. از این زمان به بعد چند خیابان عمده تهران دارای برق شدند

در این هنگام شهرداری تهران مسوولیت تهیه، نصب، تعمیر و نگهداری تأسیسات مربوط به روشنایی معابر را برعهده داشت و به این منظور در شهرداری تهران واحدی به نام "اداره روشنایی" ایجاد شد.

تا اینکه در سال ۱۳۱۵ با تصویب اساسنامه مؤسسه برق شهرداری تهران، اداره روشنایی شهرداری به مؤسسه برق تهران تبدیل شد و به عنوان یک مؤسسه مستقل زیرنظر شهرداری به انجام وظایف خود پرداخت.

در واقع تا سال ۱۳۴۱ برای مدیریت برق کشور سازمان واحدی وجود نداشت و تصمیمات کلان از طریق وزارت کشور و سازمان برنامه و بودجه به شهرداریها و مؤسسات خصوصی یا دولتی متولی برق در شهرستانها ابلاغ و اعمال می‌شد. با افزایش تقاضا و خارج شدن تولید و مصرف برق از وضعیت محدود منطقه‌ای و بخصوص ایجاد نیروگاههای آبی در برنامه سوم عمرانی کشور که از مهرماه ۱۳۴۱ به اجرا گذاشته شد، صنعت برق اهمیت بیشتری یافت و ایجاد سازمان مستقلی برای توسعه این صنعت لازم تشخیص داده شد. به این منظور در دی‌ماه ۱۳۴۱ سازمان برق ایران تأسیس شد.

توسعه سریع صنعت برق فکر ایجاد وزارتخانه‌ای برای تأمین آب و برق موردنیاز کشور را ایجاد کرد و بر همین اساس در ۲۲ اسفند ۱۳۴۲ وزارت آب و برق تأسیس شد. در تیرماه ۱۳۴۴ قانون توسعه مؤسسات برق غیردولتی به تصویب مجلسین شورای ملی و سنا (مجلسین وقت) رسید. همین طور براساس ماده ۲ قانون سازمان برق ایران در سال ۱۳۴۶ به وزارت آب و برق اجازه داده شد تا کشور را از نظر تأمین برق، بدون الزام به پیروی از تقسیمات کشوری به مناطقی تقسیم و به تدریج نسبت به تأسیس شرکتهای برق منطقه‌ای اقدام کند.

در سال ۱۳۴۸ نیز شرکت توانیر با مسئولیت توسعه تأسیسات تولید، انتقال و عمده فروشی برق تشکیل شد.

در ۲۸ بهمن ۱۳۵۳ با محول کردن برنامه‌ریزی جامع و هماهنگ کردن فعالیت انرژی در سطح کشور به وزارت آب و برق این وزارت به وزارت نیرو تغییر نام یافت و در همان سال و

سال بعد تغییراتی در اساسنامه شرکت توانیر ایجاد شد. پس از پیروزی انقلاب اسلامی و با شرایط جدیدی که در صنعت برق از نظر کیفی و کمی ایجاد شد مسأله تغییرات در ساختار صنعت برق اهمیت ویژه‌ای یافت و سرانجام شرکت توانیر در مهرماه سال ۱۳۷۴ به سازمان مدیریت تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر) تبدیل و وظایف و مأموریت‌های معاونت امور برق وزارت نیرو به این سازمان محول و پست مدیرعامل این سازمان به معاونت امور برق داده شد.

بالاخره در جلسه مورخ ۸۱/۹/۲۷ هیئت وزیران بنا به پیشنهاد وزارت نیرو و تأیید سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و وزارت امور اقتصادی و دارایی در ساختار شرکت توانیر تغییراتی ایجاد و اساسنامه آن به نام شرکت مادر تخصصی مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران (توانیر) به تصویب رسید.

شرکت مادر تخصصی توانیر و شرکتهای زیر مجموعه

شرکت مادر تخصصی توانیر با ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای، ۴۲ شرکت توزیع، ۲۷ شرکت مدیریت تولید، سازمان توسعه برق، مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران (مپنا)، سازمان انرژیهای نو ایران (سانا)، سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) و شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران متولی حفظ و توسعه سرمایه‌های ملی در صنعت برق است که در زمینه برنامه‌ریزی، هماهنگی، نظارت و ارزیابی از این صنعت انجام وظیفه می‌کنند.

تأمین، تولید، انتقال، توزیع و فروش نیروی برق مطمئن توسط ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای در سطح کشور اعمال می‌شود. وظیفه توسعه نیروگاههای حرارتی شبکه سراسری توسط

سازمان توسعه برق ایران و شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران با استفاده از پیمانکاران (داخلی و خارجی) تحقق می‌پذیرد.

۹۸ درصد از سهم تولید برق سالانه کشور توسط واحدهای تحت پوشش وزارت نیرو و مابقی سهم نیروگاه‌های اختصاصی است. از سهم تولید وزارت نیرو ۹۸ درصد توسط ۵۳ نیروگاه حرارتی و مابقی توسط ۱۷ نیروگاه برق آبی تولید می‌شود وظایف نگهداری و بهره‌برداری از ۵۳ نیروگاه حرارتی فوق توسط ۲۷ شرکت مدیریت تولید انجام می‌گیرد. وظایف توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر توسط سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) با استفاده از پیمانکاران داخلی و خارجی تحقق می‌پذیرد.

وظایف نگهداری و بهره‌برداری و توسعه شبکه توزیع توسط ۴۲ شرکت توزیع نیروی برق در سطح کشور (تحت پوشش ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای) غیردولتی اجرا می‌شود. وظایف خدمات پشتیبانی فنی و غیرفنی (از قبیل تعمیرات نیروگاهی، شبکه، تأمین کالا و...) توسط شرکت تعمیرات نیرو و شرکت‌های غیردولتی جدا شده از بدنه اصلی صنعت برق در مجموعه شرکت ساتکاب اجرا می‌شود.

اصول و اهداف:

وظایف وزارت نیرو در رابطه با برق کشور : فعالیتهای اساسی وزارت نیرو در رابطه با برق کشور بر اساس اهداف زیر استوار است.

- بررسی و مطالعه و تحقیق در باره انواع انرژی و بر آورد میزان احتیاجات انرژی کشور در بخشها و هماهنگ نمودن مصارف انواع انرژی
- مطالعه و تحقیق برای شناسایی و در اختیار گرفتن انرژیهای دست نیافته
- تعیین سیاست انرژی کشور
- نظارت بر نحوه استفاده انواع انرژی
- تهیه و اجرای طرحهای لازم در زمینه احداث نیروگاههای تولید برق و ایجاد شبکه های انتقال و توزیع نیرو
- تهیه و تنظیم و اجرای برنامه های آموزشی به منظور تربیت نیروی انسانی مورد نیاز
- تهیه و تدارک و ساخت وسایل لازم و لوازم و ماشین آلات مربوط به امور تولید انتقال و توزیع روابط اصلی سازمان صنعت برق در وزارت نیرو جهت اطلاع در نمودار پیوست داده شده است

شناخت مفاهیم و تعاریف در برق

الکتریسیته

امروزه الکتریسیته بیش از سایر انواع انرژی مورد استفاده قرار می گیرد. الکتریسیته یک انرژی یا نیروی غیرقابل رؤیت است که می تواند گرما تولید کند، روشنایی ایجاد کند، چرخهای مکانیکی را به حرکت درآورد و بسیاری از کارهای دیگر بعبارت دقیقتر علم الکتریسیته دانش حرکت الکترونها در اجسام رسانا می باشد.

الکتریسیته از ذرات بسیار ریزی به نام الکترون و پروتون تولید می‌شود. این ذرات بسیار ریز و غیرقابل رؤیت هستند ولی در تمام مواد وجود دارند. برای فهم چگونگی وجودشان باید نخست ساختمان ماده را فهمید.

۲-۱ ماده چیست؟ (Matter)

در واقع ماده هر چیزی است که وزن دارد و فضا را اشغال می‌کند. ماده می‌تواند به سه حالت جامد - مایع و گاز باشد.

۳-۱ عنصر چیست؟ (Element)

اجزاء اصلی تشکیل دهنده ماده را عنصر گویند.

امروزه بیش از یکصد عنصر شناخته شده که یا در طبیعت به صورت آزاد وجود دارند که ۹۲ عنصر بصورت طبیعی وجود دارند و بقیه ساخته دست انسان اند. در چند سال اخیر چند نوع عنصر تازه تولید شده اند و گمان می‌رود انواع دیگری نیز قابل تولید باشند. اکسیژن «O» هیدروژن «H» آلومینیوم «Al» مس «Cu» نقره «Ag» همه از آن عناصر هستند.

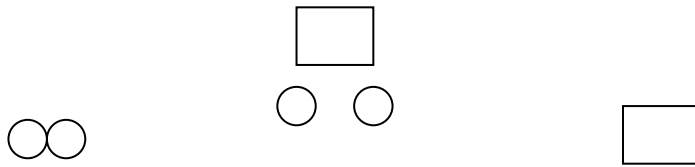
۴-۱ مولکول چیست؟ (Molecule)

مولکول کوچکترین جزء از یک ترکیب است که می‌تواند خواص آن ترکیب را دارا باشد. مانند «H₂O» که کوچکترین ذره آب است و مولکول آب نامیده می‌شود.

ترکیب: تعداد مواد از تعداد عناصر بیشتر است عناصر باهم ترکیب می‌شوند و مواد را بوجود می‌آمرند که از نظر خواص به هیچ وجه مشابه عناصر نیستند

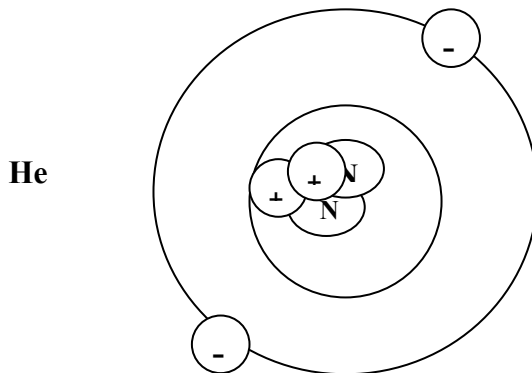
۵-۱ اتم چیست؟ (Atom)

اتم کوچکترین جزئی است از یک عنصر که هنوز خواص آن عنصر را دارا می باشد و به حالت ترکیب وجود دارد. (ذرات غیرقابل تجزیه در عناصر را اتم می نامند)



۱-۶ ساختمان اتم (structure of the atom)

در اصل از سه نوع ذره بنیادی تشکیل شده است که در ایجاد الکتریسیته بسیار مهم می باشند و عبارتند از الکترون - پروتون - نوترون. پروتون و نوترون در مرکز هسته اتم قرار دارند و الکترونها در مداراتی به دور هسته گردش می کنند.



۱-۷ الکترون (Electron)

الکترونها ذراتی هستند که دارای بار الکتریکی منفی بوده و در خارج هسته اتم با سرعت زیادی روی مدارهایی به شکل بیضی به دور هسته می چرخند. الکترونها علاوه بر

حرکت انتقالی روی مسیر خود به دور هسته دارای حرکت وضعی نیز می‌باشند. الکترونها ذراتی هستند که در عبور یا انتقال انرژی الکتریکی اثر فعالی دارند قطر الکترون سه برابر قطر پروتون و جرم آن ۱۸۴۰ مرتبه سبکتر از پروتون است.

۸-۱ پروتون (proton)

پروتون‌ها ذراتی هستند که دارای بار الکتریکی مثبت بوده و جزئی از هسته اتم را تشکیل می‌دهند. در هر اتم تعداد پروتونهای آن با تعداد الکترونهای آن برابر است. چون هسته اتم شامل نوترون خنثی و پروتون مثبت می‌باشد هسته هر اتمی همیشه مثبت می‌باشد. قطر پروتون ۱/۳ برابر قطر الکترون و جرم آن ۱۸۴۰ مرتبه سنگین‌تر از الکترون است.

نتیجه اینکه ماده بطور کلی دارای دو نوع بار الکتریکی مثبت و منفی می‌باشد. بار مثبت را پرتون و بار منفی را الکترون می‌نامند.

حرکت بار الکتریکی در یک مدار موجب ایجاد جریان الکتریسیته می‌شود.

حرکت نوسانی: چنانچه حرکت تناوبی یک ذره بصورت رفت و برگشت روی مسیر واحدی انجام شود حرکتش را نوسانی یا ارتعاشی می‌نامند.

دوره تناوب یا پرئود: زمان تناوب برابر زمانی است که در آن مدت نوسانگر یک نوسان کامل (یک رفت و برگشت) انجام می‌دهد که با حرف T نشان می‌دهند واحد زمان تناوب ثانیه است.

فرکانس: تعداد نوسانها در واحد زمان را بسامد یا تواتر یا فرکانس می‌نامند که با حرف f نشان می‌دهیم بسامد عکس دوره تناوب است.

$$f = \frac{1}{T}$$

واحد بسامد در دستگاه SI (هرتز Hz) یا دور بر ثانیه ($\frac{rev}{s}$) یا سیکل بر ثانیه ($\frac{C}{S}$) است .

نوسان ساده: اگر نوسانگر دوبار پاره خط مسیرش را طی کند یک نوسان کامل انجام داده

است . نصف نوسان کامل را نوسان ساده می نامند . پس اگر نوسانگری در زمان t تعداد N_1

نوسان ساده انجام داده باشد در همین مدت تعداد نوسانهای کامل او $N = \frac{N_1}{2}$ خواهد بود.

اگر تعداد نوسانهای کامل یک نوسانگر در مدت t برابر N باشد . پیروی حرکتش از رابطه :

$$T = \frac{t}{N}$$

اختلاف پتانسیل الکتریکی یا فشار الکتریکی یا ولتاژ: به طور کلی اختلاف پتانسیل عاملی

است که باعث برقراری جریان برق در مدارها می شود و مولد بین دو قطب خود این

اختلاف پتانسیل را بوجود می آورد اختلاف پتانسیل با علامت اختصاری V نمایش داده شده

$$V=RI$$

و واحد آن برحسب ولت است .

بطور مثال اختلاف پتانسیل در برق شهری ۲۲۰ ولت در باطری اتومبیل ۱۲ ولت و در باطری

قلمی ۱/۵ ولت است .

اختلاف پتانسیل عاملی است که باعث جاری شدن الکتریسیته از محلی به محل دیگر می

گردد.

مقاومت الکتریکی: مخالفت هادی در برابر الکترونها عبوری از مدار را مقاومت می گویند

مقاومت را با R نمایش می دهند و واحد آن برحسب اهم می باشد که با علامت اختصاری

$$R = \frac{V}{I}$$

Ω نمایش داده می شود .

رابطه مقاومت و اختلاف پتانسیل و شدت جریان به این قرار است $V = RI$

شدت جریان الکتریکی: مقدار بار جاری شده در واحد زمان از یک مقطع مدار را شدت جریان می نامند و با علامت I نشان داده می شود واحد شدت جریان آمپر است که با حرف A نمایش داده می شود. اگر بار q در زمان یک ثانیه از یک مقطع مدار عبور کند شدت جریان از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$I = \frac{q}{t}$$

بطور مثال $I = 5A$ یعنی شدت جریان برابر با ۵ آمپر است. دو سر برق یک باطری اتومبیل را به وسیله سیمی ضخیم به هم متصل کنیم جرقه شدیدی ایجاد می شود که شدت جریان آن در حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ آمپر است در جوشکاری با برق جریان ایجاد شده در حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ آمپر است شدت جریان صاعقه حدود ۲۰۰۰۰۰ آمپر است.

گرما: مقاومت کمیتی است که با گرمای تولید شده در یک هادی نسبت مستقیم دارد یعنی هر قدر یک هادی در برابر عبور جریان بیشینه گرم شود می گوئیم مقاومت بیشتری دارد. طبق رابطه و آزمایشات گرما بستگی دارد به حاصلضرب مقاومتی که یک هادی در برابر الکترونها در مدار دارد ضربدر شدت جریان عبوری و مدت زمانی که از آن مدار عبور می کند پس می توان رابطه $Q = RI^2t$ را نتیجه گرفت.

توان الکتریکی: می توان گفت مقدار گرمای ایجاد شده در مقاومت در مدت یک ثانیه است که در مدار مصرف می شود و با حرف P نمایش داده می شود واحد آن برحسب (W) وات بوده است. رابطه توان با ولتاژ از شدت جریان به قرار زیر است. $P = V \times I$

$$P = \frac{Q}{t} \text{ یا } P = RI^2$$

باردار شدن اجسام در اثر مالش: در اثر مالش دو جسم، دو بار الکتریکی مساوی ولی مخالف در دو جسم ایجاد می شود مثلاً اگر میله شیشه ای را به پارچه ابریشمی مالش دهیم الکترون از میله به پارچه منتقل می شود و در نتیجه میله دارای بار مثبت و پارچه دارای بار منفی می شود و اگر میله ابونیت را به پارچه پشمی مالش دهیم الکترون از پارچه به میله انتقال می یابد در نتیجه پارچه دارای بار مثبت و میله دارای بار منفی می شود.

جذب و دفع الکتریکی: دو جسم که دارای بار همنام می باشند یکدیگر را دفع می نمایند و دو جسم که دارای بار غیر همنام می باشند همدیگر را جذب می نمایند.

قانون کولن: هرگاه دو بار الکتریکی q_1 و q_2 با فاصله r از یکدیگر قرار گیرند نیروی جاذبه یا دافعه دو بار با حاصلضرب دو بار نسبت مستقیم و با مجذور فاصله دو بار نسبت عکس دارد.

$$f = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

F نیروی جاذبه یا دافعه برحسب نیوتن $k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{c^2}$ ضریب ثابت برحسب نیوتن متر مربع بر مجذور کولن.

اجسام رسانا و نارسانا: در اجسام رسانا بار الکتریکی به آسانی جابجا می شود ولی در اجسام نارسانا بار الکتریکی یا جابجا نمی شوند یا به سختی جابجا می شوند.

تعریف الکتریسته ساکن: اگر بارهای الکتریکی در یک جسم بار دار حرکت نکند می گوئیم که آن جسم دارای الکتریسته ساکن است.

سوال: علت رسانا بودن فلزات چیست؟

جواب: الکترونهاى لایه خارجى اتمهاى فلزات آزادانه حرکت می نمایند

الکتریسیته ساکن:

از آزاد شدن الکترونها از اتمشان الکتریسیته بوجود می‌آید.

اگر وسیله‌ای برای انتقال الکترونهاى آزاد شده از اتم موجود در یک جسم وجود نداشته باشد الکترونهاى آزاد در همان جسم باقى خواهند ماند. این نوع بار الکتریکی را الکتریسیته ساکن می‌گویند. زیرا بارهای الکتریکی در حال سکون در آن جسم باقى می‌مانند. الکتریسیته ساکن با اینکه در بسیاری موارد ممکن است خطرناک باشند مانند جرقه زدن در بسیاری اوقات نیز خصوصیات مفید و قابل استفاده‌ای دارد مانند استفاده در مخازن.

کولن: واحد مقدار الکتریسیته در دستگاه بین المللی واحدها کولن می باشد.

تعریف کولن: کولن مقدار الکتریسیته‌ای است که جریانی به شدت یک آمپر را در مدت

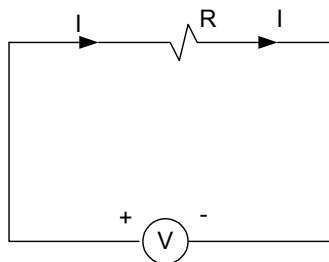
زمان یک ثانیه از یک نقطه مدار عبور می‌دهد و با q نمایش می‌دهیم. $q=It$

قانون اهم: در دمای ثابت هر گاه جریانی از یک سیم بگذرد نسبت اختلاف پتانسیل

دو سر سیم به شدت جریانی که از سیم می‌گذرد همواره مقداری ثابت است. این مقدار

ثابت را مقاومت سیم می‌نامند و با R نمایش می‌دهند. $\frac{V}{I} = R \rightarrow V = RI$

V اختلاف پتانسیل دو سر سیم بر حسب ولت. I شدت جریان بر حسب آمپر و R



مقاومت سیم بر حسب اهم.

فرمول‌های مربوط به یک مقاومت الکتریکی

اختلاف پتانسیل دو سر سیم بر حسب ولت بار الکتریکی بر حسب کولن گرمای

ایجاد شده بر حسب ژول $q = It$

$$W = RI^2t$$

$$W = RI^2 t = RI \times It \quad \text{یا} \quad \boxed{W = Vq}$$

$$W = RI^2 t = \frac{R I^2 t}{R} \longrightarrow \boxed{W = \frac{V^2}{R} t} \quad \text{یا}$$

توان حرارتی بر حسب وات

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow P = \frac{RI^2 t}{t} = P = RI^2$$

$$P = RI^2 = RI \times I \quad P = VI$$

$$P = RI^2 = \frac{R I^2}{R} \rightarrow P = \frac{V^2}{R}$$

P توان یعنی گرمای ایجاد شده در مقاومت در مدت یک ثانیه

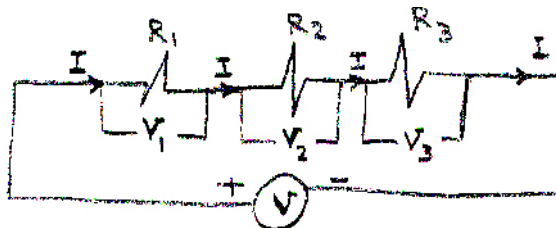
W گرمای ایجاد شده در مقاومت بر حسب ژول

باید توجه داشت در اثر عبور جریان سیم گرم می شود مانند بخاری برقی، سماور برقی

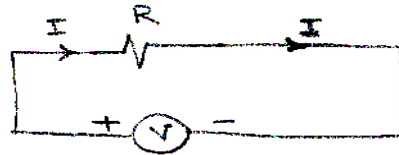
و لامپ الکتریکی

اتصال مقاومت ها

۱- اتصال مقاومت ها بطور سری یا متولی



در حالت سری شدت جریان در تمام مقاومت ها برابر می باشند.



$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

$$RI = R_1I + R_2I + R_3I + \dots$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

$$R = n R_1$$

R مقاومت معادل اگر مقاومت‌ها برابر باشند.

۲- اتصال مقاومت‌ها بطور موازی یا انشعابی

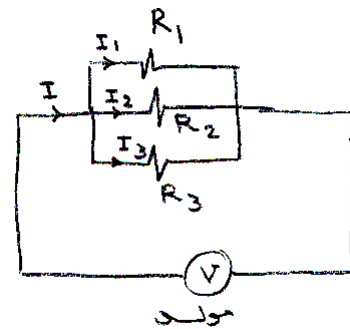
در حال موازی اختلاف پتانسیل برابرند

$$V = RI \longrightarrow I = \frac{V}{R}$$

$$V_1 = R_1I_1 \longrightarrow V = R_1I_1 \longrightarrow I_1 = \frac{V}{R_1}$$

$$V_2 = R_2I_2 \longrightarrow V = R_2I_2 \longrightarrow I_2 = \frac{V}{R_2}$$

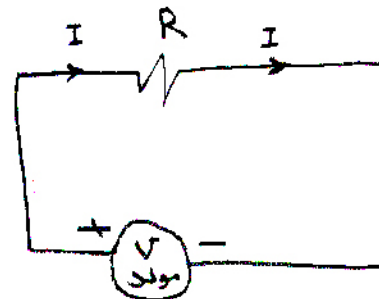
$$V_3 = R_3I_3 \longrightarrow I_3 = \frac{V}{R_3}$$



$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \dots$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$



$$\frac{1}{R} = \frac{n}{R_1} \rightarrow R = \frac{R_1}{n}$$

اگر مقاومت‌ها برابر باشند.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

برای دو مقاومت موازی

$$\frac{1}{R} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2} \rightarrow R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

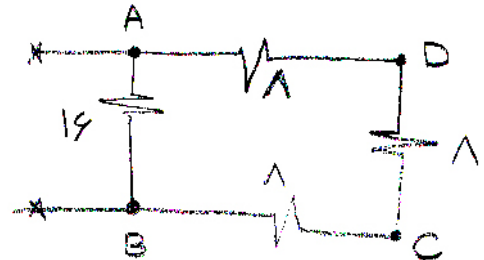
تبصره: در حالت موازی مقاومت معادل از هر یک از مقاومت‌ها کمتر می‌باشد.

مثال ۱: در شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطه A و B را بدست آورید.

حل: سه مقاومت ۸ اهمی با یکدیگر بطور سری می‌باشند که مقاومت معادل آنها ۲۴

می‌باشد و با ۱۶ اهمی موازی می‌باشند.

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \rightarrow R = \frac{24 \times 16}{24 + 16} R = 9.6 \text{ اهم}$$



مثال ۲: در شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطه A و C را بدست آورید.

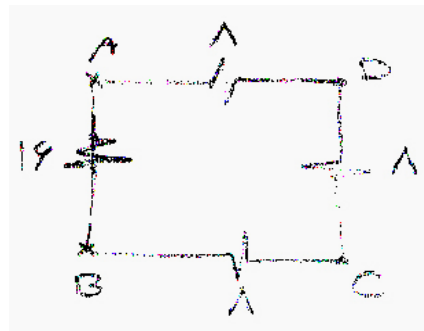
حل: دو مقاومت ۸ اهمی AD و DC با یکدیگر سری و همجنس دو مقاومت AB

و BC با یکدیگر سری می‌باشند.

$$R_1 = 8 + 8 = 16$$

$$R_2 = 16 + 8 = 24$$

$$R = \frac{16 \times 24}{16 + 24} = 9.6 \text{ اهم}$$



مثال ۳: در شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطه A و D را بدست آورید.

حل: سه مقاومت AB و BC و CD با یکدیگر سری و حاصل آنها با AD موازی

می باشند.

عوامل مؤثر در مقاومت الکتریکی

- ۱- طول سیم - مقاومت با طول سیم نسبت مستقیم دارد.
- ۲- سطح مقطع - مقاومت با سطح مقطع سیم نسبت عکس دارد.
- ۳- جنس سیم - مقاومت یک سیم به جنس سیم بستگی دارد که آنرا به عنوان مقاومت

ویژه سیم بیان می نمایند. بنابراین:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

x

→ سطح مقطع سیم به شکل دایره می باشد. $A = \pi R^2 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{4}$

$$R = \rho \frac{L}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

D قطر سیم

مقایسه دو سیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \rho \frac{L}{\frac{\pi D^2}{4}} \\ R' = \rho' \frac{L'}{\frac{\pi D'^2}{4}} \end{array} \right. \rightarrow \frac{R}{R'} = \frac{\rho \times \frac{L}{\frac{\pi D^2}{4}}}{\rho' \times \frac{L'}{\frac{\pi D'^2}{4}}}$$

$$\frac{R}{R'} = \frac{\rho}{\rho'} \times \frac{L}{L'} \times \frac{D'^2}{D^2}$$

مثال ۴: مقاومت یک سیم فلزی R می باشد. اگر طول سیم را نصف و سطح مقطع آنرا

ثلث می نمائیم مقاومت سیم در اینحالت چه مقدار می شود.

$$L' = \frac{1}{2} L \quad \frac{R}{R'} = \frac{\rho}{\rho'} \times \frac{L}{L'} \times \frac{A'}{A}$$

$$A' = \frac{1}{3} A$$

$$\frac{R}{R'} = \frac{L}{\frac{1}{2}L} \times \frac{\frac{1}{3}A}{A}$$

$$\frac{R}{R'} = \left[\frac{2}{1} \times \frac{1}{3} \right] \frac{R}{R'} = \frac{2}{3} \rightarrow R' = \frac{3}{2} R$$

$$R = \rho \frac{L \rightarrow \frac{1}{2}}{A \rightarrow \frac{1}{3}}$$

$$R' = \frac{1}{2} \times 3 R = \frac{3}{2} R$$

راه حل دوم :

عبور سیم از یک حدیده: هنگامی که یک مقاومت الکتریکی از حدیده عبور می دهند طول آن

زیاد و سطح مقطع آن کم می شود ولی جرم و حجم آن ثابت می ماند.

$$\rho = \frac{M}{V} \rightarrow M = \rho V \xrightarrow{V=A \times L} M = \rho A L \xrightarrow{A = \frac{\pi D^2}{4}} M = \rho \times \frac{\pi D^2}{4} \times L$$

$$\boxed{4M = \pi \rho L D^2} \rightarrow L D^2 = \frac{4M}{\rho \pi} \text{ مقدار ثابت}$$

$$\boxed{L D^2 = K \rightarrow L = \frac{K}{D^2}}$$

مثال ۵- مقاومت یک سیم فلزی R می باشد. سیم را از یک حدیده، عبور می دهیم تا بدون

تغییر جرم قطر آن نصف، طول و مقاومت سیم چه تغییری می نماید.

$$4L = \frac{K}{D^2} \rightarrow L = 4L$$

$$D^2 \rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$\frac{R}{R'} = \frac{L}{L'} \times \frac{D'^2}{D^2} \rightarrow \frac{R}{R'} = \frac{L}{4L} \times \left(\frac{1}{2}D\right)^2$$

$$\frac{R}{R'} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} D^2 \rightarrow \frac{R}{R'} = \frac{1}{16} \rightarrow R' = 16R$$

راه حل دوم- در موقع عبور سیم از یک حدیده می توان نوشت:

$$R = \frac{K}{D^2} \rightarrow R' = 16R \quad \leftarrow 16 \text{ برابر}$$

مثال ۶- مقاومت یک سیم فلزی R می باشد. سیم را از یک حدیده عبور می دهیم تا بدون

تغییر جرم قطر آن ثلث شود طول و مقاومت سیم چه تغییری می نماید.

$$L = \frac{K}{D^2} \rightarrow L' = 9L \quad \rightarrow 9 \text{ برابر}$$

$$R = \rho \frac{L}{\pi \frac{D^2}{4}}$$

$$R' = 9 \times 9R = 81R$$

مثال ۷- سیمی به مقاومت R به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل شده است. سیم را می کشیم

تا قطر آن ربع شود. گرمای ایجاد شده در سیم چه تغییری می نماید.

$$L = \frac{K}{D^2} \quad \leftarrow 16 \text{ برابر}$$

$$R = \rho \frac{L}{\pi D^2} \rightarrow \frac{16R}{\frac{1}{4}} = 64R$$

$$R' = 16 \times 16R = 256R$$

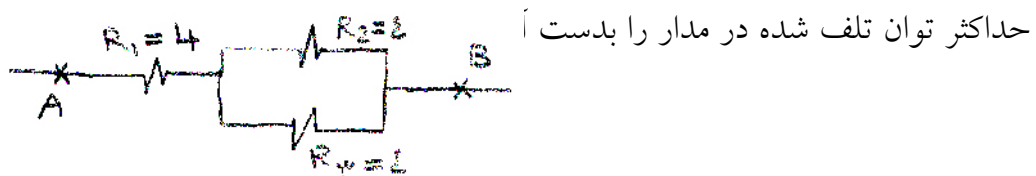
$$\frac{1}{256} \leftarrow W \frac{V^2}{R} \rightarrow \text{برابر}$$

نتیجه: گرمای ایجاد شده $\frac{1}{256}$ برابر می شود.

مثال ۸- جریان ثابتی به شدت I از یک سیم به مقاومت R می گذرد تا بدون تغییر جرم طول آن سه برابر شود. گرمای ایجاد شده چه تغییری می نماید.

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow R = \rho \frac{L}{LA} \quad \text{برابر } 9W = RI^2t$$

مثال ۹- در شکل زیر در صورتیکه هر مقاومت حداکثر اتلاف توان ۳۶ وات را داشته باشد.



$$P = RI^2 \rightarrow 36 = 4I^2 \rightarrow I^2 = 9 \rightarrow I = 3A \quad \text{حداکثر شدت جریان در هر سیم}$$

که حداکثر شدت جریان مربوط به مقاومت R_1 می تواند باشد زیرا اگر این جریان مربوط به مقاومت R_2 یا R_3 باشد. در اینصورت جریان R_1 برابر ۶ آمپر خواهد بود و توان تلف شده در R_1 برابر:

$$P = RI^2 = 4(6)^2 = 144 \quad \text{وات خواهد بود که غیرممکن می باشد. در نتیجه چون جریان}$$

مقاومت R_1 برابر ۳ آمپر می باشد جریان در مقاومت های R_2 یا R_3 برابر $\frac{3}{2}$ آمپر می باشد که

$$P = RI^2 = 4\left(\frac{3}{2}\right)^2 \times \frac{9}{4} = 9 \quad \text{توان تلف شده در مقاومت های } R_2 \text{ یا } R_3 \text{ برابر است با: وات}$$

$$36 + 9 + 9 = 54 \quad \text{وات مدار برابر است با: وات}$$

$$4 + \frac{4}{2} = 6 \quad \text{راه حل دوم- مقاومت معادل } AB \text{ برابر است با: اهم}$$

۳۶ وات ۴ اهم

۵۴ = x ۶

اثر دما در مقاومت الکتریکی

مقاومت اجسام خالص در اثر افزایش دما افزایش می‌یابد.

$$R = R_0(1 + \alpha\theta)$$

R_0 مقاومت در صفر درجه $\alpha = \frac{1}{250} = 0.004$ ضریب ثابت

$R =$ مقاومت در θ درجه θ درجه حرارت

تبصره: مقاومت بعضی از اجسام مانند کربن در اثر افزایش دما کاهش می‌یابد و

مقاومت بعضی از آلیاژها در شرایط عادی خیلی کم با دما تغییر می‌نماید. از این آلیاژها برای ساختن مقاومتهای استاندارد استفاده می‌شود.

مثال ۱۰: جریانی به شدت I از یک سیم مقاومت‌دار در دمای صفر درجه در مدت ۲۰

ثانیه ۲۰۰ ژول گرما در سیم ایجاد می‌شود. هنگامی که دمای سیم به ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. گرمای ایجاد شده در مدت یک دقیقه چند ژول می‌باشد؟

$$R = R_0(1 + \alpha\theta) \rightarrow R = R_0(1 + \frac{1}{250} \times 250)$$

$$W = RI^2t \rightarrow \text{۳ برابر}$$

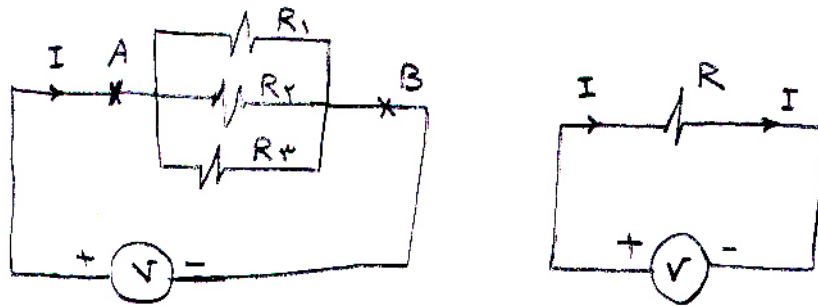


$$W = 1200 \times 2 \times 3 = 7200 \text{ ژول} \quad \text{۲ برابر}$$

قوانین انشعاب

قانون اول: مجموع جریان‌هایی که وارد یک نقطه می‌شوند برابر است با مجموع

جریان‌هایی که از آن نقطه خارج می‌شوند.



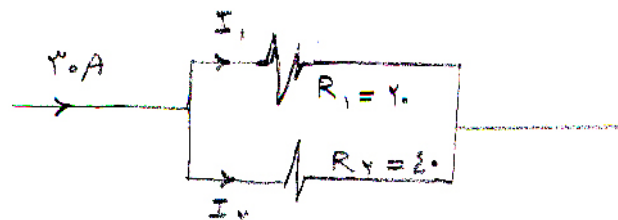
$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

قانون دوم: در مدارهای انشعابی جریان به نسبت عکس مقاومتها تقسیم می‌گردد.

$$\begin{cases} V_A - V_B = RI \\ V_A - V_B = R_1 I_1 \\ V_A - V_B = R_2 I_2 \rightarrow RI = R_1 I_1 = R_2 I_2 = R_3 I_3 \\ V_A - V_B = R_3 I_3 \end{cases}$$

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 \rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1} \text{ یا}$$

مثال ۱۱: در مدار شکل زیر شدت جریان در هر انشعاب را بدست آورید.



$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$

$$20 I_1 = 40 I_2 \rightarrow I_1 = 2 I_2$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$30 = 2 I_2 + I_2$$

$$30 = 3 I_2 \rightarrow I_2 = 10 \text{ A}$$

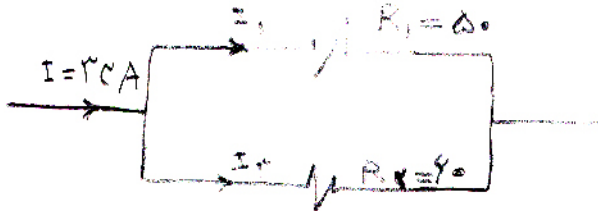
راه حل دوم: با استفاده از قانون دوم:

$$\text{جمع سهمها } 1+2=3$$

یک سهم $10 = 3 \div 30$

$$I_1 = 20 \times 10 = 20A \quad I_2 = 1 \times 10 = 10A$$

مثال ۱۲: در مدار شکل زیر شدت در هر انشعاب را بدست آورید.



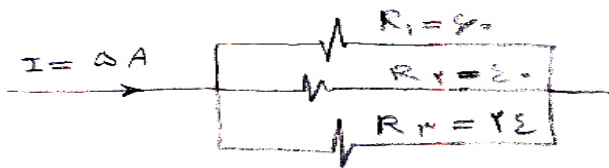
جمع سهم ها $5+6=11$

یک سهم $3 = 33 \div 11$

آمپر $I_1 = 6 \times 3 = 18$

آمپر $I_2 = 5 \times 3 = 15$

مثال ۱۳: در شکل زیر شدت جریان در هر انشعاب را بدست آورید.



حل:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad V = RI = R_1 I_1 \rightarrow 12 \times 5 = 6 \cdot I_1 \rightarrow I_1 = 1A$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{24} \quad V = RI = R_2 I_2 \rightarrow 12 \times 5 = 4 \cdot I_2 \rightarrow I_2 = 1/5A$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{24} \quad V = RI = R_3 I_3 \rightarrow 12 \times 5 = 24 I_3 \rightarrow I_3 = 2/5A$$

مقاومت معادل $R = 12$

مواد در برق:

با توجه به تعداد الکترونهای موجود در لایه والانس اتمها در صنعت برق مواد به سه

دسته تقسیم می شود.

هادی‌ها (conductor)

اجسامی که براحتی جریان برق را از خود عبور می‌دهند هادی یا رسانا نامیده می‌شود تقریباً تمام هادیها از جنس فلز می‌باشد به موادی که الکترونهای لایه آخرشان به راحتی می‌توانند آزاد گردند هادی می‌گویند. اتمهای هادیها کمتر از چهار الکترون والانس دارند هادیهای خوب عبارت از نقره، طلا، مس.

عایقها (Rnsulator)

اجسامی که جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند عایق یا نارسانا نامیده می‌شوند. عایقها موادی هستند که آزاد کردن الکترون از آنها بسیار مشکل است. لایه والانس اتمهای عایقها معمولاً هشت الکترون دارند. یا بیش از چهار الکترون دارند. عایقهای خوب عبارتند از شیشه، کائوچو، میکا

نیمه‌هادیها (seniconductor)

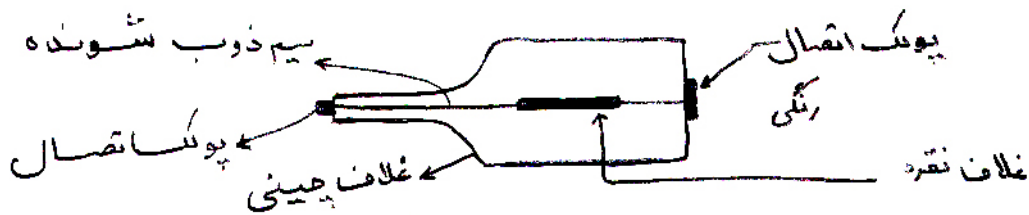
نیمه هادیها اجسام جامدی هستند که نه عایق هستند و نه هادی و بین آنها قرار دارند. موادی که اتمهای آنان در لایه آخر چهار الکترون والانس دارند. نیمه هادی نامیده می‌شوند. مانند ژرمانیم، سیلیسم

انواع فیوز

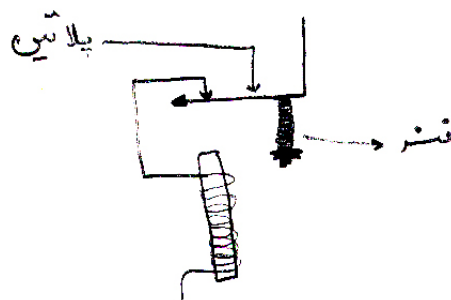
۱- ذوب شونده: دارای سیم نازکی است که در مقابل جریان بیش از اندازه ذوب می‌شود. این سیم داخل یک غلاف چینی قرار دارد که دو انتهای آن را دو پولک اتصال داده‌اند که رنگ پولکها برای رنجهای مختلف جریان عبوری متفاوت است. فیوزهای ذوب شونده دو نوع هستند

تندکار و کندکار. در کندکار سیم ذوب شونده دارای غلاف نقره‌ای می‌باشد و علامت روی آن O می‌باشد.

از فیوزهای کندکار برای راه‌اندازی موتورهای از فیوزهای کندکار استفاده می‌شود. و نیز در مواردی که وسیله لازم است برای رسیدن به مرحله‌ای از کار خود برای مدت معینی جریان بالا بکشد.

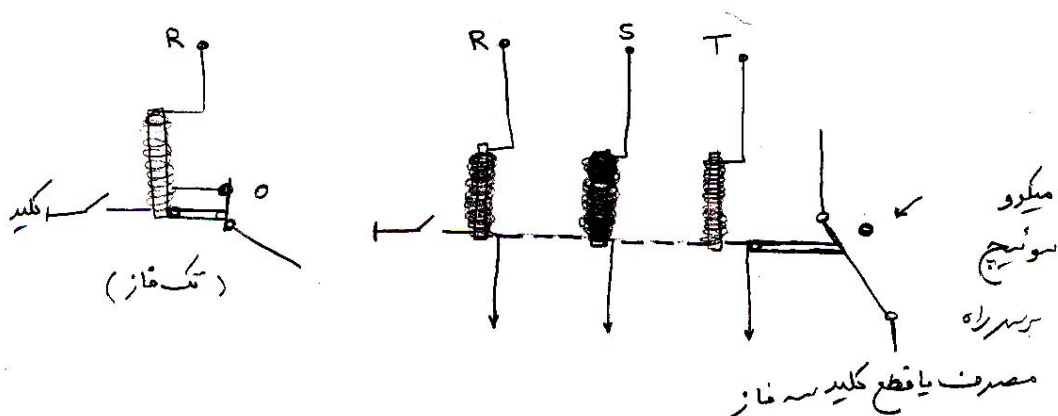


۲- فیوزهای الکترومغناطیسی یا اتوماتیک به این نوع فیوزها دارای هسته، پلاتین، سیم‌پیچ و فنر می‌باشند که با تنظیم کشش فنر مقدار جریان مجاز عبوری تنظیم می‌شود. هر گاه نیروی القای مغناطیسی که بر اثر عبور جریان ایجاد می‌شود از نیروی فنر بیشتر شود پلاتین را به سمت هسته کشیده و باعث می‌شود که جریان قطع شود. گیر موجود در سر راه برگشت پلاتین به ما این اجازه را می‌دهد که پس از رفع عیب خودمان پلاتین را به محل قطبی برگردانیم.



۳- بی‌متال یا حرارتی: این فیوزها که تنها یک نوع کندکار دارند دارای دو صفحه هادی از دو جنس متفاوت هستند و جریان با عبور از داخل یک المنت حرارتی که دورادور

بی‌متال را گرفته است باعث گرم شدن آن می‌شود هر گاه جریان از حد معینی به مدت زیاد تجاوز کند المنت گرفته شده و باعث خم شدن بی‌متال و در نتیجه قطع میکرو یا جریان می‌شود. کلید میکروسوییچ دارای گیر در برگشت می‌باشد. تا پس از سرد شدن بی‌متال کلید بطور خودکار نگردد. فیوزها در برق ۳ فاز برق اصلی را قطع نمی‌کنند بلکه توسط یک میکروسوییچ باعث قطع برق قسمت‌های مصرف کننده می‌شود. در بعضی موارد این فیوزها داخل کلید برق سه فاز نصب شده و فرمان قطع را به کلید می‌دهد



(سه فاز) فیوزهای کندکار برای حفاظت وسایل در مقابل بار زیاد است و تندکار برای حفاظت وسایل در مقابل اتصال کوتاه.

فصل ۲:

آشنایی با منابع تولید الکتریسته

تولید انرژی الکتریکی

برای تولید انرژی الکتریکی راه‌های مختلفی بشرح زیر وجود دارد:

۱- تولید انرژی الکتریکی با استفاده از سوخت‌های مختلف (گاز؛ گازئیل؛ مازوت؛

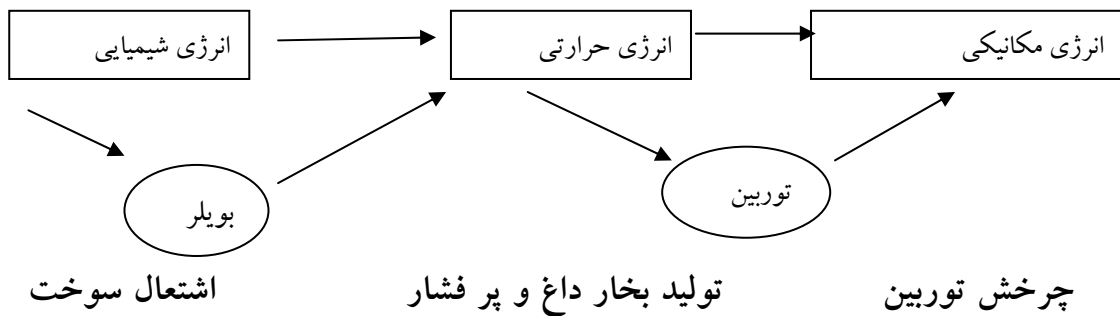
ذغال سنگ؛ سوخت‌های اتمی و غیره)

در این روش با استفاده از انرژی شیمیایی نهفته در سوخت؛ انرژی حرارتی و نهایتاً انرژی مکانیکی ایجاد می‌شود که انرژی مکانیکی حاصله ژنراتور را به حرکت در آورده و تولید برق می‌کند. نمونه‌هایی از این تبدیل نیروگاه‌های بخاری، اتمی، گازی، سیکل ترکیبی و دیزلی می‌باشد در شکل ۱-۲ شمای ساده‌ای از یک توربین بخار در شکل

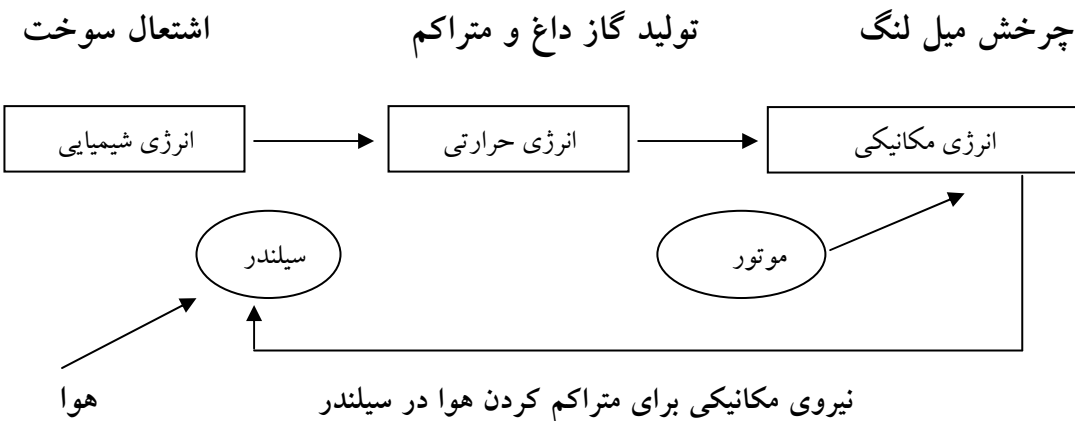
۲-۲ شمای ساده ای از یک توربین گاز و در شکل ۲-۳ شمای ساده ای از یک موتور احتراق داخلی نشان داده شده است.

تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی پتانسیل آب

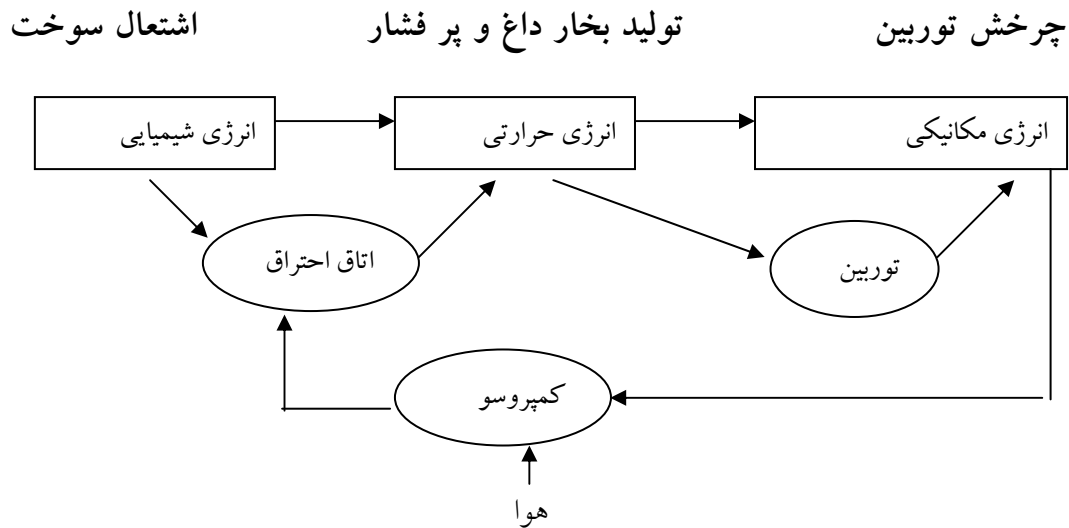
انرژی حاصل از اختلاف ارتفاع آب در پشت سدها می تواند توربین های آبی را به گردش در آورده و توربین هم ژنراتور برق را بچرخاند و در نتیجه برق تولید گردد شکل ۲-۴ شمای ساده ایی از تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی را نشان می دهد . ضمناً با استفاده از انرژی حرارتی خورشید و توسط ابزار متمرکز کننده مخصوص نیز می توان تولید بخار کرده , با چرخاندن یک توربین بخار انرژی مکانیکی تولید نمود.



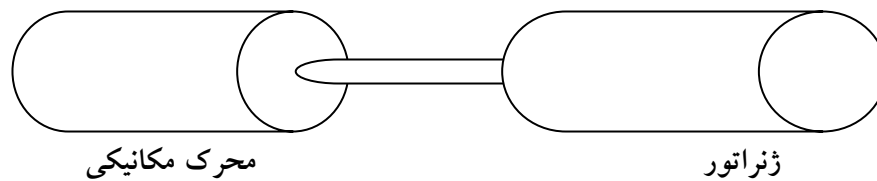
شکل (۲-۱) شمای ساده یک توربین



شکل (۲-۲) شمای ساده یک توربین بخار



شکل (۲-۳) شمای ساده یک موتور احتراق داخلی



شکل (۲-۴) شمای ساده تبدیل انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی

تولید انرژی مکانیکی با استفاده از انرژی شیمیایی

در باتریهای اسیدی در اثر فعل و انفعالات شیمیایی انرژی الکتریکی تولید می شود عیب این روش تبدیل ، قدرت خروجی پائین ، قیمت بالا و عمر کم می باشد .

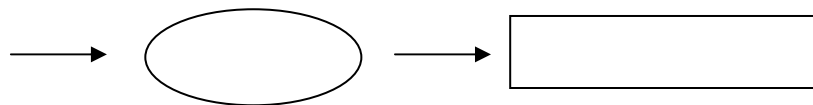
تولید انرژی الکتریکی بوسیله انرژی خورشید

با استفاده از انرژی تابشی خورشید می توان انرژی الکتریکی تولید نمود در این صورت حرارت حاصله از تشعشع خورشید می تواند باعث گرم شدن یک مجموعه ترموکوپل مخصوص گردد در اثر این گرم شدن ، در هر ترموکوپل مقداری برق تولید می شود با بکار گیری مجموعه های زیاد تر ترموکوپل این انرژیهای مختصر با یکدیگر جمع شده و انرژی

قابل توجهی تولید می گردد (در منطقه یزد از این روش برای تولید انرژی الکتریکی استفاده شده است).

تولید انرژی الکتریکی بوسیله باد

باد حامل مقداری انرژی می باشد که مقدار آن به سرعت باد بستگی دارد. استفاده از انرژی باد برای مصارف محدود و محلی مناسب می باشد. امروزه در مناطقی که بطور متوسط وزش باد ثابت دارند و سرعت باد در آنها مناسب است با نصب توربینهای بادی، انرژی الکتریکی تولید می شود شکل ۲-۵



شکل ۲-۵ شمای ساده یک توربین بادی

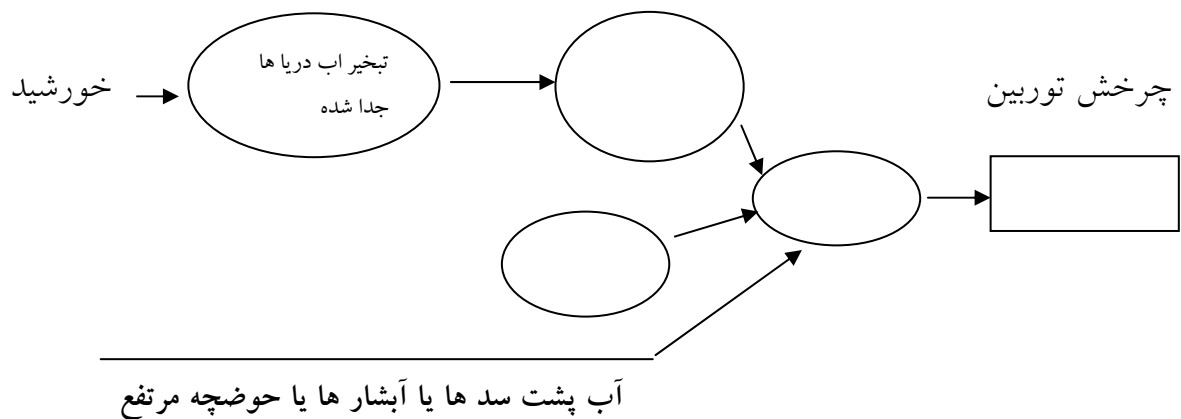
باد

در شمال ایران (منجیل) از این روش برای تولید انرژی الکتریکی استفاده شده است. در ضمن با تولید باد مصنوعی از طریق تابش خورشید بر روی سطوح گسترده سیاه رنگ و کانالیزه کردن باد حاصله روی پره های توربین بادی، نیز می توان انرژی الکتریکی تولید نمود.

تولید انرژی الکتریکی بوسیله جذر و مد

جذر و مد دریاها در اصل بواسطه چرخش ماه بدور زمین که پیروز آن ۱۲ ساعت است و بخاطر جاذبه ماه ایجاد می شود در هر لحظه همواره یک قسمت از آبهای زمین در حالت مد و آبهای طرف مقابل آن در روی کره زمین در حالت جزر و این جزر و مد با پیروز فوق الذکر حول زمین می چرخد بنابراین در هر ۲۴ ساعت در هر نقطه دوبار جزر و دوبار مد خواهیم داشت. اختلاف ارتفاع آب در حالت جزر و مد در یک نقطه بستگی به وضع قرار

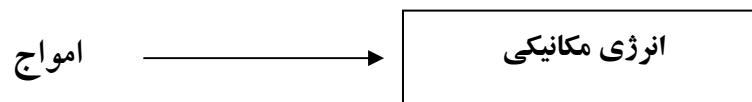
گرفتن ماه و زمین و خورشید دارد و بزرگترین اختلاف ارتفاع آب در حالت جذر و مد معمولاً در اول پائیز بوجود می آید. برای آنکه بتوان از انرژی جذر و مد استفاده کرد باید یک خلیج یا یک دریاچه مصنوعی را توسط سدی از دریا جدا کنیم و در هنگام جذر و مد از جریان آبی که بین این دو منبع متناوباً ایجاد می شود برای چرخاندن پره های یک توربین و نهایتاً تولید الکتریسیته استفاده نمائیم شکل ۶-۲. هم اکنون در فرانسه نیرو گاهی با قدرت ۲۴۰ مگا وات با نیروی جذر و مد مشغول بکار است.



شکل ۶-۲ شمای ساده یک توربین

تولید انرژی الکتریکی بوسیله امواج دریا

بعلت بالا و پایین رفتن مداوم و تحرک زیاد و ایجاد اختلاف ارتفاع هایی که گاه به چندین متر می رسد امواج دریا حاوی مقداری زیاد انرژی منتهی بصورت پراکنده و پخش در سر تا سر سطح آب هستند که بوسیله وسایل بخصوصی که سطح بزرگی از آب را می پوشانند، می توان مقداری از این انرژی را کسب کرده و استفاده نمود. هم اکنون استفاده از انرژی امواج در مراحل مقدماتی و تحقیقاتی می باشد شکل ۷-۲



شکل ۷-۲ تبدیل امواج به انرژی مکانیکی

تولید انرژی الکتریکی بوسیله حرارت آب سطح دریا

آب سطح دریا در اثر تابش خورشید تا ۲۵ درجه سانتیگراد و در عمق چند صد متر می تواند تا ۵ درجه سانتیگراد برسد. از این تفاوت درجه حرارت می توان برای تولید برق استفاده نمود.

تولید انرژی الکتریکی بوسیله حرارت زیر پوسته زمین (ژئو ترمال)

یکی از منابع انرژی که به مقدار فراوان در دسترس بشر می باشد انرژی ژئو ترمال است، (انرژی گرمای داخل زمین) که به دو روش قابل استفاده می باشد.

الف- استفاده از بخار آب بصورت داغ و خشک

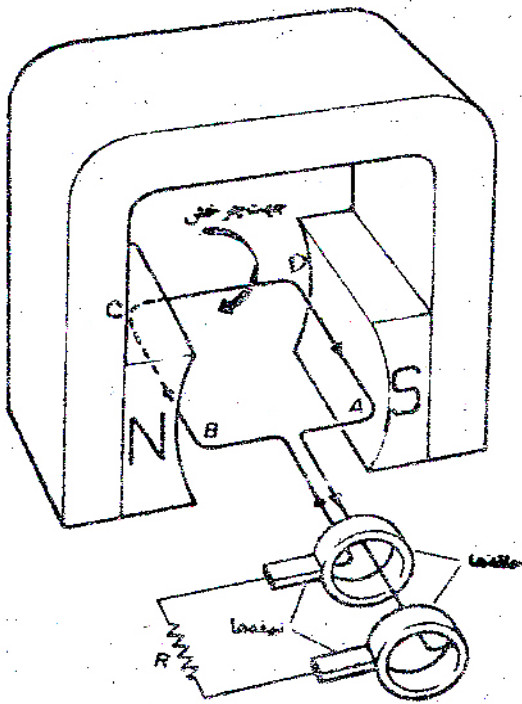
که بطور طبیعی در زیر پوسته زمین وجود دارد (در ایالت کالیفرنیا آمریکا امروزه از این طریق ۴۰۰ مگا وات برق تولید می کنند).

ب- ایجاد مصنوعی بخار

بوسیله عبور آب از روی سنگهای داغ زیر زمینی که دارای درجه حرارت زیاد و نزدیک به نقطه ذوب هستند استفاده می شود. (لازم به یادآوری است که در بعضی از نقاط زیر پوسته زمین در عمق ۵ تا ۶ کیلومتر میتوان به حرارت ۳۰۰ درجه سانتیگراد رسید).

مولد ساده جریان متناوب

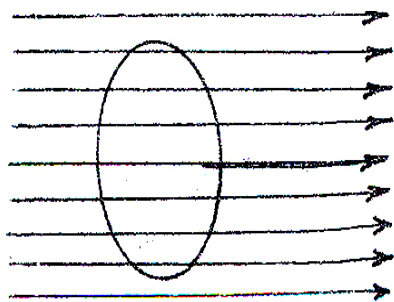
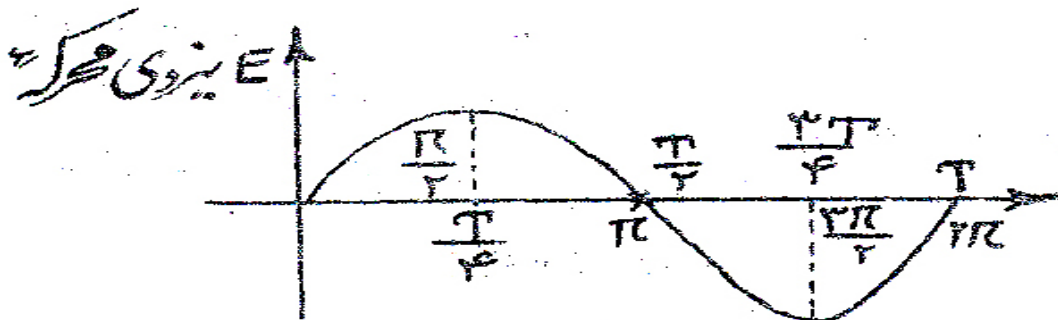
سیم پیچی بصورت قاب مستطیل شکل را در داخل میدان مغناطیسی یک آهنربای نعلی شکل قرار داده و آن را با سرعت ثابت به دوران درمی آوریم. در اثر دوران قاب مستطیل شکل شار مغناطیسی که از قاب می گذرد تغییر می نماید و در اثر تغییر شار مغناطیسی در قاب یک جریان القایی ایجاد می شود.



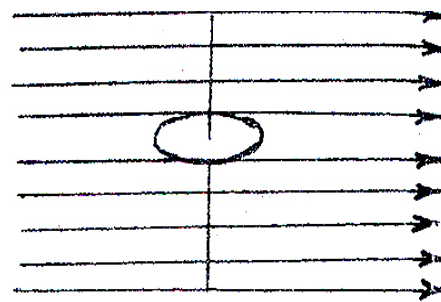
مبدأ زمان را لحظه ای انتخاب می نمایم که قاب مستطیل شکل در وضع قائم باشد در این حالت دو ضلع AD و BC قاب موازی با خطوط میدان می باشند در این حالت شار مغناطیسی ماکزیمم می باشد ولی جریان القایی صفر می باشد هنگامی که قاب را ۹۰ درجه به دوران درمی آوریم دو ضلع AD و BC عمود

بر خطوط القائی آهنربا قرار می گیرند در این حالت شار مغناطیسی صفر ولی جریان القائی ماکزیمم می باشد و به همین ترتیب الی آخر. در شکل زیر نمودار نیروی محرکه ایجاد شده در قاب در مدت یک دور کامل قاب یک دوره تناوب نامیده می شود. که زمان آن T و زاویه طی شده برابر 2π یعنی 360° درجه می باشد.

تبصره- قابی به مساحت A را در داخل یک میدان مغناطیسی به شدت B با سرعت ثابت بدوران درمی آوریم در چه لحظاتی شار ماکزیمم و در چه لحظاتی شار صفر می باشد.



شکل ۲



شکل ۱

در شکل ۱ خطوط القائی موازی سطح قاب می باشند در این حالت زاویه بین خطوط القائی و خط عمود بر سطح قاب $\alpha = 90^\circ$ می باشند شار مغناطیسی در این حالت برابر است با:

$$\alpha = 90^\circ \rightarrow \cos 90^\circ = 0 \rightarrow \varphi = AB \cos \alpha = AB \times 0 \rightarrow \varphi = 0$$

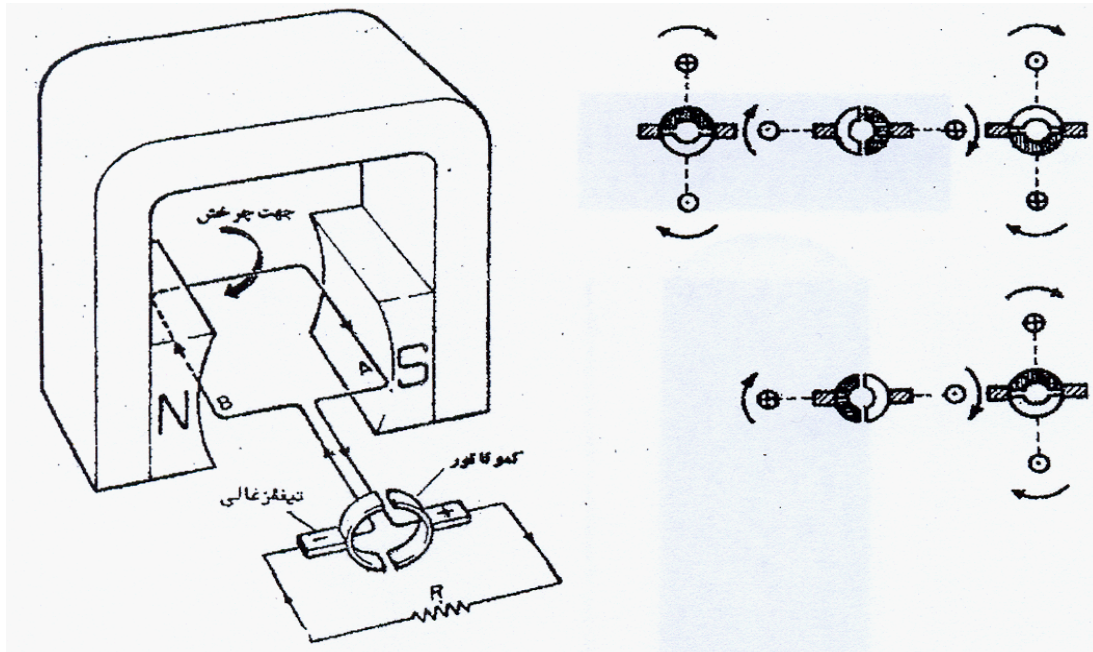
در شکل ۲ خطوط القائی عمود بر سطح قاب می‌باشند. در این حالت زاویه بین خطوط القائی و خط عمود بر سطح قاب $\alpha = 0$ می‌باشند شار مغناطیسی که در این حالت از قاب می‌گذرد ماکزیمم می‌باشد.

$$\alpha = 0 \rightarrow \cos = 1 \rightarrow \rho = AB \cos \alpha \rho = AB \times 1 \rightarrow \varphi = AB$$

در اثر دوران قاب در داخل میدان مغناطیسی در قاب جریان القائی ایجاد می‌شود. در لحظه‌ای که قاب مطابق ۱ قرار دارد جریان ایجاد شده در قاب ماکزیمم می‌باشد و در لحظه‌ای که قاب مطابق شکل ۲ قرار دارد جریان ایجاد شده در قاب صفر می‌باشد در مدتی که قاب نیم دور دوم را میزند جهت نیروی محرکه القائی در قاب تغییر می‌نماید زیرا جهت تابش خطوط القائی به سیم پیچ تغییر می‌نماید. مطابق شکل بالا در سرقاب مستطیل شکل به دو حلقه فلزی متصل می‌باشد و روی هر یک از این حلقه‌ها یک تیغه کربن قرار دارد که جریان القائی ایجاد شده را به مدار خارج مثلاً به مقاومت R انتقال می‌دهند. اگر قاب مستطیل شکل را با سرعت ثابت بدوران درآوریم جریان القائی ایجاد شده یک جریان متناوب می‌باشد یعنی در زمانهای مساوی معین نمودار جریان تکرار می‌شود.

دیناموی ساده برای تولید جریان یک طرفه

برای یکطرفه کردن جریان مطابق شکل زیر به جای دو حلقه جداگانه دو نیم حلقه جداگانه قرار می‌دهیم و دو نیم حلقه توسط یک عایق مثلاً هوا از یکدیگر جدا می‌شوند این



نیم حلقه‌ها را کموتاتور می‌نامند. در شکل زیر وضعیت دو نیم حلقه را در یک دور کامل نشان می‌دهد.

تبره: برای افزایش نیروی محرکه میتوان:

- ۱- تعداد دورهای سیم پیچ قاب مستطیل شکل را افزایش داد
- ۲- قرار دادن هسته آهنی در داخل سیم پیچ یا به عبارت دیگر سیم پیچ را بر روی یک هسته آهنی می‌پیچیم.

۳- افزایش سرعت دوران قاب

۴- انتخاب آهن ربای قویتر تا حد امکان

تعریف ولتاژ نامی

ولتاژ نامی عبارت است از حداکثر ولتاژی که در حالت کار نرمال شبکه بر سیستم، تجهیزات یا دستگاهی اعمال می‌شود.

تقسیم بندی ولتاژ نامی

مطابق استاندارد کشورهای اروپایی و آمریکایی بطور کلی ولتاژ نامی شبکه‌های AC به پنج گروه بشرح زیر تقسیم می‌شوند:

گروه ۱: ولتاژ ضعیف

کلیه ولتاژهای کمتر از ۱ کیلوولت را ولتاژ ضعیف نامند که مطابق استانداردها عبارتند از:
ولت ۱۱۰، ۲۲۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۵۰، ۱۰۰۰ و

گروه ۲: ولتاژ متوسط

ولتاژ متوسط، این گروه ولتاژ را گروه A نیز می‌نامند و به ولتاژی گفته می‌شود که از ۱ تا ۵۲ کیلو ولت باشد این ولتاژها مطابق استانداردهای کشورهای اروپایی عبارتند از:
کیلو ولت ۵۲، ۳۶، ۲۴، ۱۷/۵، ۱۲، ۴/۲، ۳/۶ و ۲/۴
ولی مطابق استاندارد کشورهای آمریکا و کانادا این ولتاژها عبارتند از:
کیلوولت ۴۸/۳، ۳۸، ۲۵/۸، ۱۵/۵، ۱۵، ۸/۲۵ و ۴/۷۶

گروه ۳: ولتاژ قوی

ولتاژ قوی یا گروه ولتاژهای B به ولتاژهایی گفته می‌شود که ولتاژ آنها بین ۷۲/۵ تا ۳۰۰ کیلوولت باشد. مطابق استاندارد کشورهای اروپایی و آمریکایی عبارتند از:
کیلوولت ۲۴۵، ۱۷۰، ۱۴۵، ۱۲۳، ۱۰۰ و ۷۲/۵

گروه ۴: ولتاژ فوق قوی

ولتاژ فوق قوی یا گروه ولتاژهای C عبارتند از:
ولتاژهایی که از ۳۰۰ کیلوولت بزرگتر و از ۸۰۰ کیلو ولت کمتر باشند. این ولتاژها مطابق استاندارد کشورهای اروپایی و آمریکایی عبارتند از:
کیلوولت ۷۶۵، ۵۲۵، ۴۲۰، ۳۶۲ و ۳۰۰

گروه ۵: ولتاژهای بالاتر از ۸۰۰ کیلوولت

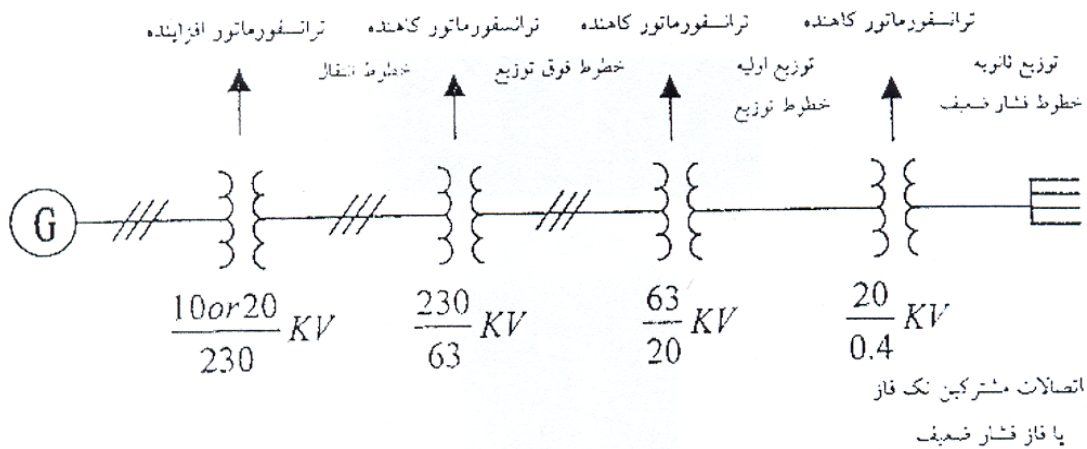
ولتاژهای بالاتر از ۸۰۰ کیلوولت یا گروه ولتاژهای D هنوز کلاسه‌بندی و نام‌گذاری نشده و بصورت استاندارد درنیامده‌اند.

قسمت اساسی یک سیستم قدرت

هر سیستم قدرت از سه شاخه اصلی به شرح زیر تشکیل می‌شود:

شاخه تولید شاخه انتقال شاخه توزیع

در این قسمت هر یک از این سه شاخه بطور اختصار و در فصول بعدی بطور مفصل مورد بحث قرار می‌گیرند. شکل (۱-۲) شمای ساده‌ای از یک سیستم قدرت الکتریکی را از تولید تا اتصالات به مشترکین را با سطوح ولتاژ مختلف نشان می‌دهد.



شکل (۱-۲) شمای کلی و ساده یک سیستم قدرت الکتریکی از تولید تا اتصالات مشترکین

۱- شاخه تولید انرژی الکتریکی

شاخه تولید انرژی الکتریکی شامل مراکز تولید یا نیروگاهها و تجهیزات مربوطه است. که بخش عمده‌ای از سرمایه‌گذاری در صنعت برق هر کشور را به خود اختصاص می‌دهد. در حال حاضر در کشورمان از پنج نوع نیروگاه حرارتی شامل نیروگاههای بخاری، گازی، چرخه ترکیبی، دیزلی و در آینده نزدیک نیروگاه اتمی بوشهر و از نیروگاههای آبی استفاده می‌شود، در ادامه، برخی از جداول و نمودارهایی داده شده است که حاوی اطلاعات مفیدی در زمینه مراکز تولید کشورمان می‌باشد.

۲- شاخه انتقال انرژی الکتریکی

شاخه انتقال انرژی الکتریکی شامل شبکه و خطوط انتقال، پست‌های انتقال و تجهیزات مربوطه است. خطوط انتقال ارتباط بین نیروگاهها و سیستم‌های توزیع برق را

برقرار می‌کند. سطوح ولتاژ در شبکه انتقال نیروی برق ایران ۲۳۰ کیلوولت و ۴۰۰ کیلوولت می‌باشد. توضیح اینکه سطوح ولتاژ ۱۳۲، ۶۶ و ۶۳ کیلوولت ولتاژهای فوق توزیع محسوب می‌شوند و ولتاژ ۱۳۲ کیلوولت می‌تواند بعنوان ولتاژ انتقال نیز در نظر گرفته شود. شبکه انتقال، بیشتر بصورت شبکه‌هایی با استفاده از دکل‌های فلزی قوی کشیده می‌شود که این دکل‌ها ممکن است یک مدار یا دو مدار انتقال را حمل نمایند یک شبکه انتقال ممکن است دارای چند مرحله باشد.

علل افزایش سطوح ولتاژ جهت انتقال بیشتر انرژی

از آنجایی که توان الکتریکی منتقل شده متناسب با حاصلضرب ولتاژ و شدت جریان است بنابراین در توان ثابت، با افزایش ولتاژ انتقال، شدت جریان به همان نسبت کاهش می‌یابد. چون شدت جریان عامل اصلی در تعیین سطح هادیها است. انتخاب ولتاژ بالاتر امکان انتقال قدرتهای بزرگتر را فراهم کرده، بعلاوه باعث صرفه‌جویی در وزن هادی می‌شود. با افزایش ولتاژ و کاهش جریان افت ولتاژ که متناسب با حاصلضرب مقاومت در جریان است، کاهش خواهد یافت و افت توان که متناسب با حاصلضرب مقاومت در مجذور جریان است، کاهش پیدا می‌کند.

* بطور خلاصه می‌توان گفت در توان ثابت با افزایش ولتاژ نتایج زیر حاصل می‌گردد:

- ۱- تلفات خط کاهش می‌یابد (متناسب با مجذور جریان).
- ۲- افت ولتاژ خط کاهش می‌یابد (متناسب با جریان).
- ۳- با افزایش ولتاژ و کاهش جریان سطح مقطع کاهش یافته و بنابراین این حجم سیم مصرف شده کاهش می‌یابد.
- ۴- راندمان خط با افزایش ولتاژ افزایش می‌یابد.
- ۵- افزایش ولتاژ مزایای فوق را دارا بوده ولی انتخاب سطوح ولتاژ بالاتر سبب افزایش هزینه‌های مربوط به عایق‌بندی، بالا رفتن هزینه برجهای انتقال و تأسیسات فشار قوی از قبیل مقره‌ها، ترانسفورماتورها، کلیدها و غیره خواهد شد.

رشد سطوح ولتاژ در ایران

اولین خط ۱۳۲ کیلوولت سد امیرکبیر - طرشت به طول ۵۴ کیلومتر در سال ۱۳۴۰ شمسی مطابق با ۱۹۶۱ میلادی مورد بهره‌برداری واقع شد. اولین خط ۲۳۰ کیلوولت دو مداره اهواز اندیمشک به طول ۱۳۹ کیلومتر و اندیمشک سد دز به طول ۲۰ کیلومتر در سال

۱۳۴۲ شمسی مطابق با ۱۹۶۳ میلادی مورد بهره‌برداری واقع شد. و بالاخره در سال ۱۳۵۶ شمسی مطابق با سال ۱۹۷۷ میلادی به منظور انتقال قدرتی برابر ۱۰۰۰ مگاوات از سد شهید عباسپور شبکه ۴۰۰ کیلوولت ایران مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

۳- شاخه توزیع انرژی الکتریکی

شاخه توزیع انرژی الکتریکی شامل شبکه، خطوط توزیع پست‌های توزیع و تجهیزات مربوطه است. شبکه توزیع، انرژی الکتریکی را به وسایل مصرف کنندگان مثل چراغها، موتورها و غیره منتقل نموده، و ارتباط بین خطوط انتقال و مصرف کنندگان را برقرار می‌کند. شبکه توزیع ممکن است بصورت شبکه هوایی (با استفاده از پایه‌های چوبی، بتونی، فلزی) و یا بوسیله کابل‌های زمینی کشیده شوند یک شبکه توزیع ممکن است دارای چند مرحله باشد. وزارت نیرو ۲۰ کیلوولت را بعنوان ولتاژ اولیه توزیع در کشور ما استاندارد نموده است. ولتاژ ثانویه توزیع ۲۲۰ ولت تک فاز و ۳۸۰ ولت سه فاز می‌باشد.

در برخی از نقاط ایران مانند منطقه خوزستان از ولتاژ ۳۳ کیلوولت بعنوان ولتاژ اولیه توزیع استفاده شده است. در برخی از کارخانجات از ولتاژ ۱۱ کیلوولت و ۶ کیلوولت نیز استفاده می‌شود. جداول (۱-۲) آماری را در مورد طول خطوط شبکه‌های فشار متوسط و فشار ضعیف توزیع کشورمان از سالهای ۱۳۵۷ تا ۱۳۷۹ نشان می‌دهند.

جدول (۱-۲) طول خطوط شبکه‌های فشار متوسط و فشار ضعیف توزیع

فشار ضعیف			فشار متوسط			سال
جمع	زمینی	هوایی	جمع	زمینی	هوایی	
۳۶۱۳۷	۵۰۵۴	۳۱۰۸۳	۳۲۰۷۷	۳۸۶۸	۲۸۲۰۹	۱۳۵۷
۴۲۵۸۹	۵۴۹۲	۳۷۰۹۷	۳۶۵۱۷	۴۰۸۳	۳۲۴۳۴	۱۳۵۸
۵۱۹۳۴	۵۹۴۳	۴۵۹۹۱	۴۶۴۱۴	۴۱۸۶	۴۲۲۲۸	۱۳۵۹
۶۰۶۹۶	۶۴۶۰	۵۴۰۳۶	۵۳۴۵۹	۴۳۴۷	۴۹۱۱۲	۱۳۶۰
۶۸۴۱۱	۶۹۶۳	۶۱۴۴۸	۶۲۴۲۴	۴۶۰۵	۵۷۸۱۹	۱۳۶۱
۷۵۵۱۹	۷۳۹۳	۶۸۱۲۶	۷۰۲۴۷	۴۸۸۴	۶۵۶۳۶۳	۱۳۶۲

۸۲۶۹۰	۸۰۹۱	۷۴۵۹۹	۷۹۶۶۵	۴۹۶۵	۷۴۷۰۰	۱۳۶۳
۹۲۷۳۶	۸۸۲۶	۸۳۹۱۰	۹۲۹۶۸	۵۱۵۳	۸۷۸۱۵	۱۳۶۴
۱۰۱۸۲۳	۹۵۹۴	۹۲۲۲۹	۹۹۸۵۵	۵۴۱۶	۹۴۴۳۹	۱۳۶۵
۱۱۱۰۷۷	۱۰۲۶۴	۱۰۰۸۱۳	۱۰۸۷۲۹	۵۶۲۰	۱۰۳۱۰۹	۱۳۶۶
۱۱۷۹۴۸	۱۰۸۵۶	۱۰۷۰۹۲	۱۱۷۰۹۰	۵۸۹۷	۱۱۱۱۹۳	۱۳۶۷
۱۲/۶	۸/۰	۱۳/۲	۱۳/۸	۳/۴	۱۴/۷	متوسط رشد سالانه ۱۳۶۱ به ۱۳۵۷ (درصد)
۱۲۲۸۵۴	۱۱۲۹۲	۱۱۱۵۶۲	۱۲۳۰۶۶	۶۱۸۰	۱۱۶۸۸۶	۱۳۶۸
۱۲۸۱۶۶	۱۱۶۷۶	۱۱۶۴۹۰	۱۲۹۰۳۳	۶۴۰۲	۱۲۲۶۳۱	۱۳۶۹
۱۳۲۷۱۳	۱۲۱۷۳	۱۲۰۵۴۰	۱۳۴۴۶۵	۶۶۱۴	۱۲۷۸۵۱	۱۳۷۰
۱۳۶۸۶۸	۱۲۶۷۴	۱۲۴۱۹۳	۱۳۸۴۹۹	۶۸۸۰	۱۳۱۶۱۹	۱۳۷۱
۱۴۲۲۵۶	۱۳۲۹۰	۱۲۸۹۶۶	۱۴۶۳۳۱	۶۹۴۱	۱۳۹۳۹۰	۱۳۷۲
۱۵۰۰۰۶	۱۳۵۳۰	۱۳۶۴۷۶	۱۵۷۲۰۵	۷۰۴۳	۱۵۰۱۶۲	۱۳۷۳
۴/۱	۳/۷	۴/۱	۵/۰	۳/۰	۵/۱	متوسط رشد سالانه ۱۳۷۳ به ۱۳۶۷ (درصد)
۱۶۲۰۸۱	۱۴۷۰۵	۱۴۷۳۷۶	۱۶۶۷۲۳	۷۲۴۲	۱۵۹۴۸۱	۱۳۷۴
۱۶۸۷۴۲	۱۵۴۶۹	۱۵۳۲۷۳	۱۷۷۳۱۳	۷۳۸۳	۱۶۹۹۳۰	۱۳۷۵
۱۸۱۲۵۰	۱۶۳۰۷	۱۶۴۹۴۳	۱۹۱۷۲۱	۷۷۱۲	۱۸۴۰۰۹	۱۳۷۶
۱۸۹۸۲۹	۱۶۹۷۳	۱۷۲۸۵۶	۲۰۶۷۴۷	۷۷۰۲	۱۹۹۰۴۵	۱۳۷۷
۲۰۰۰۵۸	۱۸۲۱۷	۱۸۱۸۴۱	۲۱۸۴۳۲	۸۳۱۲	۲۱۰۱۲۰	۱۳۷۸
۵/۹	۶/۱	۵/۹	۶/۸	۳/۴	۶/۹	متوسط رشد سالانه ۱۳۷۸ به ۱۳۷۳ (درصد)
۲۰۷۹۵۲	۱۹۵۰۰	۱۸۸۴۵۲	۲۳۱۳۴۰	۸۶۴۶	۲۲۲۶۹۴	۱۳۷۹

مأخذ: سی و چهار سال صنعت برق ایران در آئینه آمار (۱۳۷۹-۱۳۴۶)

مبدل یا ترانسفورماتور

مبدل یا ترانسفورماتور از یک قاب فلزی تشکیل شده است که بر روی آن دو سری سیم پیچ پیچیده شده است. مبدل یا ترانسفورماتور براساس القاء متقابل کار می نماید یعنی تغییر شار مغناطیسی در سیم پیچ اولیه سبب تغییر شار مغناطیسی در سیم پیچ ثانویه می گردد. هر گاه اختلاف پتانسیل متناوبی به دو سر مدار اولیه یک مبدل وصل می نمائیم. در مدار ثانویه اختلاف پتانسیل متناوبی ایجاد می شود بنابراین می توان نوشت :

$$N_2/N_1 = V_2/V_1$$

N_1 تعداد حلقه های مدار اولیه. V_1 اختلاف پتانسیل مدار اولیه

N_2 تعداد حلقه های مدار ثانویه V_2 اختلاف پتانسیل مدار ثانویه

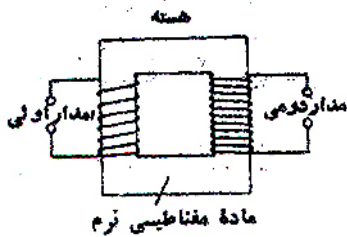
نسبت N_2/N_1 را ضریب تبدیل در ترانسفورماتور می نامند.

مبدل یا ترانسفورماتور فرکانس جریان یعنی تعداد نوسانات کامل جریان را در یک ثانیه تغییر نمی دهد ولی، اختلاف پتانسیل و شدت جریان را تغییر می دهد.

اگر $K = \frac{N_2}{N_1}$ ضریب تبدیل بزرگتر از یک باشد اختلاف پتانسیل در مدار ثانویه از اولیه بیشتر می باشد و اگر $K < 1$ باشد اختلاف پتانسیل در مدار ثانویه کمتر از مدار اولیه خواهد بود و ترانسفورماتور را کاهنده می نامند.

تبصره ۱: اگر از تلفات انرژی در مبدل صرف نظر شود. توان ورودی و خروجی با

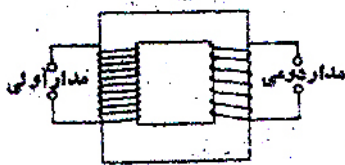
یکدیگر برابر می باشند.



الف - ترانسفورماتور افزایش دهنده

$$P_1 = P_2 \rightarrow V_1 I_1 = V_2 I_2 \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

تبصره ۲: راندمان یا بازده ترانسفورماتور برابر است با:



ب - ترانسفورماتور کاهنده

$$Ra = \frac{\text{توان مفید}}{\text{توان کل}} = \frac{P_2}{P_1} \leftrightarrow Ra = \frac{I_1}{I_2}$$

تبصره ۳: در حالت ایده آل یعنی اگر راندمان صد درصد باشد میتوان نوشت:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

تبصره ۴: برای جلوگیری از تلفات انرژی میتوان:

۱- سیم پیچها را از سیمهای مسی با قطر حساب شده ای بکار میبرند تا از تلفات انرژی بصورت گرما جلوگیری شود.

۲- قاب ترانسفورماتور را از ورقه های عایق پوش می سازند تا از ایجاد جریان و گرما در قاب جلوگیری شود.

۳- جنس قاب را از ماده مغناطیسی نرم انتخاب می نمایند تا انرژی الکتریکی که در اثر تغییر جهت صرف معکوس کردن خاصیت مغناطیسی قاب می شود به کمترین مقدار خود برسد.

۴- شکل قاب را طوری می سازند که تمام شار مغناطیسی ایجاد شده در سیم پیچ اول از سیم پیچ دوم بگذرد.

مثال ۱: برای انتقال جریان الکتریکی به توان ۱۰۰ کیلووات از سیمهایی به مقاومت الکتریکی ۰/۱ اهم استفاده می شود در دو حالت زیر اتلاف انرژی در سیمهای انتقال را بدست آورید.

الف- اختلاف پتانسیل انتقال ۲۰۰ ولت باشد. ب- اختلاف پتانسیل انتقال ۱۰۰۰۰ ولت باشد.

الف-

$$\text{رپما } I = 500 \rightarrow 200I = 100 \times 100 = P = VI \text{ توان انتقال}$$

$$\text{وات } P = 2500 \rightarrow P = (500)^2 \times 0/1 = RI^2 \text{ توان تلف شده}$$

$$I = 10 \text{ A} \quad P = VI \rightarrow 100 \times 100 = 10000 \times I \text{ توان انتقال}$$

$$P = 10 \text{ وات} \quad P = (10)^2 \times 0/1 = RI^2 \text{ توان تلف شده}$$

نتیجه: یکی از موارد استعمال ترانسفورماتور انتقال انرژی به راههای دور می باشد. برای انتقال انرژی به راههای دور تا حد امکان اختلاف پتانسیل توسط مبدل را افزایش می دهند تا شدت جریان انتقال کم شده و در نتیجه توان تلف شده به حداقل خود برسد.

مثال ۲: سیم پیچ های مدار اولی و دومی یک ترانسفورماتور به ترتیب دارای ۴۰۰ دور و ۲۰۰۰ دور حلقه سیم مسی می باشند. اگر دو سر مدار دومی به برق ۲۲۰ ولت شهر متصل شود اختلاف پتانسیل دو سر مدار اولی چند ولت خواهد بود.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow \frac{2000}{400} = \frac{220}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{220 \times 400}{2000} \rightarrow V_1 = 44$$

مثال ۳: یک ترانسفورماتور افزایش دهنده ۲۰ ولت مدار اولیه را به ۲۵۰ ولت در مدار ثانویه تبدیل می نماید. اگر بازده این ترانسفورماتور ۰/۹۰ باشد مطلوب است شدت جریان در مدار اولیه، و در مدار ثانویه در صورتیکه در مدار ثانویه از یک لامپ ۱۰۰ وات، ۲۵۰ ولت استفاده شود.

$$Ra = \frac{P_2}{R} \rightarrow 0/90 = \frac{100}{R} \rightarrow P_1 = \frac{100}{0/9}$$

$$P_1 = \frac{1000}{9} \text{ ولت}$$

$$P_1 = V_1 I_1 \rightarrow \frac{1000}{9} = 20 I_1 \rightarrow I_1 = \frac{50}{9} \text{ آمپر}$$

$$P_2 = V_2 I_2 \rightarrow 100 = 250 I_2 \rightarrow I_2 = \frac{100}{250} = \frac{2}{5} = 0/4 \text{ آمپر}$$

مثال ۴: مدار اولیه یک ترانسفورماتور به برق ۲۴۰ ولت شهر متصل است و هنگامی که مدار ثانوی ۱۰ لامپ ۲۴ وات و ۱۲ ولت به مدار موازی بسته شود شدت جریانی که این ترانسفورماتور توسط مدار اولیه خود از شبکه برق شهر می گیرد ۱/۱ آمپر می باشد مطلوب است: الف- بازده ترانسفورماتور

ب- قیمت برق مصرف شده از قرار هر کیلووات ساعت ۳ ریال در صورتیکه مبدل ۱۰ ساعت کار کرده باشد.

$$\text{Re} = \frac{P}{P_1} \rightarrow \text{Re} = \frac{V_2 I_2}{V_1 I_1} \rightarrow P_2 = 10 \times 24 = 240 \text{ ولت}$$

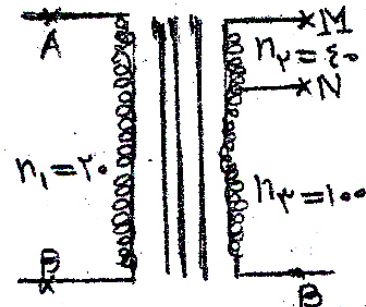
$$\text{Re} = \frac{240}{240 \times 1/1} \rightarrow \text{Ra} = \frac{1}{1/1} = \frac{10}{11} = 0/9$$

$$\text{Re} = 0/9 \times 100 = \%90$$

$$P_1 = V_1 I_1 = 240 \times 1/1 = 264 \text{ وات}$$

$$264 \div 1000 = 0/264 \text{ کیلووات} \quad \times 10 = 2/64$$

مثال ۵: در مدال شکل زیر اختلاف پتانسیل بین دو نقطه M و N را بدست آورید. در صورتیکه اختلاف پتانسیل مدار اولیه ۲۰۰ ولت باشد.



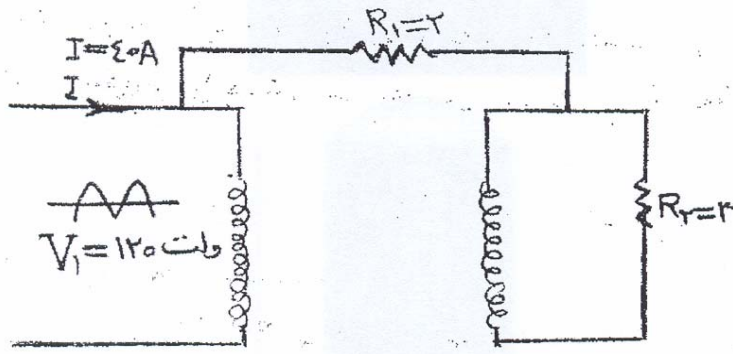
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow \frac{100}{20} = \frac{V_2}{200} \rightarrow V_2 = 1000 \text{ ولت}$$

$$\frac{100}{20} = \frac{I_1}{I_2} \rightarrow I_2 = 400 \text{ آمپر}$$

راه حل دوم:

$$\text{ولت } V_2 = 10 \times 40 = 400 \text{ یک سهم } 10 = 14 \div 1400$$

مثال ۶: در مدار شکل زیر شدت جریان در مقاومت ۳ اهمی را بدست آورید. در صورتیکه ضریب تبدیل ۱۰ باشد.



حل: از مقاومت $R_1 = 2$ اهم جریان عبور نمی‌کند. زیرا مسیر بازگشت برای جریان وجود ندارد. جریان ۴۰ آمپری یک جریان پیوسته می‌باشد که مبدل فقط با جریان متناوب کار می‌نماید.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow 10 = \frac{V_2}{120} \rightarrow V_2 = 1200 \text{ ولت}$$

$$V = RI \rightarrow 1200 = 3I \rightarrow I = 400 \text{ آمپر}$$

مثال ۷: در مدار ثانویه ترانسفورماتویه ۲۰ لامپ ۲۰۰ واتی - ۲۰۰ ولتی قرار دارد. در صورتیکه راندمان ۸۰٪ و ضریب تبدیل ۱/۵ باشد شدت جریان در مدار ثانویه و شدت جریان در مدار اولیه را بدست آورید.

شدت جریان یک لامپ

$$R = V_2 I_2 \rightarrow 200 = 200 I_2 \rightarrow I_2 = 1A \text{ شد}$$

$$Ra = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow 0/80 = \frac{200 \times 20}{P_1} \rightarrow P_1 = \frac{400}{0/8} = 5000 \text{ وات}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \rightarrow \frac{200}{V_1} = \frac{1}{5} \rightarrow V_1 = 1000 \text{ ولت}$$

$$P_1 = V_1 I_1 \rightarrow 5000 = 1000 I_1 \rightarrow I_1 = 5 \text{ آمپر}$$

مثال ۸: در یک ترانسفورماتور ضریب تبدیل ۴ می باشد مدار اولیّه را به برق ۲۲۰ ولت شهر متصل می نمائیم در مدار ثانویه ۱۰ لامپ ۱۵۰ واتی قرار دارد در صورتیکه راندمان ۶۰٪ باشد شدت جریان در مدار ثانویه و بهای برق مصرفی را از قرار هر کیلووات ساعت ۵ ریال در مدت ۲۰ ساعت بدست آورید.

$$P_2 = 10 \times 150 = 1500 \text{ وات}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow 4 = \frac{V_2}{220} \rightarrow V_2 = 880 \text{ ولت}$$

شدت جریان در کل مدار ثانویه

$$P_2 = V_2 I_2 \rightarrow 1500 = 880 I_2 \rightarrow I_2 = \frac{1500}{880} = 1/7 A$$

$$Ra = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow 0/60 = \frac{1500}{P_1} \rightarrow P_1 = \frac{1500}{0/6} = 2500 \text{ وات}$$

بهای برق مصرفی $250 \times 5 = 50 \times 5 = 250$ کیلووات ساعت $20 \times 5 = 50$

$$2500 \div 1000 = 2/5 \text{ کیلووات}$$

مثال ۹: در یک ترانسفورماتور ضریب تبدیل ۱/۴ می باشد مدار اولیّه را به برق ۲۲۰ ولت شهر متصل می نمائیم در مدار ثانویه ۱۰ لامپ، ۱۵ واتی قرار دارد در صورتیکه راندمان ۶۰٪ باشد شدت جریان در مدار ثانویه و بهای برق مصرفی را از قرار هر کیلووات ساعت ۵ در مدت ۲۰ ساعت بدست آورید.

$$P_2 = 10 \times 15 = 150 \text{ وات}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow \frac{1}{4} = \frac{V_2}{220} \rightarrow V_2 = 55 \text{ ولت}$$

شدت جریان در کل مدار ثانویه

$$P_2 = V_2 I_2 \rightarrow 150 = 55 I_2 \rightarrow I_2 = \frac{150}{55} = 2/7 A$$

$$Ra = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow 0/60 = \frac{150}{P_1} \rightarrow P_1 = \frac{150}{0/1} = 250 \text{ وات}$$

$$250 \div 1000 = 0/25 \text{ کیلووات}$$

کیلووات-ساعت $0.25 \times 20 = 5$

بهای برق مصرفی $5 \times 5 = 25$

فصل ۳ :

شناخت خطرات الکتریسته

الکتریسته ساکن چیست ؟

همانطوری که قبلا به آن اشاره شد در نظریه اتم ، بارهای الکتریکی مثبت هسته به وسیله مجموعه بارهای الکتریکی منفی الکترون ها که روی مدارات فرضی در اطراف هسته قرار دارند متعادل می شوند . در این حالت اتم را خنثی و بدون اثر می گویند . هنگامی که اتم تحت اثر نیرویی یک الکترون خود را از دست می دهد ، دارای بار مثبت و در صورت گرفتن یک الکترون ، دارای بار منفی خواهد شد . هر چه تعداد الکترونهاى جا به جا شده بیشتر باشد ، بار جسم به حد بیشتری می رسد . در این حالت می گویند که جسم دارای بار الکتریکی شده یا مقداری الکتریسته ساکن در خود ذخیره کرده است.

الکتریسیته ساکن بر اثر تماس یا قطع تماس مواد مختلف با یکدیگر به وجود می آید. اگر یک ماده نارسانا، مانند شیشه یا لاستیک و یا هادی مانند فلزات، بعد از قطع تماس (یا جدا شدن) ایزوله یا عایق گردند، بارهای الکتریکی ساکن می توانند بر روی آن جمع شوند. در حقیقت وقتی دو جسم متفاوت از یکدیگر جدا می شوند، انتقال الکترونها به وسیله این عمل مکانیکی صورت می گیرد و موجب آزاد شدن الکتریسیته ساکن می شود. جسمی که الکترون خود را از دست داده دارای بار الکتریکی مثبت و جسمی که الکترون گرفته دارای بار الکتریکی منفی می گردد. مقدار باری که بر روی یک جسم جمع می شود بستگی به ظرفیت جسم و خصوصیات عایقی محیط اطراف دارد. برای مثال، دو جسم باردار که به وسیله هوا از یکدیگر جدا (یا عایق) شده اند می توانند اختلاف پتانسیلی تا ولتاژ شکست هوا به وجود آورند. این نقطه ای است که ولتاژ به اندازه کافی بزرگ می شود و هوا را یونیزه می کند تا یک مسیر هادی بین دو جسم به وجود آید و بار الکتریکی تخلیه شود. خطر اصلی الکتریسیته ساکن ایجاد جرقه ناشی از شکست عایقی ماده عایق (یا دی الکتریک) موجود بین دو جسم است.

چگونگی ایجاد الکتریسیته ساکن

کلیه اجسام می توانند به طرق زیر دارای الکتریسیته ساکن شوند:

- ۱- در اثر تماس یا قطع تماس با یکدیگر
- ۲- در اثر وارد آمدن فشار یا اعمال کشش به آنها
- ۳- در اثر گرم یا سرد شدن
- ۴- در اثر خرد شدن
- ۵- در اثر تبخیر شدن
- ۶- در اثر سایش و اصطکاک
- ۷- در اثر القا

به منظور روشن شدن بیشتر مطلب، به چند مثال اشاره می کنیم.

دو جسم غیر مشخص که نسبت به زمین ایزوله (عایق) باشند، در اثر سایش یکدیگر را جذب می کنند.

دو جسم هم جنس چنانچه توسط جسم سومی مورد سایش قرار گیرند یکدیگر را دفع می کنند. بدین طریق مشاهده می شود اجسامی که بارهای همنام دارند یکدیگر را دفع می کنند و اجسامی که دارای بارهای غیرهمنام هستند یکدیگر را جذب می نمایند .

اگر یک جسم رسانای ایزوله شده از زمین را به زمین متصل کنیم ، فوراً مقدار الکتریسیته ای که در خود ذخیره داشته به زمین تخلیه می کند و به حالت خنثی در می آید .

اگر یک جسم دارای بار الکتریکی را به جسمی خنثی نزدیک کنیم ، در جسم خنثی یک بار الکتریکی مساوی با علامت مخالف ایجاد می شود که این عمل را عمل القاء یا مجاورت می گویند.

خطرات الکتریسیته ساکن

خطر اصلی ناشی از جمع شدن الکتریسیته ساکن ، امکان ایجاد جرقه ای باردار در حین تخلیه کنترل نشده در فضای قابل اشتعال است . بنابراین برای این که الکتریسیته ساکن موجب روشن شدن مواد قابل اشتعال شود ، باید سه شرط زیر به صورت همزمان وجود داشته باشند :

۱- عاملی که موجب ایجاد الکتریسیته ساکن شود.

۲- تجمع جرقه های ساکن

۳- تماس جرقه ها با مواد قابل اشتعال

جلوگیری از تولید الکتریسیته ساکن مشکل است ؛ اما کنترل خطرات آن تنها با جلوگیری از تجمع آنها امکان پذیر می باشد .

کنترل الکتریسیته ساکن

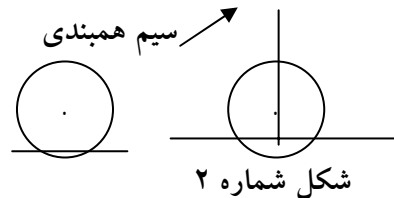
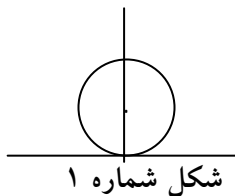
هدف از اکثر روشهای کنترل الکتریسیته ساکن ، جلوگیری از ذخیره شدن یا تجمع بارهای الکتریکی به وسیله ایجاد مسیری است که قبل از اینکه اختلاف پتانسیل لازم برای تولید جرقه ایجاد شود ، موجب پیوستن (یا ترکیب) مجدد بارهای جدا شده گردد.

* سه روش معمول برای رسیدن به این مقصود عبارتند از :

- همبندی و اتصال زمین
- مرطوب سازی
- یونیزاسیون یا تجزیه محیط اطراف

همبندی و اتصال زمین

در شکل شماره ۱ جسم الف مستقیماً زمین شده و در شکل شماره ۲ جسم الف به جسم ب همبندی و زمین شده است. منظور از همبندی، اتصال بدنه های هادی اجسام به وسیله یک سیم هادی است که آن را سیم همبندی می نامند.



به عبارت دیگر، همبندی یعنی هم پتانسیل کردن دو جسم هادی به وسیله اتصال آنها به یکدیگر با استفاده از یک سیم هادی. اجسامی که همبندی می شوند (یا به یکدیگر اتصال داده می شوند) هیچ اختلاف پتانسیلی با یکدیگر ندارند. از همین رو بین اجسامی که هم پتانسیل هستند، جرقه ساکن ایجاد نمی شود.

اتصال زمین یا ارت کردن یعنی اتصال یک جسم رسانا به وسیله یک هادی به زمین. اجسامی که اتصال زمین با ارت می شوند، نسبت به یکدیگر هیچ اختلاف پتانسیلی نخواهند داشت. همبندی و اتصال زمینی معمولاً در اجسامی که دارای هادی های خوبی هستند، بسیار موثر است. اگر سرعت تجمع الکترونها کمتر از سرعت تخلیه آنها باشد، به عنوان یک روش کنترل برای نیمه هادی ها نیز موثر است.

هادی همبندی و سیم اتصال زمین موثر باید دارای استحکام، مقاومت خوردگی و قابلیت ارتجاعی برابر باشند.

برای اتصال دائم باید از لحیم و برای اتصال موقت از کلمپ یا بست استفاده شود. در ضمن برای اتصال زمینی می توان از سیم لخت یا روپوش دار (کابل) استفاده کرد؛ اما باید به طور مستمر بازدید شود تا از اتصال کامل آن اطمینان حاصل گردد.

مرطوب سازی

بارهای الکتریکی ساکن بر روی اجسام نارسانای خشک بیشتر از اجسام نارسانای مرطوب جمع می شود. افزایش رطوبت نسبی، روش دیگری برای کاهش تجمع بارهای ساکن است، زیرا افزایش سطح هادی جسم باعث نشت یا تخلیه سریع بارهای الکتریکی به زمین می شود.

از فوران بخار یا افزودن رطوبت به سیستم های گرمایش و تهویه ، برای افزایش رطوبت هوا استفاده می شود . مقدار مطلوب رطوبت نسبی برای این منظور از ۶۰ تا ۷۰ درصد است ؛ زیرا مقدار رطوبت کمتر از ۳۰ درصد ممکن است اثر الکتریسیته ساکن را افزایش دهد .

یونیزاسیون یا تجزیه محیط اطراف

یونیزاسیون هوای اطراف یک جسم باردار موجب ایجاد مسیر هادی برای تخلیه بار الکتریکی می شود . روشهایی که چنین یونیزاسیونی را به وجود می آورند . عبارتند از جاروک (فلز گرد دنداندار) خنثی کننده های الکتریکی ، مواد رادیواکتیو و غیره . هنگام استفاده از چنین محدود کننده های الکتریسیته ساکن ، در نظر گرفتن شرایط محیطی نظیر بخارات و گرد و غبار قابل اشتعال ، درجه حرارت و غیره و محل قرار گرفتن دستگاه ها در ارتباط با انبار ، قطعات ماشین آلات و کارکنان بسیار مهم است .

اگر جاروک زمین شده ای را به یک جسم باردار ایزوله (عایق) نزدیک کنیم ، یونیزاسیون هوا در آن نقطه موجب افزایش قابلیت هدایت و تخلیه سریع بار به زمین می شود . از این روش برای تخلیه بار الکتریکی در تسمه های انتقال نیرو (یا تسمه نقاله) ، پارچه ، کاغذ و غیره استفاده می گردد .

خنثی کننده الکتریکی ، سیمی است که برای تخلیه بارهای الکتریکی ساکن از موادی نظیر پنبه ، پشم ، ابریشم یا کاغذ در فرآیند تولید یا چاپ استفاده می شود . از خنثی کننده الکتریکی نباید در محل هایی که ممکن است بخارات ، گازها و گرد و غبارهای قابل اشتعال وجود داشته باشد ، استفاده گردد .

منابع تولید الکتریسیته ساکن در صنایع

عوامل متعددی در صنایع برای ایجاد الکتریسیته ساکن نقش دارد که معمول ترین آنها عبارتند از:

۱- استفاده از تسمه های انتقال نیرو و مکانیزم های مشابه ، به طوری که مواد نارسانا بر روی یا در بین قرقره ها یا غلتک هایی حرکت می کنند .

مثال : ماشین های انتقال نیرو با استفاده از تسمه های به یکدیگر متصل بوده مانند شکل ۳

۲- جاری شدن مایعات از لوله ها یا کانال ها یا روزنه ها به داخل تانک ها یا مخازن

مثال : ریختن مایعات قابل اشتعال به داخل ظروف ، تانک ها و مخازن ؛ بار پریا تخلیه کردن تانکرها؛ عمل مخلوط یا صاف کردن

۳- تولید و حرکت توده های گرد و غبار

مثال : مخلوط کردن ، به هم زدن ، و پر کردن پودرها یا گرده ها ، در چوب بری ها گرد و غبار خاک اره

۴- جریان گاز از روزنه ها

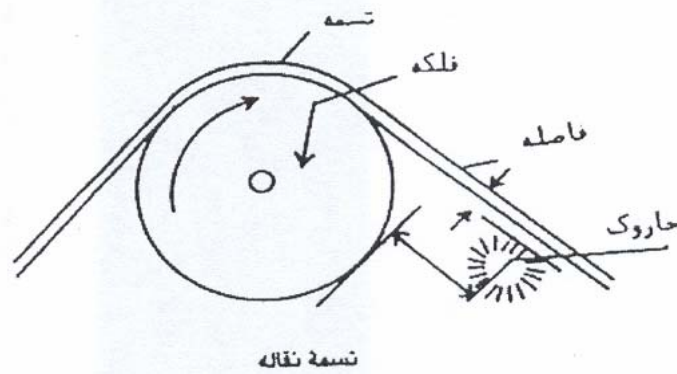
۵- استفاده از لاستیک وسایل نقلیه

۶- جمع شدن بارهای الکتریکی بر روی بدن انسان (منظور کارکنان)

تسمه ماشین آلات انتقال (تسمه نقاله)

برخی از ماشین آلات انتقال نیرو ، الکتریسیته ساکن ایجاد می کنند اگر از چنین ماشینی در محیطی استفاده شود که محل انبار کردن مواد شیمیایی و گرد و غبارهای قابل اشتعال باشد ، کنترل تجمع الکتریسته ساکن ضرورت دارد . بر اثر تماس یا قطع تماس (یا جدا شدن) تسمه های گردان با قرقره ها (با پولی ها) ، الکتریسیته ساکن تولید می شود . بهترین روش برای جلوگیری از تجمع الکتریسته ساکن ، استفاده از مواد هادی برای تسمه است که به محض تشکیل ، باعث تخلیه بار الکتریکی می شود . تسمه های هادی ممکن است دارای سیم های داخلی یا مواد هادی افزودنی مانند کربن باشد . همچنین استفاده از مواد ضد الکتریسیته به تسمه های نارسا در دوره های زمانی مختلف ، روش دیگری برای کنترل خطر الکتریسته ساکن است .

یک فلز زمین شده به نام جاروک- همانطوری که در شکل نشان داده شده -با نقاط تیز در قسمت داخلی تسمه و نزدیک به آن به فاصله چند اینچ از نقطه ای که از قرقره (پولی) خارج می شود قرار داده شده که برای تخلیه الکتریسته ساکن ذخیره شده در تسمه بسیار موثر است . محور یا شافت نیز معمولاً به وسیله جاروکهای کربنی یا مسی زمین شده است .



شکل شماره ۳

جمع شدن بارهای ساکن بر روی بدن انسان

شخص و لباسهایش قابلیت تجمع بارهای الکتریکی تا چند هزار ولت را دارد. الکتریسیته ساکن بر روی بدن انسان معمولاً به وسیله تماس کفش ها با زمین در مجاورت دستگاه هایی که الکتریسیته ساکن تولید می کنند ایجاد می شود. اگر کفش ها و لباس فرد به اندازه کافی مرطوب باشد، به محض تولید بارهای الکتریکی ساکن باعث تخلیه آنها می شود. بنابراین در محل هایی که گازها و گرد و غبارهای قابل اشتعال وجود دارد، استفاده از کف های (زمینهای) هادی، صفحه زمین شده و کفش های هادی ضروری است.

اگر شخصی کفش هایی با کف عایق (مانند لاستیک) داشته باشد، در اثر حرکت بر روی زمین، ساییده شدن لباس ها بر روی یکدیگر، اصطکاک لباس یا زیرپوش با بدن شخص و یا در اثر القاء بدن وی دارای بار الکتریسیته ساکن می شود. بنابراین باید از کفش با تخت چرمی به جای تخت لاستیکی استفاده کرد و از پوشیدن لباس ها و زیرپوشهای نایلونی خودداری نمود.

حمل دستی مایعات قابل اشتعال

همه مایعات در حال حرکت توانایی تولید الکتریسیته ساکن دارند. در شرایطی معین مایعات نارسانا (هیدروکربن ها) ممکن است به هنگام عبور از لوله ها، مخلوط شدن، پمپ شدن، عبور از صافی، تکان خوردن و از ظرفی به ظرف دیگر ریختن، بارهای الکتریکی ساکن بسیار زیادی را ذخیره کنند. لذا بایستی غیر از همبندی و اتصال زمین، روش های پیش گیرنده دیگری را اتخاذ کرد تا حفاظت لازم در مقابل این خطرات ایجاد شود.

تانک ها و ظروف ذخیره

۱- باید لوله ورودی مایع به طور افقی به کف تانک (مخزن) نزدیک شود تا از ترشح کردن و افشاندن و در نتیجه ایجاد الکتریسیته ساکن جلوگیری گردد.

۲- از پر کردن به صورت ترشح بسیار کوتاه باید جلوگیری شود ، زیرا شکسته شدن مایع به قطرات باعث تولید الکتریسیته ساکن می گردد . در حالی که لوله ورودی به خوبی در مایع فرو رفته . برای وارد یا خارج کردن مایع با سرعت بسیار کم (تقریباً ۳ فوت در ثانیه) شروع کنید.

۳- باید ناخالصی ها (یا آلودگی ها) آب یا دیگر مواد مخلوط نشدنی - را از هیدروکربنها یا مایعات مشابه دور نگه داشت . تصفیه آب از درون روغن یا دیگر هیدروکربن ها باعث ایجاد الکتریسیته ساکن می شود.

۴- از پمپ کردن مقدار قابل توجهی هوا یا دیگر گازها به داخل تانک یا مخزنی که دارای فضایی از بخار است باید اجتناب شود ؛ زیرا حبابهای گاز درون مایع قابل اشتعال در تانک ممکن است بار الکتریکی ایجاد کند .

۵- باید ابتدا هر ماده شناور در سطح مایع را قبل از پر کردن برطرف کرد تا از جرقه زدن بین سطح مایع و جسم شناور جلوگیری شود.

۶- پس از پمپ کردن مایع در داخل مخزن ، تا زمانی که سطح متلاطم مایع آرام نشده باید از اندازه گیری یا نمونه گیری مایع خودداری شود .

۷- بارهای الکتریکی ساکن در سطح مایع را نمی توان از طریق همبندی و اتصال زمین از بین برد ، اما می توان به طور ایمن تنها به وسیله ختشی کردن فضای بخارات (یا گازها) منتقل کرد.

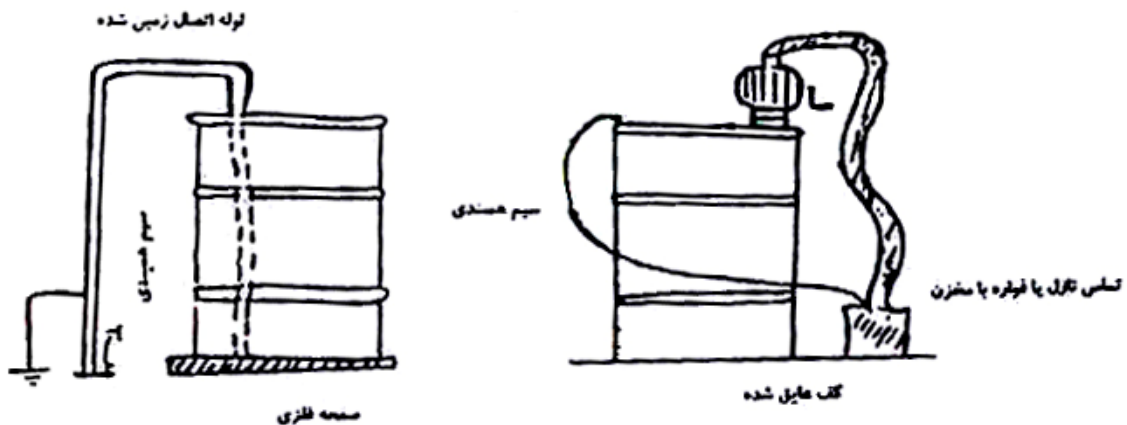
۸- تمیز کردن یا آزاد کردن گاز از تانک ها یا ظروف به وسیله بخار یا آب ، در صورتی که فواره یا نازل لوله های بخار یا آب به طور موثر به تانک اتصال زمین نشده یا همبندی نیافته است ، می تواند خطرناک باشد.

لوله های بسته حامل مایعات قابل اشتعال

عبور مایعات از لوله های فلزی ایجاد الکتریسیته ساکن می کند . تجربه نشان داده که سیستم های لوله بسته ، الکتریسیته ساکن به وجود نمی آورد . اطراف لوله های فلزی قابل ارتجاع یا مفصل های فلزی ، در صورت وجود اتصال فلزی ، عموماً نیازی به همبندی موضعی نمی باشد؛ ولی اگر اتصال فلزی در محل مفصل استفاده نشود باید لوله ها دارای همبندی باشند . لوله هایی که از محل ترکیبات هوا یا گاز قابل اشتعال عبور می کنند باید به بقیه سیستم همبندی شوند تا از جرقه های خارجی که ممکن است موجب خطر شوند جلوگیری گردد.

پر کردن بشکه ها یا مخازن

همبندی و اتصال زمین دقیق ظروف و خطوط لوله و جلوگیری از متلاطم شدن فوق العاده مایعات ، بهترین روش برای جلوگیری از بارهای الکتریکی است که بر اثر ریختن مایعات قابل اشتعال از یک ظرف دیگر پر کردن بشکه ها به وسیله خطوط لوله ایجاد می شود.



علاوه بر این موارد به نکات زیر باید توجه شود :

الف) هنگام پر کردن ظروف یا مخازن ، سرعت کم مایع را در موقع شروع حفظ کنید تا زمانی که لوله ورودی به خوبی در مایع غوطه ور شود.

ب) هنگامی که ظرفی در یک سیستم بسته ای پر می شود ، همبندی موضعی ضرورت ندارد.

پ) هنگام پر کردن بشکه ها و قوطی های فلزی ، در صورتی که لوله فواره پرکننده ، (نازل) هادی باشد ، باید به طور مستمر با لبه دهانه بشکه در تماس باشد .

حوادث مشابه در این گونه حریقها بسیار زیاد اتفاق افتاده و می توان به طور نمونه حادثه پمپ بنزین کمیل را یکبار دیگر مرور کرد .

الکتریسیته جاری

الکتریسیته و برق همانطور که برای بشر بسیار مفید و در صنعت و روشنایی امری حیاتی است در مقابل استفاده غیر صحیح نیز از آن می تواند خطرات جبران ناپذیری به همراه داشته باشد .

بعنوان مثال فرد آتش نشانی که در یک ساختمان مملو از گاز وارد شده و می خواهد شیر اصلی گاز را قطع کند اگر لباس یا شلوار یا حتی کفش آن همانطور که قبلاً اشاره شد در

اثر مالش بر سطح یا فرش تولید الکتریسیته ساکن کرده کافی است جرقه ای برای تخلیه این الکتریسیته ساکن تولید شود تا شخص و ساختمان در انفجار مهیب فرو روند .
یا خودرو های حامل مواد نفتی و سوخت ، اگر سیم ارتی که از تانکر به زمین اتصال دارد الکتریسیته ساکن خودرو که بر اثر چرخش تایرها یا ساییدگی بدنه تولید شود موجب انفجار و آتش سوزی می گردد.

خطر برق گرفتگی :

۱- جریان مستقیم یا جریان یک سو DC: جریانی است که دارای دو قطب متمایز مثبت و منفی است جهت عبور جریان همواره ثابت و از قطب مثبت به سمت قطب منفی می باشد . جریان تولید شده از باتریها یک جریان مستقیم است این نوع جریان در مراکز تلفن ، تلگراف، کارگاههای آبکاری و صنایع الکترونیک کاربرد دارد اگر جریان مستقیمی که از بدن انسان عبور کند بیش از ۰/۰۵ آمپر باشد برای اغلب افراد خطرناک است و با توجه به اینکه حداقل مقاومت بدن انسان ۱۰۰۰ اهم است خطر از هنگامی شروع می شود که فشار الکتریکی (اختلاف پتانسیل) از ۵۰ ولت جریان مستقیم تجاوز کند زیرا این ولتاژ می تواند ۰/۰۵ آمپر از بدن عبور نماید .

جریان متناوب یا غیر یکسو AC: جریانی است که در هر لحظه جهت و در نتیجه قطبهای مثبت و منفی آن عوض می شود در تمام شبکه های برق شهری جریان متناوب تولید و توزیع می شود در جریان برق شهر که متناوب می باشد در هر ثانیه قطب مثبت و منفی ۵۰ بار تعویض می گردد یعنی فرکانس آن ۵۰ بار در ثانیه است .

شناخت خطرات ناشی از الکتریسیته

خطرات انرژی الکتریکی بطور کلی دو قسمت می باشد :

۱- خطر برق گرفتگی

۲- خطر ایجاد آتش سوزی

۱- خطر برق گرفتگی

حوادث برق در تاسیسات با فشار الکتریکی کمتر از ۲۵۰ ولت نسبت به زمین (فشار ضعیف) بیش از آن است که تصور می رود اکثر این حوادث به علت بی احتیاطی و یا عدم اجرای مقررات حفاظتی از جمله نداشتن سیم ارت (زمین) وسایل الکتریکی فلزی که شرح آنرا خواهیم داد رخ می دهد.

برق به سه طریق به انسان صدمه می زند :

۱- به وسیله تاثیر روی قلب

۲- تاثیر روی سلسله اعصاب

۳- سوزاندن سطحی و عمقی از خارج یا داخل بدن

۱- تاثیر روی قلب:

ابتدا ضربانهای خارج از موقع پیدا می شود بعد ریتم های مضاعف و یا چهار برابر تولید می گردد تعداد ضربانها گاهی به ۸ برابر ضربانهای طبیعی می رسد پس از آن قلب به رعشه می افتد.

۲- روی سیستم اعصاب

جریان متناوب با ولتاژ کم اختلال مهمی در اعصاب تولید نمی نماید . حتی اگر شدت جریان باعث ضایعات قلب شود اما جریانهای با ولتاژ زیاد مرکز تنفس واقع در پیاز نخاعی را از میان می برد بدون آنکه قلب متوقف شود مرگ در اثر تورم ریوی روی می دهد . جریان مستقیم به اندازه جریان متناوب ایجاد تشنج نمی نماید. بر اثر جریان الکتریکی اعصاب محیطی قابلیت تحریک و قابلیت هدایت خود را از دست می دهند و همچنین سیستم عضلانی که تحت تاثیر جریان برق قرار گیرد دارای انقباضات کزازي شکل می شود و هنگامی که جریان قطع می شود انقباض عضلانی نیز از میان می رود و گاهی در اثر جریان برق روی عضله مخصوصی استفرغهای متوالی پیدا می شود که ممکن است باعث خفگی گردد.

۳- سوختگی

سوختگیهایی که در نقاط تماس پوست بدن با هادی الکتریکی تولید می شود مشخصات ویژه دارند که شبیه سوختگیها با عوامل دیگر نیستند. گاهی سوختگی بقدری عمیق است که از عضلات گذشته و به استخوانها و مفاصل میرسد. فرق این سوختگی با سوختگی معمولی این است که ضایعه خشک و بدون تورم است چرک نمی کند و غالباً بدون درد می باشد. در اثر عبور جریان برق زیاد در قسمتهای کم مقطع (بازو و ران) گرمای زیادی بوجود می آید این گرمای زیاد عضلات محلی را فاسد می کند و ماده رنگی عضله (میوگلوبین) را فاسد کرده وارد جریان خون می شود که اگر مقدار این ماده رنگی در خون از حد معینی تجاوز کند کلیهها مسموم شده شخص پس از چند روز به علت مسمومیت از بین می رود.

* خطر مرگ در جریان برق بطور کلی تابع عوامل زیر می باشد :

۱- مسیر جریان ۲- مقدار جریان ۳- مدت تاثیر جریان ۴- فرکانس جریان

۲- خطر ایجاد آتش سوزی

بسیاری از آتش سوزیهایی که در انبارها و کارگاهها و کارخانجات و منازل تولید شده است، در اثر اتصال سیمهای برق بوده است. اگر روپوشهای عایق سیمها از بین برود مستقیماً بهم متصل شوند جرقه هایی در محل اتصال پدید می آید و بقیه روپوش سیمها را می سوزاند. همچنین اگر جریان زیاد و بیش از حد مجاز از سیمها و اسبابهای الکتریکی بگذرد گرم می شوند و ممکن است درجه حرارت آنها بحدی برسد که برای سوزاندن آنها کافی باشد. اگر در جعبه های تقسیم و کلیدها و پریزهای برق سیم ها به خوبی بهم بسته نشده باشند شل بودن اتصال آنها باعث ایجاد جرقه های کوچکی می شود. بتدریج این جرقه ها شدیدتر شده و سیمها را می سوزانند. فیوزهایی که مطابق استانداردهای فنی ساخته نشده باشند وقتی که بسوزند فلز ذوب شده آنها ممکن است روی فرش یا چوب بریزد و موجب آتش سوزی شود. اگر سیمها بدون روپوش بهم متصل شوند بر اثر عبور جریان زیاد سرخ شده و پاره می شوند. پاره شدن آنها علاوه بر اینکه ممکن است تولید آتش سوزی نماید برای کسانی که در مجاورت آنها باشند خطر جانی تولید می کنند.

فصل ۴:

شناخت سیستمهای ایمنی در برابر الکتریسیته

– سیستم اتصال زمین (ERthing)

هنگامیکه جریان الکتریسیته از ۲ مدار موازی عبور نماید کمترین میزان جریان از مقاومت کمتر بیشتر و بیشترین جریان از مقاومت کمتر عبور می کند از این خاصیت برای سیستم اتصال زمین استفاده می شود سیستم اتصال زمین عبارتست از یک کابل از جنس مس یا آلومینیوم بصورت تک رشته و فاقد روکش که به بدنه ماشین آلات متصل شده و یک سر آن به زمین اتصال موثر داده می شود بدین ترتیب اگر جریان برق بدلیل اتصال کوتاه و یا هر گونه نشت یا زدگی روکش سیم وارد بدنه دستگاه شود فردی که با بدنه دستگاه در تماس است دچار برق گرفتگی نمی شود بدین ترتیب جریان برق از زمین عبور کرده و کمترین جریان از بدن فرد که مقاومت آن از مقاومت سیم ارت بیشتر است.

با توجه به اینکه مقاومت بدن انسان در برابر عبور جریان متناوب ۵۰۰ - ۵۰۰۰ اهم با میانگین ۱۶۴۰ اهم حدفاصل یک دست تا یک پا می باشد و با توجه به اینکه حد آستانه کشندگی در هنگام برق گرفتگی برای عبور جریان ۲۲۰ ولت ۵۰ هرتز ، ۲۵ میلی آمپر است و با توجه به اینکه حد ایمن در عبور جریان برق متناوب از بدن ۱۰ میلی آمپر می باشد سطح کابل ارت را طوری محاسبه می کنند که حدفاصل چاه ارت و دورترین دستگاه متصل به سیستم earthing در صورت نشت جریان کمتر از ۱۰ میلی آمپر جریان از بدن شخص جریان برق عبور می کند معمولاً کابل ارت را از طریق چاه ارت به زمین اتصال موثر می دهند نحوه اتصال موثر کابل ارت بزمین بدین ترتیب است که یک کلاف از کابل ارت حداقل در ۵ لایه و حداقل با قطر یک متر را در انتهای چاهی که به رطوبت کامل رسیده باشد قرار می دهند سپس به ضخامت ۲۵ سانتی متر در انتهای چاه زغال کک در اطراف کلاف می ریزند و بر روی آن به ضخامت ۲۵ سانتی متر نمک طعام قرار میدهند سپس چاه را به ترتیب از پایین به بالا از ذرات ریز تا درشت خاک پر می کنند یک سر کلاف کابل ارت از چاه بیرون آمده و می تواند به یک فلنج مسی متصل شود بطوریکه کابلهای ارت منشعب شده از دستگاهها نیز به اطراف فلنج مسی متصل شوند بهتر است بر روی چاه ارت یک شیر آب نصب گردد تا هر چند وقت یکبار اطراف چاه مرطوب شود در هر حال سیستم ارتی از نظر جلوگیری از برق گرفتگی قابل قبول است که مقاومت آن نسبت به زمین ۲ اهم یا کمتر باشد.

کابل ارت بایستی در تمامی مسیر حد فاصل چاه ارت و بدنه ماشین آلات دارای سائز یکنواخت بوده و در صورتیکه جنس آن از آلومینیوم باشد به هیچ وجه نباید سائز آن از نمره ۳۵ کمتر شود بدین ترتیب اگر جنس آن از مس باشد به هیچ وجه نباید سائز آن از نمره ۵۰ کمتر باشد.

سیستم برق گیر (صاعقه گیر) و عایق بندیها :

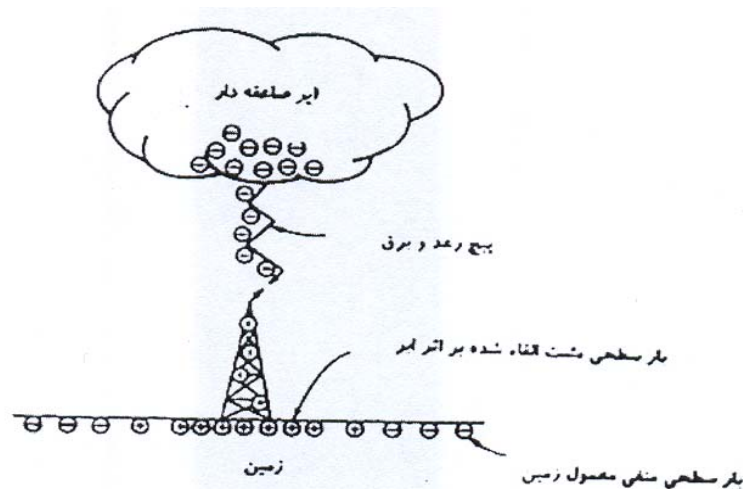
برقگیر

هرکسی رعد و برق را دیده است . این جرقه ها جریان های الکتریسیته که از یک ابر به ابر دیگر یا بین ابر و زمین جریان می یابند و همیشه از مسیری که حداقل مقاومت را دارد عبور می کنند. این مسیر حتماً نباید مستقیم باشد . درختان ، ساختمانهای بلند ، دکلها ، خطوط انتقال و پایه های مسیرهایی هستند که مقاومتشان از هوا کمتر است اغلب رعد و برق به آنها اصابت می کند و از طریق آنها به زمین تخلیه می گردد . پرقدرت ترین قوسی که به وسیله رعد و برق بین

نقطه پایینی یک ابر دارای بار الکتریکی قوی و زمین به وجود می آید، در حدود ۱۰۰ میلیون ولت است.

رعد و برق که مابین دو ابر و زمین به وجود می آید، در اثر بار الکتریکی ابرها تولید می شود. به این طریق که ابرها یونیزه شده به عنوان یک جسم هادی ظاهر می شود که دارای بار الکتریکی معینی است و به این جهت پتانسیل معینی نیز دارد. در صورتی که چنین ابر بارداری به زمین یا به یک قطعه ابر دیگری نزدیک شود، وجود پتانسیل سبب جرقه بین دو تکه ابر یا ابر و زمین می شود و رعد و برق ایجاد می گردد.

در صورتی که یک ابر باردار شده با بار منفی به یک سیم هوایی نزدیک شود، در آن سیم تولید بار مثبت معینی می کند. این بار به این صورت به وجود می آید که درست به اندازه تعداد



شکل ۱- یک پیچ رعد و برق در حال پائین آمدن از یک ابر با بار قوی به یک نقطه می زند

بارهای منفی ابر، بارهای منفی در سیم آزاد شده و از محل مقره (در صورتی که نشستی باشد) و یا از طریق سلف زمین به طرف زمین خالی می شود (ابرها ۷۰ تا ۹۰٪ دارای بار منفی هستند). حال اگر بار منفی این ابر به وسیله جرقه تخلیه شود، بارهای مثبتی که در سیم به وجود آمده و به وسیله بار منفی ابرها نگهداری می شد، یک مرتبه آزاد می شوند و سیم نسبت به زمین پتانسیل پیدا می کند وقتی این ذرات تخلیه می شوند ولتاژ خط برای یک مدت کوتاه ناگهان بالا می رود. این افزایش ناگهانی ولتاژ کافی است تا در عایق ها یا مقره ها و عایق سیم پیچ های ترانسفورماتورها و دیگر لوازمی که به خط متصل اند، ایجاد قوس و شکست الکتریکی کند.

همچنین به وسیله قطع و وصل کلیدها در ایستگاه های تولید با پست های تبدیل که به خط متصل اند ، ولتاژهای غیرعادی روی خطوط به وجود می آید . این افزایش ولتاژ به دستگاهها صدمه می زند .

برای حفاظت مدارهای الکتریکی و تاسیسات در مقابل ولتاژهای غیرعادی ، از سیمهای ارت، برق گیرها و برقگیر لوله ای استفاده می شود .

سیم زمین خطوط هوایی

سیم زمین خط هوایی (سیم گارد) ممکن است از جنس فولاد گالوانیزه ، کاپرولد (فواد مسی پوش) یا فولاد آلومینیوم پوش باشد . سیم زمین در طول خط در بالای هادی های دیگر کشیده می شود . سیم زمین جزء مدار الکتریکی نیست و در فواصل مختلفی به زمین متصل شده است و به وسیله بست فلزی بر روی دکلهای فلزی ارت می شود . بدین ترتیب پتانسیل زمین به بالای خط انتقال آورده می شود و فشاری که به وسیله رعد و برق بر روی خط و عایق ترانسفورماتور ایجاد می گردد بسیار کاهش می یابد .

تاثیر سیم زمین بستگی به کم بودن مقاومت زمین دارد ؛ بنابراین برای داشتن یک ارت خوب باید سیم زمین را در چندین نقطه در طول خط به زمین وصل کرد .
تنها عملی که سیم زمین انجام می دهد این است که پتانسیلی را که خط هوایی در اثر اغتشاشات جوی می گیرد کاهش می دهد.

برقگیر

برقگیرهای خط مانند سوپاپ اطمینان روی دیگ بخار عمل می کنند. سوپاپ اطمینان دیگ بخار به وسیله خارج کردن بخار فشار را کاهش می دهد تا زمانی که فشار به حالت عادی خود برگردد. وقتی فشار به حالت عادی خود برگشت ، سوپاپ اطمینان دوباره بسته و آماده برای شرایط غیرعادی بعدی می شود.

عمل برقگیرها شبیه همین عمل سوپاپ اطمینان است. وقتی که یک ولتاژ قوی بیشتر از ولتاژ عادی خط به وجود می آید . برقگیر فوراً مسیری را به زمین مهیا کرده ولتاژ اضافی را خارج می

کند . بنابراین وقتی ولتاژ اضافی خلاص می شود، عمل برقگیر باید جلوگیری از جاری شدن جریان بیش تر به زمین باشد .

پس عمل برقگیر این است که ابتدا برای جلوگیری از صدمه خوردن به عایق بندی خط ، ترانسفورماتورها و دیگر لوازم خط ، ولتاژ اضافی را به زمین تخلیه کند سپس بعد از برطرف شدن ولتاژ اضافی ، از ادامه جریان به زمین جلوگیری نماید.

برق گیر ابتدایی

شکل مقدماتی برقگیر یک فاصله شاخی ساده است که مطابق شکل به طور سری با یک مقاومت بسته شده است . فاصله شاخی (شیپوری) فاصله ای است بین دو ضلع (V) شکل که نقطه پایین (V) برداشته شده باشد . یک دلیل ایجاد فاصله هویی این است که در زمان عادی بودن ولتاژ خط از نشت جریان جلوگیری کند . اگر آنطور که در شکل نشان داده شده برقگیر برای حفاظت موتور وجود نداشته باشد از مسیری که دارای حداقل مقاومت می باشد یعنی از سیم پیچی موتور به بدنه و سپس به زمین تخلیه خواهد کرد . و این امر به عایق بندی موتور خسارت خواهد زد . اگر برقگیر از خط به زمین وصل شده باشد ، برای رعد و برق آسانتر خواهد بود که از طریق برقگیر به زمین برود ؛ به این ترتیب موتور محافظت خواهد شد . مادامی که ولتاژ اضافی به زمین تخلیه می شود ، عبور جریان به زمین به وسیله مقاومتی که با فاصله شاخی سری شده محدود می گردد . وقتی که تخلیه ولتاژ تمام می شود حرارت قوس در فاصله (V) باعث می گردد که هوا به طرف بالا حرکت کند . در نتیجه این هوا ، قوس را آن قدر بالا می کشد تا طول آن زیاد و شکسته (خفه) شود . به علاوه ، میدان مغناطیسی داخل (V) نیز به بالا فرستادن قوس کمک می کند . بنابراین روشن است که تمامی این کارها بدون قطع مدار باز مسیر خواهد بود .

در حال حاضر از این نوع برقگیر به ندرت استفاده می شود ؛ اما اصول کار همه برقگیرها مشابه همین است . مشکل اصلی با برقگیر شاخی زمان عملکرد آن است . برای هادی کردن هوای بین دو الکتروود (دو شاخ) زمانلازم است . اغلب پیش از آن که بین این دو الکتروود بر اثر رسیدن موج بسیار جرقه بزند ، بیش تر موج از این محل گذشته است ؛ از این رو بزرگترین عیب برقگیر شاخی تاخیر زیاد در جرقه است . از این نوع در دو سر مقررهای ترانسفورماتورها استفاده می شود.



انواع برقگیر

برقگیرهای تجارتي بر دو نوع هستند:

۱- برقگیر کنترل کننده Valve Type

۲- برقگیر انفجاري Expulsion Type

برقگیرهای دارای مقاومت غیرخطی را برقگیر نوع کنترل کننده و برقگیرهای دارای محفظه انفجار (Expulsion chamber) را برقگیر انفجاري می نامند. همه این برقگیرها دارای فاصله جرقه هستند که در برقگیر ابتدایی توضیح داده شد.

برقگیر جهت حفاظت ساختمان ها

برقگیر یک میله فلزی هادی است که د باترین ارتفاع بلندترین ساختمان یک نقطه نصب می شود و الکتریسیته را تا زمین هدایت کرده موجب تخلیه الکتریکی می گردد. در صورتی که در نزدیکی کارگاه، ساختمان مرتفعی وجود داشته باشد (مانند دودکش، برج ها و غیره) برقگیر را می توان روی آن نصب کرد. شعاع حفاظتی برقگیر که با R نشان می دهیم، از رابطه زیر بدست می آید.

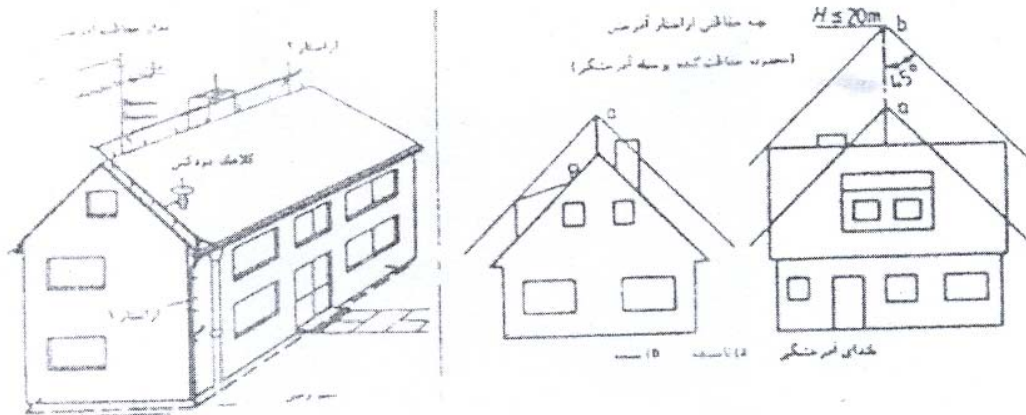
$$D = H \frac{1/6}{1 + \frac{h}{H}}$$

در این رابطه H ارتفاع برقگیر و h ارتفاع حداکثر کارگاهی است که مایل به حفاظت آن هستیم؛ مثلاً اگر ارتفاع سقف کارگاه ۶ متر و ارتفاع ۴۰ سانتی متر باشد، شعاع حفاظتی R=۵۶ است. در صورتی که سطح کارگاه وسیع باشد، یک برقگیر نمی تواند برای همه آن منطقه حفاظت ایجاد کند. در این حالت باید از تعدادی برقگیر که به فاصله مساوی D از

یکدیگر قرار دارند و به وسیله تسمه های فولادی به یکدیگر متصل اند ، استفاده شود .
فاصله برقگیرها در حالتی که حفاظت کامل تامین کنند، از نامساوی زیر به دست می آید :

$$D \leq \lambda(H - h)$$

در موارد مخصوص می توان از شیروانی ساختمان به عنوان برقگیر استفاده کرد .



سیستم برق گیر در قدرت : یکی از مسایل مهم در طرح سیستمهای قدرت در نظر داشتن استقامت الکتریکی عایقها در خطوط کابلها و پستها است، بجز ولتاژهای خط اضافه، ولتاژهایی بعلت پدیدههای همگرا در سیستم بوجود می آید. این پدیده ممکن است بعلت برخورد صاعقه روی شبکه یا قطع و وصل کلیدهای فشار قوی و یا توسط اتصال کوتاه آبی و کوتاه مدت بروز کند. عوامل برونی خارج از سیستم باعث تولید اضافه ولتاژ می گردد، مانند صاعقه.

صاعقه: رعد و صاعقه که مابین دو ابر و یا ابر و زمین بوجود می آید در اثر بار الکتریکی ابرها تولید می شود.

انواع برقگیر:

الف- برق گیر میله ای یا آرماتور: کلاً جهت حفاظت ترانسفورماتورها و زنجیرهای ایزولاتور خطوط انتقال انرژی الکتریکی در مقابل اضافه ولتاژ می توان از برقگیر میله ای استفاده کرد.
طول مقره را توسط دو میله فلزی شاخه شکل که در دو سر ایزولاتور نصب می شود بطور مصنوعی کوتاه می کنند .

این وسیله عملاً برای حفاظت ایزولاتور بکار برده و باعث می‌شود جرقه و حرارت ناشی از آن از ایزولاتور دور نگه داشته شود، در اینصورت حرارت جرقه باعث صدمه زدن به ایزولاتور نمی‌شود. فاصله بین دو الکتروود باید طوری باشد که در مقابل بیشترین مقدار ولتاژ سیستم استقامت کند ولی اضافه ولتاژ باعث تخلیه الکتریکی در آن شود.

ب- برقگیر با مقاومت غیر خطی یا برقگیر فنیتل:

برقگیر باید در موقع کار عادی شبکه جریان عبور نکند در ثانی برقگیر فقط در موقعی که شبکه دارای آن چنان ولتاژی است که برای دستگاههای الکتریکی مثل مقره و ترانسفورماتور خطرناک است.

ثالثاً، باید موقعی که ولتاژ شبکه به مقداری که دیگر خطرناک نیست رسید بلافاصله برقگیر جریان زمین را قطع کند و شبکه را به حالت عادی برگرداند. تمام این شرایط در برقگیر با مقاومت غیرخطی جمع است.

این برقگیر از چند خازن سری همراه با یک یا چند مقاومت همراه است.

تعاریفی که برای برقگیرها بکار برده می‌شود:

ولتاژهای برقگیر **Rated Voltage**

فرکانس شبکه قدرت که برقگیر در آن نصب می‌شود **Rated Frequency**

جریان تخلیه‌ای بعد از قوس الکتریکی **Discharge Current**

کمترین ولتاژ شبکه برقراری دو سربرقگیر **Spark over voltage**

حفاظت در مقابل صاعقه:

پستهای فشار قوی که در هوای آزاد نصب می‌شوند باید دارای تأسیساتی برای حفاظت در مقابل برخورد صاعقه باشند زیرا برقگیرهایی که در پست نصب می‌شود فقط جلوی امواج که بوسیله سیستمهای انتقال انرژی بداخل پست هدایت می‌شود را می‌گیرد. برای جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه به تأسیسات پست فشار قوی از سیستم زمین استفاده می‌شود که در بلندترین نقاط دکلها کشیده می‌شود.

این نوع برقگیرهای سیمی اغلب در اثر برخورد صاعقه قطع و با اتصال به قطعات زیر باعث اتصال کوتاه محفظه‌ای یک فاز می‌شود که چون سیم می‌سوزد خود به خود این اتصالی هم برطرف می‌شود.

برای سیمهای صاعقه گیر اغلب از آلومینیوم فولاد استفاده می شود. در بعضی تأسیسات جدید از میله های بلند بجای سیم استفاده می شود که در روی دکلهای بلند نصب می شود. این برقگیرها معمولاً از لوله آهن سفید است و در تأسیسات بزرگ گسترده نیست. برای عایق بندیها بیشتر از چوب، میکا، لاستیک و وسایل ایمنی استفاده می کنند.

قوانین حفاظت استاندارد

قوانین حفاظت استاندارد مربوط به روشهای منطقی بی برق کردن دستگاه ها و تجهیزات نیروگاهها، ایستگاهها و خطوط مرتبط با انرژی توسط گروههای بهره برداری و تحویل آنها به گروههای تعمیراتی جهت بی برق کردن در عملیات اطفایی تا اتمام عملیات و اطفاء کامل محل حادثه دیده است.

مقررات ایمنی وسایل و تجهیزات برقی مورد استفاده در پروژه های اجرایی

- ۱- قسمت های روباز و فاقد جریان کلیه وسایل و تجهیزات برقی از قبیل ابزار قابل حمل موتورها، ژنراتورها، کنترل کننده ها و کلیدهای قطع و وصل که در عملیات اجرایی مورد استفاده قرار می گیرند باید ضمن رعایت مقررات خاص مربوط به آن تجهیز که در ادامه خواهد آمد به طور موثر بوسیله سیم به زمین متصل باشد.
 - ۲- قبل از راه اندازی و به کارگیری وسایل و تجهیزات برقی باید کلیه کلیدهای اصلی جریان برق قطع شده باشد، مگر اینکه آزمایش مدار ایجاب کند که جریان برقرار باشد.
 - ۳- وسایل و تجهیزات برقی بخصوص تابلوهای برق و ماشینهای مخصوص که در بخاری، آهنگری، فلزکاری و جوشکاری مورد استفاده قرار می گیرند، باید دارای حفاظ ایمنی لازم برای جلوگیری از آسیب به شخص بهره بردار باشد.
 - ۴- نصب، راه اندازی، تعمیر، آزمایش، تنظیم و به کارگیری وسایل و تجهیزات برقی باید توسط اشخاص ذیصلاح صورت گیرد که ترجیحاً باید دارای گواهینامه پایان دوره را داشته باشد.
 - ۵- سیم های جرثقیل ها و سایر سیم هایی که نمی توان آنها را عایق کرد باید طوری در حفاظ قرار گیرند که از اتصال احتمالی آنها جلوگیری شود.
- Snield**: برای حفاظت کابل در برابر امواج الکترومغناطیسی به نحوی که این امواج از محیط بر روی کابل و حتی از کابل هم بر محیط اثر منفی بگذارد.
- Armured**: برای حفاظت مکانیکی به کاربرده می شود.

۶- پوشش ها و ذره (غلاف) کابل های برق ، لوله ها ، بستها (کمپ) و همچنین حفاظها و سایر قسمت های فلزی ، تجهیزات و وسایل برقی که مستقیماً تحت فشار جریان برق نباشند باید اتصال مطمئن به زمین داشته باشند.

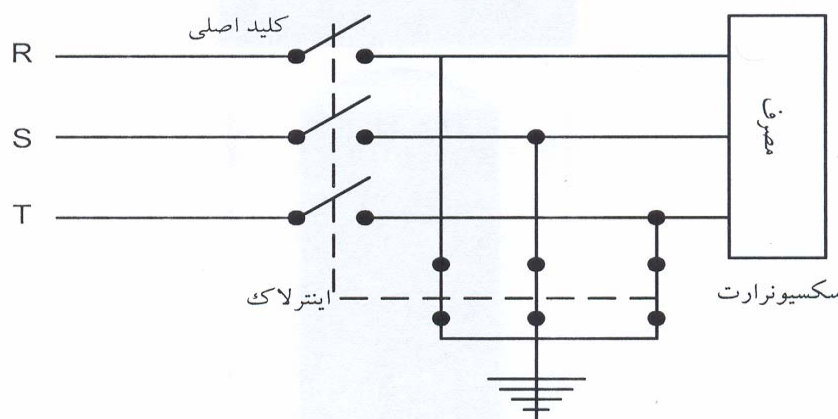
مقررات ایمنی مربوط به سیم کشی و نصب تجهیزات برقی

۱- سیم کشی و نصب کلیدها و تابلوها و تجهیزات و وسایل برقی باید با رعایت ضوابط و مقررات مبحث طرح و اجرای تاسیسات ساختمان ها و نکات فنی و با استفاده از وسایل حفاظتی فردی مربوطه صورت گیرد.

۲- برای جلوگیری از ازدیاد و پراکندگی سیم های آزاد متحرک در سایت های عملیات اجرایی باید به تعداد کافی پریش سه فاز و تک فاز در محل های مناسب نصب شود تا بتوان از آنها استفاده نمود.

۳- سیم کشی ها برای استفاده موقت حد امکان در ارتفاع حداقل ۲/۵ متری از کف نصب شود . در غیر این صورت باید طوری نصب شود که از آسیب های احتمالی مصون بماند.

۴- در مدار الکتریکی باید وسایلی از قبیل فیوز پیش بینی شود تا در صورت بروز نقصی که اتصال جریان و زمین را موجب شود ، تمام مدار و یا قسمت معیوب آنها قطع و در صورت لزوم باید بین سیم های شبکه نی اتصال مستقیم برقرار نمود.



تدابیر ایمنی

با توسعه

خانگی و

آزمایشگاه ، رم ، سب ، ر ، سیم ، بست ، برقی ، در ، حرارت ، بر ، سی و مسپین ، حفاظت از خسارات ناشی از آتش سوزی سیستم های الکتریکی اطلاعاتی در دسترس عموم گذاشته شود تا با رعایت و مراقبت در هر مورد ، استفاده از هر دستگاه الکتریکی بدون خطر جانی باشد و شبکه های توزیع برق نیز از احتمال هرگونه اتصالی و ایجاد جرقه آتش سوزی حفاظت شده باشد:

- ۱- مسیر کابل‌های زیرزمینی فشار قوی باید علامتگذاری شده و کندن اطراف این کابلها بدون اجازه ممنوع اعلام گردیده و بطور کلی در موقعی که کارگری مشغول کندن زمین یا دیوار خانه ای است باید در مورد کابل‌های زیرزمینی با دقت مواظب کابلها باشد و با وسایل برقی آشنایی داشته باشد.
- ۲- عبور سیم‌های هوایی فشار قوی از خیابانها و از بالای ساختمانها ممنوع اعلام گردیده شبکه های برق بخصوص تیرهای فشار قوی باید دارای علامت خطر باشند . سیمکشی هوایی بدون روپوش در کوچه ها و خیابانها باید کنار گذاشته شود .
- ۳- اسباب بازی کودکان نباید بوسیله شبکه برق بکار بیافتد.
- ۴- در موقع کوبیدن میخ به دیوار به سیم کشی برق توجه شود.
- ۵- هرگز با دست مرطوب به کلیدها و پریزها و سیم‌های برق نباید دست زد و هنگام تعویض لامپ یا کلید برق باید کلید اصلی انشعاب روی تابلوی کنتور قطع شود و هنگام پاک کردن چراغ نباید به سرپیچ فلزی دست زد.
- ۶- در مسیر جریان برق باید حتماً فیوز نصب شود.
- ۷- هنگام کار با ابزارهای برقی باید زیر پا تخته خشک یا یک صفحه لاستیکی عایق قرار داده شود.
- ۸- سیم‌های اتو و لوازم برقی را گاه به گاه بررسی کرده اگر قسمتی از سیم دستگاہ بدون عایق و برهنه شده است باید آنرا عوض کرد . ضمناً سیم‌های پوسیده برق باید هر چند وقت یکبار با سیم های نو عوض شوند.
- ۹- هر وقت در محل حادثه بعثت خرابی دستگاهی کلید آنرا قطع می کنید علامت خطر برق بر روی آن نصب نمایید.
- ۱۰- هنگام وصل مجدد انشعاب برق مراقب باشید که کسی با سیم‌های برق در تماس نباشد.
- ۱۱- در حمام هیچ نوع وسیله الکتریکی بکار نبرید و هیچ اسباب برق را بلافاصله پس از شستشو به برق وصل نکنید بگذارید کاملاً خشک شود .
- ۱۲- اگر کسی را برق گرفت ، به او دست نزنید بلکه بوسیله چوب یا ابزار عایق سیم‌های برق را از او جدا کنید و فوراً جریان برق را قطع کنید.
- ۱۳- خونسردی خود را هنگام کار و بروز حادثه حفظ کنید چون ممکن است جان شخصی را به خطر بیندازد.

۱۴- از آنجا که به هنگام برق گرفتگی عضلات منقبض می شوند ، توصیه می شود در زمانی که مجبور به دست زدن به سیمی که مشکوک به برق دار بودنش می باشید ، از پشت دست استفاده نمایید ، زیرا اگر از داخل دست استفاده شود ، در صورت برق گرفتگی عضلات دست منقبض و قفل شده و جدا نمودنشان از سیم بسادگی میسر نخواهد بود . علیرغم این در صورت وقوع چنین حادثه ای ممکن است بتوانید از پاهایتان (که مسیر برق نیستند و منقبض نشده اند) برای نجات خودتان استفاده نمایید . بهر حال رعایت نمودن شرط احتیاط مطمئن تر است.

۱۵- باید دانست که شخص برق زده غالباً در حال خفگی است و مرگ او ظاهری است بنابراین باید با تمام قوا کوشید که تنفس مصنوعی مداوم و طولانی مدت مدیدی به او بدهند . (همراه با اکسیژن و تزریقات مقوی قلب) ضایعات سوختگی نیز باید مانند سوختگی معمولی پانسمان شده و تحت درمان قرار گیرند ولی باید همیشه بخاطر داشت که تنفس مصنوعی اولین قدم برای معالجه برق گرفتگی است .

فصل ۵ :

آشنایی با روشهای قطع برق

قطع برق در هر جایی به نحوی می باشد که در منازل مسکونی می توان با زدن یک کلید یا قطع یک فیوز اتوماتیک یا سوختن یک فیوز فشنگی برق از مدار قطع شود، یا فرد

آتش نشانی که دسترسی به کلیدهای اصلی ندارد با تبر دسته عایق برق را قطع کند، یا کلید پیچاز فشار قوی را قطع کند.

ولی در ولتاژهای بالا یا نیروگاهها نمی توان با دست و براحتی مدار اصلی را قطع کرد، لذا در این مواقع و مکانها از بریکر یا دژنکتور استفاده می کنند. **Circuit Breaker** در مدتی که یک سیستم قدرت، نیروگاه و خطوط انتقال، خطوط توزیع و سایر تجهیزات الکتریکی زیر بار هستند از مدار فرمان یا اتصالی در مدار برای قطع و وصل شدن استفاده می شود.

در خانه یا اداره یک کلید ساده همراه یک فیوز برای کنترل و حفاظت مدار کفایت می کند، اما در جریانهای بالاتر فیوز معمولی بکار نمی رود.

از فیوزهایی با قدرت بالا (H. R. C) استفاده می شود.

فیوزها متناسب با قدرتشان در ولتاژهای پایین و بالا مورد استفاده قرار می گیرند بطور مثال می توان از آنها برای حفاظت ترانسفورماتورهای توزیع، موتورهای کوچک و متوسط، مدارهای روشنایی، خطوط توزیع فرعی و ساختمانهای تجارتي تا حدود $600A$ در 250 ولت، 500 آمپر در 600 ولت و یا در ولتاژ بالا $100A$ در 161000 ولت استفاده کرد. از نقطه نظر قیمت، حفاظت با فیوز مقرون به صرفه می باشد ولی کنترل و تنظیم روی فیوز نمی توان انجام داد. همچنین فقط در محدوده جریان نامی آن می توان از آن استفاده کرد.

علاوه بر این وقتی که یک فیوز می سوزد مدتی وقت صرف می شود تا فیوز معیوب تعویض و برق مصرف کننده تأمین شود.

بریکرها وسایل مکانیکی هستند که برای باز و بسته شدن کنتاکتها طراحی شده اند. طراحی بریکرها به نحوی است که بتواند در شرایط غیر نرمال هم وظیفه خود را بخوبی انجام دهند. دژنکتورهای اتوماتیک معمولاً بعنوان سیستمهای حفاظت الکتریکی بکار می روند و مجهز به یک کوئل تریپ می باشند که در ارتباط با یک رله است و در شرایط غیر نرمال مانند اضافه جریان بطور اتوماتیک بریکر را باز می کند.

وظایف بریکرها:

الف- بطور دائم می توان جریان نامی مدار را تحمل کند، بدون اینکه حرارت اضافی در آن تولید شود.

ب- در حالت بدون بار مدار را قطع و وصل کند.

- ج- جریان نامی مدار را براحتی قطع و وصل نماید.
- د- جریانهای اتصال کوتاه در حد قدرت نامی خود را قطع و وصل کند.

توانایی قطع برق در شرایط مختلف

با توجه به آشنایی در خصوص نیروگاهها و انتقال انرژی و توزیع و دیگر نکاتی که قبلاً به آنها اشاره شد مطالبی بسیار پیچیده که سعی شد تا بیشتر به کلیات پرداخته شود. البته تدابیر ایمنی بسیاری در این خصوص متخصصین اتخاذ نموده اند مانند رله ها میکرو سویچها و دیگر امکاناتی که به تعدادی از آنها بعداً اشاره خواهد شد. توانایی قطع برق در شرایط مختلف احتیاج به تخصص بالا در این خصوص می باشد ولی می توان بطور کلی به نکاتی اشاره نمود که برای مآتش نشانان همه روزه با آنها مواجه هستیم و ممکن است با آنها برخورد داشته باشیم.

چون اطفای حریق همراه با آب سبب می شود دست و لباس و بدن نمناک و خیس شود در نتیجه خطر برق گرفتگی را افزایش داده و قطع کردن برق هنگامی که دست یا دستکش خیس است بسیار خطرناک بوده و حتی المقدور از دستکش عایق لاستیکی استفاده نمود (برای ولتاژهای پایین). میتوان از چوب و پلاستیک و یا اجسام عایق برای قطع کردن استفاده نمود. با تبر دسته عایق مناسب می توان کابل را برید. می توان با استفاده از فیوز کش فیوز برق ورودی را قطع کرد. از اداره برق برای قطع کردن جریان برق منطقه در خواست کمک کرد. از کتاکتورهای مدار فرمان یا قدرت کمک گرفت.

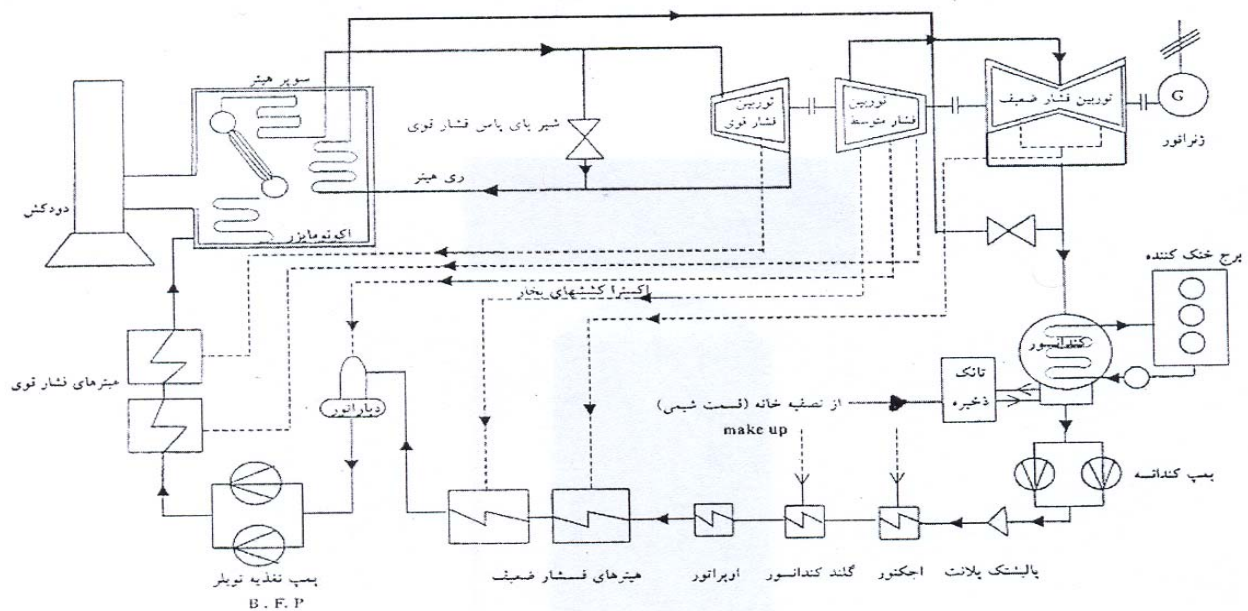
توانایی اطفایی حریقهای ناشی از الکتریسته

مراکز تولید انرژی الکتریکی

نیروگاههای حرارتی مورد استفاده در کشورمان شامل نیروگاههای بخاری، گازی، چرخه ترکیبی، دیزلی مورد استفاده می باشد و همچنین نیروگاههای اتمی را نیز می توان نام برد که این نوع نیروگاه قرار است در آینده نزدیک در بوشهر مورد بهره برداری قرار گیرد.

نیروگاه بخاری و اساس کار آن

قسمت عمده تولید انرژی الکتریکی در کشورمان از طریق نیروگاههای بخاری انجام می شود . در نیروگاههای بخاری ، در اثر احتراق حاصله از زغال سنگ یا مواد نفتی (در کشور ما در حال حاضر جهت سوخت نیروگاههای بخاری از نفت کوره یا گاز طبیعی استفاده می شود) آب در دیگ بخار به بخار آب تبدیل شده سپس بخار بدست آمده طی مراحل طی اثر حرارت بیشتر به بخار خشک تبدیل می گردد . در این موقع بخار به توربین هدایت شده و محور توربین و در نتیجه ژنراتور را به حرکت در می آورد . نیروگاههای بخار بیشتر برای تامین بار پایه به کار می روند (بار پایه به حداقل بار گویند) و زمانی که در مدار قرار می گیرند بهتر است همچنان در مدار باقی بمانند و خارج نمودن آنها از مدار به علت سرد شدن انجام نمی گیرد زیرا برای راه اندازی مجدد آنها ساعتها وقت لازم است. ضمناً کم و زیاد کردن بار آنها نیز بکندی انجام می شود . از طرفی به علت محدودیتهای شیمیایی و مسائل مربوط به بخار آب ، بار آنها را از حد معینی نمی توان کمتر نمود راندمان نیروگاههای بخاری مدرن حدود ۴۵٪ است که نسبت به نیروگاههای گازی خیلی بیشتر است .



شکل (۷-۱) سیکل کامل شده یک نیروگاه بخاری

نیروگاه گازی

نیروگاه گازی نیروگاهی است که در آن انرژی ناشی از سوختن سوختهای فسیلی و گازهای پرفشار خروجی موجب چرخش توربین و سپس تولید انرژی برق می گردد. هوای آزاد توسط کمپرسور فشرده شده و سپس همراه سوخت در اتاق احتراق محترق شده و دارای درجه حرارت بالا می گردد . حال این گازهای پرفشار و داغ وارد توربین شده و

محور ژنراتور را می گرداند و سپس از اگزوز (خروجی) به بیرون رانده می شود . توان گرفته شده از توربین معمولاً به محور ژنراتور و کمپرسور منتقل می گردد .
 حدود ۱/۳ این توان تبدیل به انرژی الکتریکی در ژنراتور می گردد . بقیه جهت چرخاندن محور کمپرسور و تامین هوای فشرده جهت توربین مصرف می شود به همین خاطر راندمان توربین های گازی پایین و حدود (۲۷٪) است .

اصول کار یک نیروگاه گازی از نظر مراحل

اصول کار یک نیروگاه گازی از نظر مراحل مانند یک موتور چهارزمانه است که عبارتند از :
 الف) مکش : که هوای آزاد توسط کمپرسور مکیده می شود .

ب) تراکم : در کمپرسور هوا متراکم می شود .

پ) احتراق: که توسط پاشش سوخت در اتاق احتراق انجام گرفته و توسط توربین کار گرفته می شود .

ت) تخلیه : که دود از دودکش خارج می شود .

برای راه اندازی توربین گازی معمولاً از یک سیستم راه انداز که می تواند موتور الکتریکی یا دیزلی باشد استفاده می گردد . معمولاً از سیستم کلاچ و جعبه دنده بین ژنراتور و توربین استفاده می شود . زیرا دور توربین گاز بالاتر از دور ژنراتور می باشد و همچنین در حالت بی باری احتیاج به سیستم جدا کننده ژنراتور توربین داریم . واحدهای گازی بیشتر در مواقع کمبود تولید و بروز حادثه و در هنگام بارهای حداکثر مورد استفاده واقع می شوند . راندمان توربین های گازی در بارهای کم پایین بوده و بهتر است در صورت در مدار بودن با بار کامل کار نمایند . راندمان این توربینها بین ۲۰ تا ۳۰ درصد است . واحدهای گازی در سیستم ایران با گازوئیل یا گاز طبیعی کار می کنند .

مزایا و معایب توربین گازی

ساختمان و شرایط خاص واحدهای گازی یک سری ویژگی هایی به آنها داده که بعضی از آنها بعنوان مزایا و بعضی دیگر بعنوان معایب بشرح زیر محسوب می شوند:

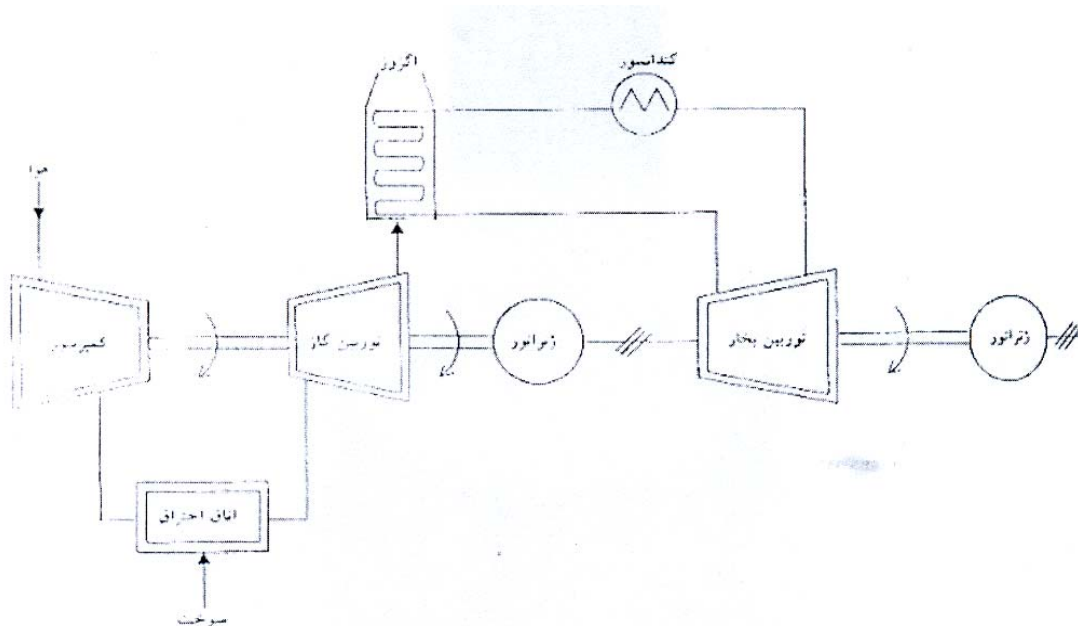
- واحدهای گازی بخاطر حجم کوچک و ساده بودن نصب، خیلی سریع نصب می شوند (از ابتدای ریختن پی یا فونداسیون، تا آمادگی برای بهره برداری حدود ۶ ماه وقت کافی است)
- واحدهای گازی بعد از استارت در عرض چند دقیقه (معمولاً کمتر از ۱۰ دقیقه) به مرحله بازدهی می رسند (سریع راه اندازی شده). این مزیت توربینهای گازی را قادر ساخته است که برای منظوره‌های اضطراری و در مواقع حداکثر مصرف در سیستم قدرت مورد استفاده قرار گیرند. در ضمن تغییر بار در این نوع واحد سریع انجام می شود حداکثر قدرت این واحدها حدود ۶۰ مگاوات است.
- قیمت و هزینه نصب واحدهای گازی پایین است. (حدود ۱/۳ واحدهای بخار برای قدرت برابر).
- بعلت سادگی ساختمان و کم بودن تعداد قسمت‌های کمکی و فرعی در توربین گاز، بهره برداری از آن آسان می باشد. در ضمن در واحدهای گازی، امکان کنترل و بهره برداری در محل و از راه دور هر دو وجود دارد.
- در توربین های گاز، امکان استفاده از سوخت‌های مختلف و تعویض نوع سوخت در حال کار واحد بهنگام بازدهی، قدرت مانور خوبی به واحد می دهد.

معایب توربین گازی

- راندمان یا بازده واحدهای گازی بخاطر دفع مقدار زیادی انرژی بصورت گرما از آگزوز (برای یک واحد گازی بقدرت ۲۵ مگاوات دمای خروجی آگزوز بیش از ۵۰۰ درجه سانتیگراد می باشد) و تشعشع مقداری گرما از جدار اتاقهای احتراق پایین می باشد (ماکزیمم تا حدود ۲۷٪ برای سیکل ساده)
- چون در واحدهای گازی، معمولاً از گاز طبیعی یا سوخت‌های سبک استفاده می کنند لذا خرج جاری آنها بالا می باشد (بعلت گرانی اینگونه سوختها) ولی در عوض میزان آلودگی حاصل از آنها از نیروگاههای حرارتی دیگر با قدرت مشابه کمتر است.

- عمر واحدهای گازی در مقایسه با عمر واحدهای بخار (بعلت شرایط کار سخت تر) کوتاه است و نوع سوخت مصرفی و شرایط محیط (مثل رطوبت) و نیز تعداد استارتها روی عمر قطعات تاثیر قابل توجه دارد. بطوری که هر چقدر سوخت مصرفی از نوع سبکتر باشد و رطوبت محل کار واحد کمتر باشد عمر واحد بیشتر خواهد شد.

شکل (۷-۲) نیروگاه سیکل ترکیبی



در حال حاضر در کشور ما از این نیروگاهها بطور وسیعی بهره برداری شده است (در نیروگاه شهید رجائی ، در نیروگاه گیلان ، در کازرون ، در قم و غیره).

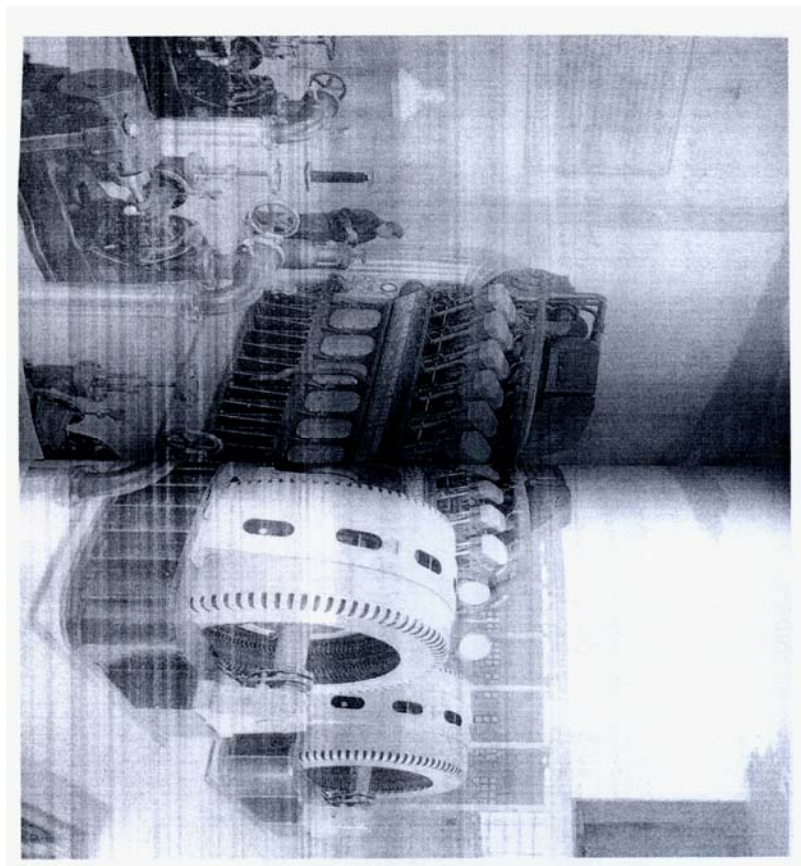
نیروگاه دیزلی

بعلت کوچک بودن ظرفیت تولید نیروگاههای دیزلی ، این نیروگاهها سهم تولید کمی را در شبکه سراسری بعهدہ دارند و بیشتر در مناطقی که به شبکه متصل نشده اند و یا مناطق کوچک دور دست شبکه که مصرف کمی دارند و یا به منظور تامین برق اضطراری در کارخانجات مورد استفاده قرار می گیرند.

اساس کار نیروگاه دیزلی

موتور دیزل شامل سیلندرهایی استوانه ای است که داخل یک بلوک سیلندر قرار دارند. داخل بلوک سیلندر محلهایی جهت عبور آب و روغن وجود دارد. موتور چهار عمل مکش ، تراکم ، احتراق و تخلیه را انجام می دهد. در عمل مکش سوپاپ هوا باز شده و پیستون از نقطه مرگ بالا به سمت نقطه مرگ پایین حرکت می کند. وقتی پیستون کاملاً پایین آمد

سوپاپ هوا بسته شده و پیستون شروع به بالا رفتن می کند و عمل تراکم آغاز می گردد. در این عمل حجم هوای داخل سیلندر کاهش یافته و فشار آن زیاد می شود و بعلاوه زیاد بودن تراکم درجه حرارت هوا آنقدر بالا می رود که در صورت پاشش سوخت عمل احتراق انجام می گردد. در اثر احتراق انرژی شیمیایی سوخت تبدیل به انرژی حرارتی شده و انرژی حرارتی به انرژی مکانیکی تبدیل می گردد و پس از تخلیه سیکل ادامه پیدا می کند. جهت راه اندازی موتور دیزل از موتور استارت استفاده می شود و بعضی از موتورهای دیزل توسط هوای فشرده راه اندازی می گردند. با گردش میل لنگ دیزل، محور ژنراتور به حرکت در آمده تولید انرژی الکتریکی می شود.

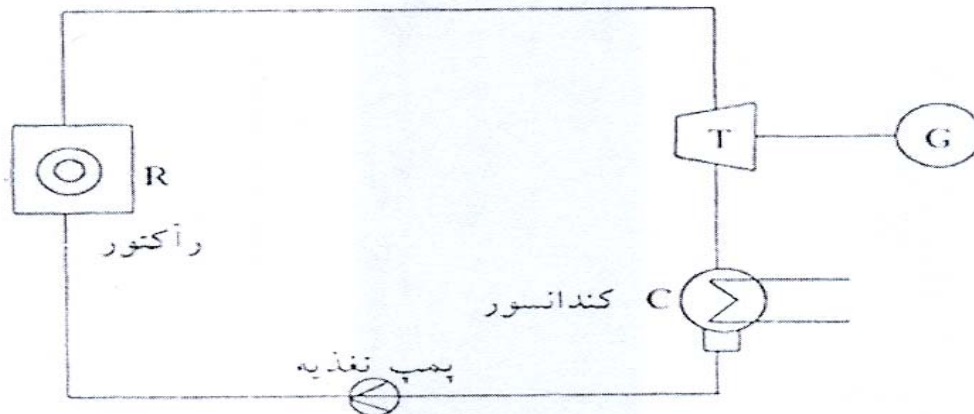


شکل (۷-۳) شمای ساده یک دیزل ژنراتور

نیروگاههای اتمی

نظر به اینکه در آینده نزدیک از نیروگاه اتمی بوشهر بهره برداری می شود در زیر اشاره مختصری به این نیروگاهها می گردد. اساس کار نیروگاه اتمی و بخاری یکی است فقط به جای دیگ بخار در نیروگاه اتمی از یک راکتور استفاده می شود. آب توسط انرژی حاصل از واکنش هسته ای گرم شده و به بخار تبدیل می گردد. بخار حاصل توربین را چرخاننده و

توسط ژنراتوری که به توربین کوپله شده است تولید انرژی الکتریکی می گردد . بخار پس از انجام کار در توربین از آن خارج شده و به کندانسور می رود و در آنجا تقطیر می گردد و سپس توسط یک پمپ ، آب حاصله به راکتور باز می گردد. در شکل (۴-۷) بلوک دیاگرام یک نیروگاه اتمی نشان داده شده است . راندمان نیروگاه اتمی در مقایسه با نیروگاه بخاری پایین بوده و نمی توان بخار با فشار و درجه حرارت بالا تهیه کرد .



شکل (۴-۷) شمای ساده یک نیروگاه اتمی

نیروگاههای آبی

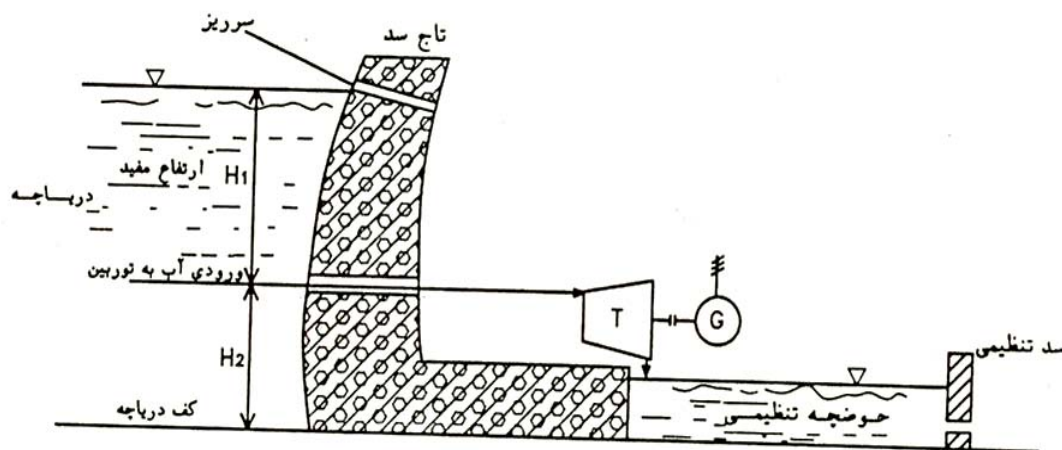
شاید قدیمی ترین روش تبدیل انرژی استفاده از قدرت آب بوده است. تولید الکتریسیته با استفاده از نیروی آب رودخانه ها میسر می باشد . برای استفاده از انرژی آب بر روی رودخانه ها سد ساخته شده و از دریاچه پشت سد بعنوان منبع ذخیره آب استفاده می گردد تا در فصل پرآبی پر شده و در سایر مواقع سال مورد استفاده قرار گیرد لذا ساختن سد علاوه بر اینکه از خسارت ناشی از سیل جلوگیری نموده و آب مصرفی را در طول سال بطور تقریباً یکنواخت در اختیار قرار می دهد ، از آن نیز می توان جهت تولید انرژی الکتریکی استفاده نمود.

اساس کار نیروگاههای آبی

بطور کلی از سدها در درجه اول اولویت برای تامین آب کشاورزی و تامین آب آشامیدنی استفاده می نمایند و در درجه دوم اولویت جهت تامین انرژی الکتریکی استفاده می شود ، در کشور ما که منابع آبی فراوانی ندارد احداث سدها از اهمیت ویژه ای برخوردار است در منطقه جنوب به علت فراوانی آب سدهای زیادی احداث یا پیش بینی شده که از جمله می

توان از سد دز، کارون ۱، کارون ۲ و کارون ۳ نام برد. سد دز با هشت واحد آبی هر یک به قدرت ۶۵ مگاوات و سد کارون (شهید عباسپور) با چهار واحد آبی هر یک به قدرت ۲۵۰ مگاوات احداث شده اند و از کارون ۲ و ۳ نیز بزودی بهره برداری خواهد شد. در منطقه مرکزی ایران که با کمبود آب روبرو است و آب پشت سد باید با برنامه ریزی بسیار دقیقی رها شود از واحدهای کوچکتری استفاده گردیده است برای مثال سد زاینده رود دارای ۳ واحد ۱۸/۴ مگاوات است که فقط در ساعات پیک بار سه واحد در مدار بوده و اغلب یک واحد یا دو واحد در مدار است.

آب ذخیره شده پشت سد از طریق کانال به توربین های نیروگاه که در سطح پائین قرار دارند هدایت شده و بدین ترتیب روتور ژنراتورها به چرخش درآمده و تولید الکتریسیته می کنند. مقدار آب ورودی به توربین را توسط دریچه های مختلف می توان کنترل نمود. شمای ساده یک نیروگاه آبی در شکل ۵-۷ نشان داده شده است. ارتفاع مفیدی که می تواند روی توربین کار انجام دهد ارتفاع H_1 بوده و ارتفاع H_2 عمر سد را مشخص می کند. برای جلوگیری از هدر رفتن آب بعد از سد اصلی یک سد تنظیمی که کوچک است احداث می گردد و در صورت نیاز برای مصارف کشاورزی و غیره دریچه های این سد را باز می کنند



انتقال

در مورد انتقال مواردی چون ولتاژ انتقال، تقسیم بندی خطوط انتقال نیرو و طرز نمایش الکتریکی آنها، اجزاء تشکیل دهنده خط انتقال، نصب دکل، اثر رعد و برق بر روی خطوط انتقال، سیم برقیگیر و زمین، زمین کردن دکلهای انتقال و حریم خطوط انتقال و

توزیع انرژی هوایی می توان نام برد که هر کدام آنها بنحوی در انتقال انرژی الکتریکی از اهمیت ویژه ای نقش اساسی ایفا می کند.

خطوط انتقال

همانطوری که توضیح داده شد یکی از سه قسمت اساسی سیستم قدرت را شبکه انتقال تشکیل می دهد. چون مراکز مصرف در جوار مراکز تولید نمی باشند، لذا لازم است انرژی الکتریکی را به فواصل دور انتقال داد. بعبارت دیگر خطوط انتقال ارتباط بین نیروگاهها و سیستم توزیع را برقرار می کنند. ولتاژ انتقال به فاصله و قدرت انتقال بستگی دارد هرچه طول مسیر یا قدرت انتقالی بیشتر باشد به ولتاژ بالاتری نیاز است. در کشور ما سطوح ولتاژ انتقال ۲۳۰ کیلوولت و ۴۰۰ کیلوولت می باشد و پیش بینی نمی شود که در آینده نزدیکی از ولتاژهای بالاتر از ۴۰۰ کیلوولت استفاده گردد.

ترانسفورماتورها

ترانسفورماتورها بخصوص ترانسفورماتورهای قدرت یکی از اجزاء مهم پستهای فشار قوی می باشد. نوع هر پست را از روی نسبت تبدیل ترانسفورماتور مشخص می کنند. مثلاً پست ۲۳۰-۴۰۰ کیلو ولت، ترانسفورماتورهای قدرت بسیار گران بوده و رقم بالایی را نسبت به هزینه احداث یک پست فشار قوی بخود اختصاص می دهند با ذکر ارقامی در این مورد به اهمیت ویژه ترانسفورماتورهای قدرت در پستهای فشار قوی پی می بریم.

بعنوان مثال قیمت یک ترانسفورماتور ۶۳-۲۳۰ کیلو ولت در حدود ۳۰۰ میلیون تومان و هزینه احداث یک پست ۶۳-۲۳۰ حدود ۱/۴ میلیارد تومان است (این ارقام بصورت حدودی بیان شده است). لذا با توجه به اهمیت این ترانسفورماتورها دستگاههای حفاظتی و کنترل برای آنها پیش بینی می شود تا ترانسفورماتور را در مقابل شرایط نامساعد داخلی و خارجی محافظت نماید. در زیر دستگاههای حفاظت و کنترل ترانسفورماتور نام برده شده اند شکل (۶-۷) یک ترانسفورماتور قدرت را نشان می دهد.

الف- وسایل کنترل حرارت

حرارت مضر ترین عامل در ترانسفورماتور می باشد. حرارت زیاد عمر مواد عایقی ترانسفورماتور را پایین آورده و در نتیجه باعث پیری زودرس مواد عایقی شده و ممکن است خساراتی به ترانسفورماتور وارد سازد.

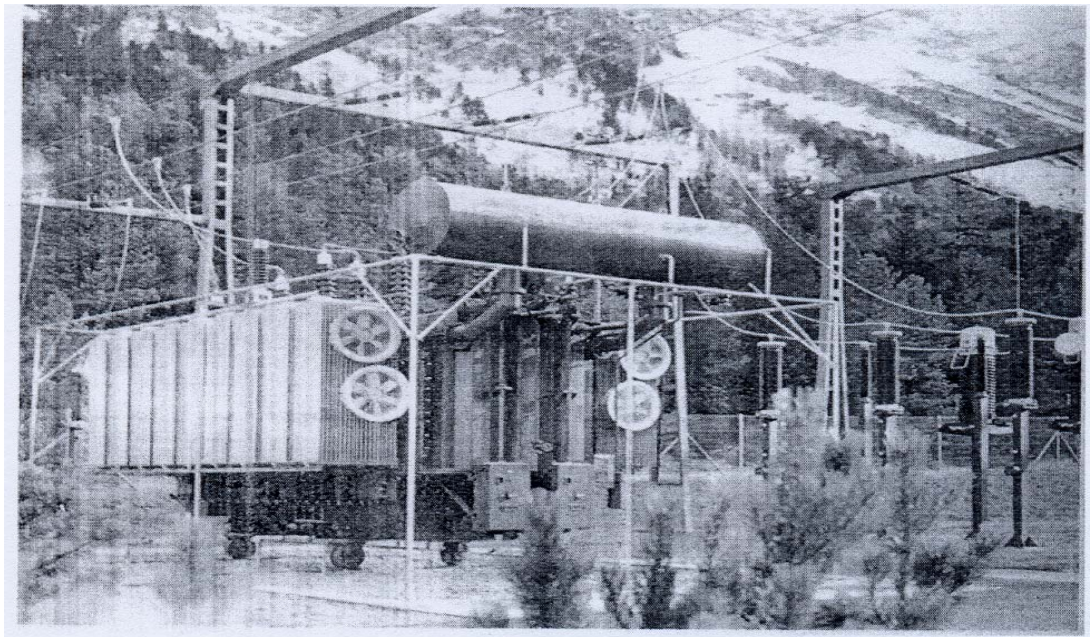
وسایل کنترل حرارت ترانسفورماتور عبارتند از :

دماسنج روغن که روی بدنه ترانسفورماتور نصب می شود ، دماسنج سیم پیچ ، روغن نما ، رطوبت گیر رادیاتور ها که روی بدنه ترانسفورماتور نصب می شوند و بوسیله پنکه ، پمپ روغن خنک می شود . لذا با توجه به قدرت نامی ترانسفورماتور ، ترانسفورماتور به روش های مناسب خنک می شود .

روغن بطور طبیعی ، هوا بطور طبیعی

روغن تحت فشار و هوای طبیعی

روغن تحت فشار و هوای تحت فشار



مثال: از ترانسفورماتور با قدرت خروجی 30 MVA می توان:

هوا بطور طبیعی و روغن بطور طبیعی (ONAN) ۱۵ مگا ولت آمپر بار گرفت.

هوا بطور طبیعی و روغن بوسیله پمپ (oF AN) ۲۲/۵ مگا ولت آمپر بار گرفت.

هوا بوسیله پنکه و روغن بوسیله پمپ (OFAF) ۳۰ مگا ولت آمپر بار گرفت.

ب - رله بوخهولس

رله بوخهولس رله بسیار مهمی جهت حفاظت ترانسفورماتور در مقابل شرایط نامساعد داخلی می باشد که از دیگر وسایلی که جهت محافظت ترانسفورماتور می توان نام برد ، عبارتند از :

رلهٔ محافظ مخزن روغن ترانسفورماتور، راهٔ محافظ تپ چنجر (جانسون) رلهٔ درجه حرارت روغن و رلهٔ درجه حرارت سیم پیچها.

پ - تپ چنجر زیر بار

دستگاه تنظیم کننده ولتاژ ترانسفورماتورها در زیر بار است محدودهٔ معمول تنظیم ولتاژ آن معمولاً $\pm 10\%$ ولتاژ نامی ترانسفورماتورها است.

ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ

این ترانسفورماتورها به منظور جدا کردن مدار دستگاههای اندازه گیری و حفاظتی از شبکه فشار قوی بکار برده می شوند و در نقاط مهم متصل می گردند. این ترانسفورماتورها بطور کلی به ترانسفورماتورهای ابزاری یا ادواتی موسوم می باشند. **علل استفاده از این**

ترانسفورماتورها به قرار زیر است:

الف - کوچک کردن لوازم اندازه گیری

ب- ایزوله کردن تجهیزات فشار قوی و ضعیف

پ- ایمنی جان افراد

ترانسفورماتورهای جریان

دارای دو سیم پیچ اولیه و ثانویه جدا از هم می باشد که بر روی هستهٔ آهنی پیچیده می شوند. سیم پیچ اولیه ترانسفورماتور جریان بطور سری در مسیر جریان قرار می گیرد و در طرف ثانویه آن آمپر متر وصل می گردد. سیم پیچ اولیه با تعداد دور کم و قطر زیاد و سیم پیچ ثانویه با تعداد دور زیاد و قطر کم می باشد. معمولاً نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای جریان طوری است که در صورت عبور جریان نامی از اولیه آن، از مدار ثانویه ۱ یا ۵ آمپر عبور می کند.

ترانسفورماتورهای ولتاژ

سیم پیچ اولیه ترانسفورماتورهای ولتاژ بطور موازی با شبکه نصب می گردد که لازم است مقدار ولتاژ آن اندازه گیری شود و در هر سطح ولتاژ طوری طراحی شده اند که در دو سر اولیه ولتاژ عادی شبکه و در دو سر ثانویه ۱۰۰ یا ۱۱۰ VAC خواهیم داشت.

ترانسفورماتورهای ولتاژ بصورت معمولی و ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی عرضه می شوند.

از نظر اقتصادی برای ولتاژهای بالا مناسب است (۶۳ کیلو ولت به بالا) از علاوه بر استفاده بعنوان یک ترانسفورماتور ولتاژ، به منظور انتقال امواج مخابراتی نیز استفاده می شود.

ترانسفورماتورهای تغذیه داخلی

در پستهای فشار قوی علاوه بر ترانسفورماتور قدرت، ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ که وظیفه آنها شرح داده شد. ترانسفورماتورهای تغذیه داخلی نیز وجود دارد. که در زیر شرح داده شده است. همانطوری که از نام آن پیدا است از این ترانسفورماتور برای تغذیه تجهیزات داخلی پست استفاده می شود در پستهایی که ثانویه ترانسفورماتورها بصورت اتصال مثلث باشند این ترانسفورماتور همچنین برای ایجاد اتصال زمین به منظور حفاظت کردن و کنترل نیرو استفاده می شود. در اینگونه موارد به منظور یک اتصال زمین از طریق نقطه صفر و نصب رله های جریانی در مسیر آن جهت حفاظت شبکه در زمان بوجود آمدن اتصال کوتاه در شبکه استفاده می گردد.

آشنایی با تعدادی از سیستمهای ایمنی در برابر الکتریسیته

وسایل جلوگیری از مخاطرات الکتریکی:

این وسایل برحسب نوع عملکرد به دو گروه تقسیم می شوند:

الف: وسایل حفاظت فردی:

این وسایل فرد را در برابر مخاطرات ناشی از جریان الکتریسیته محافظت می نماید و عموماً بصورت فردی مورد استفاده قرار می گیرد. برخی از این وسایل عبارتند از:

۱- دستکش عایق برق

جنس این دستکشها از پلاستیکهای عایق نسبت به جریان برق می باشد ضخامت ۱ تا ۲ میلیمتر و برحسب مقاومت در برابر اختلاف پتانسیل طبقه بندی می شود بطوریکه دستکشهای مقاوم در برابر ۱۰۰۰، ۵۰۰۰، ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ولت ساخته می شود این دستکشها بصورت ساق بلند و بطور کامل ساعد را پوشش میدهد بعلاوه پلاستیکی بودن دستکش در برابر اشیاء ریز و گوشه دار مقاومت نداشته و خطر پارگی آن در هنگام کار با اشیاء برقرار بر روی آن از یک دستکش چرمی نازک و ساق کوتاه که تا روی مچ را می پوشانند استفاده گردد از مزایای این دستکشها این است که از آنها می توان همزمان سیمهای فاز و نول و یا دو فاز غیر همنام را در دست گرفت.

۲- کفشهای عایق برق

جنس این کفشها عمدتاً در ناحیه کف از پلاستیکهای عایق مخصوص می باشد که در هنگام استفاده از ادوات برقرار شخص آن استفاده می کند این کفشها ارتباط بدن شخص و زمین که نول است را قطع می کند از معایب این کفشها این است که در هنگام استفاده از

آنها شخص نمی تواند همزمان سیمهای فاز و نول یا دو فاز غیر همنام را در دست داشته باشد.

۳- کف پوشهای عایق

جنس این کفپوشها از پلاستیکهای عایق برق عمدتاً PVC یا پلی اتیلین می باشد ضخامت آنها ۲ تا ۵ میلی متر و در ابعاد ۲ * ۱ متر ساخته می شود عموماً این کف پوشها در اطراف ادوات برقدار و یا پستهای برق بر روی زمین نصب می گردد مکانیسم عمل آنها مانند کفشهای عایق برق می باشد .

وسایل حفاظت عمومی در برابر مخاطرات الکتریکی

این وسایل افراد و ماشین آلات را در برابر مخاطرات ناشی از الکتریسیته حفاظت می نماید برخی از این ادوات عبارتند از

۱- اتصال زمین

سیم های اتصال زمین باید دارای ضخامت کافی و در عین حال مقاومت کم باشند تا جریان احتمالی را که در اثر از بین رفتن یا خراب شدن عایق بوجود می آید عبور دهند . در نقاطی که احتمال آسیب دیدن سیم های اتصال به زمین وجود دارد باید آنها را با وسایل مطمئن محافظت کرد .

۲- رله دیفرانسیل

رله ای است که می تواند مدار الکتریکی را در اثر تغییرات شدت جریان در زمان کمتر از ۰/۰۳ ثانیه قطع نماید در حالیکه زمان لازم برای ایجاد مرگ در برق گرفتگی ۰/۱ ثانیه می باشد (عبور جریان برق) با توجه به اینکه رله دیفرانسیل در زمانی کمتر از یک سوم حد خطرناک مدار را قطع می کند و شخص دچار برق گرفتگی نمی شود عموماً رله دیفرانسیل را بر روی کابلهای تغذیه کننده ماشین آلات بعد از فیوز نصب می کنند بطوریکه هر تغییر شدت جریان ناشی از اتصال کوتاه سیمها به یکدیگر و یا عبور جریان برق از انسان یا موجود زنده باعث قطع جریان توسط رله دیفرانسیل این است که در صورت بروز نشیتهای کوچک در شبکه که قابل ملاحظه نبوده و قابل صرف نظر کردن است رله دیفرانسیل مرتباً مدارهای الکتریکی را قطع می کند.

۳- ترانسفورماتور ایزولمان

ترانسفورماتوری است که ثانویه آن سیم نول را از زمین ایزوله می کند بدین ترتیب زمین برای سیمهای خروجی از این ترانسفورماتور نول نمی باشد پس اگر شخصی در شبکه برق بعد از این

ترانسفورماتور با سیم فاز در تماس باشد بعلت نول نبودن زمین جریان برق از بدن وی عبور نمی‌کند. از معایب این سیستم این است که در صورت کوچکترین تماس سیم فاز یا نول در شبکه بعد از ترانسفور با زمین ، زمین تبدیل به فازیت نول شده و تماس فرد با سیم غیرهمنام آن مخاطره آمیز می باشد. (در شبکه نو و سالم می توان استفاده کرد)

۴- اتاقهای هم پتانسیل

اگر شخصی در یک اتاقک فلزی قرار گیرد و بدنه اتاق با سیم برق در تماس باشد بعلت عدم وجود اختلاف فشار الکتریکی بین دو نقطه از بدن شخص دچار برق گرفتگی نمی شود از این خاصیت برای جلوگیری از برق گرفتگی افرادی که با پروسه های خاص در تماس هستند ، مانند رانندگان جرثقیلهای هوایی می توان استفاده نمود . اتاق هم پتانسیل اتاقی است که بدنه آن به جریان برق متصل است و تمامی بدنه هادی جریان برق می باشد بدین ترتیب افرادی که داخل آن قرار گرفته اند در برابر جریان فاز حفاظت می شود ولی در هنگام خروج از اتاقک نباید یک پای فرد حداقل زمین که نول است و بدنه اتاق که فاز است قرار گیرد.

مقره ها

چون مقره ها عایق بسیار خوبی می باشند ، لذا از آنها برای جدا کردن سیم های حامل جریان از پایه و کنسول استفاده می شود و در نتیجه پایه و کنسول بدون برق می ماند ، بنابراین مقره تعیین کننده استقامت الکتریکی خط می باشد . مقره نیز باید قادر باشد که نیروی مکانیکی زیادی را تحمل کند زیرا وزن سیم انتقال و همچنین نیروی فشار و وزن بارهای اضافی (مثل باد و یخ) به مقره وارد می شود.

از نظر عایق بودن ، مقره باید نه تنها اختلاف پتانسیل ما بین سیم انتقال و برج (دکل) را تحمل کند بلکه نیز بایستی بتواند در مقابل ولتاژهای بالا که بعلت تخلیه جوی روی سیم ایجاد می شود. استقامت نماید بنابراین انتخاب مقره ها باید براساس دو عامل مهم مکانیکی و الکتریکی انجام پذیرد و در مقابل این دو عامل آزمایش شود . مقره ها از جنس چینی و شیشه و اخیراً از جنس پلاستیک نیز ساخته می شوند.

در بعضی از کشورها بخصوص انگلستان و فرانسه و سوئد اخیراً مقره های شیشه ای بیشتر ترجیح داده می شوند . حسن شیشه سخت در استقامت مکانیکی زیاد آن است ، همچنین تشخیص سالم بودن آنها ساده و قیمت آنها نیز ارزان است . سطح مقره های چینی که صیقلی

است ، موجب می شود که قطرات باران روی سطح مقره تجمع نکند و نیز آلودگی روی مقره بوسیله باد به سهولت از بین رود.

در مراکز صنعتی میزان آلودگی زیاد است و این امر موجب نشستن آلودگی بر روی سطح مقره شده که در هوای مرطوب و مه آلود تشکیل یک قشر هادی را می دهد که طبیعتاً قدرت عایقی مقره را کم می کند. در این موقع ترجیح داده می شود که از مقره های بخصوصی بنام مقره های مه استفاده شود . این نوع مقره ها از روی تعداد زیاد دنده های (ریپ ها) روی آن مشخص می شوند.

مقره ها از نوع سوزنی (ثبات یا میخی) و یا آویزان می باشند . در خطوط انتقال از مقره های نوع آویزان استفاده می گردد زیرا مقره نوع سوزنی تمایل به شکست الکتریکی سطحی داشته که شرایط کار مطمئنی ندارد سیم انتقال در زیر مقره آویز تعبیه می شود و می توان با کمک تعدادی از این نوع مقره زنجیر عایق بوجود آورد که نسبت به طولش می تواند ولتاژهای بالاتری را تحمل کند.

تعداد مقره ها به این صورت انتخاب می شود که در صورت خراب شدن یک عضو شرایط کار صدمه نبیند و بتوان تعویض مقره معیوب را تا موقع مناسب به تعویق انداخت . مقره های آویز در برجهای نگهدارنده به حالت عمودی قرار می گیرند و در صورت لزوم از دو زنجیر برای تحمل بار مکانیکی استفاده می شود. در برجهای زاویه یا برجهای ابتدا و انتها معمولاً این زنجیرها مایل و حتی افقی قرار می گیرند . هر مقره آویزی (بشقابی) دارای ولتاژ نامی 11kv یا بیشتر می باشد. تعداد مقره های توصیه شده یک زنجیر بستگی به میزان آلودگی محیط در ولتاژهای مختلف در جدول (۲-۷) داده شده است .

ولتاژ (KV)	تعداد
۱۱	۲
۲۰	۲
۳۳	۳
۶۹	۵-۷
۱۳۸	۱۰-۱۴
۲۳۰	۱۶-۲۳
۳۴۵	۲۴-۳۵
۵۰۰	۵۰-۳۵

علت شکست الکتریکی مقره ها

در مقره ها به سه علت شکست الکتریکی اتفاق می افتد :

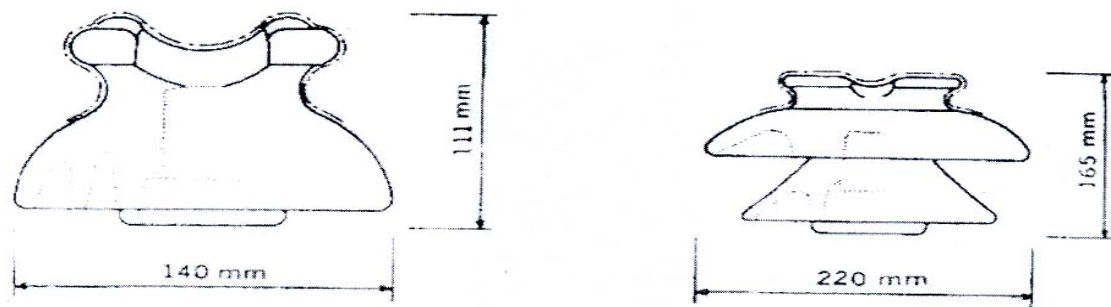
- ۱) بعلت کثیف بودن و جمع شدن گرد و غبار بر روی سطح خارجی مقره
- ۲) در اثر رعد و برق و کلید زنی که تخلیه قوس الکتریکی در هوای اطراف مقره بوجود آید.

۳) سوراخ شدن مقره ، ترک خوردن یا شکستگی آن .

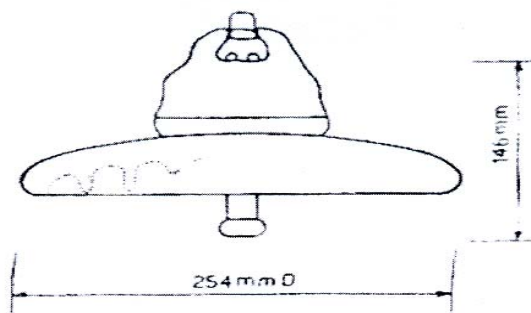
شکل های (۷-۵ الف) و (۷-۵ ب) به ترتیب مقره سوزنی و مقره آویزی را نشان می دهند.

کراس آرم یا کنسول

کراس آرم ها جهت نگهداری مقره ها و هادیهای خط روی پایه نصب می گردند. طول آن به پارامترهای زیادی از قبیل ولتاژ خط (فاصله بین فازها) ، باد ، یخ و برف بستگی دارد .



شکل (۵ الف) مقره سوزنی

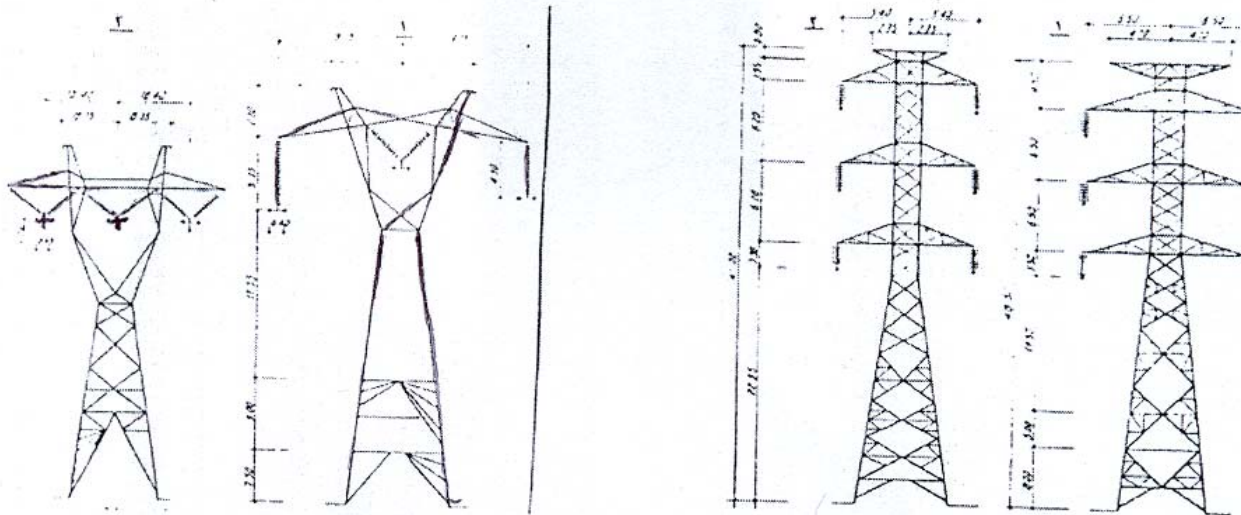


شکل (۵ ب) مقره آویزی

دکلهای از نبشی استفاده شده که قطعات به هم پرچ و یا جوش داده می شوند ولی متداولترین روش اتصالی ، به منظور تسهیل در مونتاژ بوسیله پیچ و مهره می باشد .

گاهی در ساختن این دکلهای لوله های آهنی بکار می رود که به روش مخصوصی از بتون پر می شوند. در ایران بیشتر از دکلهایی استفاده می شود که قطعات آنها بوسیله پیچ و مهره روی

یکدیگر سوار می شوند. دکل‌های بزرگ را یا بصورت چند قسمت آماده شده به محل نصب می‌برند و یا تمام قطعات در محل نصب، به هم وصل می‌شوند. دکل‌ها باید در مقابل زنگ زدگی محافظت شوند و لذا از قطعات گالوانیزه استفاده می‌گردد. بهتر است که قسمت‌های نزدیک زمین و داخل زمین قیر اندود شوند. در شکل‌های (۶-۷ الف) و



شکل (۶-۷ الف) نمونه‌هایی از دکل‌های ۲۳۰ کیلوولت

شکل (۶-۷ ب) نمونه‌هایی از دکل‌های ۲۰۰ کیلوولت

(۶-۷ ب) نمونه‌هایی از دکل‌های انتقال نشان داده شده است.

روش‌های اطفاء حریق‌های ناشی از الکتریسیته

آتش سوزی

حریق، آتشی است ناخواسته و خارج از کنترل که معمولاً سبب ایجاد گازهای سمی و دودهای خطرناک می‌گردد. حریق، معمولاً بدون قسط می‌باشد و در برابر آن احتیاط‌ها و پونت‌های ممانعت (قبل از آتش)، محافظت (در زمان آتش) و مبارزه (بعد از آتش) به کار گرفته می‌شود.

مقاومت مصالح مورد استفاده در ساختمان‌ها در برابر آتش سوزی به جنس، ترکیب و رفتار مصالح مورد مصرف و نیز مشخصات حریق بستگی دارد.

از دیدگاه آتش سوزی مشخصه‌های هر بخش از ساختمان بر این مبنا ارزیابی می‌شود که به چه میزان یا چند ساعت می‌تواند در برابر آتش مقاومت کند.

معنای مقاومت این است که جزء یا قیمت مورد نظر تا به چه مدت می‌تواند آتش و خطرات آن را محدود کند. آتش از ترکیب سریع اکسیژن با اجسام، مایعات و گازهای

سوختنی در درجه حرارت خاص که درجه اشتعال نامیده می شود بوجود می آید. پس از اشتعال عمل سوختن ادامه می یابد تا جسم به کلی سوخته شود. یکی از موارد مهم در طراحی ساختمانها این است که باید بتوان در صورت وقوع آتش سوزی ساکنان را با سرعت و سهولت تخلیه و امکان آغاز عملیات مبارزه با حریق را فراهم آورد.

جلوگیری از سرایت آتش از طریق منافذ ساختمانی

اگر فضای پنهان و قسمتهای توخالی پر نشده پشت دیوارها و کانالهای موجود در سقفهای کاذب با هم مرتبط باشند در هنگام وقوع حریق با هدایت گازهای داغ از میان خود همانند دودکش عمل می کنند و حریق را به دیگر قسمتهای ساختمان سرایت می دهند، برای جلوگیری از گسترش آتش سوزی از این راهها، تمام نفوذها و روزنه های موجود در سطوح مختلف را باید کنترل نمود، روزنه ها هر قدر هم کوچک باشند خطرناک بوده و امکان گسترش آتش را فراهم می کنند.

یکی از مهمترین عوامل نفوذ آتش بین نواحی مختلف ساختمان محل های دسترسی و عبور تاسیسات از قبیل لوله کشی کانالها و داکتهای تهویه (کانالهای تهویه)، کابلهای برق و مانند آن می باشد از آنجا که استفاده از این تاسیسات ناگزیر است، باید تدابیری بکار گرفت که از گسترش حرق از طریق تاسیسات جلوگیری شود.

مثلاً چنانچه یک کانال تهویه از میان دیوار مقاوم در مقابل آتش عبور کند، مطابق با استاندارد NFPA (که استاندارد درجه یک در مورد آتش است و متعلق به آمریکا است) حتماً باید برای دریچه خودکار بسته شونده و یا سیستم آتش بند اختیار گردد و در صورت نبود آنها را کنترل نمود. (Nation fire Protection Association)

نتیجه گیری

روشهای جلوگیری از آتش سوزی عبارتند از:

- ۱- کنترل اکسیژن
- ۲- کنترل سوخت
- ۳- کنترل حرارت

در کلیه امورات حریقها و یا حادثه های ایجاد شده به توسط انرژی برق که شامل نیروگاهها در شاخه تولید، شاخه انتقال، شاخه توزیع و غیره می توان به این نکته اشاره نمود آشنایی هر چه بیشتر ما آتش نشانان با اینگونه لوازمات و تجهیزات یک ضرورت است. در جایی که ما آشنایی از آنها نداشته باشیم نمی توانیم یک طرح خوب و عملی در هنگام بروز حادثه

پیاده نماییم .

کلیه مسایل در برخورد با حادثه ها و آتش سوزیهای احتمالی در این گونه مکانها را می توان به چهار بخش :

۱- تحقیقات مقدماتی و شناسایی آنها

۲- بررسی در مورد نحوه استقرار نیروها

۳- در مورد استقرار خودروها

۴- آشنایی از افراد مطلع از جزئیات مربوطه و آشنایی با محیط در هنگام حادثه

هنگام حادثه : این یک امر طبیعی است که بدانیم وضعیتهای ناشی از آتش سوزیهای مختلف متفاوت می باشند . این موضوع فرمانده عملیات و آتش نشانان را وادار می کند که هر آتش سوزی را بعنوان یک تجربه جدید تلقی کنند فرمانده عملیات در صحنه آتش سوزی معمولاً با یک سری از فاکتورها ی استاندارد مواجه است . می توان گفت اکثر آتش سوزیها از خیلی جهات شبیه یکدیگرند بنابراین می توان یک روش استاندارد به وجود آورد و سپس آنرا قابل تطبیق برای هر آتش سوزی دیگر انجام داد . در حقیقت یک طرح را چگونه ای بوجود آورد که یک روش اجرایی آن قابل تعمیم و تطبیق باشد . روش استاندارد توانایی پیشرفت و توسعه در عملیات را فراهم می سازد از این روش استاندارد می توان فعالیتهای نجات ، کنترل و حفظ اموال و غیره را به ترتیب به مورد اجرا قرار داد. اگر یک عملیات کلی طوری شروع شود که هر گروه نقشه و طرح خاص خود را پیاده کنند کل عملیات به طور مستمر با ایجاد خسارت و معایب مواجه خواهد شد در بعضی موارد ممکن است به طور تصادفی و یا به اصطلاح شانسی موفق شوند ولی باید در نظر داشت که این گونه اقدامات معمولاً با شکست مواجه خواهد شد.

وقتی که یک حریق و یا حادثه ای اتفاق می افتد بایستی یک طرح عملیاتی تهیه شود باید روش تاکتیکی مورد نیاز و وظایف و کارهایی که باید انجام شود در آن منظور شده باشد . طرح این مرحله را می توان به مراحل ۱- ارزیابی موقعیت و گسترش محیط ۲- ایجاد روش تاکتیکی در محیط ۳- نیازمندیها ۴- مشخص کردن منابع موجود (به اصطلاح داشته های کنونی در آن موقعیت) ۵- تعیین وظایف پرسنل یا ایستگاههای حاضر در صحنه حادثه تقسیم نمود:

- ۱- موقعیت و گسترش محیط: می توان ساختاری ساختمان و آتش سوزی به صورت دسته بندی های استاندارد ارائه شده این دسته بندی سبب می شود که یک نمای کلی از این بزرگی عملیات چه مقدار خواهد بود , را مشخص می کند
 - ۲- ایجاد روش تاکتیکی: وقتی مشخص گردید که ساختار ساختمان و موقعیت محل آن به چه شکل است حال با اتخاذ یک تدبیر تاکتیکی می توان به اطفاء آن در لحظات بحرانی نزدیک شد و یا کاملاً آن را اطفاء نمود
 - ۳- نیازمندیها: هر حمله و یا تدبیر تاکتیکی احتیاج به لوازم و تجهیزات که می تواند شامل تعداد ایستگاهها تعداد خودروها پرسنل و دیگر احتیاجات و نیازهای موجود با توجه به وسعت تاکتیکی که می خواهد در عملیات اتخاذ شود.
 - ۴- مشخص کردن منابع موجود: می تواند شامل هیدرانت آب , منابع روباز , خودرو پودر پاش وغیره و دیگر منابع که حتی می توان به منابع موجود در خود محل نیز اشاره نمود .
 - ۵- تعیین وظایف: بعد از اتمام این مراحل نوبت پرسنل و تعیین وظایف آنها در محل حادثه می باشد و نحوه درست انجام دادن کار محوله به یک دسته یا گروه و یا یک ایستگاه و چند ایستگاه را می توان ذکر نمود که هر چه در این امر دقت عمل و یک پارچگی با توجه به نکاتی که قبلاً ذکر شد در قالب یک اصول فرمان پذیری بسیار حائز اهمیت است .
- طبیعت موانع و روشهای استاندارد مقابله با آنها باید در طرحهای قبل از آتش سوزی منظور شوند این کار باعث می شود که پرسنل تیم حمله اطلاعات قبلی داشته باشند و مانند افرادی که به یک باره وارد فضای تاریک می شوند بطور کورمال عملیات نکنند بهترین وقت برای تعیین این که این نیروگاه انرژی چگونه و به چه شکلی ایجاد نیرو میکند و چگونه با آن بایستی مقابله کرد و یا نحوه انتقال این انرژی و در پستهای برق در سیستمهای توزیع همانطور ی که قبلاً و در فصلهای گذشته به آن اشاره شد و با آنها تاحدودی آشنا شدیم زمانی است که طرح قبل از آتش سوزی را نیز انجام داده باشیم شرایط برای پرسنل آتش نشان کاملاً مطلوب و دلخواه باشد و حضور ذهنی در این زمینه ها و در هنگام آتش سوزی برای آنان محیا باشد و علاوه بر گرد آوری اطلاعات به طرح ریزی قبل از آتش سوزی و شرایطی فراهم ساخته شود که در شرایط واقعی ممکن است با آن روبرو شود.

شناخت اصول کمک های اولیه در برق گرفتگی و عوارض آن :

عوارض صاعقه و برق گرفتگی یکسان است و شامل قطع تنفس سوختگی الکتریکی و ایجاد سیاهی در محل ورود و خروج الکتریسته و شوک و عوارض قلبی ،عصبی ،خونی و چشمی است .

درمان مثل قبل تنفسی مصنوعی فوری ،اکسیژناسیون ،ماساژخارجی قلب ،خون گرفتن و وصل سرم گلوکزه است

فصل ۸ :**آشنایی کمکهای اولیه و امداد در برق گرفتگی:****نجات شخص برق گرفته از مدار برق**

- ۱- قطع مدار برق
- ۲- رها کردن از مدار
- ۳- تنفس مصنوعی و ماساژ قلبی
- ۴- رساندن به پزشک

قطع برق و رها کردن از مدار

اولین اقدام قطع برق از فیوز یا پریز است و در ولتاژ کم بوسیله عایق مثل چوب خشک، پارچه، روزنامه، طناب خشک، لاستیک و لباس ضخیم سیم را از برق و مصدوم قطع نموده فوراً عملیات نجات را انجام می دهیم ولی در ولتاژهای بالا نبایستی حتی تا فاصله ۱۵ متری نزدیک شود زیرا که خودش نیز قربانی می گردد، لذا بایستی جریان را بطور کلی قطع کرد و هیچ اقدام بجز آن و بکار بردن عایق های ضخیم اثری ندارد.

عملیات نجات مشتمل بر بازنگه داری مجاری تنفسی و تنفس مصنوعی فوری در مورد قطع تنفس و اکسیژناسیون بموقع ۷۵٪ برق گرفتگان را نجات می دهد. پاها بالا یا بدن در شیب قرار گیرد. ماساژ خارجی به قلب در صورت توقف ضربان قلب است. برق گرفته ها غالباً فیبریلاسیون بطنی دارند و باید فوراً ماساژ خارجی توام تنفس مصنوعی داده شود سوختگی های برق را پانسمان نمائیم.

رعد و برق عارضه ای چون برق با ولتاژهای بالاست و ممکنست سوختگی عمیق و یا مرگ آنی بدهد. صاعقه، جرقه عظیمی است که در اثر منقطع و ناگهانی الکتریسته در جو بوجود می آید سقوط صاعقه بشکل یورش عظیم از انرژی الکتریکی با ولتاژ حدود چند میلیون ولت و شدتی حدود صد هزار آمپر بزمین می رسد و مساحتی به وسعت چند ده متر مربع سقوطش را سوزانده و هر که و هر چه را در آنجا باشد درهم می کوبد.

تنفس مصنوعی

به عمل وارد کردن و خارج کردن هوا از ششهای یک انسان بوسیله یک انسان دیگر یا یک وسیله مکانیکی تنفس مصنوعی گفته می شود. معمولاً این کار در زمانیکه تنفس معمولی انسان در اثر بیماریهایی مثل پلی مایلیتیز یا کار نکردن کاردیاک و یا بروز یک حادثه مثل

شوک الکتریکی یا غرق شدگی و تنفس گازهای مضر یا بسته شدن مجراهای تنفسی متوقف شود، انجام می گیرد.

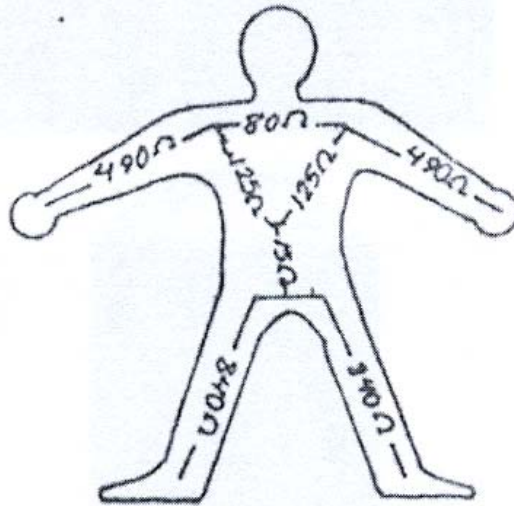
معمولاً می توان با رساندن هوا به ششها و خون بصورت مصنوعی تا زمانیکه ماهیچه های تنفسی بتوانند کار عادی خودشان را انجام دهند جان انسان را نجات داد. در بعضی موارد هنگامیکه حرکات بدنی یک شخص برای مدت طولانی متوقف شده باشد از این روش می توان استفاده کرد. در هنگام بروز تصادف روش تنفس مصنوعی بیش از هر روی دیگری بکار می رود زیرا به هیچ وسیله خاصی نیاز نمی باشد و همچنین بدلیل اینکه خیلی مهم است که به محض از کار افتادن دستگاه تنفسی، تنفس مصنوعی اعمال شود.

در روش تنفس دهان به دهان که از طرف انجمن صلیب سرخ آمریکا پیشنهاد شده است، شخص بیهوش بر پشت خوابانده می شود طوری که سر او به پشت تا آنجا که ممکن باشد فشار داده می شود. یک تکیه گاه که در زیر گردن شخص قرار داده می شود به برقراری موقعیت فوق کمک می کند. فک شخص به جلو کشانده می شود بطوریکه دندانهای پایین او جلوی دندانهای بالای او قرار گیرند. شخص نجات دهنده دهان باز خود را روی دهان باز بیمار قرار می دهد طوری که کاملاً آن را پوشاند. سپس شخص نجات دهنده در حالیکه روی سوراخهای بینی شخص بیمار را پوشانده است با شدت درون دهان او می دمدم تا اینکه قفسه سینه بیمار در اثر پر شدن از هوا بالا بیاید. در این هنگام او دهان خود را از روی دهان بیمار بر می دارد و یک نفس تازه می گیرد. این عمل با سرعتی که باعث شود قفسه سینه بیمار مرتباً بالا و پایین برود ادامه می یابد تا اینکه بیمار به تنفس عادی خود دست یابد و یا شخص نجات دهنده مطمئن شود که او نمی تواند به تنفس عادی برگردد. اگر بیمار یک بچه باشد، نجات دهنده بالغ می تواند دهان خود را روی دهان و بینی قرار دهد و اگر به روش فوق تنفس میسر نشد می تواند دهان بیمار را پوشاند و در بینی او بدمدم.

مسیر جریان مصدوم کننده

به عقیده اغلب محققین مسیر جریان مصدوم کننده خیلی مهم است زیرا ممکن است این جریان از قلب و سیستم تنفسی و یا مغز عبور نماید و یا ممکن است بدون عبور از مغز و یا قلب اختلالات مراکز عصبی را سبب شود در تجاربی که شده دو الکتروود ورودی و خروجی را به یک قسمت از بدن متصل کرده و مشاهده نموده اند که عبور جریان فقط در یک قسمت از بدن (مثلاً یک پا) باعث مرگ شده است. زیرا مقدار جریانی که از بدن در

اثر تماس نقاط مختلف بدن با مقاومت الکتریکی همان مسیر در محل ورود و خروج بستگی مستقیم دارد، که در شکل زیر مقدار مقاومت نقاط مختلف بدن مشخص شده است. مسیر



مقاومت الکتریکی تقریبی قسمت‌های مختلف بدن

هر دو دست که ریه و قلب در معرض برق گرفتگی قرار گرفته و خطر خفگی هم همراه خواهد داشت بسیار خطرناک می باشد و بهمین دلیل همیشه توصیه می شود حتی المقدور در هنگام وجود خطر برق گرفتگی از یک دست استفاده شود.

مقدار جریان مصدوم کننده

اگر جریان مستقیمی که از بدن انسان عبور می کند بیش از $0/05$ آمپر باشد (50 میلی آمپر) برای اغلب افراد خطرناک است و در مقابل عبور جریان متناوب بخاطر اینکه مقاومت بدن خیلی کمتر می شود بعلت تغییر مداوم جهت جریان ضربات وارد بر سلسله اعصاب شدیدتر است به این جهت عبور $0/025$ آمپر در فرکانس 25 تا 10 و ده میلی آمپر در فرکانس 50 تا 60 هرتز بطور کلی شدت جریان الکتریکی بستگی به مقاومت بدن و مقدار فشار الکتریکی دارد.

مدت تاثیر جریان

مدت تاثیر جریان بر بدن انسان از عوامل مهمی محسوب شده و متغیر می باشد مقاومت بدن انسان بستگی بدین مدت دارد. با عبور شدت جریان گرما ازدیاد پیدا نموده مقاومت کم گشته و طبقه شاخی پوست سوراخ می شود. در صورتی که مدت عبور جریان خیلی کم

باشد تاثیر آن بستگی به وضع فعالیت قلب در زمان عبور جریان دارد زیرا در مدت ۰/۱ ثانیه که قلب انقباض و انقباض پیدا می نماید حساسیت آن در مقابل جریان ازدیاد پیدا می نماید . بنابراین اگر عبور جریان الکتریسیته از یک ثانیه بیشتر بطول انجامد تطابق همان حساسیت قبلی را می توان پیش بینی نمود .

فرکانس جریان متناوب

به عقیده محققین با ازدیاد فرکانس مقاومت الکتریکی بدن انسان که دارای ظرفیت (خازن) می باشد کم می گردد زیرا در رابطه می توان چنین تصور نمود که با ازدیاد فرکانس مقدار جریان عبوری از بدن انسان بیشتر خواهد شد در صورتیکه تجربه عکس این مطلب را ثابت می کند .

جدول ۱- آزمایشی که روی سگها با فرکانس مختلف بعمل آمده

فرکانس (Hz)	ولتاژ (ولت)	تعداد سگهای مورد آزمایش	مرگ به درصد
۵۰	۱۱۷-۱۲۰	۱۵	۱۰۰
۱۰۰	۱۱۷-۱۲۰	۲۱	۴۵
۱۲۵	۱۰۰-۱۲۱	۱۰	۲۰
۱۵۰	۱۲۰-۱۲۵	۱۰	۰

هنوز فرکانس های جریان متناوب که برای انسان فلج قلب و یا تنفس میگردند مشخص نشده اند . از تجربه ای که روی خرگوشها بعمل آمده ازدیاد فرکانس ۱۰۰ تا ۲۱۰ هرتز معرف اثرات ضعیف جریان روی اعضاء بود .

به عقیده بیشتر محققین فرکانسهای ۵۰-۶۰ هرتز مهلکترین فرکانس برای انسان می باشد و اگر این فرکانس را کم یا زیادتیر سازیم خطرات مرگ کمتر خواهد شد . بنظر می رسد بشر برای فرکانس استاندارد مورد استفاده خویش علاقمند به کشنده ترین آن بوده است . فرکانسهای زیاد حدود ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ هرتز معمولاً باعث مرگ نگشته موجب سوختگی محلی شده اند.

ولتاژ مجاز

مسئله تعیین شدت جریانی که از بدن انسان در شرایط مختلف عبور نماید تقریباً غیرممکن می باشد زیرا مقدار این شدت جریان بستگی به عوامل مختلف متغیری دارد و بنابراین نمی توان شدت جریان بدون مخاطره را پیش بینی نمود. در صورتیکه اگر فشار الکتریکی مجاز منظور شود بهتر می توان مسائل مخاطرات برق زدگی را بررسی نمود.

مطابق استانداردهای بین المللی فشار الکتریکی به ضعیف متوسط قوی و خیلی قوی تقسیم بندی می شود. معمولاً فشار الکتریکی ضعیف عبارت از شبکه ای که ولتاژ خطوط آن نسبت به زمین از ۲۵۰ ولت تجاوز نکند و فشار متوسط و قوی از چندین صدولت تا چندین هزار ولت است. در عمل مشاهده شده است دستگاههای جوشکاری که ولتاژ کمتری دارند در ۶۵ ولت برق زدگی توام با مرگ را همراه داشته اند.

۱۱۵۰	۴۷۰	۴۶	۲۱۶	۱۲۸	۹۰	۶۰	ولتاژ متناوب (ولت)
۲۷۳	۱۳۹	۸۵۴	۳۴۴	۱۵۹	۵۴/۸	۴۵/۵	شدت جریان (میلی آمپر)
$\frac{1}{4}$	۶/۹	۶/۹	۶/۸	۶/۶	۱۴	۱۴	مدت تاخیر جریان (ثانیه)
۵۰	۳۳	۳۳	۳۳	۲۶/۶	۱۶/۵	۵/۸	مرگ به درصد

جدول ۲- نتایج اعمال ولتاژ بر خرگوشها

در جدول ۳ نوع تاثیر و مقدار جریان دائم و متناوب و اثر فیزیولوژیک آنها خلاصه شده است این مقادیر با مطالعه در مصدومین برق و محاسبه شدت جریان پس از سانحه از روی رله و پارامترهای شبکه بدست آمده است.

شدت جریان (میلی آمپر)	جریان متناوب ۵۰-۶۰	جریان دائم
۱/۵-۰/۶	احساس عبور جریان ، لرزش کم انگشتان دست	محسوس نیست
۳-۲	لرزش شدید انگشتان دست	محسوس نیست
۷-۵	تشنج دستها	درد با احساس گرما
۱۰-۸	دستها بسختی تکان می خورد ولی می توان آنها را از الکترودها جدا نمود . درد شدید در انگشتان و مفاصل دست ، بی حسی دستها	احساس تشدید گرما
۱۲-۱۱	تشنج عضلات تا شانه ها ادامه یافته و درد شدید احساس می شود . تماس با الکترودها را تا ۳۵ ثانیه می توان تحمل کرد.	احساس تشدید گرما
۱۴-۱۳	رها کردن الکترودها با تکان امکان دارد و تماس با الکترودها را تا ۱۵ ثانیه می توان تحمل کرد	احساس تشدید گرما
۱۵	رها کردن الکترودها غیرممکن بوده و تعویض دستها بوجود می آید	احساس تشدید گرما
۲۵-۲۰	دستها ناگهان فلج شدن و الکترودها را نمی توان رها نمود درد شدید عارض گشته و تنگی نفس بوجود می آید.	احساس تشدید ازدیاد گرما انقباض عضلانی کم در عضلات دست
۸۰-۵۰	بند آمدن نفس - لرزش بطنهای قلب	احساس تشدید ازدیاد گرما انقباض عضلانی و تشنج و سختی تنفس
۱۰۰-۹۰	قطع نفس - اگر بیش از ۳ ثانیه طول بکشد قلب فلج شده و حرکات بطن های قلب قطع می شود	بند آمدن تنفس

جدول ۳- تاثیر و مقدار جریان دائم و متناوب و اثر فیزیولوژیک آنها

شوک الکتریکی :

موجب آسیب ها و عوارضی می شود که تند تپش مربوط به مقدار و شدت جریان برق عبوری از بدن است جریانات ضعیف و ملایم معمولاً خطرناک نیست ولی جریانهای قوی تر ممکن است پرتاب ، فلج تنفسی ، توقف حرکات قلبی و سوختگی های شدید و اعساد هر جریانهای فشار قوی : کارخانه ها و مراکز برقی ، دارند که این ولتاژ بیشتر از ۵۰۰ ولت و حتی دهها و گاهی صدها هزار ولت ، مثلاً در رعد و برق ، دارند که این ولتاژ براحتی می تواند از سرپوشهائی معمولی یا سیمها عبور کند و قبل از چسبیدن به سیم آلات برقی با نزدیک شدن به مراکز برقی پرتاب شدید ، هلاکت فوری و با جرعه آتش سوختگی های شدید درجه پنجمی که تمام سلولهای بدن را می سوزاند و شوک و مرگ آنی را به خاطر خرابی سلولهای سیستم عصبی پیش می آورد .

انتقال مصدوم

در هر حادثه ممکن است پس از قطع برق ، شخص حادثه دیده نجات کامل یابد و هیچ احتیاجی به رها کردن از مدار یا تنفس مصنوعی نداشته باشد . در این صورت شخص نجات دهنده باید مورد چهارم ، یعنی رسانیدن به پزشک را حتماً انجام دهد ، زیرا ممکن است برای مدت کوتاهی وقفه قلبی یا وقفه تنفسی مصدوم برطرف شود ، ولی پس از مدت زمانی دوباره تشدید گردد یا در موقع رفتن به منزل و استراحت کردن دچار ناراحتی قلبی یا تنفسی شود و حتی فوت کند . پس باید در هر مرحله شخص برق گرفته را به پزشک رسانده، حتی در حادثه های برق گرفتگی که منجر به سوختگی قسمتی جزئی از بدن شده باشد.

حفاظت**حفاظت و تدابیر ایمنی در برق:**

موارد ایمن سازی در برق را می توان به سه دسته کلی تقسیم نمود.

- ۱- ایمنی در برابر حریق ناشی از برق.
- ۲- خطر برق گرفتگی و ایمنی فردی.
- ۳- ایمنی سیستم (دستگاه).

ایمنی در مقابل حریق :

بسیاری از آتش سوزی ها در اثر اشکالات که در سیم ها ایجاد می شود بوجود می آید که این عوامل عمدتاً در اثر :

الف: از بین رفتن عایق سیم ها. ب: عبور جریان بیش از حد مجاز از سیم ها. ج: شل بودن اتصالات سیم ها ایجاد می شود.

برای حفاظت و جلوگیری از اینگونه خطر (حریق) موارد ذیل باید رعایت نمود :

- ۱- قوانین و مقررات و استانداردهای مربوطه در تأسیسات الکتریکی رعایت شود.
- ۲- حتی المقدور سیم های برق در مجاورت مواد قابل اشتعال قرار نگیرد.
- ۳- کلیدهای اصلی ، فیوزها و سایر لوازم برقی در جعبه عایق حفاظت شوند.
- ۴- در هیچ نقطه، از سیم های بدون روپوش و سیم کشی روکار بدون حفاظ نباید استفاده کرد.

۵- سیم های برق نباید در دسترس افراد باشد.

خطر برق گرفتگی :

اصولاً بدن انسان و حیوانات هادی الکتریسیته بوده و جریان از آن عبور می کند. مقاومت بدن انسان می تواند بین ۱۰۰ تا ۳۰۰۰ اهم باشد که به این مقدار مقاومت، مقاومت محل تماس (نوک انگشتان دست یا کف پا) نیز اضافه می گردد. البته این مقادیر با نوع پوست و همچنین جنس کفش ارتباط مستقیم دارد. پوست های مرطوب دارای مقاومت کم و پوست های خشک و زبر دارای مقاومت بیشتری هستند.

مقاومت متوسط بدن را می توان در حدود ۱۳۰۰ اهم دانست و با توجه به اینکه جریان ۵۰MA برای اعضای بدن خطرناک می باشد. پس می توان گفت ولتاژهای بیش از ۶۵ ولت برای انسان خطرناک می باشد.

البته ولتاژ زیاد بخودی خود برای انسان مضر نمی باشد و این جریان ایجاد شده در اثر ولتاژ و تداوم آن است که باعث خطر خواهد بود. پس اگر ولتاژی نتواند این جریان را بوجود آورد ضرری برای انسان نخواهد داشت حتی اگر مقدار این قبیل ولتاژها در حد کیلو ولت باشد. صدمات ناشی از عبور جریان از بدن انسان متفاوت است و ممکن به صورت های زیر باشد:

۱- تماس دست راست با سیم های برق که در این حالت مسیر جریان برق از انگشتان دست راست، شانه راست، ریه راست، کبد، ران و پای راست به زمین می رسد، در این حالت بیشتر قسمت راست بدن مورد شوک و تشنج قرار می گیرد.

۲- تماس دست چپ با سیم های برق، که در این حالت مسیر جریان از انگشتان دست چپ، شانه چپ، ریه چپ، قلب و طحال به پای چپ و از آنجا به زمین می رسد. چون

- قلب در مسیر جریان قرار می گیرد در اثر انقباض شدید از کار باز می ماند، لذا کار کردن با دست چپ خطر بیشتری دارد.
- ۳- تماس هر دو دست با سیم های برق، در این حالت جریان بین دو دست و از طریق هر دو ریه و قلب برقرار می شود. در این صورت هم تنفس قطع می شود و هم قلب از کار باز می ماند لذا هرگز نباید با هر دو دست به سیم های برق دست زد.
- ۴- اتصال سیم برق به سر انسان، این نوع اتصال ضمن داشتن خطرات فوق الذکر دارای خطرات زیاد دیگری نیز می باشد.
- ۵- اگر سیم به پشت دست یا قسمتی از بدن و بازو برخورد نماید، در اثر شوکی که وارد می شود احتمال پرت شدن زیاد است.
- ۶- اتصال سیم برق به کف دست ها، باعث انقباض شدید عضلات انگشتان و قفل شدن آنها می شود و اتصال سیم با کف دست ها را محکمتر می کند و خطر بیشتر می شود.
- ۷- عبور جریان برق با فرکانس زیاد بیشتر از پوست بدن عبور می کند و خطری متوجه اعضاء داخل نمی شود اما باعث سوختگی می گردد.
- ۸- نزدیک شدن به شبکه های فشار قوی نیز باعث بروز حوادث و خطر برای انسان می باشد.
- ۹- مسیری که جریان از بدن عبور می کند گرم می شود و در جریان های زیاد باعث پختگی عضلات و سوختگی پوست می شود.
- ۱۰- عبور جریان متناوب 50HZ از بدن باعث تحریک اعصاب می شود.

تأثیر شدت جریان های مختلف روی بدن:

- ۱- جریان متناوب از صفر تا ۲۵ میلی آمپر و جریان مستقیم از صفر تا ۸۰ میلی آمپر باعث گرفتگی عضلات می شود.
- ۲- جریان متناوب از ۲۵ تا ۸۰ و جریان مستقیم از ۸۰ تا ۳۰۰ میلی آمپر سبب ایجاد فراموشی و نامنظم شدن حرکات قلب می شود و امکان ایستادن قلب نیز وجود دارد.
- ۳- جریان متناوب بالاتر از ۸۰ میلی آمپر و جریان مستقیم از ۳۰۰ میلی آمپر تا ۸ آمپر باعث ایستادن قلب و مرگ می شود. این حدود خطرناکترین مقدار جریان است.
- ۴- جریان هایی از ۸ تا ۱۵۰ آمپر باعث پختگی عضلات و سوختگی پوست می شود ولی بندرت باعث ایستادن قلب می گردد.

۵- ادامه عبور جریان مستقیم باعث تجزیه خون و فاسد شدن عضلات شده و خطر مرگ حتمی است.

۶- بطور کلی عبور جریان مستقیم بیش از ۵۰ میلی آمپر برای اغلب افراد خطرناک است اما عبور جریان متناوب از بدن به علت تغییر مداوم جریان و کم بودن مقاومت در برابر جریان متناوب نسبت به جریان مستقیم خطرناکتر است.

آگاه سازی عمومی:

نصب پوستر و پلاکارد در نقاط فشار قوی و صاعقه خیز دوری از نقاط خطر نظیر دکلها بخاطر هدایت برق، دوری از قله، تپه، تسیخ ها و زیر درختان هنگام صاعقه بررسی مرتب لوازم الکتریکی منزل و عایق بندی سیمها، دست نزدن به اجسام شکوک و برق دار است. اگر لازم است آزمایش شود با پشت دست انجام شود، زیرا که عضلات کف دست بعکس عضلات پشت دست سبب انقباض و شدت برق گرفتگی می شود.

موقع طوفان و رعد برق به نقاط مرتفع پناه نبرده بلکه هر جایی که هستند روی زمین دراز بکشند و اگر وسیله فلزی از قبیل پول، چاقو، ساعت و غیره دارند از خود دور نمایند و نزدیک تیر تلفن و تلگراف و درخت و خانه ای که تنها در جایی ساخته شده نایستند.

شرکتهای توزیع

شماره تلفن	آدرس شرکت	نوع شرکت	برق منطقه ای	نام شرکت
-	-	توزیع	فارس	شرکت توزیع استان بوشهر
۳۳۰۰۵۳۳	تبریز - ولیعصر - آخر خیابان نظامی - اول قطران	توزیع	آذربایجان	شرکت توزیع برق آذربایجان شرقی
۳۴۴۹۰۰۲	ارومیه - خیابان سربازان گمنام - برق - شرکت توزیع نیروی برق	توزیع	آذربایجان	شرکت توزیع برق آذربایجان غربی
۲۲۳۲۶۰۱-۳	اردبیل - خیابان شهدا - روبروی آموزش و پرورش شرکت توزیع برق	توزیع	آذربایجان	شرکت توزیع برق اردبیل
۶۲۷۳۰۱۱-۱۲ ۶۲۴۵۰۹۰	اصفهان - خیابان شریعتی - شرکت توزیع برق استان اصفهان	توزیع	اصفهان	شرکت توزیع برق استان اصفهان
۰۸۴۱- ۳۳۳۷۴۰۲	ایلام - بلوار مدرس - شرکت توزیع برق	توزیع	غرب	شرکت توزیع برق استان ایلام
۴۲۵۱۴۶۱ ۴۲۴۰۰۱۱-۲	زنجان - خیابان سرباز توزیع برق استان زنجان	توزیع	زنجان	شرکت توزیع برق استان زنجان

				۴۲۴۴۵۶۵
شرکت توزیع برق استان سمنان	سمنان	توزیع	سمنان - بلوار قدس	۳۳۲۱۹۳۱
شرکت توزیع برق استان فارس	فارس	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق استان قزوین	زنجان	توزیع	قزوین - خیابان طالقانی - شرکت توزیع برق قزوین	۲۳۹۸۰۱-۵
شرکت توزیع برق استان قم	تهران	توزیع	قم - خیابان نیروگاه - شرکت توزیع برق قم	۸۸۳۷۹۰۲
شرکت توزیع برق استان گلستان	مازندران	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق استان لرستان	باختر	توزیع	خرم آباد - میدان ۲۲ بهمن - مجتمع اداری شرکت توزیع استان لرستان	۰۶۶۱-۳۸۰۰۱-۳
شرکت توزیع برق استان مرکزی	باختر	توزیع	اراک - میدان دارائی - خیابان امام موسی	۲۲۲۸۰۵
شرکت توزیع برق استان فارس	فارس	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق استان همدان	باختر	توزیع	همدان - شرکت توزیع همدان	۸۲۷۴۶۳۳
شرکت توزیع برق اهواز	خوزستان	توزیع	اهواز - فلکه سوم کیانپارس - نبش خیابان دوم	۳۳۶۲۸۷۰-۷۱ ۳۳۳۱۸۳۰ ۳۳۶۵۳۳۷ ۳۳۶۴۲۴۹ ۳۳۳۸۵۲۷
شرکت توزیع برق تبریز	آذربایجان	توزیع	کوی ولیعصر تبریز - خیابان نظامی - خیابان قطران شرکت توزیع برق	۳۳۰۳۸۹۵ ۳۳۲۸۹۴۶-۹
شرکت توزیع برق جنوب استان خراسان	خراسان	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق جنوب شرق تهران	تهران	توزیع	تهران - میدان شهدا - ابتدای خیابان پیروزی	۳۲۶۲۱۸۴
شرکت توزیع برق جنوب تهران	تهران	توزیع	-	-

غرب تهران				
شرکت توزیع برق جنوب کرمان	کرمان	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق چهار محال و بختیاری	اصفهان	توزیع	شهر کرد - فلکه دانشگاه ستاد شرکت توزیع نیروی برق استان چهارمحال بختیاری	۲۲۲۷۰۱۱
شرکت توزیع برق خراسان	خراسان	توزیع	بلوار وکیل آباد بلوار دانشجو شرکت توزیع استان خراسان شرکت توزیع نیروی برق خراسان - تربت حیدریه	۶۰۶۲۵۰۱-۶ ۶۰۵۶۸۱۰
شرکت توزیع برق خوزستان	خوزستان	توزیع	اهواز - امانیه خیابان شهید منصفی - شرکت توزیع برق خوزستان	۳۳۶۴۸۰۱-۳
شرکت توزیع برق شمال خراسان	خراسان	توزیع	مشهد - بلوار فرهنگ - شرکت توزیع استان خراسان	۰۹۱۳۵۱۴۸۶۳ ۷
شرکت توزیع برق شمال شرق تهران	تهران	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق شمال غرب تهران	تهران	توزیع	خیابان آیت ... کاشانی نرسیده به میدان نور	۴۰۷۷۰۲۹ ۴۰۸۵۶۷۷ ۴۰۷۸۰۷۶
شرکت توزیع برق شمال کرمان	کرمان	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان	اصفهان	توزیع	اصفهان خیابان میر جنب بیمارستان سپاهان ۱	۶۶۱۳۰۱۱-۱۳
شرکت توزیع برق شهرستان مشهد	خراسان	توزیع	- -	۷۶۸۴۳۱۰
شرکت توزیع برق شیراز	فارس	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق غرب استان تهران - کرج	تهران	توزیع	کرج - بلوار طالقانی - روبروی فروشگاه فرهنگیان	۴۲۶۰۸۹
شرکت توزیع برق غرب استان مازندران	مازندران	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق کردستان	غرب	توزیع	-	-

			-	-
شرکت توزیع برق کرمانشاه	غرب	توزیع	استان کردستان - شهرستان سنندج خیابان اکباتان	۰۸۷۱- ۲۲۶۳۷۷
شرکت توزیع برق کهگیلویه و بویراحمد	خوزستان	توزیع	ياسوج - بلوار مطهری - شرکت توزیع نیروی برق استان کهگیلویه و بویراحمد	۳۳۳۴۸۵۰-۲ ۳۳۳۴۱۳۳
شرکت توزیع برق گیلان	گیلان	توزیع	بلوار امام خمینی	-
شرکت توزیع برق مازندران	مازندران	توزیع	-	-
شرکت توزیع برق مرکز تهران	تهران	توزیع	میدان شهدا - شرکت توزیع برق مرکز	۳۳۴۹۰۴۳
شرکت توزیع برق هرمزگان	هرمزگان	توزیع	-	-
شرکت توزیع نیروی برق یزد	یزد	توزیع	-	-

برق منطقه ای

توزیع نیروی برق	مدیریت تولید برق	برق منطقه ای
تبریز آذربایجان شرقی آذربایجان غربی اردبیل	تبریز آذربایجان غربی	آذربایجان
(اصفهان) شهرستان (اصفهان) استان بختیاری چهار محال و	اصفهان منتظری شهید محمد	اصفهان
مرکزی همدان لرستان	(شهید مفتاح) غرب شازند	باختر
تهران مرکزی شمال شرق تهران	ری شهید منتظر قائم	تهران

شمال غرب تهران جنوب شرق تهران جنوب غرب تهران غرب تهران قم	قم بعثت شهید رجایی نیروگاه شهید فیروزی	
(خراسان) استان (مشهد) شهرستان جنوب خراسان شمال خراسان	توس مشهد نیروگاه های گازی خراسان	خراسان
اهواز خوزستان کهگیلویه و بویر احمد	(زرگان) شهید مدحج اهواز رامین	خوزستان
زنجان قزوین		زنجان
سمنان		سمنان
	ایران شهر	سیستان و بلوچستان
کرمانشاه کردستان ایلام	بیستون	غرب
شیراز فارس بوشهر	فارس جنوب فارس	فارس
شمال کرمان جنوب کرمان	کرمان زرند	کرمان
گیلان	مدیریت تولید برق گیلان مدیریت تولید شهید بهشتی	گیلان
مازندران غرب مازندران گلستان	مدیریت تولید شهید سلیمی	مازندران

هرمزگان	مدیریت تولید برق هرمزگان	هرمزگان
یزد	یزد	یزد
برق منطقه ای	مدیریت تولید برق	توزیع نیروی برق
آذربایجان	تبریز آذربایجان غربی	تبریز آذربایجان شرقی آذربایجان غربی اردبیل
اصفهان	اصفهان منتظری شهید محمد	(اصفهان) شهرستان (اصفهان) استان بختیاری چهار محال
باختر	(شهید مفتاح) غرب شازند	مرکزی همدان لرستان
تهران	ری شهید منتظر قائم قم بعثت شهید رجایی نیروگاه شهید فیروزی	تهران مرکزی شمال شرق تهران شمال غرب تهران جنوب شرق تهران جنوب غرب تهران غرب تهران قم
خراسان	توس مشهد نیروگاه های گازی خراسان	(خراسان) استان (مشهد) شهرستان جنوب خراسان شمال خراسان
خوزستان	(زرگان) شهید مدحج اهواز رامین	اهواز خوزستان کهگیلویه و بویر احمد
زنجان		زنجان قزوین

سمنان		سمنان
بلوچستان و سیستان	ایران شهر	
غرب	بیستون	کرمانشاه کردستان ایلام
فارس	فارس جنوب فارس	شیراز فارس بوشهر
کرمان	کرمان زرند	شمال کرمان جنوب کرمان
گیلان	مدیریت تولید برق گیلان مدیریت تولید شهید بهشتی	گیلان
مازندران	مدیریت تولید شهید سلیمی	گلستان
هرمزگان	مدیریت تولید برق هرمزگان	هرمزگان
یزد	یزد	یزد

سایر شرکت ها
سازمان توسعه برق ایران
پروژه های نیروگاهی ایران (مپنا شرکت مدیریت)
شرکت تعمیرات نیروگاهی ایران
سازمان انرژی های نو ایران (سانا)
سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)