دانشگاه فنّی‌وحرفه‌ای – دانشکده انقلاب اسلامی تهران
Technical and Vocational University
(www.tvu.ac.ir)

عنوان درس :

ایمنی در برق

مدّرس:

احمدعلی شجاعی

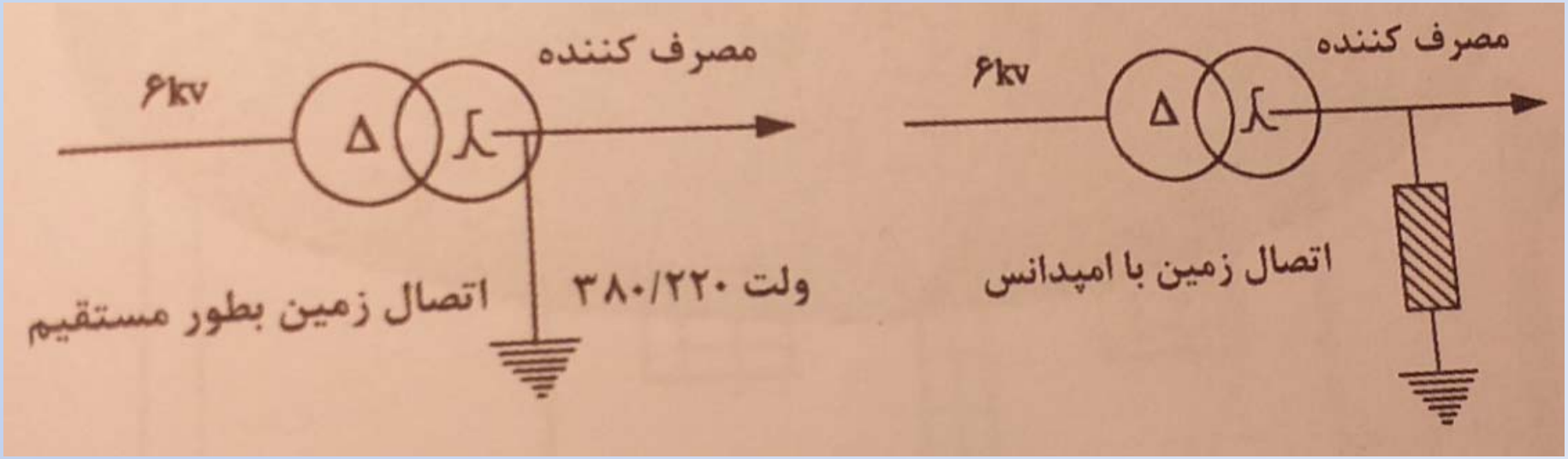
➢ انواع سیستم‌های حفاظتی در تأسیسات الکتریکی:

- حفاظت الکتریکی:

به مجموعه اقدامات و مقرراتی اطلاق می‌شود که باید در تأسیسات الکتریکی مد نظر قرار بگیرند تا خطرات و خسارات احتمالی ناشی از جریان برق به افراد و تأسیسات به حداقل رسیده و تضمین ایمنی حاصل گردد.

- اتصال زمین الکتریکی (System Earthing) یا (System Grounding):

اتصال یک قسمت از شبکه الکتریکی، مستقیماً یا توسط امپدانس با زمین را اتصال زمین الکتریکی می‌نامند.



➢ انواع سیستم‌های حفاظتی در تأسیسات الکتریکی:

بنابراین به طور کلی اتصال زمین الکتریکی عبارت است از اتصال نقطه صفر سیستم‌های سه فاز شبکه فشار ضعیف به زمین.

به منظور تثبیت پتانسیل نقطه نول ترانسفورماتورهای توزیع در مقدار صفر ولت، این نقطه را به زمین وصل می‌کنند.

➢ انواع سیستم‌های حفاظتی در تأسیسات الکتریکی:

سؤال) چرا مبادرت به اتصال زمین می‌کنیم؟

پاسخ) دو علت اصلی برای این کار وجود دارد.

۱- از منظر فنی و اقتصادی

در سیستم سه فاز نقطه صفر سیستم اگر به زمین وصل نشوددر صورت بروز اتصال زمین یکی از فازها، ولتاژ فازهای دیگر بالا رفته و باعث خرابی و صدمه دیدن عایق سیم‌پیچی می‌گردد. بنابراین برای محدود کردن ولتاژ فازهای سالم در صورت اتصالی یک فاز با زمین، این عمل نقش اساسی دارد.

۲- از منظر حفاظت و ایمنی

این عمل باعث ایجاد مسیری با مقاومت کمتر در صورت اتصالی یکی از فازها شده و با عبور شدت جریان بیشتر از وسایل حفاظتی سیستم مثلاً فیوز یا کلید خودکار سریعاً مدار را قطع می‌کند.

➢ انواع سیستم‌های حفاظتی در تأسیسات الکتریکی:

- جرم کلی زمین:

جرم کلی زمین را می‌توان مشابه شینه‌ای با سطح مقطع بزرگ فرض کرد که مقاومت بین دو نقطه آن عملاً نزدیک به صفر است.

وصل شدن به جرم کلی زمین تنها از طریق الکترود زمین امکان‌پذیر است.

اتصال الکترود زمین به جرم کلی زمین همیشه همراه با مقاوتی است که همان مقاومت اتصال زمین یا مقاومت الکترود زمین می‌باشد.

- الکترود زمین:

یک یا چند هادی است که به منظور برقراری ارتباط الکتریکی با جرم کلی زمین در خاک مدفون شده باشد.

- مقاومت اتصال زمین یا مقاومت الکترود زمین:

مقاومت الکتریکی بین سر آزاد الکترود زمین و جرم کلی زمین است.

سیستم های نیرو

سیستم های نیرو

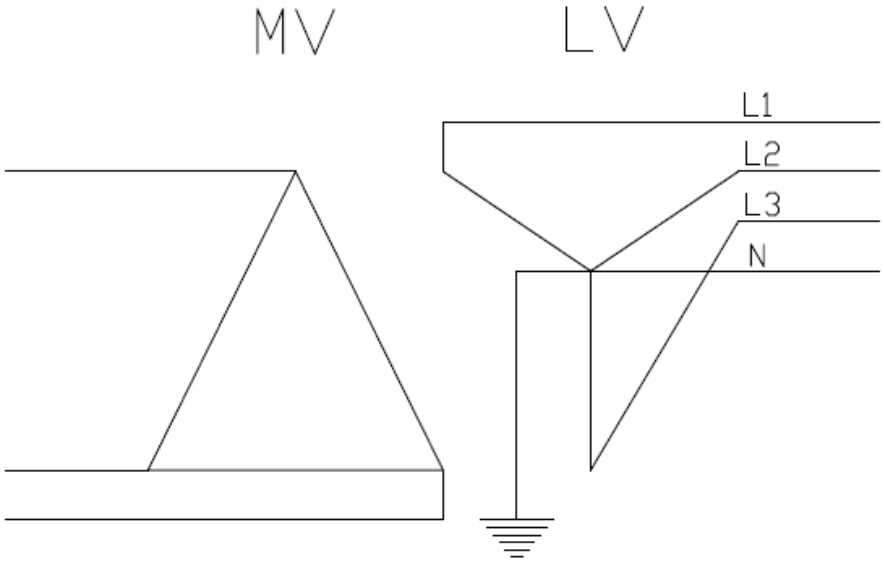
نوع رفتار ارتینگ در ترانسفورماتور و مصرف کننده , سیستم نیرو را تعریف می کنند . نوع سیستم نیرو از ۲ حرف تشکیل می گردد حرف سمت چپ بیانگر نحوه ارت کردن در ترانس و حرف سمت راست بیانگر نحوه ارت کردن در مصرف کننده می باشد .

الف) اگر نقطه نول ترانس مستقیماً زمین شده باشد

T: TERRA (زمین)

برای آن از حرف T استفاده می شود .

سیستم های نیرو



ارتینگ وضعیت کننده مصرف بدنه

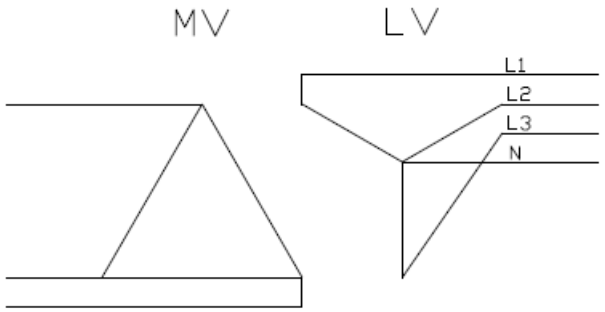
ارتینگ وضعیت ترانس ستاره مرکز

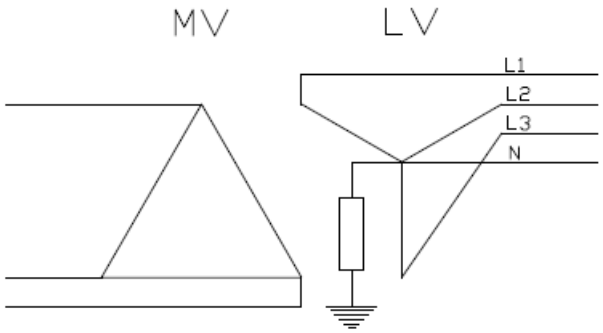
سیستم های نیرو

ب) اگر نقطه نول ترانس رها شود و یا با یک امپدانس

I: INSULATED (عایق,جدا)

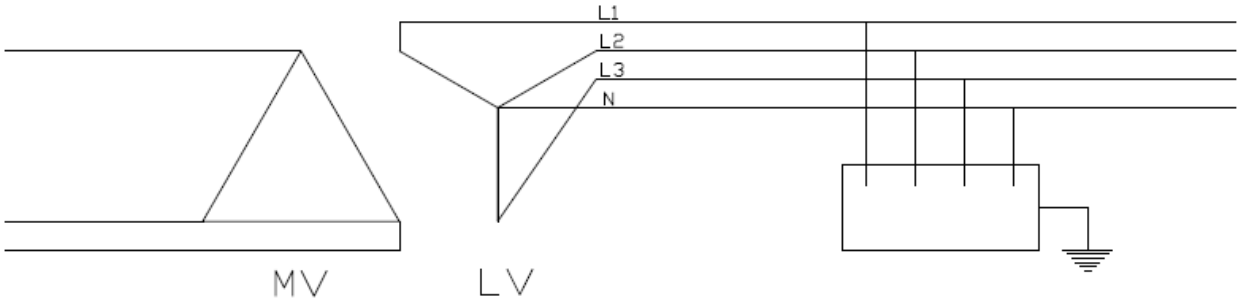
زمین شود برای آن از حرف I استفاده می شود .





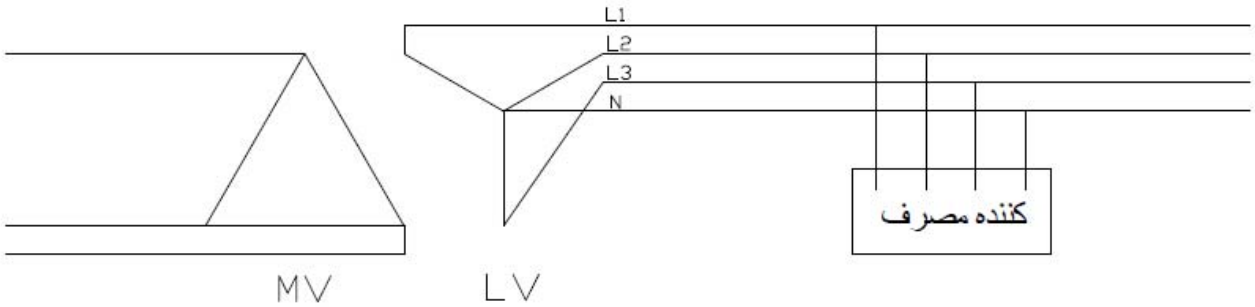
ارتینگ مصرف کننده

الف) اگر بدنه مصرف کننده مستقیماً زمین شود از حرف T برای نمایش آن استفاده می شود .



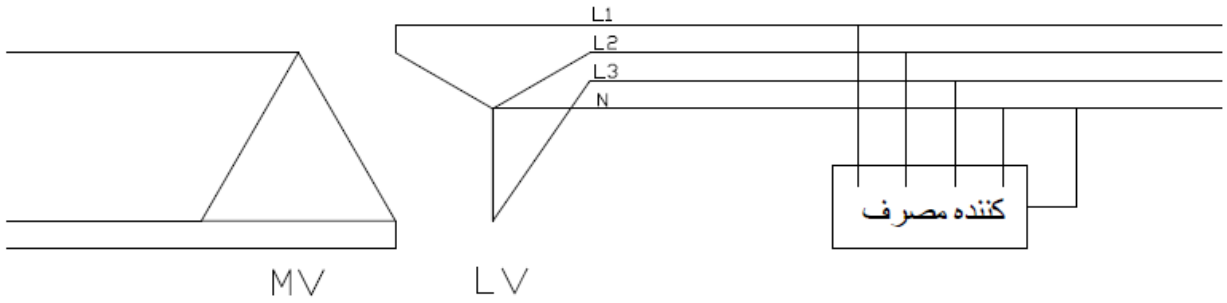
ارتینگ مصرف کننده

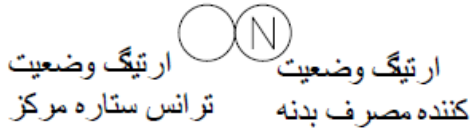
ب) اگر بدنه مصرف کننده رها شود برای نمایش آن از حرف I استفاده می شود .



ارتینگ مصرف کننده

ج) اگر بدنه مصرف کننده را به نول وصل نمائیم از حرف N برای نمایش آن استفاده می شود .

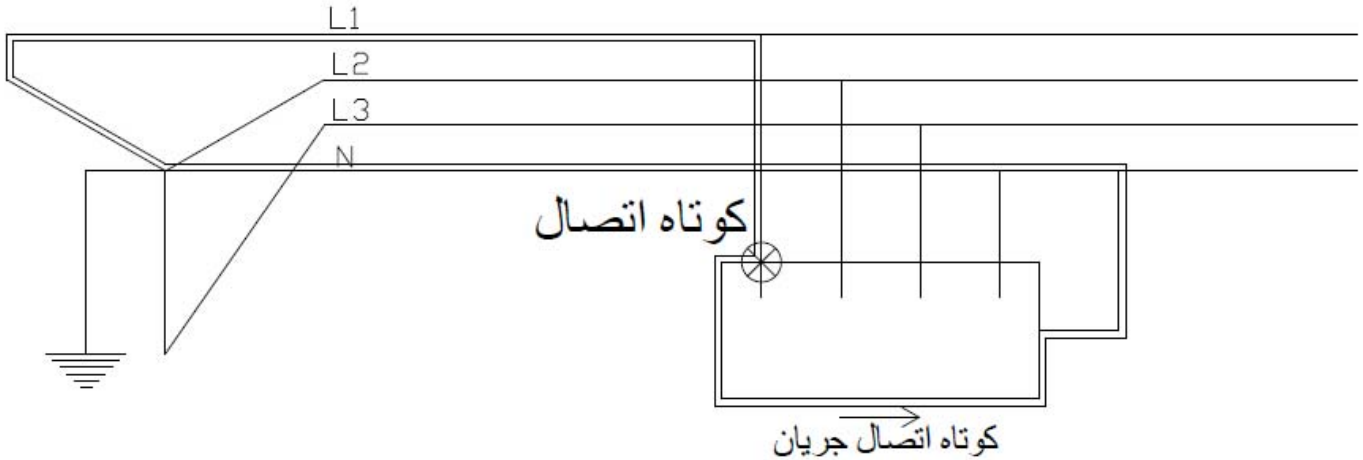




مشخصات سیستم TN

استفاده از سیستم TN در حالت کلی در ایران اجباری است مگر اینکه از سیستمی خاص و با مجوز از مراجع رسمی استفاده شود .

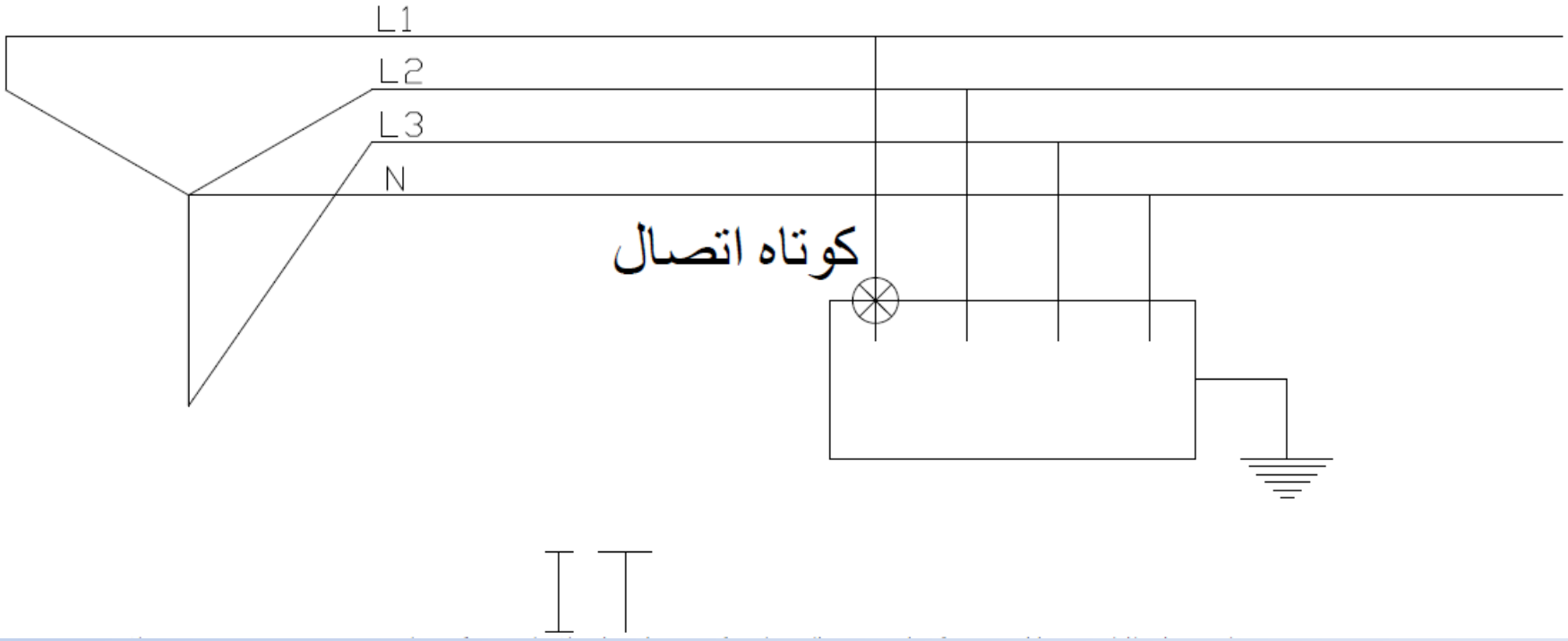
در سیستم TN با اولین اتصال بدنه , مدار از کار می افتد زیرا مدار جریان اتصال کوتاه بسته میشود و جریان اتصال کوتاه شدیدی را از خود عبور می دهد که سیستم حفاظتی آن را کاملاً احساس کرده و عمل می کند و در نتیجه سیستم , مدار اصلی را قطع می کند .



TN

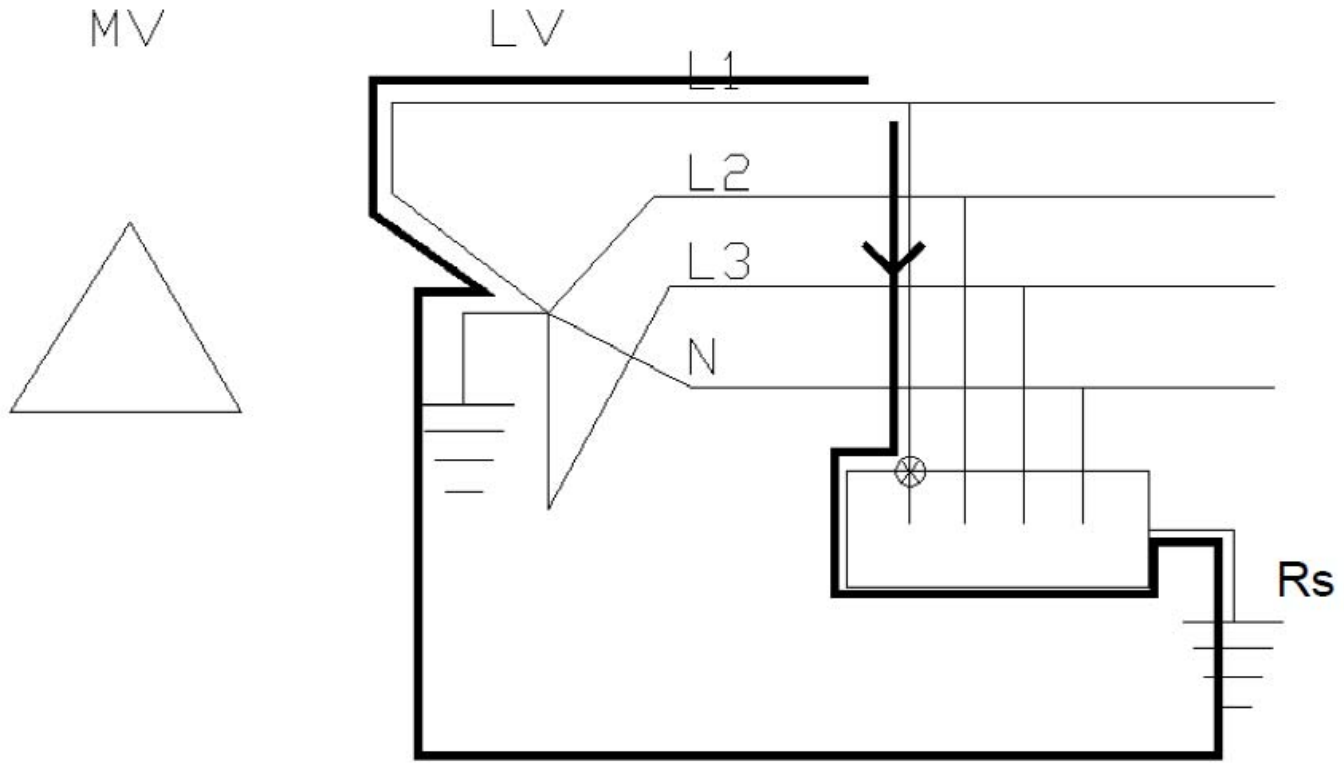
مشخصات سیستم IT

در سیستم IT با اولین اتصال بدنه مدار از کار نمی افتد و به کار خود ادامه می دهد ضمناً در این حالت ایمنی شخصی که به بدنه دستگاه دست زده باشد به خطر نمی افتد زیرا مدار جریان اتصال کوتاه بسته نمی شود (برق گرفتگی رخ نمی دهد) از موارد مصرف این سیستم , بیمارستانها و صنایعی است که در اثر اولین اتصال بدنه ,
(مانند کوره ها) از کار افتادن مدار صدمات جبران ناپذیری به بار می آورد .



مشخصات سیستم TT

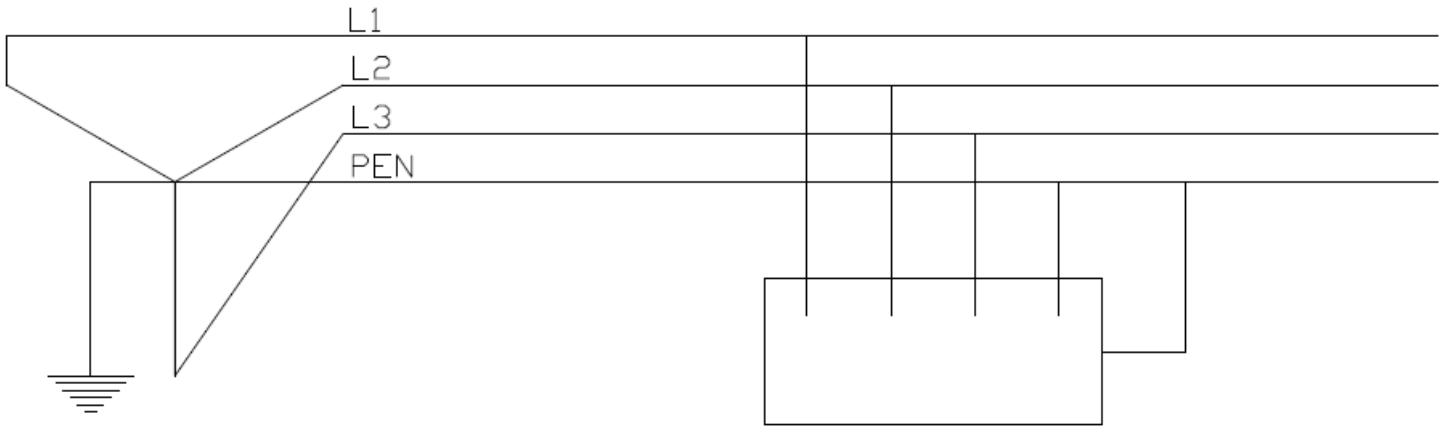
در سیستم TT با اتصال بدنه ، در صورتیکه مقاومتهای زمینها ، کم باشد ، جریان اتصالی زیاد شده و مدار از کار می افتد.ولی میتوان به گونه ای عمل کرد که جریان گذرنده از Rs ، باعث ایجاد ولتاژ خطرناک (بالاتر از ۵۰ ولت) نگردد. $R_s \times I < 50$



سخنی بیشتر در خصوص سیستم TN

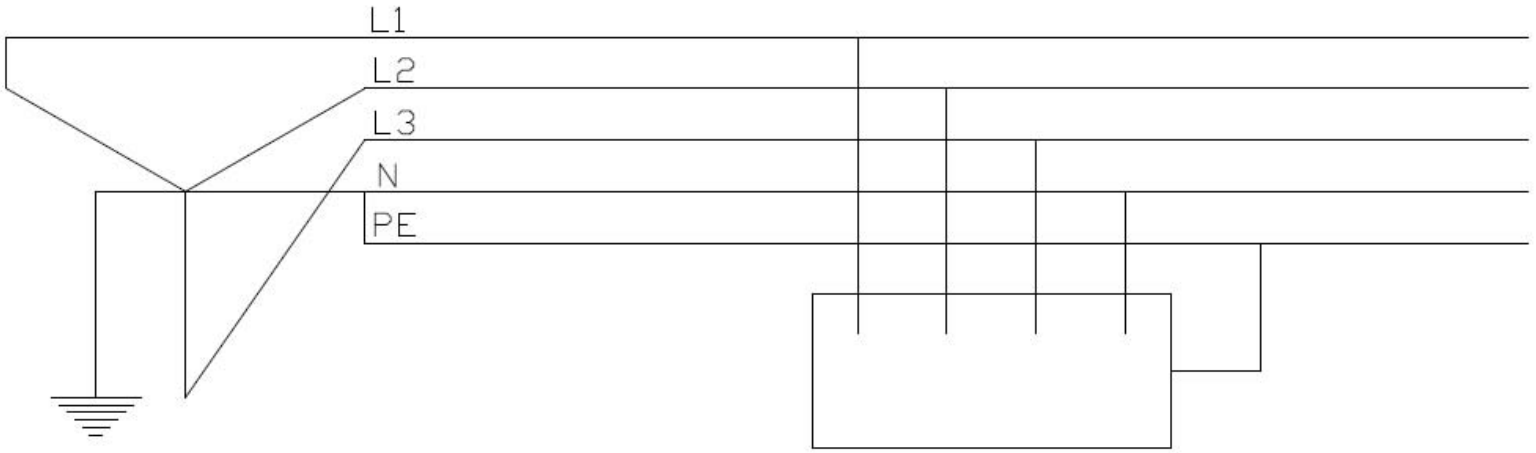
N:NETRAL
C:COMMON
S:SEPERATE
PE:PROTECTIVE EARTHING
PEN:PE+N

اگر از یک هادی مشترک , جهت ارت و نول دستگاه استفاده شود , سیستم TN-C خواهد بود و به آن هادی مشترک , PEN گویند.



سخنی بیشتر در خصوص سیستم TN

اگر چنانچه از هادی های مجزا جهت ارت و نول دستگاه استفاده شود سیستم , TN-S خواهد بود در ضمن به هادی نول , N و به هادی ارت , PE می گویند.



سخنی بیشتر در خصوص سیستم TN

در سیستم TN نول ترانس باید زمین شود این زمین با استفاده از یک چاه ارت ایجاد می شود حتی اگر چاه ارت را خوب بسازیم (نمک و ذغال) باز دارای مقاومت اندکی خواهد بود این مقاومت هیچ گاه نباید از ۲ اهم بزرگتر باشد .

سخنی بیشتر در خصوص سیستم TN

مقاومت جرم کلی زمین , صفر است .و حداکثر مقاومت ارت باید ۲ اهم باشد و حداکثر ولتاژ بی خطر تجهیزات , ۵۰ ولت ac می باشد .

$R_B<2$

مقاومت اتفاقی اتصال زمین R_E :

مقاومت نامعلوم بین اتصال فاز تا زمین از طریق بدنه دستگاهی که ارت نشده است , مقاومت اتفاقی اتصال زمین نام دارد و حداقل آن هفت اهم می باشد .

$R_E>7$

اگر بنا بر تشخیص طراح یا مجری مقاومت اتفاقی اتصال زمین بیش از هفت اهم باشد, مقاومت چاه ارت (R_B) نیز می تواند مطابق فرمول زیر از ۲ اهم بیشتر باشد .$R_B<R_E*50/(U_0-50)$

قوانین مربوط به ارتینگ

۱) رنگ عایقهای کابلها و سیمها :

رنگ بندی چند رشته ای MULLTI CORE

فازها : قهوه ای و سیاه

ول : آبی کم رنگ

ارت : سبز و زرد راه راه

رنگ بندی یک رشته ای SINGLE CORE

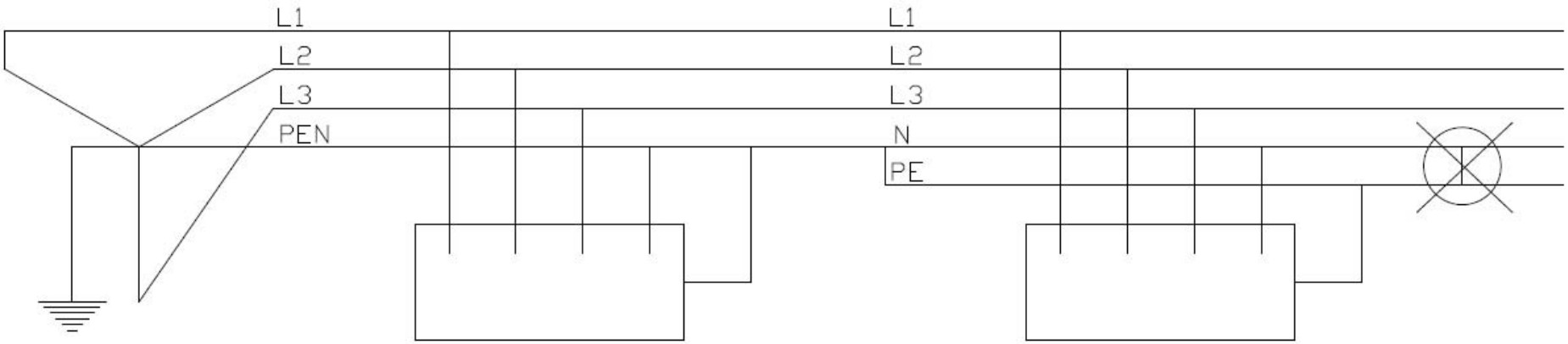
فازها : سیاه , زرد و قرمز

ول : آبی کم رنگ

ارت : سبز و زرد راه راه

۲) هیچگاه پس از تفکیک هادیهای نول و ارت نباید مجدداً آنها را به یکدیگر متصل نمود .

قوانین مربوط به ارتینگ



همبندی اصلی یا اجباری

۳) همبندی اصلی یا اجباری :

به هم متصل نمودن اجزای زیر که در سیستم TN می بایست همیشه مراعات گردد را همبندی اصلی یا اجباری گویند .

الف - هادی PE یا PEN

ب - نول N

ج - لوله های اصلی فلزی آب

د - لوله های اصلی فلزی گاز

ه - لوله های فلزی قائم تاسیساتی

و - قسمتهای اصلی فلزی ساختمان (اسکلت , آرماتور و ...)

همبندی اضافی

۴) همبندی اضافی :

اگر چنانچه از عملکرد سیستمهای حفاظتی اطمینان کـافی نبـود اجـزای زیـر را بایـد برای بالا بردن ایمنی به یکدیگر متصل نمود . ضمناً به بدنه تجهیزات دارای برق , بدنه های هادی (مثل تابلو , چراغهای خیابان , یخچال , کولر و ...) و به بدنه فلزی تجهیـزات فاقـد برق هادی های بیگانه(مثل پنجره های فلزی , سینک , کابینت و ...) گویند .

۱) کلیه بدنه های هادی

۲) هادی های بیگانه

بیشتر در مورد همبندی

۵) همبندی اضافی در جاهای مرطوب مثل حمام و آشپزخانه , اجباری است .

۶) سطح مقطع هادی های PE , N و PEN :
سطوحی از مقاطع استاندارد کابلهای بـرق : ۱.۵ , ۲.۵ , ۴ , ۶ , ۱۰ , ۱۶ , ۲۵ , ۳۵ , ۵۰ , ۷۰ , ۹۵ , ۱۲۰ , ۱۵۰ , ۱۸۵ , ۲۴۰ , ۳۰۰ و ۴۰۰
استفاده از کابل چهار سیمه در سیستم TN-S مجاز نمی باشد مگر اینکه مصرف کننده (مانند الکتروموتورهای سه فاز قفسه سنجابی) نیاز به نول نداشته باشد .
شـــکل اســـتاندارد برخـــی از مقـــاطع کابلهـــا : 3X4،5X4 ،3X25/16 ،3X70/35 ،3X95/50 ، 3X120/70 ،3X150/70

۷) در کابلهای با سطح مقطع کمتر از ۱۰ mm^2 , هادی حفاظتی و خنثی باید از یکـدیگر جدا باشند یعنی حتماً به صورت TN-S نصب شوند البته خود کابل ۱۰ mm^2 بـه هـر دو صورت TN-C یا TN-Sمی تواند نصب گردد .

سطح مقطع هادی های همبندی

S سطح مقطع فاز (mm^2)	حداقل سطح مقطع هادی های PE , N و PEN (mm^2)
S<16	S
16=<S=<35	16
35<S	S/2

با تشکر از توجهتان