



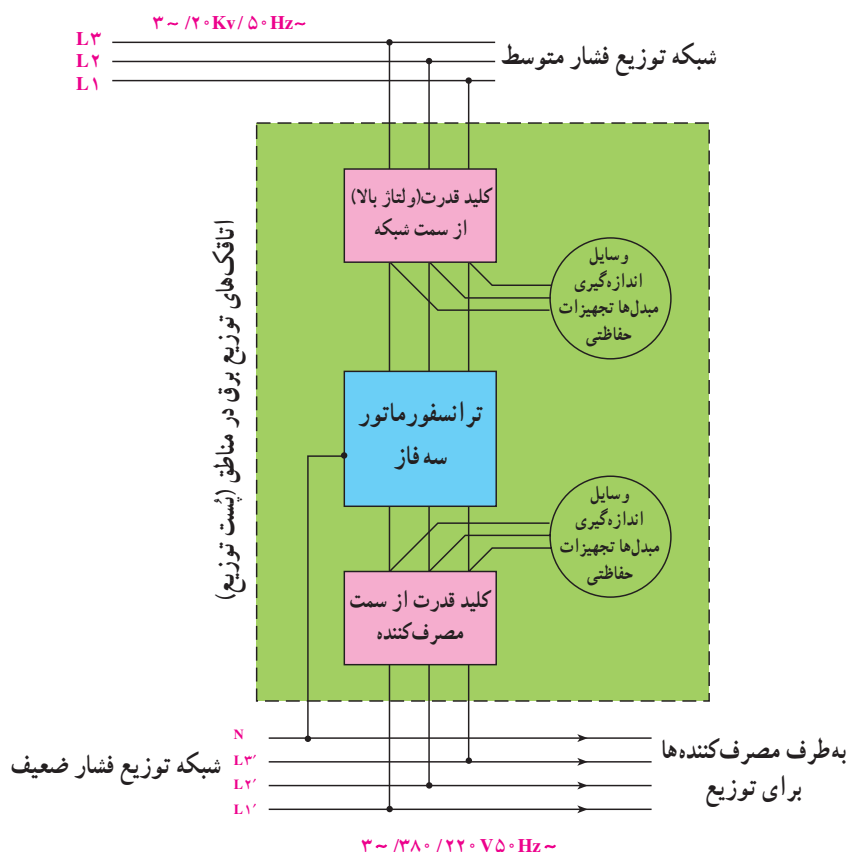
حفاظت الکتریکی

۸-۱ اتصال زمین الکتریکی

ولتاژ ۲۰ کیلوولت شبکه‌های توزیع سه فاز، توسط ترانسفورماتور به ولتاژ ۴۰۰ ولت بین دو فاز و ۲۳۱ ولت بین فاز و نول کاسته می‌شود و در اختیار مصرف‌کننده‌ها قرار می‌گیرد. (از به هم وصل شدن یک سر سه سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور نقطه مرکزی N یا نول به وجود می‌آید.) در این نوع ترانسفورماتورها نقطه‌ی مرکزی (N) به زمین وصل می‌شود. شکل ۸-۱، شبکه‌ی سه فاز توزیع و اتصال نقطه‌ی مرکزی ترانسفورماتور به زمین را نشان می‌دهد.^۱ اتصال یک

تعریف : حفاظت الکتریکی مجموعه اقداماتی است که باید در تأسیسات الکتریکی انجام گیرد، تا خطرات و خسارات ناشی از جریان برق به افراد و تأسیسات به حداقل برسد. در تمام تأسیسات الکتریکی، حفاظت افراد در مقابل خطر برق گرفتگی باید با دقت هر چه بیش‌تر و مطابق با قوانینی که به این منظور وضع شده، انجام شود.

تابلو و میز کار شما باید مجهز به کلید محافظ جان باشد.



شکل ۸-۱ شبکه‌ی توزیع و ترانسفورماتور محلی و چگونگی اتصال نقطه‌ی نول

۱- در این قسمت آموزش مدار مطرح نیست و فقط آموزش اتصال سیم زمین مدنظر است.

می‌دهند و مقدار آن از طریق رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است :

$$U_B = R_B \times I_B$$

که در آن :

R_B : مقاومت بدن انسان

I_B : حداقل جریان خطرناک

از آن‌جا که حداقل مقاومت بدن 1300 اهم و حداقل جریان خطرناک 0.5% آمپر است، می‌توان گفت حداقل ولتاژ تماس خطرناک برابر است با :

$$U_B = R_B I_B = 1300 \times 0.005 = 6.5 \text{ V}$$

ولتاژ بیش از 6.5 ولت برای انسان خطرناک می‌باشد.

۸-۳ عبور جریان از زمین

کره‌ی زمین متشکل از عناصر و ترکیبات گوناگون، به خصوص نمک‌های مختلف و رطوبت، است. حجم کره‌ی زمین بسیار زیاد و بار الکتریکی آن خنثی است. هر چه از سطح زمین به طرف عمق آن بروی پوسته‌ی زمین پیش رویم، به دلیل افزایش رطوبت، مقاومت زمین کم‌تر و در نتیجه هادی‌تر می‌شود. چنان‌چه به هر علت، یک فاز با زمین ارتباط برقرار کند (مستقیماً و یا توسط شخص)، جریان الکتریکی در زمین برقرار می‌شود. اگر سیم فاز مستقیماً به زمین وصل شود، با توجه به کم شدن مقاومت مدار، شدت جریان بیش‌تری در زمین جاری می‌شود.

۸-۴ ولتاژ گام

نقطه‌ای که سیم فاز با زمین ارتباط برقرار می‌کند، دارای بیش‌ترین پتانسیل الکتریکی است و هر چه از آن نقطه (در جهات مختلف) دور شویم، افت پتانسیل بیش‌تر و در نتیجه پتانسیل الکتریکی کم‌تر می‌شود (شکل ۸-۳).

قسمت از شبکه‌ی الکتریکی، مستقیماً یا توسط امپدانس، را با زمین «اتصال زمین الکتریکی» می‌نامند.

هدف اصلی از اتصال نقطه‌ی مرکزی ترانسفورماتور (N)

به زمین، این است که پتانسیل (N) در مقدار صفر ولت تثبیت شود.

۸-۲ ولتاژ تماس

در صورت اتصال یک فاز به بدنه‌ی فلزی دستگاه، اختلاف پتانسیلی بین بدنه و زمین به وجود می‌آید. حال اگر شخصی بدنه‌ی دستگاه را لمس کند، مدار بسته‌ای شامل سیم فاز، بدن شخص، زمین و اتصال بین زمین و نقطه‌ی مرکزی ترانسفورماتور تشکیل می‌شود. جریان به وجود آمده در این مدار، از بدن شخص عبور می‌کند و چنان‌چه مقدار این جریان از 0.5% آمپر بیش‌تر شود، خطرناک خواهد بود و ممکن است سبب برق‌گرفتگی و مرگ آن شخص شود.

شکل ۸-۲، مسیر عبور جریان از بدن شخص برق گرفته

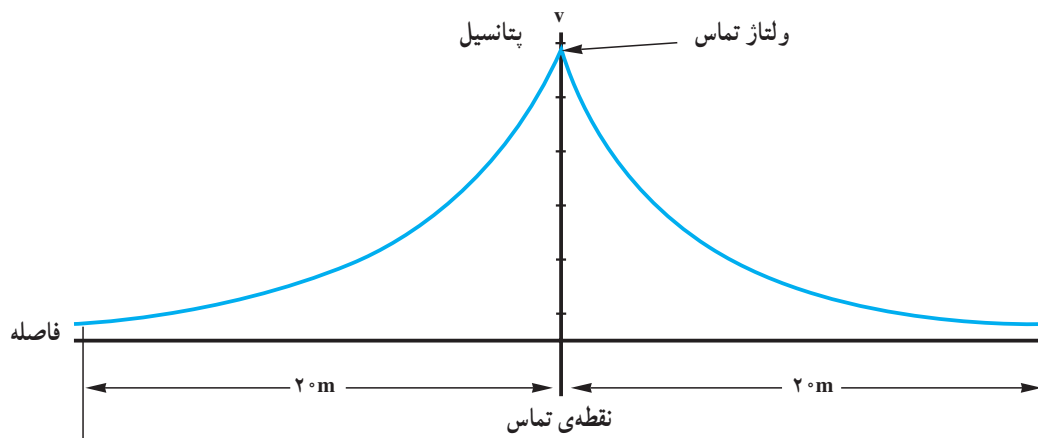
را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۲ نحوه‌ی عبور جریان از بدن شخص برق گرفته

هر چه مقدار جریان عبوری از بدن زیادتر شود، خطر مرگ ناشی از برق‌گرفتگی بیش‌تر می‌شود.

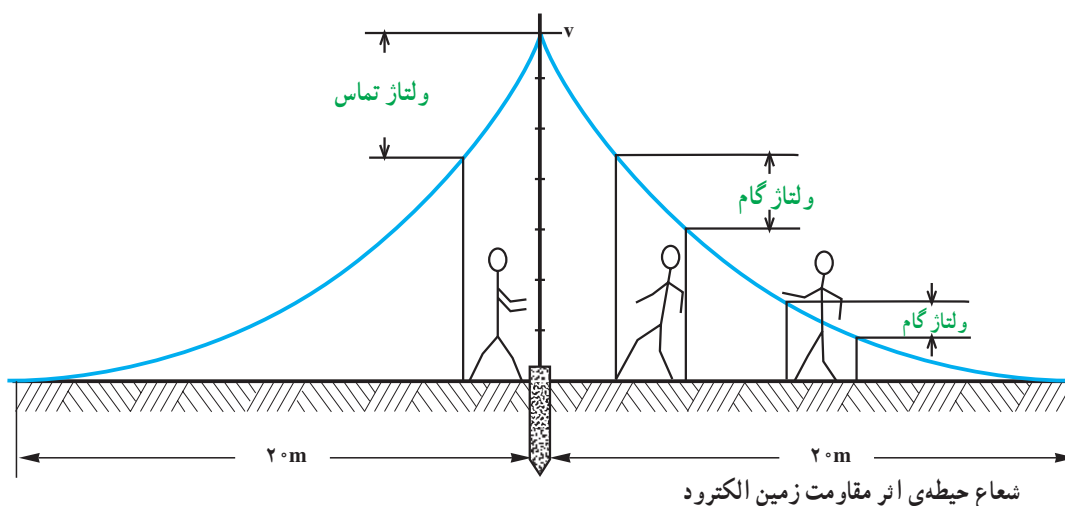
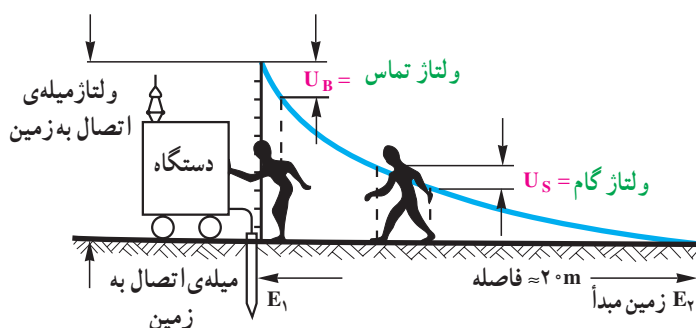
ولتاژ تماس عبارت است از اختلاف پتانسیلی که در بدن شخص در هنگام برق‌گرفتگی ایجاد می‌شود و آن را با U_B نشان



شکل ۸-۳ نحوه‌ی توزیع پتانسیل الکتریکی در اطراف نقطه‌ی تماس سیم فاز با زمین

پای این شخص اختلاف پتانسیل $V = V_1 - V_2$ برقرار می‌شود که جریانی را در داخل بدن شخص عبور می‌دهد. این اختلاف پتانسیل را، ولتاژ گام می‌نامند. چنان‌چه ولتاژ گام از ۶۵ ولت تجاوز کند، برای شخص خطر برق گرفتگی شدید ایجاد می‌شود. شکل ۸-۴ ولتاژ گام و ولتاژ تماس را نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۸-۳، هر چه از محل اتصال، دور شویم پتانسیل الکتریکی کم‌تر می‌شود و در فاصله‌ی تقریباً ۲۰ متری به صفر می‌رسد. چنان‌چه شخصی در داخل دایره‌ای به مرکز نقطه‌ی اتصال سیم فاز به زمین و به شعاع تقریباً ۲۰ متری ایستاده باشد، بین دو



شکل ۸-۴ ولتاژ گام، ولتاژ تماس

باشد که جریان خطا، در کم‌تر از ۵/۰ ثانیه وسیله‌ی حفاظتی (مثلاً فیوز) را قطع کند. مقاومت اتصال زمین باید تا حد امکان کم باشد (حداکثر بین ۱ تا ۲ اهم) مقاومت زمین بستگی به نوع زمین دارد و هرچه زمین مرطوب‌تر باشد مقاومت زمین کم‌تر است. برای کاهش مقاومت زمین و حفظ رطوبت و جلوگیری از خوردگی عامل‌های زمین از محلول‌های مخصوص که در محل اتصال زمین (چاه ارت) ریخته می‌شود، استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری مقاومت زمین از دستگاه میگر و یا ارت تستر استفاده می‌شود (شکل ۵-۸).



شکل ۵-۸ میگر

شکل ۶-۸ طریقه‌ی استفاده از سیستم حفاظت زمین را برای مصرف کننده نشان می‌دهد. اگر شخصی با بدنه‌ی دستگاه تماس داشته باشد و همزمان سیم فاز به طریقی به بدنه‌ی دستگاه وصل شود، جریان اتصال‌ی جاری شده در بدنه‌ی دستگاه، دو مسیر برای عبور پیدا می‌کند، یکی عبور از بدن شخص و زمین و دیگری مستقیماً به زمین. چون مقاومت بدن اشخاص به طور متوسط حدود ۱۳۰۰ اهم است، بنابراین جریان از طریق مقاومت کم‌تر، یعنی زمین عبور می‌کند و نهایتاً باعث قطع سریع فیوز می‌شود. اتصال زمین

برخی مواقع بدون ارتباط شخص با سیم فاز شبکه‌ی الکتریکی، خطر برق‌گرفتگی ایجاد می‌شود. به عنوان مثال، می‌توان از اصابت صاعقه به زمین نام برد. هنگام اصابت صاعقه به زمین مقدار بسیار زیادی بار الکتریکی، در جهات مختلف و با سرعت بسیار زیاد، در زمین جاری می‌شود و - چنان که می‌دانیم - حرکت بار همان جریان الکتریکی است. در نتیجه محل وقوع صاعقه بیش‌ترین پتانسیل را داراست و نقاط زمین، به تدریج که از محل وقوع صاعقه دور شویم، در اثر افت پتانسیل (در زمین) دارای پتانسیل الکتریکی کم‌تری می‌شوند. در این حالت، چنان‌چه شخصی مستقیماً در محل اصابت صاعقه قرار گیرد، مرگ او حتمی خواهد بود و چنان‌چه در دایره‌ی خطر محل اصابت صاعقه قرار گیرد، ولتاژ گام به وی اعمال می‌شود.

حال با توجه به مطالب ذکر شده به شرح سیستم‌های متداولی که انسان را در مقابل ولتاژهای بیش از ۶۵ ولت حفاظت می‌کند می‌پردازیم.

تماس دستگاه‌های برقی باید دارای سیستم ارت (سیم اتصال به زمین) باشند.

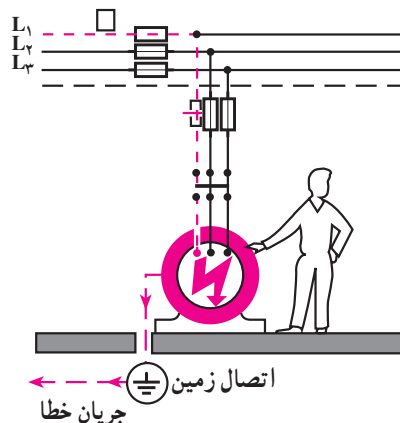
۵-۸- انواع روش‌های حفاظت الکتریکی

برای محافظت افراد در مقابل برق‌گرفتگی روش‌های مختلفی وجود دارد که آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۱-۵-۸ حفاظت توسط سیم زمین: در این سیستم

قسمت‌های فلزی وسایل الکتریکی، که ارتباطی به شبکه‌ی تغذیه ندارند، توسط سیم به زمین اتصال می‌یابند. چنان‌چه به بدنه‌ی وسیله‌ی الکتریکی، سیم دارای ولتاژ متصل نشده باشد، پتانسیل بدنه‌ی این وسیله، با پتانسیل زمین برابر است. اگر در اثر پیدا شدن عیب، سیم دارای ولتاژ (فاز) به بدنه وصل شود، جریانی از طریق زمین و سیم متصل به زمین و نقطه‌ی MP ترانسفورماتور و سیم فاز جاری می‌شود. مقدار این جریان باید به اندازه‌ای

می‌تواند توسط لوله یا میله‌ی فلزی، نوار، سیم فلزی و صفحه‌ی فلزی انجام پذیرد که معمولاً توسط یک رشته سیم با مقطع مناسب (با توجه به جریان نامی مصرف کننده) به اتصال زمین وصل می‌شود. انواع عامل‌های زمین عبارتند از:



شکل ۸-۶ اتصال زمین حفاظتی

یا سیمی می‌توان از یکی از موارد زیر استفاده کرد:

- تسمه‌ی فولادی قلع‌اندود با سطح مقطع، ۱۰۰ میلی‌متر مربع

- سیم فولادی به هم تابیده شده‌ی قلع‌اندود با سطح مقطع کل، ۹۵ میلی‌متر مربع

- تسمه‌ی مسی با سطح مقطع، حداقل ۵۰ میلی‌متر مربع

- سیم مسی با سطح مقطع، حداقل ۳۵ میلی‌متر مربع

این عوامل نواری می‌توانند به شکل شعاعی یا حلقوی و یا شبکه‌ای، در عمق حداقل ۰/۵ متری سطح زمین قرار گیرند.

اتصال زمین صفحه‌ای: در اتصال زمین صفحه‌ای، از صفحه‌ی آهنی قلع‌اندود به ابعاد حداقل ۰/۵ متر و ضخامت ۳ میلی‌متر و یا از صفحه‌ی مسی به ابعاد ۰/۵ متر و ضخامت ۲ میلی‌متر استفاده می‌شود. این صفحه باید به صورت عمودی و طوری نصب شود که لبه‌ی بالایی صفحه حداقل یک متر از سطح زمین فاصله داشته باشد.

در این حالت نیز می‌توان به جای استفاده از یک صفحه با ابعاد زیاد، از چند صفحه با ابعاد کم‌تر استفاده کرد، به شرط آن که فاصله‌ی صفحه‌ها از یکدیگر حداقل ۳ متر باشد و آن‌ها را بتوان به صورت موازی به یکدیگر متصل کرد.

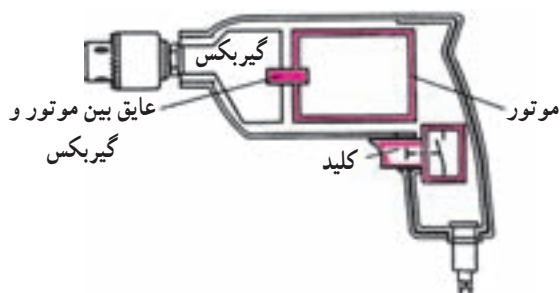
شکل ۸-۷ روش‌های مختلف اتصال زمین را نشان می‌دهد. محل نصب عامل زمین باید هر چند ماه یک‌بار مورد بازرسی قرار گیرد و مقاومت آن اندازه‌گیری شود. در صورت زیاد شدن مقاومت زمین، می‌توان با اضافه کردن آب یا محلول آب‌نمک، یا تدابیر دیگر، مقاومت آن را کم کرد.

اتصال زمین لوله‌ای یا میله‌ای: در اتصال زمین لوله‌ای یا میله‌ای، می‌توان از لوله یا میله‌های فلزی، به قطر یک تا دو اینچ و به طول یک تا ۶ متر، که قلع‌اندود باشند و به صورت عمودی در زمین کوبیده شوند، استفاده کرد. در صورتی که امکان کوبیدن لوله‌ها نباشد، می‌توان از چند لوله که مجموع طول آن‌ها برابر طول مورد نیاز باشد استفاده کرد. در این حالت باید لوله‌ها را با فاصله‌ی بیش‌تر از طول هر لوله از یکدیگر کوبید و سر آن‌ها را به یکدیگر وصل کرد (اتصال موازی).

اتصال زمین نواری یا سیمی: در اتصال زمین نواری

عامل زمین نواری			عامل زمین لوله‌ای	عامل زمین صفحه‌ای
شعاعی	حلقوی	شبکه‌ای		

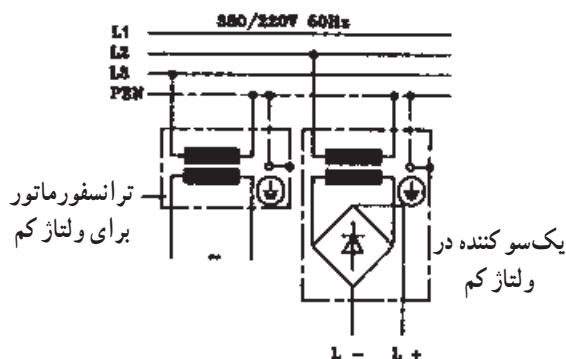
شکل ۸-۷ انواع عامل‌های زمین



شکل ۸-۸

۸-۵-۲ حفاظت توسط عایق کاری: در این نوع

حفاظت تمام قسمت‌های دستگاه که امکان تماس با آن‌ها وجود دارد عایق کاری می‌شود. در مورد دستگاه‌هایی که ساکن هستند می‌توان کف زمین و یا دیوارها را عایق کاری کرد. علامت مشخصه حفاظت توسط عایق [] می‌باشد.



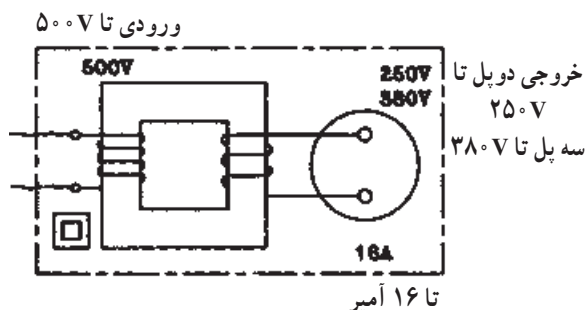
شکل ۸-۹ ترانس کاهنده با دو سیم پیچ مجزا

۸-۵-۳ حفاظت توسط ولتاژ کم: در حفاظت

توسط ولتاژ کم از ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم پیچ مجزا استفاده می‌شود ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور باید کم‌تر از ۴۲ ولت باشد. استفاده از اتوترانسفورماتور در این نوع حفاظت مجاز نیست.

۸-۵-۴ حفاظت توسط ترانسفورماتور جداکننده

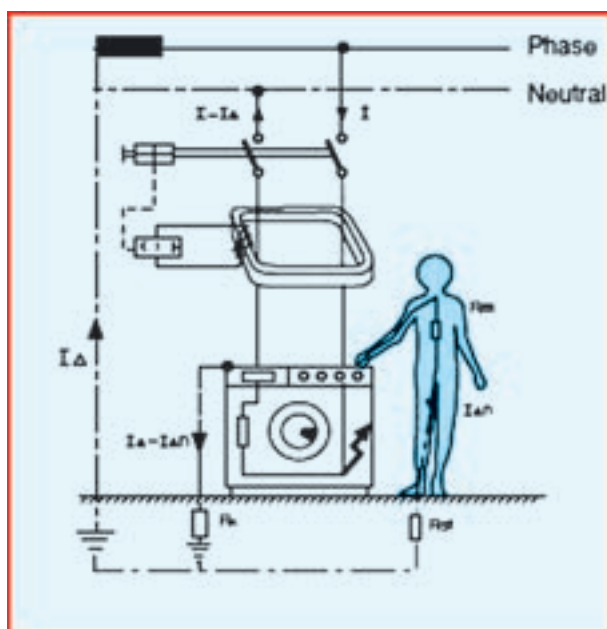
(ایزوله): در این نوع حفاظت از یک ترانسفورماتور یک به یک استفاده می‌شود. در این نوع ترانسفورماتور ولتاژ اولیه با ثانویه برابر است. بدین ترتیب ولتاژ تغذیه مصرف کننده از نظر الکتریکی از شبکه جدا می‌شود. بنابراین چنانچه در سمت ثانویه، کاربر تنها یکی از سیم‌های خروجی را لمس کند خطر برق گرفتگی وجود نخواهد داشت. ثانویه این نوع ترانسفورماتور نباید اتصال زمین داشته باشد.



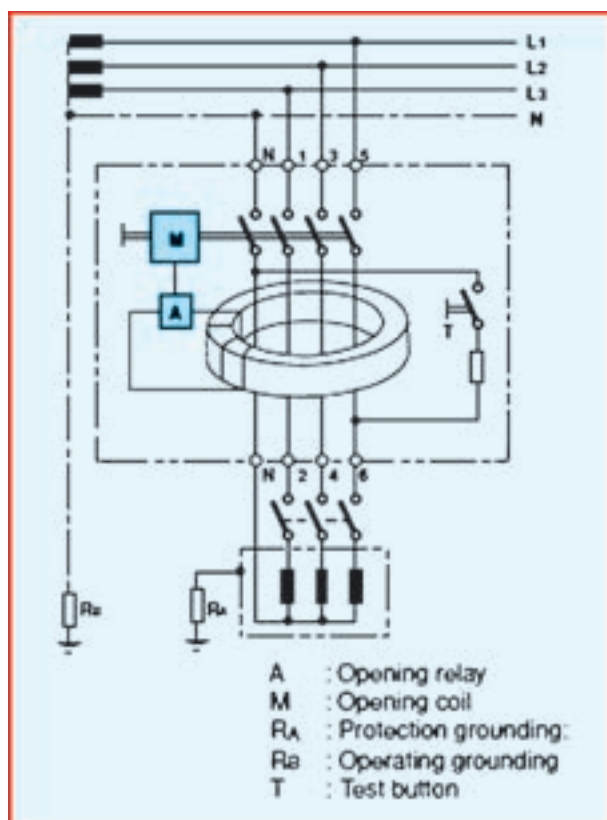
شکل ۸-۱۰ ترانس ایزوله

۸-۵-۵ حفاظت توسط کلید خطای جریان (FI):

همان‌طوری که در فصل پنجم توضیح داده شد، از این کلید یا رله که به رله حافظ جان نیز معروف است برای محافظت اشخاص



شکل ۱۱-۸ عملکرد رله FI دو پل



شکل ۱۲-۸ عملکرد رله FI چهار پل

در مقابل تماس بدن با یکی از سیم‌های فاز به کار می‌رود و در دو نوع تک فاز (دوپل) و سه فاز (چهار پل) وجود دارد. در صورتی که سیم فاز به بدنه دستگاه یا شخص اتصال یابد، در این صورت مجموع جریان‌های ورودی با جریان‌های خروجی برابر نمی‌شود و این مسئله باعث تحریک یک رله گردیده که مدار را قطع می‌کند. بر روی این رله یک دکمه تست نیز وجود دارد که در صورت فشار بر روی آن رله برق مدار را قطع خواهد کرد.

– هنگام خرید رله FI مراقب باشید تا نوع کلید مرغوب و قابل اعتماد باشد.

– در صورت عدم وجود سیستم اتصال زمین، اتصال بدنه موجب قطع رله نخواهد شد و این امر موجب بروز حادثه می‌شود.

– حداکثر جریان خطا برای محافظت در مقابل برق‌گرفتگی، برای این رله 30 mA در نظر گرفته می‌شود.

مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۹۳-۷-۹)

کلیه مدارهای نهایی، اعم از روشنایی و پریز، باید برای وصل به بدنه‌های هادی چراغ‌ها یا کنتاکت پریزها (برحسب مورد) شامل هادی حفاظتی باشند.

یادآوری: چنانچه بدنه چراغی از جنس عایق باشد، هادی حفاظتی در محل آن به دقت عایق‌بندی و رها می‌شود تا اگر احتمالاً در آینده در محل آن چراغ عایق چراغی با بدنه هادی نصب شود، از آن هادی حفاظتی استفاده شود.

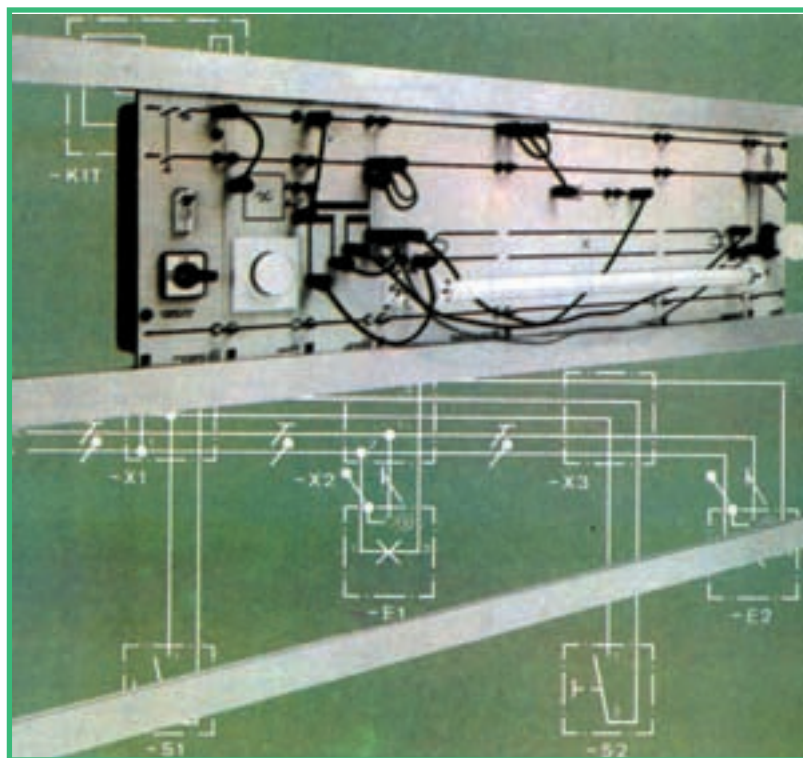


به سؤالات زیر پاسخ دهید

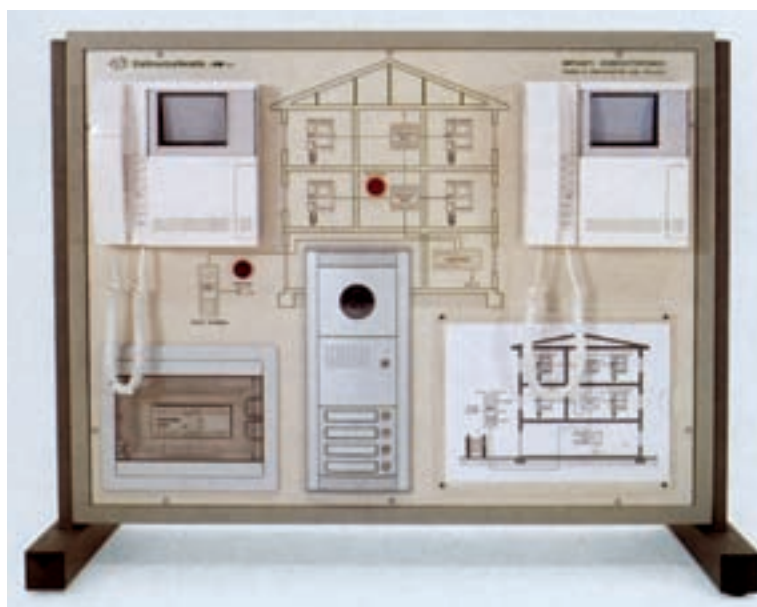
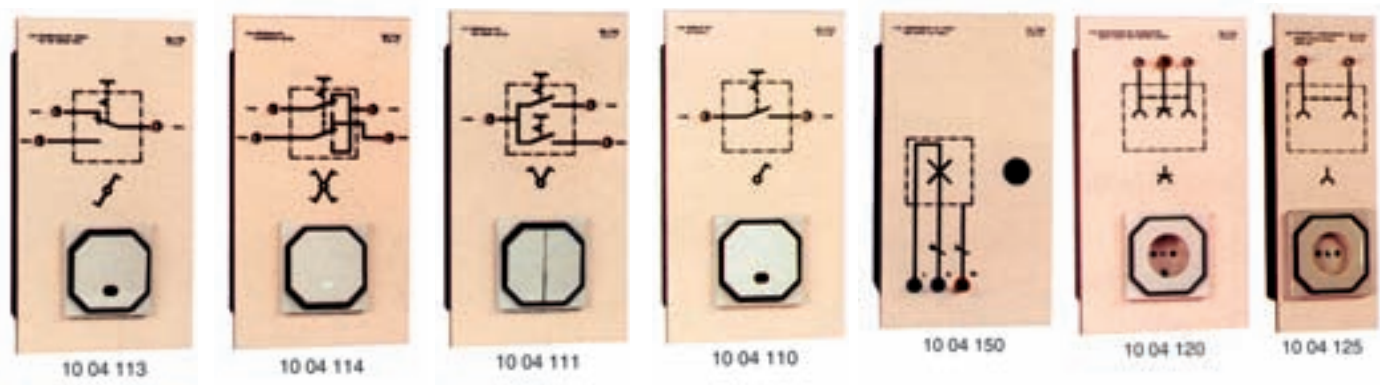
- ۱- هدف از حفاظت الکتریکی چیست؟
- ۲- ولتاژ تماس و ولتاژ گام را تعریف کنید.
- ۳- اگر شخصی که با زمین تماس دارد با دستکش عایق‌دار به سیم فاز دست بزند، ولتاژ تماس چه مقدار است؟
- ۴- انواع سیستم‌های حفاظت الکتریکی را نام ببرید و توضیح دهید که چگونه خطر برق‌گرفتگی، با استفاده از این سیستم‌ها، برطرف می‌شود.

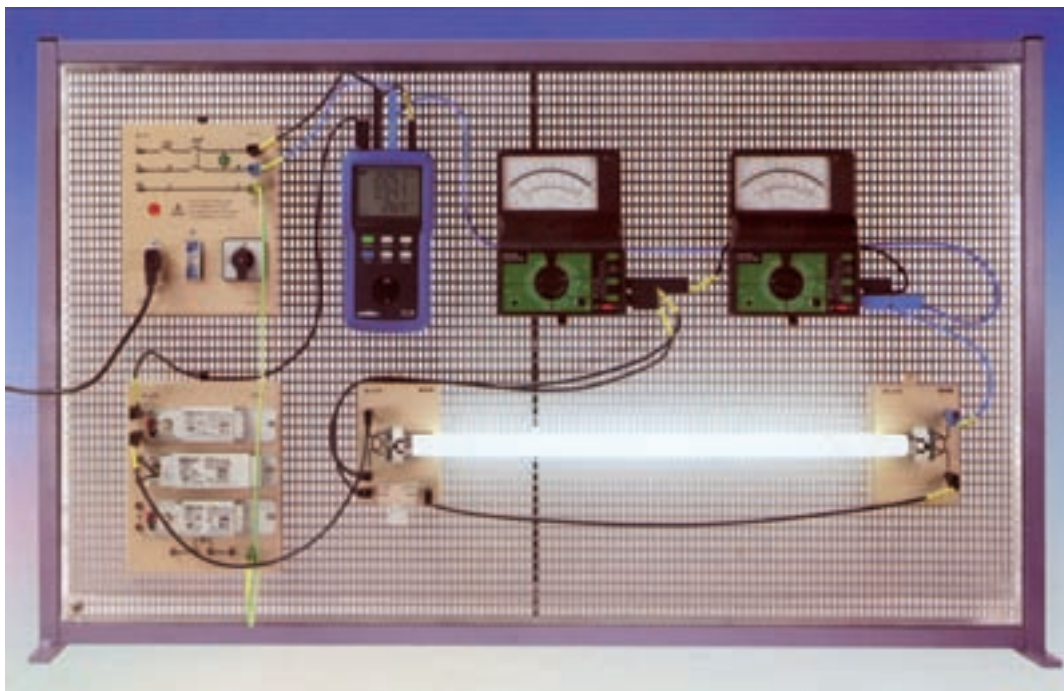
ضمیمه – طرح های پیش نهادی تابلوهای آموزشی و کمک آموزشی کارگاه

در این قسمت برای آموزش بهتر و استفاده ی بیش تر هنرجویان از امکانات و وسایل کارگاه، طرح هایی پیش نهاد شده است. همکاران عزیز می توانند با ساخت نمونه از وسایلی که نقشه و شکل آن ها ارائه گردیده است و با استفاده از آن ها در موقع تدریس به یادگیری بیش تر هنرجویان و صرفه جویی در وقت تدریس و آموزش کمک قابل ملاحظه ای به آنان بنمایند. هم چنین کارگاه هنرستان را با این گونه وسایل تجهیز نمایند تا بازده آموزش بالاتر رود.



اسکلت تابلوی کمک آموزشی







واژه‌نامه

Ammeter	آمپر متر	Junction box	جعبه تقسیم
Amplifier	تقویت کننده	Lampholder	سریج
Antenna	آنتن	Maine switch	کلید اصلی
Bimetal	دو فلزی	Multimeter	مولتی متر
Button	دگمه - شستی	Null	نول - سیم نول
Cable	کابل	Noise	نویز - پارازیت
Change over switch	کلید تبدیل	Over load	اضافه بار
Conductor	هادی	One pole switch	کلید یک پل
Counter	کنتور (شماره انداز)	photo relay	رله نوری
Cross switch	کلید صلیبی	phase Indicator	فاز متر
Detector	آشکار ساز	plug	دوشاخه
Dimmer	دیمر - کنترل کننده شدت نور	Residual current	
Door opener	درب بازکن	device (Rcd)	رله حافظ جان - رله محافظ جریان نشستی
Earthing System	سیستم اتصال زمین	Selector	سلکتور - انتخاب گر
Electrical energy	انرژی الکتریکی	Short cicuit	اتصال کوتاه
Energy losses	تلفات انرژی	Soldering	لحیم کاری
Fault	عیب	Socket - outlet	بریز
Fluorescent	فلورسنت	Terminal	محل اتصال
Fuse	فیوز	Time relay	رله زمانی
Heat sink	گرما گیر	Two - pole switch	کلید دو پل
High voltage	ولتاژ زیاد	Transmission lines	خطوط انتقال
Hose pipe	لوله خرطومی	Video phone	آیفون تصویری
Impulse relay	رله ضربه ای	wire	سیم
Joint	اتصال		

معرفی سایت های مفید

[www. elearning.roshd.ir](http://www.elearning.roshd.ir)

www. glossary.roshd.ir

www. oloom.ir

www. journals.Iran science.net

www. wikipedia.com

www. How stuff works.com

www. answers.com

www. all about circuits.com

www. troubleshooter.com

www. eas.asu.edu

www. physics.sjsu.edu

www. tools potting.net

www. tools station.com

آموزش الکترونیکی دروس

فرهنگ واژگان یادگیری الکترونیکی

سایت تخصصی علوم

نشریات علمی

دانشنامه آزاد

منابع

- ۱- الکترسیته‌ی مقدماتی، مرکز آموزش نیروی دریایی، ۱۳۵۶.
- ۲- رحمتی‌زاده، علوی، نیکزاد، (۱۳۷۱)، کار کارگاهی سال سوم رشته‌ی برق هنرستان، وزارت آموزش و پرورش.
- ۳- صموتی، خاور، شفق، کمالی، (۱۳۷۱)، کار کارگاهی سال دوم رشته‌ی برق هنرستان، وزارت آموزش و پرورش.
- ۴- کار کارگاهی سال دوم برق (نظام قدیم) کد ۵۱۶/۱، وزارت آموزش و پرورش.
- ۵- گلستانی داریانی، نادر، رسم فنی، وسترمان، اندیشمند، ۱۳۶۴.
- ۶- نیکزاد، مسلم، رادمهر، مرتضی، مجموعه‌ی آموزشی برق جلد اول، نشر شرکت صنایع آموزشی.
- ۷- شایقی، غلامرضا، (۱۳۸۵)، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های ایمنی و حفاظتی، (انتشارات عبادی).
- ۸- مالکی، قاسم (مترجم) (۱۳۸۵). تکنولوژی برق صنعتی، (انتشارات طراح).
- ۹- جهان‌دیده، احمد، (۱۳۸۳). لوله کاری و اتصالات سیم و کابل، (انتشارات شرکت صنایع آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش).
- ۱۰- حیدری، محمد، (۱۳۸۴)، تعمیر لوازم خانگی گردنده، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).
- ۱۱- کاتالوگ‌های مختلف وسایل روشنایی و خبری کارخانجات ایران.
- ۱۲- کاتالوگ و جداول سیم و کابل، کارخانجات ایران.



یادداشت

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and extend across the width of the page. In the bottom-left corner, there is a small decorative graphic consisting of overlapping geometric shapes in shades of orange and pink. The rest of the page is empty and white.