



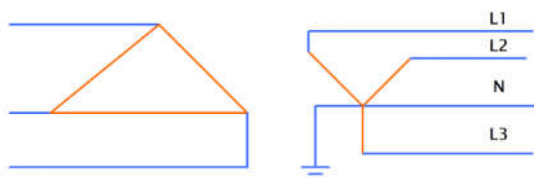
۴-۲ حروف شناسایی

نوع سیستم ارتینگ، از دو حرف تشکیل می‌شود؛ حرف سمت چپ، بیانگر نحوه ارت کردن ثانویه ترانسفورماتور و حرف سمت راست، بیانگر نحوه ارت کردن در مصرف کننده را بیان می‌کند.

۴-۲-۱ حروف سمت چپ

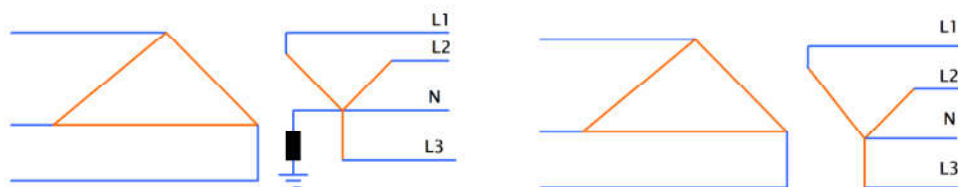
حرف اول از سمت چپ، مشخص کننده نوع رابطه سیستم نیرو با زمین است که می‌تواند یکی از دو حرف T و I باشد.

الف) حرف T: یک نقطه از سیستم، مستقیماً به زمین وصل است (معمولاً نقطه خنثی).



شکل (۴-۱): نحوه اتصال ترانسفورماتور زمین شده مستقیم (حرف سمت چپ T)

ب) حرف I: قسمت‌های برقرار سیستم، نسبت به زمین عایق بوده و یا یک نقطه از سیستم، از طریق امپدانس که به اندازه کافی بزرگ است، به زمین وصل می‌باشد.



ب) زمین شدن توسط امپدانس

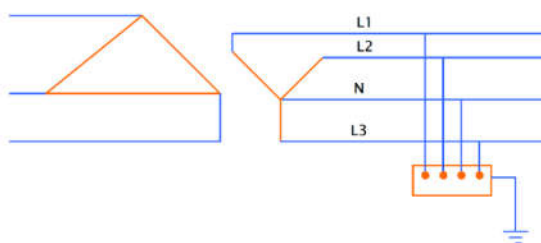
الف) رها شدن نقطه نول

شکل (۴-۲): نحوه اتصال ترانسفورماتور عایق شده از زمین (حرف سمت چپ I)

۴-۲-۲ حروف سمت راست

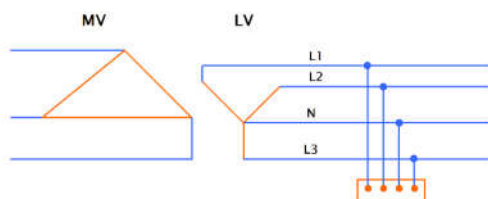
حرف دوم از سمت چپ مشخص کننده نوع رابطه بدنه‌های هادی تأسیسات با زمین است که می‌تواند یکی از سه حرف T، I، و N باشد.

الف) حرف T: بدنه‌های هادی از نظر الکتریکی، به صورت مستقیم و مستقل از اتصالات زمین سیستم نیرو، به زمین وصل هستند.



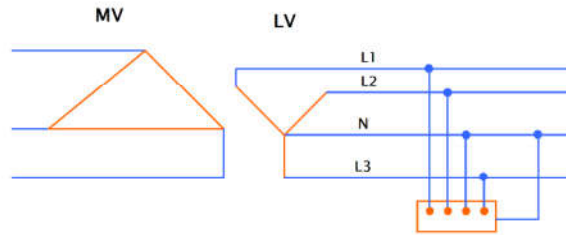
شکل (۴-۳): نحوه اتصال بدنه مصرف کننده زمین شده (حرف سمت راست T)

ب) حرف I: اگر بدنه مصرف کننده رها شود، برای نمایش آن از حرف I استفاده می‌شود. شکل زیر، نحوه رها کردن بدنه مصرف کننده را نشان می‌دهد.



شکل (۴-۴): نحوه اتصال بدنه مصرف کننده رها شده از زمین (حرف سمت راست I)

(ج) حرف N: بدنه‌های هادی از نظر الکتریکی، مستقیماً به نقطه زمین شده سیستم نیرو، وصل می‌شوند.



شکل (۴-۵): نحوه اتصال بدنه مصرف کننده متصل به نول ترانسفورماتور (حرف سمت راست N)

۳-۴ انواع سیستم ارتینگ

دو قانون مهم در نامگذاری سیستم زمین وجود دارد:

(الف) حداقل یک نقطه از سیستم باید به زمین وصل شده باشد، یعنی یا سمت ثانویه ترانسفورماتور و یا بدنه دستگاه یا هر دو باید به زمین متصل گردیده و حرف T حتماً باید باشد.

(ب) بدنه سیستم نمی‌تواند رها شده باشد، پس حرف دوم نمی‌تواند I باشد.

طبق مفهوم حروف معرفی شده، سه نوع سیستم کاربردی و تعریف شده برای اتصال زمین وجود دارد که عبارت هستند از: TT، IT و TN. استفاده از سیستم II (رها کردن هادی نول در هر دو طرف ثانویه ترانسفورماتور و بدنه دستگاه) مجاز نیست؛ چراکه عدم ارتینگ، منجر به عدم تثبیت ولتاژ و تأثیر بر روی عایق‌بندی می‌شود. در سیستم ساده بدون اتصال زمین (سیستم I)، با توجه به عدم وجود اتصال نول به زمین و امکان جابه‌جایی آن، ولتاژ فازها تثبیت نمی‌شوند. عایق تجهیزات، ارتباط مستقیمی با سطح ولتاژ دارد که با عدم تثبیت آن، امکان تخریب عایق‌بندی به شدت افزایش می‌یابد. با زمین شدن هر یک از فازها، ولتاژ فاز به زمین کاهش یافته و ولتاژ دو فاز دیگر افزایش می‌یابد. مهمترین مزیت سیستم I این است که در صورت زمین نشدن نقطه نول و تماس با فاز، حلقه جریان، بسته نمی‌شود و ایجاد برق گرفتگی نمی‌کند.

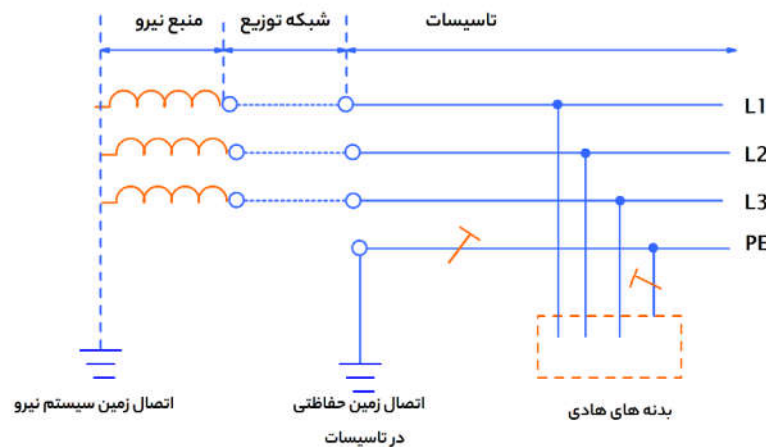
پرسش ۵-۴) نظارت-اجرا حسن استفاده از سیستم ساده، بدون اتصال به زمین، کدام یک از موارد زیر است؟ (شهریور ۹۱ «۲۸»)
(الف) ولتاژ فازها، تثبیت شده هستند.
(ب) عایق‌بندی سیستم، طول عمر زیادی دارد.
(ج) تماس با هریک از فازها، ایجاد برق گرفتگی نمی‌کند.
(د) اگر یکی از فازها به زمین متصل شود، مشکلی به وجود نمی‌آید.
پاسخ) گزینه ج صحیح است.

پرسش ۶-۴) نظارت-اجرا در چه صورت می‌توان در سیستم شبکه توزیع برق فشار ضعیف، سیستم اتصال زمین را حذف نمود؟ (اردیبهشت ۹۷ نظارت «۵۷»)
(الف) سیستم اتصال زمین را تحت هیچ شرایطی نمی‌توان حذف کرد.
(ب) در صورت استفاده از کلید جریان باقیمانده (RCD)
(ج) در صورت استفاده از کلیدهای خودکار دوپل در مدارهای تک‌فاز و چهار پل در مدارهای سه‌فاز
(د) گزینه‌های ب و ج، هر دو صحیح است.
پاسخ) استفاده از سیستم II (رها کردن هادی نول در هر دو طرف) مجاز نیست؛ چراکه عدم ارتینگ، منجر به عدم تثبیت ولتاژ و تأثیر بر روی عایق‌بندی می‌شود. گزینه الف صحیح است.
این پرسش، مشابه پرسش اردیبهشت ۹۷ نظارت «۵۷» است.

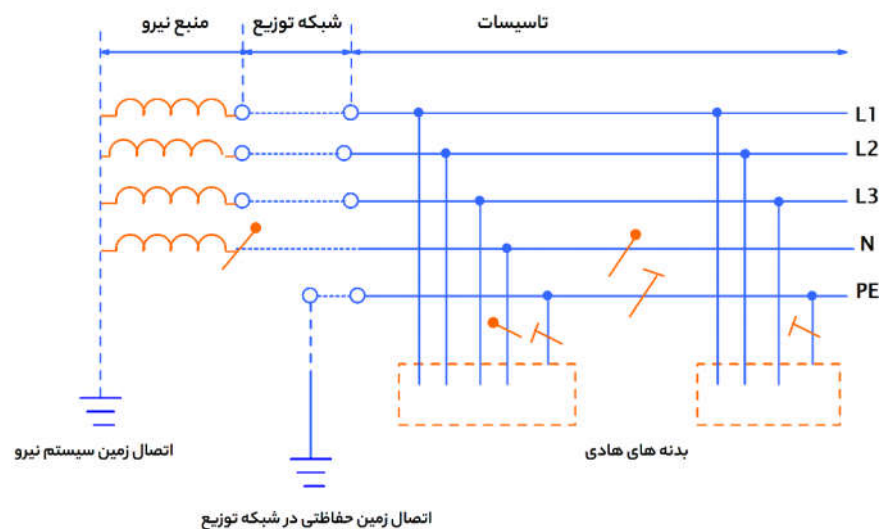
جدول (۱-۴) (پ ۱-۱): علائم خطوط مدارها در سیستم‌های نیرو

	هادی مشترک حفاظتی - خنثی (PEN)		هادی خنثی (N)
	هادی فازها (L ^۱ , L ^۲ , L ^۳)		هادی حفاظتی (PE)

الف) ساختار سیستم: در این سیستم، هم نقطه نول ترانسفورماتور و هم بدنه، به زمین متصل می‌شود.



شکل (۴-۶): سیستم TT در سیستم سه‌فاز با هادی حفاظتی و بدون توزیع هادی خنثی در سرتاسر سیستم



شکل (۴-۷): سیستم TT در سیستم سه‌فاز با هادی حفاظتی و با توزیع هادی خنثی در سرتاسر سیستم

پرسش ۷-۸) نظارت-اجرا در یک سیستم الکتریکی، یک نقطه از سیستم، وصل به زمین است و بدنه‌های هادی، مستقیماً به زمین وصل هستند. این سیستم با کدام حروف مشخص می‌شود؟ (شهریور ۹۱ «۵۱»)

الف) TT ب) TN ج) IT د) TN-C

پاسخ) گزینه الف صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش اسفند ۱۴۰۲ نظارت «۵۶» است.

پرسش ۸-۸) مشترک در مسئله ۹۸ پیوست الف، سیستم نیروی تجویز A چه می‌باشد (دی ۱۴۰۱ طراحی «۱۳»؟)

الف) TNC ب) TT ج) TNS د) هیچ‌کدام

پاسخ) با توجه به شکل پ ۱-۵، نول ترانسفورماتور به زمین وصل بوده، پس حرف اول T است، بدنه دستگاه نیز مستقیماً به هادی PE و از آنجا به زمین وصل شده، پس حرف دوم نیز T است. گزینه ب صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش اسفند ۱۴۰۲ نظارت «۵۶» و مرداد ۱۴۰۳ نظارت «۳۳» و فرورد ۱۴۰۴ نظارت «۴۷» است.



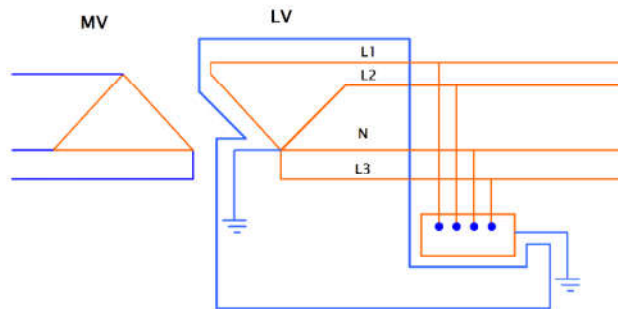
پرسش ۹-۴) مشترک سیستم نیروی برق ورودی یک ساختمان TT و سیستم نیروی برق داخل کل ساختمان نیز TT می‌باشد. کدام یک از هادی‌های زیر به ترمینال یا شینه اصلی اتصال زمین وصل می‌شوند؟ (خرداد ۱۴۰۴ طراحی «۵۴»)

(الف) هادی حفاظتی - هادی اتصال زمین (الکتروود زمین) - هادی هم‌بندی اصلی
(ب) هادی حفاظتی خنثی - هادی اتصال زمین (الکتروود زمین) - هادی هم‌بندی اصلی
(ج) هادی حفاظتی خنثی - هادی اتصال زمین (الکتروود زمین) - هادی هم‌بندی اضافی
(د) هادی حفاظتی - هادی خنثی - هادی اتصال زمین (الکتروود زمین) - هادی هم‌بندی اصلی

پاسخ) چون سیستم TT است، باید نقطه نول ترانسفورماتور و بدنه‌های هادی جداگانه و مستقیم به زمین وصل شوند. اساساً هادی حفاظتی-خنثی (PEN) در سیستم TT معنا نداشته و گزینه‌های ب و ج اشتباه است. در هر دو حالت با توزیع هادی خنثی و بدون توزیع هادی خنثی، این هادی به ترمینال اصلی اتصال زمین وصل نمی‌شود. بنابراین گزینه د که در آنها هادی خنثی ذکر شده اشتباه هستند. گزینه **الف** صحیح است.

(ب) نحوه رفتار سیستم: با وقوع اتصال فاز به بدنه در این سیستم، جریان از طریق اتصال به زمین یا بدنه، به زمین منتقل می‌شود و با توجه به وصل نقطه نول ترانسفورماتور به زمین، حلقه بسته‌ای به صورت خط پررنگ نشان داده شده در شکل زیر ایجاد می‌شود. عملکرد وسیله حفاظتی، به مقاومت دو چاه ارت نقطه نول ترانسفورماتور و بدنه مصرف کننده، بستگی دارد.

از این رو، در صورتی که مقدار مقاومت چاه ارت (به‌ویژه، به مرور زمان) افزایش یابد، سطح جریان موردنیاز برای عملکرد وسیله حفاظتی افزایش پیدا کرده و در نتیجه، احتمال وارد شدن خسارت به تجهیزات نیز افزایش می‌یابد. پس سیستم TT نیاز به مراقبت دائمی دارد. در چنین حالتی (عمل نکردن فیوز در هنگام اتصال به بدنه)، در صورت تماس شخص با بدنه برقدار، با توجه به بالا بودن میزان مقاومت چاه ارت بدنه دستگاه، جریان از مسیر بدن شخص، زمین و نقطه نول ترانسفورماتور عبور می‌کند. با توجه به اینکه آستانه برق گرفتگی انسان، تنها ۳۰ میلی آمپر است، از این رو، بالا بودن مقدار مقاومت چاه ارت، نقطه نول ترانسفورماتور، تأثیر چندانی بر کاهش احتمال برق گرفتگی شخص نخواهد داشت.



شکل (۴-۸): مسیر جریان در حالت اتصال بدنه در TT

پرسش ۱۰-۴) نظارت-اجرا در کدام یک از سیستم‌های نیرو، جریان اتصال کوتاه در محاسبات سطح مقطع هادی اتصال زمین و الکتروود زمین، مؤثر می‌باشد؟ (اردیبهشت ۹۷ نظارت «۲»)

(الف) TN (ب) TT (ج) TT و TN (د) هیچ کدام

پاسخ) از الکتروود زمین در سمت تجهیزات استفاده می‌شود و در سیستمی از این الکتروود جریان عبور می‌کند که بدنه تجهیزات به زمین وصل شده باشد. با توجه به ساختار سیستم TT، مقاومت مسیر اتصال کوتاه، ارتباط مستقیمی با مقاومت هادی اتصال زمین و الکتروود زمین دارد. گزینه **ب** صحیح است.

پرسش ۱۱-۴) مشترک کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص امپدانس حلقه اتصال کوتاه در صورت بروز اتصالی بین یک هادی فاز با بدنه یک هادی در یک سیستم نیروی TT صحیح است (مهر ۱۴۰۲ طراحی «۲۹»)?

(الف) امپدانس فاز ژنراتور یا ترانسفورماتور + هادی فاز + هادی حفاظتی + مقاومت الکتروود زمین حفاظتی
(ب) امپدانس فاز ژنراتور یا ترانسفورماتور + هادی فاز + مقاومت الکتروود زمین حفاظتی + مقاومت الکتروود زمین ایمنی
(ج) امپدانس فاز ژنراتور یا ترانسفورماتور + هادی فاز + هادی حفاظتی
(د) امپدانس فاز ژنراتور یا ترانسفورماتور + هادی فاز + هادی حفاظتی + مقاومت الکتروود زمین حفاظتی-ایمنی



پاسخ) حلقه بسته در اتصال کوتاه در سیستم TT به گونه‌ای بسته می‌شود که ژنراتور یا ترانسفورماتور، هادی فاز، الکتروود زمین حفاظتی در محل مصرف و الکتروود ایمنی در پست برق در حلقه اتصال کوتاه قرار می‌گیرند. گزینه ب صحیح است.

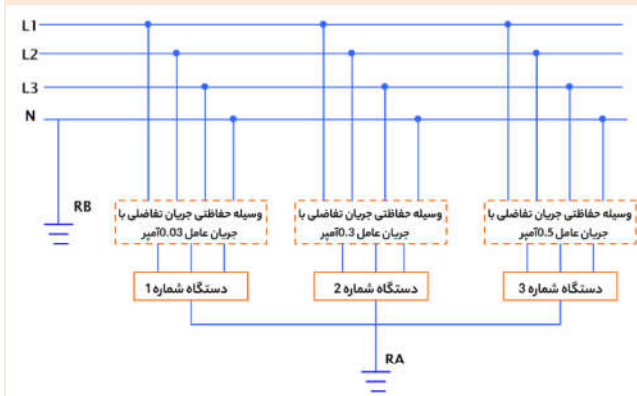
این پرسش، مشابه پرسش آبان ۱۴۰۳ نظارت «۵۳» است.

در سیستم TT با اتصال بدنه، در صورتی که مقاومت‌های زمین‌ها (R_A) کم باشد، جریان زیاد می‌شود و مدار از کار می‌افتد. با رعایت رابطه زیر، باید جریان عبور کننده از اتصال زمین بدنه دستگاه (I_{Δ})، باعث ایجاد ولتاژ خطرناک (بالا تر از ۵۰ ولت) نشود.

$$R_A I_{\Delta} \leq 50 \quad (4-1)$$

این بخش با بخش‌های «کلید RCD» در فصل ششم و «ستینگ جریانی» در فصل هفتم در این کتاب، مرتبط است.

نکته ۴-۱) در بین مقاومت زمین تجهیزات زمین شده با RCD مجزا، حداکثر مقاومت مربوط به تجهیز است که بیشترین جریان RCD را دارد. پرسش ۱۲-۴) طراحی در سیستم TT شکل زیر، سه مصرف کننده (دستگاه) توسط الکتروود مشترک، زمین شده‌اند. با توجه به جریان عامل وسیله حفاظتی، جریان تفاضلی ذکر شده برای هر مصرف کننده حداکثر مقاومت R_A چقدر می‌باشد؟ (اسفند ۸۹ «۴۷»)



الف) ۱۰۰ اهم

ب) ۱۶۷ اهم

ج) ۱۶۶۷ اهم

$$\frac{1}{R_A} = \frac{1}{100} + \frac{1}{167} + \frac{1}{1667} \quad (د)$$

پاسخ) بدترین حالت ممکن، عبور بالاترین جریان یعنی جریان ۵/۰ آمپر به زمین است. در این حالت:

$$I_{\Delta} \cdot R_A \leq 50 \rightarrow R_A \leq \frac{50}{0.5} \rightarrow R_A \leq 100 \Omega$$

حداکثر مقدار ممکن برای مقاومت زمین ۱۰۰ اهم است. گزینه الف صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش‌های اسفند ۸۷ «۳۰»، فروردین ۹۳ «۷»، مهر ۱۴۰۲ طرامی «۱۸» و اسفند ۱۴۰۲ طرامی «۵۴» است.

پرسش ۱۳-۴) طراحی در یک سیستم TT که دارای سه دستگاه الکتریکی می‌باشد، حفاظت دو دستگاه به ترتیب با کلیدهای جریان تفاضلی (RCD) با جریان‌های عامل ۱۰۰ mA و ۵۰۰ mA و حفاظت دستگاه سوم با یک کلید مینیاتوری ۱۰ A تیپ C انجام شده است. بدنه هر سه دستگاه به یک الکتروود مشترک اتصال زمین وصل شده‌اند. حداکثر مقاومت اتصال زمین مشترک چقدر می‌باشد؟ (آبان ۱۴۰۳ طراحی «۳۳»)

الف) ۵۰۰ اهم (ب) ۱۰۰ اهم (ج) ۵۰۰ میلی‌اهم (د) هیچ کدام

پاسخ) برای یافتن مقدار مقاومت الکتروود مشترک، باید از میان سه مقاومت دستگاه‌های الکتریکی، کوچکترین آن‌ها را انتخاب نماییم تا بدترین شرایط را در نظر گرفته باشیم. اگر مقاومت کلیدهای جریان تفاضلی اول و دوم را به ترتیب R_1 و R_2 بنامیم، مقاومت

$$I_{\Delta} \cdot R_A \leq 50 \Rightarrow \begin{cases} R_{A1} \leq \frac{50}{0.1} = 500 \Omega \\ R_{A2} \leq \frac{50}{0.5} = 100 \Omega \end{cases}$$

آنها برابر خواهد شد با:

برای یافتن مقاومت قابل قبول دستگاه حفاظت سوم، به این نکته توجه می‌نماییم که کلیدهای تیپ C ۱۰ برابر جریان نامی خود را قطع می‌نمایند. لذا مقاومت این دستگاه را باید برای جریان ۱۰۰ آمپر (10×10) بیابیم. پس:

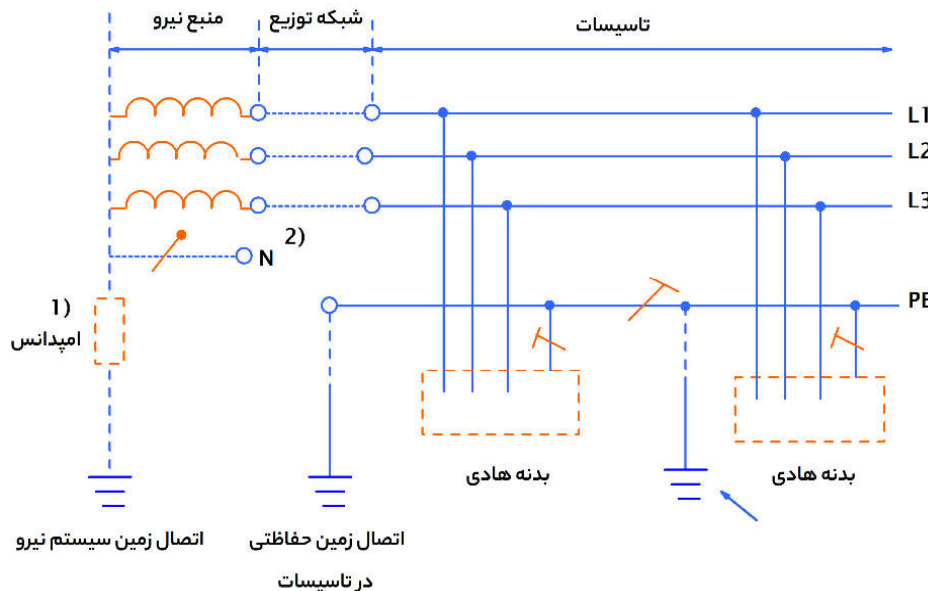
$$I_{\Delta} \cdot R_A \leq 50 \Rightarrow R_{A3} \leq \frac{50}{100} = 0.5 \Omega = 500 m\Omega$$

گزینه ج صحیح می‌باشد.

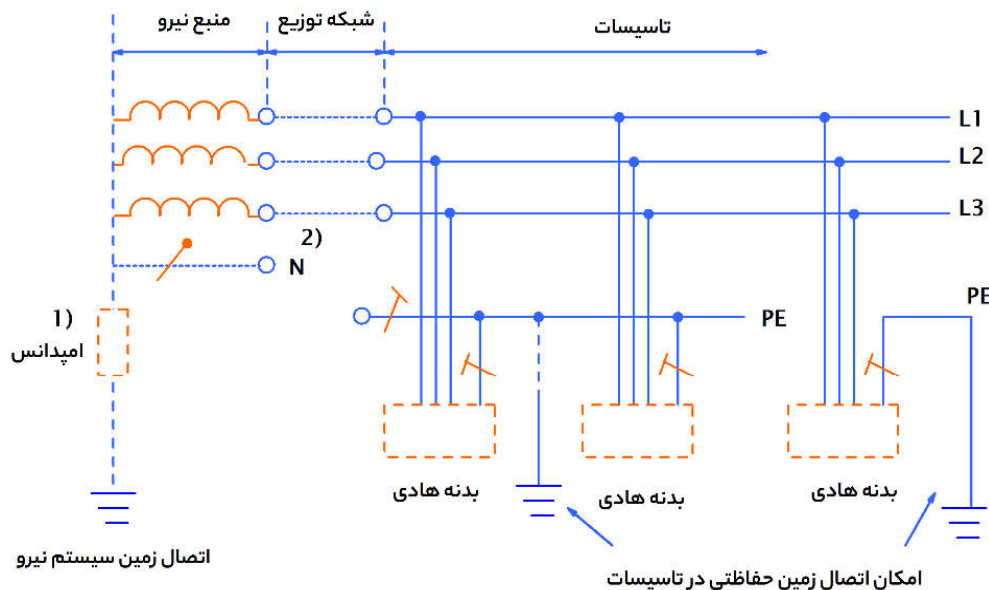
ج) کاربرد سیستم: سیستم TT جزء در موارد خاصی که شرایط محلی برای استقرار آن مناسب باشد یا وسایل حفاظتی مخصوص کلیدهای جریان باقیمانده بهره‌برداری از آن را امکان‌پذیر کند، قابل استفاده نیست و استفاده از آن، فقط با اجازه ویژه مقامات دارای صلاحیت مجاز خواهد بود.

۴-۳-۲ سیستم IT

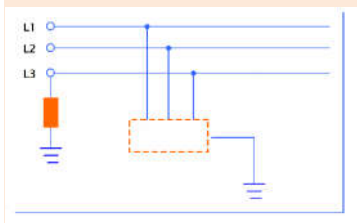
الف) ساختار سیستم: در این سیستم، نقطه نول ترانسفورماتور، یا از زمین عایق است یا با یک امپدانس به زمین متصل شده است؛ در حالی که بدنه مصرف کننده، مستقیماً به زمین متصل شده است. دو مشخصه مهم این سیستم عبارت است از: (پ ۱-۱-۳)
الف) سیستم از طریق یک امپدانس به اندازه کافی بزرگ، به اتصال زمین سیستم نیرو وصل می‌گردد (نقطه ۱).
ب) امکان توزیع یا عدم توزیع هادی خنثی در سیستم وجود دارد (نقطه ۲).



شکل (۴-۹) (پ ۱-۱-۷): سیستم IT که در آن، کلیه بدنه‌های هادی به صورت گروهی از طریق یک هادی حفاظتی، به اتصال زمین حفاظتی وصل گردیده است.



شکل (۴-۱۰) (پ ۱-۱-۸): سیستم IT که در آن، بدنه‌های هادی به صورت گروهی یا منفرد، به اتصال زمین حفاظتی وصل گردیده است.



پرسش ۱۴-۴) نظارت-اجرا نوع بر ایمنی، چه می‌باشد؟ (شهریور ۹۱ «۱۴»)

الف) IT (ب) TT

ج) TN - C (د) TN - S

پاسخ) گزینه الف صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش مهر ۱۴۰۲ طراحی «۱۴» است.

پرسش ۱۵-۴) مشترک در مسئله ۳۴ پیوست الف، سیستم نیروی تابلوی MDP^۱ برابر است با: (اردیبهشت ۹۷ طراحی «۱۷»)

الف) TT (ب) TN (ج) IT (د) هیچ کدام

پاسخ) سمت ثانویه ترانسفورماتور، با مقاومت بزرگ به زمین وصل شده است و این، همان تعریف سیستم IT است. گزینه ج صحیح است.

ب) نحوه رفتار سیستم: با وقوع اتصال بدنه در سیستم IT، جریان از مسیر اتصال به زمین بدنه، به زمین منتقل می‌شود. با توجه به اینکه ترانسفورماتور، یا از زمین عایق است یا با امپدانس بزرگی به زمین وصل شده است، پس این جریان ایجاد شده، از ترانسفورماتور عبور نمی‌کند. از این رو، در سیستم IT با اولین اتصال بدنه، مدار از کار نمی‌افتد و به کار خود ادامه می‌دهد. با تماس شخص به بدنه مصرف کننده در حین وقوع اتصال به بدنه، جریانی از بدن شخص عبور نمی‌کند؛ چون نقطه نول ترانسفورماتور، رها شده و حلقه‌ای ایجاد نمی‌شود. پس در این حالت، ایمنی شخصی که به بدنه دستگاه دست زده باشد، به خطر نمی‌افتد؛ زیرا مدار جریان اتصال کوتاه بسته نمی‌شود (برق گرفتگی رخ نمی‌دهد).

ج) ایراد سیستم: دو ایراد اصلی این سیستم عبارت است از:

- در صورت وقوع اتصالی و عدم قطع آن، برای آگاهی از وقوع اتصالی و واکنش به آن، نیاز به تجهیزات اضافی است که باعث شده این سیستم، سیستم گران قیمتی محسوب شود. در واقع، کاری که در سیستم TN با یک فیوز انجام می‌شود، در سیستم IT با تجهیزات حفاظتی گران قیمتی اجرا می‌شود.

- در صورت وقوع اتصالی در یکی از فازها، سطح ولتاژ آن کاهش می‌یابد و با توجه به جداسازی نقطه نول از زمین، ولتاژ دو فاز سالم، از مقدار ۲۳۰ ولت تجاوز می‌کند؛ در حالی که در سیستم‌های TN و TT، با توجه به وصل نقطه نول به زمین، مقدار ولتاژ سایر فازها، ثابت باقی می‌ماند. این افزایش ولتاژ، برای تجهیزات موجود روی دو فاز سالم، بسیار خطرناک است. شرایط ولتاژ در حالت کارکرد عادی و بروز خطا عبارت است از:

○ سیستم بدون خطا

در این حالت، ولتاژ بین فاز و نقطه خنثی، برابر ۲۳۰ ولت (ولتاژ فاز) است

○ سیستم خطا دار

در این حالت، یکی از فازها، به هر طریقی، با زمین اتصالی پیدا کرده و طبیعتاً ولتاژ این فاز خطا دار، کمتر از ۲۳۰ ولت می‌شود، حال آنکه ولتاژ دو فاز سالم دیگر، افزایش می‌یابد، در بدترین حالت، این افزایش به حد ۴۰۰ ولت (ولتاژ خطا) برسد.

د) کاربرد سیستم: از سیستم IT به دلیل لزوم استفاده از وسایل حفاظتی مخصوص در آن، فقط در مواردی استفاده می‌شود که ضرورت ایجاد کند. استفاده از این سیستم، نیاز به کسب اجازه ویژه از مقامات دارای صلاحیت خواهد بود.

- بیمارستان‌ها (ویژه اتاق عمل)

- روشنایی ایمنی سالن‌های تئاتر و همایش

- در صنایعی که در صورت قطع سیستم با وقوع اولین اتصال بدنه، صدمات زیادی به بار می‌آید؛ مانند کوره‌های القایی و خطوط زنجیره‌ای

پرسش ۱۶-۴) نظارت-اجرا کدام یک از گزینه‌های زیر، در مورد سیستم IT نادرست است؟ (اسفند ۸۲ «۳۰»)

الف) اولین اتصال به بدنه در سیستم IT، سبب قطع تجهیزاتی که اتصالی در آن وجود دارد نمی‌شود.

ب) در سیستم IT در اولین اتصال به بدنه، تماس با بدنه تجهیزات، سبب برق گرفتگی نمی‌شود.

ج) در مراکزی که قطع برق در آن‌ها ممکن است منجر به وقوع خسارات زیادی شود، از سیستم IT استفاده می‌شود.

د) هیچ کدام

پاسخ) گزینه د صحیح است.



پرسش ۱۷-۴) نظارت-اجرا کدام یک از تجهیزات اشاره شده در زیر (تجهیزات مربوط به اتاق عمل) باید از سیستم IT تغذیه شود؟ چراغ مخصوص عمل (سیالکتیک)، روشنایی عمومی اتاق عمل (چراغ‌های فلورسنت پریسماتیک)، چراغ مشاهده فیلم (نگاتسکوپ) و پریزها (اسفند ۸۹ «۳۳»)

الف) پریزها

ب) چراغ مخصوص عمل و پریزها

ج) چراغ مخصوص عمل، چراغ مشاهده فیلم و پریزها

د) چراغ مخصوص عمل، چراغ مشاهده فیلم، روشنایی عمومی اتاق عمل و پریزها
پاسخ) تجهیزات بیمارستانی باید از سیستم IT تغذیه کنند؛ اما نیازی به تغذیه روشنایی عمومی از این سیستم نیست. گزینه ج صحیح است.

پرسش ۱۸-۴) نظارت-اجرا کدام یک از کاربری‌های زیر، اجباری به استفاده از سیستم IT را ندارد؟ (اسفند ۸۹ «۴۸»)

الف) مدار فرمان

ب) اتاق‌های عمل

ج) معادن روباز و زیرزمینی

د) چراغ‌های روشنایی ایمنی در تالارهای همایش
پاسخ) اجباری برای استفاده از سیستم IT در مدار فرمان نیست و در برخی موارد، برای اطمینان بیشتر انجام می‌شود؛ اما استفاده از آن در اتاق عمل، چراغ‌های ایمنی و معادن، اجباری است. گزینه الف صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش‌های «۴۲» آذر ۹۲ «۴۳» اردیبهشت ۹۷ نظارت و «۲۷» اسفند ۹۵ نظارت است.

نکته ۴-۲) در بیمارستان‌ها، برای تبدیل سیستم TN به IT از ترانسفورماتور ایزوله یک به یک (تعداد دور اولیه و ثانویه برابر) استفاده می‌شود.

پرسش ۱۹-۴) نظارت-اجرا کدام یک از گزینه‌های زیر برای تبدیل یک سیستم TN-S به سیستم IT (اتاق عمل بیمارستان برای تغذیه تاسیسات و تجهیزات اتاق عمل) در یک سیستم تک فاز صحیح است؟

الف) استفاده از یک ترانسفورماتور با ضریب تبدیل ۲۴ : ۲۲۰ ولت

ب) استفاده از یک ترانسفورماتور با ضریب تبدیل ۵۰ : ۲۲۰ ولت

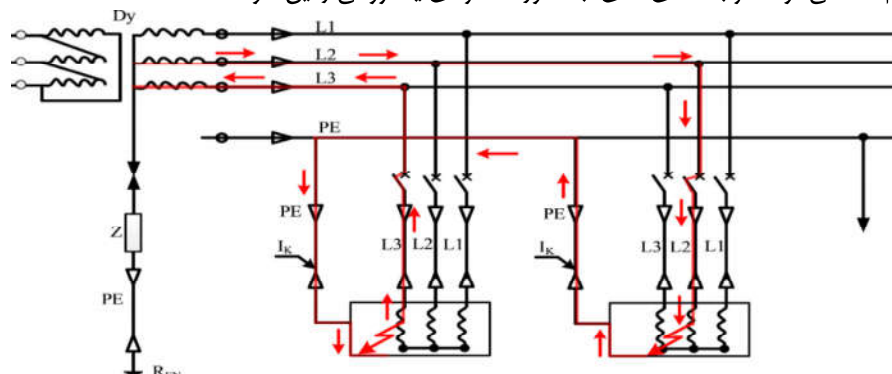
ج) استفاده از یک ترانسفورماتور با ضریب تبدیل ۱۲ : ۲۲۰ ولت

د) استفاده از یک ترانسفورماتور با ضریب تبدیل ۲۲۰ : ۲۲۰ ولت

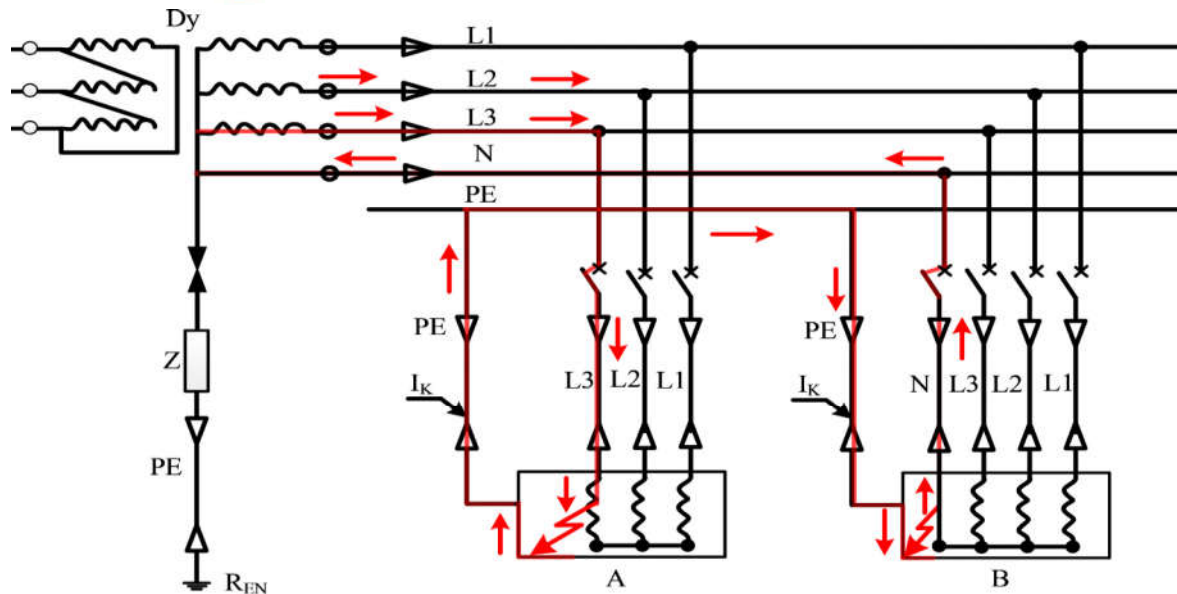
پاسخ) طبق نکته فوق و با فرض اینکه ولتاژ ۲۲۰ ولت باشد، باید از یک ترانسفورماتور با ضریب تبدیل ۲۲۰:۲۲۰ استفاده کرد. گزینه د صحیح است.

۵) اتصال دوم در سیستم IT: در سیستم IT، خطای اول با استفاده از تجهیزاتی مانند **دستگاه کنترل عایق‌بندی (IMD)**، شناسایی شده و علاوه بر اعلام آن توسط **فلاشر** یا **آزیر**، حتماً باید نسبت به رفع خطا اقدام شود؛ زیرا در صورت وقوع **خطای دوم**، برق گرفتگی رخ خواهد داد. در سیستم IT، ارتباط مستقیمی بین نقطه خنثی منبع و زمین وجود ندارد. در نتیجه به منظور کشف وقوع اتصال فاز به زمین و تحریک **وله تشخیص نشستی زمین**، مسیری با یک مقاومت بزرگ (برای عبور **جریان تحریک**) ایجاد می‌شود. در صورت بروز اتصال دوم، سیستم IT دو نوع رفتار متفاوت را خواهد داشت:

- تبدیل به سیستم TN می‌شود: اگر کل بدنه‌های هم‌بندی شده، به هم متصل شوند.
- تبدیل به سیستم TT می‌شود: اگر بدنه‌های هادی، به صورت انفرادی یا گروهی زمین شوند.



شکل (۴-۱۱): خطای اتصال دو فاز در سیستم IT بدون هادی نول



شکل (۴-۱۲): خطای اتصالی فاز و نول به بدنه در سیستم IT

پرسش ۲۰-۴) کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص امپدانس حلقه اتصال کوتاه (دومین اتصال کوتاه) در صورت بروز اتصالی بین یک هادی فاز و هادی نول (هادی نول توزیع شده) با بدنه یک دستگاه یا تجهیز در یک سیستم نیروی برق IT صحیح است؟ (خرداد ۱۴۰۴ طراحی «۵۸»)

الف) امپدانس فاز ترانسفورماتور یا ژنراتور + هادی فاز + هادی نول

ب) امپدانس فاز ترانسفورماتور یا ژنراتور + هادی فاز + هادی حفاظتی + هادی نول + مقاومت الکتروود زمین حفاظتی

ج) امپدانس فاز ترانسفورماتور یا ژنراتور + هادی فاز + هادی حفاظتی + مقاومت الکتروود زمین حفاظتی + مقاومت الکتروود زمین سیستم نیرو

د) امپدانس فاز ترانسفورماتور یا ژنراتور + هادی فاز + هادی حفاظتی + مقاومت الکتروود زمین سیستم نیرو

پاسخ) براساس شکل فوق، امپدانس فاز ترانسفورماتور یا ژنراتور، هادی فاز و هادی خنثی در مسیر اتصال کوتاه بوده و گزینه الف صحیح است.

۳-۳-۴ سیستم TN

الف) ساختار سیستم: سیستمی که نقطه نول ترانسفورماتور آن مستقیماً به زمین و بدنه آن مستقیماً به نول ترانسفورماتور، متصل می‌شود. اجرای این سیستم به سادگی انجام می‌شود، نیاز به تجهیزات خاصی ندارد و ساختاری ساده و کم‌خرجی دارد. از این رو، در حالت کلی، استفاده از سیستم TN در ایران اجباری است؛ مگر اینکه از سیستمی خاص و با کسب مجوز از سمت مراجع رسمی، استفاده شود.

پرسش ۲۱-۴) نظارت-اجرا در کدام یک از سیستم‌های برقی ذکر شده در زیر، بدنه‌های هادی لوازم برقی، باید به هادی خنثی (N) اتصال داده شوند؟ (آذر ۷۳ «۲۷»)

الف) سیستم TN ب) سیستم TT ج) سیستم IT د) همه این موارد

پاسخ) در سیستم‌های IT و TT، بدنه هادی به زمین وصل می‌شود. در سیستم‌های TN، بدنه به هادی خنثی متصل می‌شود. پس، گزینه الف صحیح است.

ب) رفتار سیستم: در سیستم‌های TN آنچه اهمیت ویژه‌ای دارد، وقوع اتصال به بدنه تک‌فاز است؛ زیرا اتصال به بدنه دو یا سه‌فاز، منجر به عملکرد فیوز می‌شود و مشکل خاصی را ایجاد نمی‌کند. با فرض وقوع یک اتصال به بدنه در شکل زیر، مسیر بسته جریان مشابه با خطوط پیرنگ ایجاد می‌شود. مقاومت این مسیر، فقط شامل مقاومت جزئی سیم‌های موجود در مسیر است و در نتیجه، مقدار جریان به سرعت افزایش می‌یابد. در سیستم TN با اولین اتصال بدنه، مدار از کار می‌افتد؛ زیرا مدار جریان اتصال کوتاه، بسته می‌شود و جریان اتصال کوتاه شدیدی را از خود عبور می‌دهد که سیستم حفاظتی، آن را کاملاً احساس و عمل می‌کند. در نتیجه، سیستم، مدار اصلی را قطع می‌کند. این مهمترین حسن سیستم TN است که در حفاظت شخص در برابر تماس با بدنه، بسیار تأثیرگذار می‌باشد.