

پرسش ۵-۲) مستتر حداکثر زمان قطع یک مدار در یک سیستم IT با هادی خنثی توزیع شده در شبکه با ولتاژ ۴۰۰/۲۳۰ چند ثانیه می‌باشد؟ (خرداد ۹۳ «۱۰») حداکثر زمان قطع مدار در سیستم IT با هادی خنثی توزیع شده و ولتاژ ۴۰۰/۲۳۰ ولت ۰/۸ ثانیه می‌باشد.

الف) ۰/۴ ثانیه (ب) ۰/۸ ثانیه (ج) ۰/۲ ثانیه (د) ۵ ثانیه

پاسخ) طبق جدول بالا قابل استخراج است. پس گزینه ب صحیح است.

پرسش ۶-۲) مستتر حداکثر امپدانس حلقه اتصال کوتاه شامل هادی فاز و هادی حفاظتی (PE) در یک سیستم IT با هادی خنثی توزیع نشده در شبکه سه فاز ۷۲۲۰/۳۸۰ چقدر می‌باشد؟ (شدت جریان عمل وسیله حفاظتی در زمان قطع مطمئن مدار ۲۰۰ آمپر می‌باشد). (خرداد ۹۳ «۱۱»)

الف) ۰/۱۵ اهم (ب) ۰/۵۵ اهم (ج) ۰/۹۵ اهم (د) ۰/۰۵ اهم

پاسخ) برای سیستم خنثی توزیع نشده رابطه زیر تعریف شده:

$$Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times U_p}{2 \times I_{df}} \rightarrow Z_s \leq \frac{\sqrt{3} \times 220}{2 \times 200} \rightarrow Z_s \leq 0.95 \Omega$$

پس گزینه ج صحیح است.

پرسش ۷-۲) مستتر حداکثر امپدانس حلقه اتصال کوتاه شامل هادی فاز، خنثی و هادی حفاظتی در یک سیستم IT با هادی خنثی توزیع شده در شبکه سه فاز ۳۸۰/۲۲۰۷، چقدر می‌باشد؟ (شدت جریان عمل وسیله حفاظتی در زمان قطع مطمئن مدار ۲۰۰ آمپر است). (آبان ۹۳ «۴۴»)

الف) ۰/۹۵ اهم (ب) ۰/۵۵ اهم (ج) ۰/۱۵ اهم (د) ۰/۰۵ اهم

$$Z_{sc} \leq \frac{U_p}{2I_{df}} \rightarrow Z_{sc} \leq \frac{220}{2 \times 200} \rightarrow Z_{sc} \leq 0.55 \Omega$$

پاسخ) برای سیستم خنثی توزیع شده رابطه زیر تعریف شده:

پس گزینه ب صحیح است.

۵-۲-۲) توزیع هادی خنثادر سیستم IT توصیه نشده است (۶۲۱-۵-۷)

در سیستم IT قویاً توصیه می‌شود که از توزیع هادی خنثا صرفنظر شود. بعضی از علل این کار واضح و بعضی دیگر ممکن است خیلی روشن نباشند. مهمترین علت اینکه توصیه می‌شود هادی خنثا توزیع نشود این است که هر چه طول هادی خنثا و تعداد لوازمی که به آن وصل می‌شوند بیشتر شود، احتمال بروز اتصالی بین آن و بدنه‌های هادی زمین شده بیشتر می‌شود که در صورت بروز این حالت ظاهراً اتفاق مهمی نخواهد افتاد، اما کل سیستم حفاظتی مختل خواهد شد و در اصل سیستم IT تبدیل به TT یا TN (بسته به نوع اتصال به زمین) خواهد شد. این است که، نه تنها بهتر است هادی خنثا توزیع نشود، بلکه باید هادیهای، مقاومت یا مقاومت‌های وسیله کشف اتصال به زمین که بین نقطه خنثا و الکتروود زمین قرار دارند، در برابر اتصال کوتاه شدن اتفاقی، به‌خوبی حفظ شود تا سیستم حفاظت مختل نشود. اما وضعیت دیگری که در صورت توزیع هادی خنثا در سیستم IT باید مورد توجه قرار گیرد و علت آن ممکن است در نگاه اول خیلی واضح نباشد این است که همه مدارهای سیستم باید مجهز به وسایل کشف اضافه جریان در هادی خنثا باشند تا همه هادیهای مدار (فاز یا فازها و خنثی) را قطع کند. کلیدهای چهار قطبی یا کلیدهای دو قطبی که همه قطبهای آن مجهز به رله‌های اضافی جریان می‌باشند، برای همین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پرسش ۸-۲) مستتر در کدامیک از گزینه‌های زیر در مسیر هادی خنثی باید از وسیله حفاظتی استفاده شود؟ (خرداد ۹۳ «۹»)

الف) سیستم IT که در آن هادی خنثی توزیع شده باشد. (ب) سیستم IT که در آن هادی خنثی توزیع نشده باشد.

ج) سیستم TT (د) به هیچ‌وجه نباید در مسیر هادی خنثی از وسیله‌ی حفاظتی استفاده شود.

پاسخ) با توجه به آئین‌نامه بالا، در این سیستم باید وسیله حفاظتی در مسیر هادی خنثی به گونه‌ای نصب شود که علاوه بر هادی خنثی، فازها را نیز قطع کند. گزینه الف صحیح است.

پرسش ۹-۲) مستتر در چه سیستم و تحت چه شرایطی قطع هادی خنثی الزامی است؟ (آبان ۹۳ «۴۱»)

الف) در سیستم IT و در تمامی حالات (هادی خنثی توزیع شده و یا توزیع نشده باشد).

ب) در سیستم IT و بشرطی که هادی خنثی توزیع نشده باشد.

ج) در سیستم IT و بشرطی که هادی خنثی توزیع شده باشد.

د) قطع هادی خنثی در هیچ سیستمی تحت هیچ عنوان مجاز نمی‌باشد.

پاسخ) در سیستم IT اگر هادی نول توزیع شود، این هادی حتماً باید قطع گردد و باید وسیله حفاظتی که هم فاز و هم نول را قطع می‌کند، پیش‌بینی شود. گزینه ج صحیح است.

۶-۲-۲ شرط قطع و وصل هادی خنثا در (سیستم IT) (۶۲۱-۵-۸)

هادی خنثا نباید قبل از هادیهای فاز از مدار مجزا و قطع شود. دیگر اینکه هادی خنثا باید قبل از هادیهای فاز یا همزمان با آنها وصل شود جز در شرایطی که برای سیستم IT گفته شد و شرایط استثنایی دیگر. هادی خنثا نباید حاوی وسایل حفاظتی خودکاری باشد که فقط هادی خنثا را قطع کند، باشد.

۷-۲-۲ وسایل حفاظتی مجاز در سیستم IT (۶۲۱-۵-۸)

در سیستمهای IT استفاده از وسایل حفاظتی زیر مجاز است: وسایل بازرسی دائمی عایق‌بندی؛ وسایل حفاظتی اضافه جریان؛ وسایل حفاظتی جریان تفاضلی؛

پرسش ۱۰-۲) **مشترک** در کدامیک از سیستم‌های زیر استفاده از وسیله حفاظتی در مدارهای خنثی الزامی است؟

الف) استفاده از وسیله حفاظتی در مدار هادی خنثا در تمامی سیستم‌های نیرو به طور کلی ممنوع می‌باشد.

ب) در سیستم IT با هادی خنثی توزیع نشده

ج) در سیستم IT صرفنظر از هادی خنثی توزیع شده و یا توزیع نشده

د) در سیستم IT با هادی خنثی توزیع شده

پاسخ) گزینه د صحیح است.

نکته ۱-۲) در سیستم‌های IT با هادی خنثای توزیع شده تجهیزاتی که بین فاز و خنثا (U_0) نصب می‌شوند باید از نظر عایق‌بندی مناسب برای ولتاژ فاز (U) باشند.

۸-۲-۲ خصوصیات - مزایا - کاربردهای سیستم IT (۶۲۱-۵-۱۱)

از بین سیستم‌های سه گانه TN، TT و IT، دو سیستم اول یعنی TN و TT، سیستم‌هایی برای استفاده از کاربردهای عادی و سیستم سوم یعنی IT، یک سیستم مخصوص برای کاربردهای مخصوص می‌باشد. نظر به اینکه اولین اتصال به بدنه در سیستم IT سبب قطع برق تجهیزاتی که اتصالی در آن واقع شده است نمی‌شود و در همان حال تماس با بدنه تجهیزات سبب برق‌گرفتگی نمی‌گردد، سیستم IT در بسیاری از کاربردهای حساس بی‌همتا است. بعضی از مواردی که استفاده از سیستم IT در آنها غیر قابل‌جاگزینی است عبارتند از:

- اتاق‌های عمل و نظایر آن در بیمارستانها؛
- چراغ‌های روشنایی ایمنی در تالارهای همایش و نظایر آن؛
- معادن روزباز و زیر زمینی؛
- سیستم‌های تولیدی که قطع برق در آنها ممکن است تولید خسارت زیاد کند مانند: شیشه‌سازی، کوره‌ها، ذوب فلزات، نیروگاهها، صنایع شیمیایی، صنایع مهمات سازی، تجهیزات آزمایشگاه‌ها و انجام آزمایش، تغذیه کامپیوترها، مدارهای کنترل و عملیات صنعتی زنجیره‌ای.

پرسش ۱۱-۲) **نظارت** سیستم نیروی برق اتاق عمل در یک بیمارستان چه می‌باشد؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۴۳»)

الف) IT (ب) TN-S (ج) TN-C-S (د) گزینه ب و ج هر دو صحیح است.

پاسخ) طبق آئین نامه ب ۱-۱-۳ صفحه ۱۴۵ مبحث ۱۳ و توضیحات فوق گزینه الف صحیح است.

پرسش ۱۲-۲) **نظارت** برای کدامیک از کاربردهای زیر استفاده از سیستم IT الزامی می‌باشد؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۲۷»)

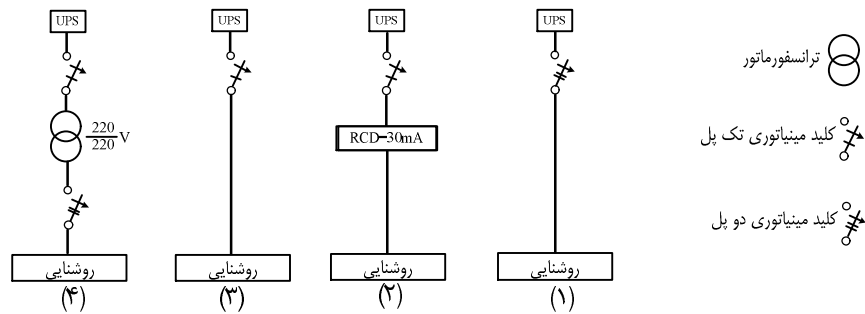
الف) ذوب فلزات (ب) اتاق‌های عمل

ج) چراغ‌های روشنایی ایمنی در تالارهای همایش (د) هر سه گزینه صحیح است.

پاسخ) گزینه د صحیح است.

پرسش ۱۳-۲) **مشترک** کدام یک از گزینه‌های زیر مناسب‌ترین مدار برای تغذیه چراغ‌های روشنایی ایمنی در تالارهای همایش می‌باشد (بهمن ۹۷ طراحی «۴۱»)?

الف) شکل ۴ (ب) شکل ۳ (ج) شکل ۲ و ۴ (د) هر چهار شکل صحیح است



پاسخ) طبق بخش برای تامین روشنایی ایمنی در تالارهای همایش باید از سیستم IT استفاده کرد. برای قطع آن باید از کلید های دوپل استفاده کرد که امکان قطع هادی نول پیش یا همزمان هادی فاز و وصل آن بعد از هادی فاز را فراهم کند. گزینه الف صحیح است.

۲-۲-۹ موارد حذف یا تغییر محل وسیله حفاظتی در برابر اضافه بار در سیستم‌های IT (۳-۷۱۶)

پیشبینیها برای تغییر محل یا حذف وسیله حفاظت در برابر اضافه بار در مورد سیستمهای IT مجاز نیست مگر مدارهایی که در برابر اضافه بار حفاظت نشده است. با وسیله جریان تفاضلی حفاظت شده باشد یا همه دستگاههای مورد استفاده مدار و ساختار خود مدار از نوع کلاس II باشد.

۲-۲-۱۰ حفاظت هادی خنثا در سیستم IT (۲-۷۱۹)

در سیستمهای IT، به قویاً توصیه می‌شود هادی خنثی توزیع نشود. اگر به هر دلیلی هادی خنثی توزیع شده باشد، عموماً لازم خواهد بود برای هادی خنثای هر یک از مدارها وسیله کشف اضافه جریان پیش‌بینی شود که سبب قطع همه هادی‌های فاز و هادی خنثی گردد. در صورتی که حداقل یکی از شرایط زیر برقرار باشد لزومی به انجام کارهای بالا نخواهد بود:

- هادی خنثای مدار مورد بحث در برابر اتصال کوتاه که در طرف تغذیه نصب می‌شود، طبق مقررات حفاظت شده باشد.
- مدار موردنظر به کمک یک وسیله جریان تفاضلی که جریان اسمی عمل آن از $0/15$ برابر جریان مجاز هادی خنثا بیشتر نباشد. وسیله مورد بحث باید همه هادیهای فاز و هادی خنثای مدار را قطع کند.

پرسش ۱۴-۲) (نظارت) در صورتیکه در سیستم IT هادی خنثی توزیع شده باشد کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (آذر «۲۱»۹۰)

الف) برای هادی خنثای هر یک از مدارها وسیله کشف اضافه جریان پیش‌بینی شود که سبب قطع هادی‌های فاز گردد ولی لزومی برای قطع هادی خنثی نمی‌باشد.

ب) برای هادی خنثای هر یک از مدارها وسیله کشف اضافه جریان پیش‌بینی شود که سبب قطع هادی خنثی گردد.

ج) برای هادی خنثای هر یک از مدارها وسیله کشف اضافه جریان پیش‌بینی شود که سبب قطع همه هادی‌های فاز و هادی خنثی می‌گردد.

د) نیاز به نصب وسیله کشف اضافه‌جریان برای هادی خنثی نمی‌باشد.

پاسخ) منظور از هادی خنثی توزیع شده، ایجاد امکان دسترسی به نول ترانسفورماتور توسط مصرف‌کننده است. در این حالت، امکان جابجایی ولتاژ وجود دارد و بسیار خطرناک است. پس برای جلوگیری از ایجاد صدمات حاصل از اضافه ولتاژها، باید هادی خنثای هر یک از مدارها مجهز به وسیله کشف اضافه جریان باشند تا همه هادی‌های فاز و خنثی قطع شود. پس گزینه ج صحیح است.

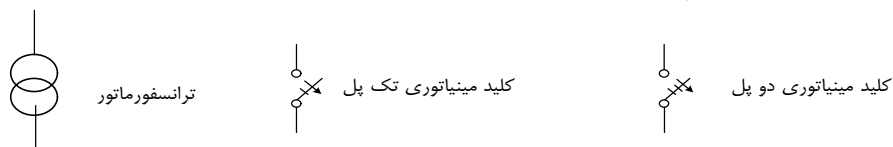
پرسش ۱۵-۲) (نظارت) در کدام سیستم، قطع هادی خنثی توسط وسایل حفاظتی لازم است؟

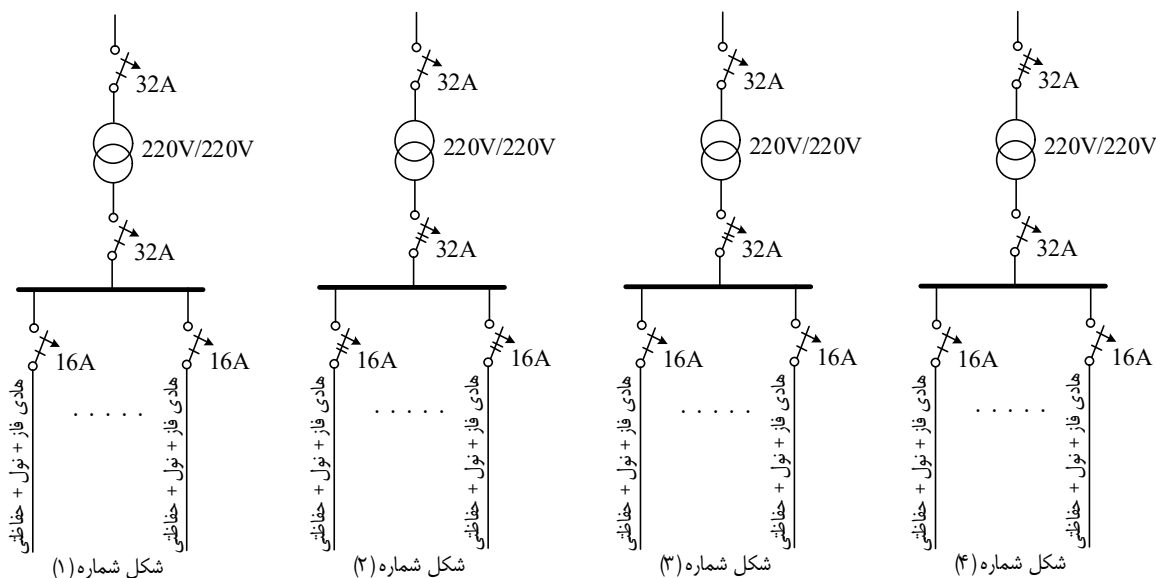
الف) TN با هادی خنثی توزیع شده ب) TN با هادی خنثی توزیع نشده ج) IT با هادی خنثی توزیع شده د) IT با هادی خنثی توزیع نشده

پاسخ) در سیستم‌های TT و TN، نقطه نول به زمین وصل شده و قطعی در آن به دلیل صفر بودن ولتاژ رخ نمی‌دهد. همان‌طور که در آیین‌نامه تشریح شده، اساساً توزیع نقطه نول توصیه نشده و در صورت توزیع نول ترانسفورماتور به مشترکان، حتماً باید در صورت خطا قطع شوند چرا که مشکلات زیادی به وجود می‌آورد. پس گزینه ج صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش فرداد ۹۳ (۹) است.

پرسش ۱۶-۲) (مشترک) کدام یک از گزینه‌های زیر تابلوی تغذیه برق یک اتاق عمل می‌باشد؟ سایر متعلقات تابلو در شکل رسم نشده است (اردیبهشت ۹۷ طراحی «۳۰»).





د) مدار شکل ۴

ج) مدار شکل ۳

ب) مدار شکل ۲

الف) مدار شکل ۱

پاسخ) سیستم مورد استفاده برای بیمارستان از نوع IT بوده و هادی نول آن باید دارای وسیله حفاظتی باشد. طبق بند دوم توضیحات فوق، کلید مورد استفاده برای اتاق عمل باید از نوع دوبل باشد که برای هادی خنثی نیز باید نصب شود. تنها در شکل ۲، از کیلید مینیاتوری دوبل استفاده شده است.

۳-۲ آخرین قدم در راه تأمین ایمنی در برابر برق‌گرفتگی (۳۴)

۳-۳-۲ شرح سیستمی که در نهایت به نام TN مشهور گردید (۳۴۱)

استفاده از هادیهای بیگانه و بدنه‌های هادی برای ایجاد مسیری با امپدانس کم به منظور بالا بردن جریان اتصال به زمین و قطع سریع مدار صدمه‌دیده برای رفع خطر برق‌گرفتگی تا مدتی جوابگوی حفظ ایمنی بود ولی کم‌کم معایب آن برملا گردید. عیب عمده سیستم از نظر ایمنی این بود که از اجزای غیرالکتریکی، مانند لوله آب، اجزای فلزی ساختمان و بدنه‌های هادی لوازم الکتریکی و غیرالکتریکی به‌عنوان مسیر جریان اتصالی استفاده می‌شد بدون آنکه برخی از اجزای ناقل جریان، در اختیار گردانندگان برق باشد. کم‌کم اشکال دیگری هم که مربوط به بهره‌برداری می‌باشد ظاهر گردید. این اشکال تا توسعه بی‌حد و حصر وسایل الکترونیکی، زیاد مهم نبود ولی به‌تدریج که الکترونیک جزو لاینفک زندگی گردید، معلوم شد که عبور جریانهای نشتی و اتصالی از سیستم هادیهای بیگانه در یک ساختمان، سبب ایجاد پارازیت (البته مقصود فقط نوع صوتی آن نیست) و اختلال در کار لوازم الکترونیکی می‌گردد.

استفاده از هادیهای بیگانه به‌عنوان هادیهای حفاظتی ادامه پیدا کرده، ولی بعضیهای دیگر به این فکر افتادند که خود را از شر اتفاقات غیرقابل پیش‌بینی در هادیهای بیگانه خلاص کنند و تماماً به سیستم برقی متکی شوند. بنابراین به جای استفاده از هادی بیگانه، از یک هادی که جزو سیستم برقی بوده و همراه با هادیهای فاز و هادی خنثا حرکت می‌کند، استفاده کردند و این هادی را هادی حفاظتی (PE) نامیدند و بدنه‌های هادی لوازم الکتریکی را به آن وصل کردند. در مرحله اول، هادی حفاظتی تنها به بدنه‌های هادی تجهیزات الکتریکی از یک طرف و هادی خنثی (N) وصل می‌شد که این کار فقط در نقطه شروع تغذیه سیستم برق انجام می‌شد. برای روشن شدن بیشتر مسایل مربوط به برق‌گرفتگی، شکل زیر ارائه شده است که در آن جریانها و ولتاژهای اتصالی و برق‌گرفتگی نشان داده شده‌اند.

در هر حال سیستم جدید (TN)، سرآمد سیستمها با توجه به سرمایه‌گذاری اولیه می‌باشد. در این سیستم استفاده از فیوز، که ارزانترین وسیله حفاظتی است و همچنین دیگر وسایل حفاظتی که در اثر شدت جریانهای بالا عمل می‌کنند (کلیدهای خودکار مینیاتوری و انواع کلیدهای خودکار)، قابل استفاده می‌باشند. سیستم قبلی (TT) در حالت کلاسیک آن احتیاج به کلیدهای (RCD) گران‌قیمت دارد و اگر از یک کلید تفاضلی برای چند مدار یا حتی یک آپارتمان استفاده شود، در اثر بروز عیبی در یک مدار، کل تأسیسات خاموش می‌شود. استفاده از سیستم (TT) نیز در سیستم‌های توزیع عمومی ممنوع است.

$$I_A = \frac{U_o}{Z_{L3} + Z_{PE}} \quad (3-2)$$

$$U_{PE} = I_A \cdot Z_{PE} \quad (4-2)$$

$$U_{PE} = U_o \cdot \frac{Z_{PE}}{Z_{L3} + Z_{PE}} \quad (۵-۲)$$

$$I_L = \frac{U_{PE}}{Z_L + R_A + R_B} \quad (۶-۲)$$

$$U_T = I_L \cdot Z_L \quad (۷-۲)$$

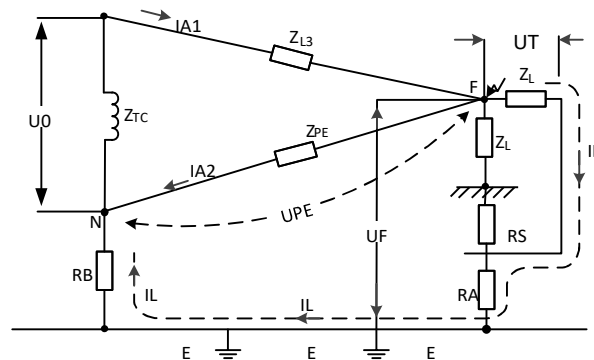
$$U_T = U_o \cdot \frac{Z_{PE}}{Z_{L3} + Z_{PE}} \cdot \frac{Z_L}{Z_L + R_A + R_B} \quad (۸-۲)$$

پیش فرض ها

$$I_{A1} = I_{A2} + I_L$$

$$I_A \gg I_L$$

$$|I_{A1}| \cong |I_{A2}| = I_A$$



شکل (۲-۳۴۱) جریانها و ولتاژهای اتصال کوتاه و برق گرفتگی مربوط به حالت خاص

۲-۳-۲ مشخصه‌های تجهیزات حفاظتی در سیستم TN (۳-۳-۶۲۱)

برای مدارهای نهایی که فقط تجهیزات نصب ثابت را تغذیه می‌کنند، زمان قطع می‌تواند از مقدار تعیین شده در جدول ۲-۶ بیشتر باشد ولی نباید هیچگاه از ۵ ثانیه تجاوز کند. علاوه بر آن اگر مدارهایی که لوازم دستی را تغذیه می‌کنند (و باید در زمان‌های تعیین شده در جدول ۲-۶ قطع شوند) به تابلوی مربوط به مدارهای تجهیزات ثابت وصل باشند یا از همان مدار تغذیه کنند، باید یکی از شرایط زیر برقرار باشد:

- امپدانس هادی حفاظتی بین تابلوی تقسیم و نقطه‌ای که هادی حفاظتی به نقطه همبندی اصلی وصل می‌شود (MEB) از مقدار زیر بیشتر نباشد:

$$\frac{50}{U_0} Z_s \quad (۹-۲)$$

- در محل تابلوی تقسیم یک همبندی کمکی نصب شود که شامل همه بدنه‌های هادی بیگانه که در همبندی اصلی شرکت دارند، باشد.

جدول (۲-۶) حداکثر زمان قطع برای سیستمهای TN

حداکثر زمان قطع (ثانیه)	U0(V)
۰/۸	۱۲۰
۰/۴	۲۳۰
۰/۴	۲۲۷
۰/۲	۴۰۰
۰/۱	۴۰۰

۳-۳-۲ تعیین حداقل مقاومت اتصال زمین در سیستم TN (۶۲۱-۳-۵)

در شرایطی که بین یک هادی فاز و زمین اتصالی برقرار شود (مانند افتادن یک هادی فاز روی یک دیوار فلزی یا دست انداز فلزی که به زمین وصل است، که احتمال آن کم است). برای اینکه ولتاژ هادی حفاظتی و بدنه های هادی که به آن وصل می باشند، نسبت به جرم کلی زمین از مقدار $U_L=50$ ولت تجاوز نکند (مقدار قراردادی)، لازم است رابطه زیر برقرار باشد:

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0-50} \quad (۱۰-۲)$$

که در آن: U_0 : ولتاژ اسمی متناوب مؤثر فاز به زمین; R_B : مقاومت همه الکترودهای زمین که موازی نصب شده اند به جرم کلی زمین; و R_E : مقدار حداقل مقاومت بین یک بدنه هادی بیگانه (که ممکن است با هادی فاز اتصالی کند) که در همبندی شرکت ندارد (به هادی حفاظتی وصل نیست) و جرم زمین. در حالت اتصالی از این مقاومت جریانهای اتصالی به جرم زمین و از جرم زمین و از طریق مقاومت R_B و منبع و هادی فاز بسته می شود.

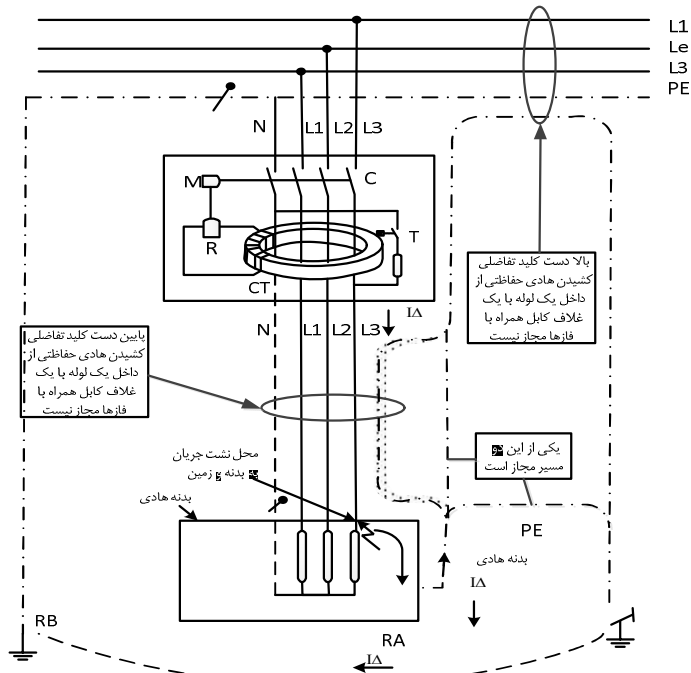
یادآوری مقاومت R_E مقداری است آماری و تجربی. آمار نشان می دهد که در اغلب موارد $R_E \geq 10\Omega$ است، بنابراین برای اینکه $U_L \leq 50V$ باشد؛ کافی است $R_B \leq 2.9\Omega$ انتخاب شود. این مسئله ای است مهم. قبل از اعمال این قاعده، $R_B \leq 2\Omega$ انتخاب می شد و اینک مقدار بزرگتری قابل قبول می باشد که فراهم کردن $R_B \leq 2.9\Omega$ ساده تر از $R_B \leq 2\Omega$ است.

پرسش ۱۷-۲) مستندک محدودیت حداکثر دو اهم برای مقاومت الکتروود زمین در سیستم نیروی TN به چه منظوری می باشد؟ (شهریور ۹۵ «۵۱»)

- الف) عملکرد سریع کلیدهای حفاظتی در صورت اتصالی اتفاقی یک هادی فاز خط هوایی با زمین
 - ب) کاهش ولتاژ تماس در بدنه تجهیزات الکتریکی در صورت اتصال هادی فاز با بدنه تجهیزات
 - ج) کاهش ولتاژ تماس در بدنه تجهیزات الکتریکی در صورت اتصالی اتفاقی یک هادی فاز خط هوایی با زمین
 - د) عملکرد سریع کلیدهای حفاظتی در صورت اتصال هادی فاز با بدنه تجهیزات
- پاسخ) طبق توضیحات فوق، گزینه ج صحیح است.

۳-۳-۴ روش های استفاده از وسایل حفاظتی جریان تفاضلی در سیستم TN (۶۲۱-۳-۶)

در سیستمهای TN به شرط رعایت نکاتی که در شکلهای زیر نشان داده است می توان از وسایل حفاظتی جریان تفاضلی استفاده کرد.



شکل ۱-۲) نحوه استفاده از یک کلید حفاظتی جریان تفاضلی در صورت وصل به الکتروود اختصاصی

۵-۳-۲ استفاده انحصاری از کابل‌های زیرزمینی سیستم TN (۶۲۱-۳-۹)

در سیستم‌هایی که انحصاراً از کابل‌های زیرزمینی استفاده می‌کنند، اصلاً توجهی به مقدار مقاومت هادیهای خنثا نسبت به زمین نشود، زیرا مقدار آن هر چه باشد، به شرط اینکه سایر مسایل (مانند قطع مدار در ۰/۴ ثانیه یا ۵ ثانیه) رعایت شده باشند، خللی در ایمنی وارد نخواهد شد زیرا اتصال اتفاقی بین یک فاز و یک بدنه هادی بیگانه در سیستم کابلی بسیار بسیار نامحتمل است.

پرسش ۱۸-۲) (نظارت) کدامیک از گزینه‌های زیر در رابطه با مقاومت الکتریکی نقطه خنثی یا هادی خنثای یک سیستم TN نسبت به جرم کلی زمین صحیح است؟ (خرداد ۸۹ «۲۷»)

الف) چنانچه انحصاراً از کابل‌های زمینی استفاده شود و قطع مدار در ۰/۴ ثانیه یا ۵ ثانیه رعایت شده باشد مقاومت الکتریکی نقطه خنثی یا هادی خنثای یک سیستم TN می‌تواند از دو اهم بیشتر باشد.

ب) مقاومت الکتریکی نقطه خنثی یا هادی خنثای یک سیستم TN باید ماکزیمم دو اهم باشد.

ج) چنانچه مقاومت اتصالی اتفاقی بین هادی فاز و جرم کلی زمین از ۷ اهم بیشتر باشد مقاومت الکتریکی نقطه خنثی یا هادی خنثای یک سیستم TN می‌تواند از دو اهم بیشتر باشد.

د) گزینه‌های ب و ج هر دو صحیح است.

پاسخ) گزینه د صحیح است.

پرسش ۱۹-۲) (نظارت) کدامیک از گزینه‌های زیر در رابطه با مقدار کل مقاومت زمین هادی‌های حفاظتی PE یا حفاظتی/خنثی PEN در یک سیستم TN با ولتاژ ۳۸۰/۲۲۰ ولت صحیح است؟ (آذر ۹۰ «۵۷»)

الف) مقدار مقاومت تحت هیچگونه شرایطی نباید از دو اهم تجاوز نماید.

ب) سیستم‌هایی که انحصاراً از کابل‌های زیرزمینی استفاده می‌شود به شرط اینکه سایر مسائل (مانند قطع مدار در ۰/۴ ثانیه یا ۵ ثانیه) رعایت شده باشد مقدار مقاومت می‌تواند حداکثر تا ۲/۹ اهم افزایش یابد.

ج) در سیستم‌هایی که انحصاراً از کابل‌های زیرزمینی استفاده می‌شود به شرط اینکه سایر مسایل (مانند قطع مدار در ۰/۴ ثانیه یا ۵ ثانیه) رعایت شده باشد مقدار مقاومت اهمیت چندانی ندارد.

د) هیچکدام

پاسخ) گزینه الف اشتباه است، چرا که تأکید شدیدی روی ۲ اهم شده است. با توجه به گزینه‌های ب و ج می‌توان نوشت:

$$R_B \leq R_E \frac{50}{U_0 - 50}$$

از آنجایی که کابل زیرزمینی است، مقدار مقاومت اتفاقی (R_E) معنایی ندارد یا مقدار آن بسیار زیاد خواهد بود. از این رو، مقدار مقاومت زمین (R_B) نیز بسیار زیاد و مقدار عددی آن نزدیک به بی‌نهایت است و اهمیت خاصی ندارد. پس گزینه ج صحیح است.

پرسش ۲۰-۲) (نظارت) حداکثر مقدار مقاومت زمین هادی‌های حفاظتی PE یا حفاظتی PEN در یک سیستم TN با ولتاژ ۳۸۰/۲۲۰ ولت، در سیستم‌هایی که انحصاراً از کابل‌های زیرزمینی استفاده می‌کنند، بشرط اینکه سایر مسائل (مانند قطع مدار در ۰/۴ ثانیه یا ۵ ثانیه) رعایت شده باشد، چند اهم است؟ (اسفند ۹۱ «۱۲»)

الف) ۲ اهم ب) ۲/۹ اهم ج) ۵ اهم د) مقدار مقاومت چندان اهمیتی ندارد و هر مقداری می‌تواند باشد.

$$R_B \leq R_E \frac{50}{U_0 - 50}$$

پاسخ) می‌توان نوشت:

از آنجایی که کابل زیرزمینی است، مقدار مقاومت اتفاقی (R_E) معنایی ندارد یا مقدار آن بسیار زیاد خواهد بود. از این رو، مقدار مقاومت زمین (R_B) نیز بسیار زیاد و مقدار عددی آن نزدیک به بی‌نهایت است و اهمیت خاصی ندارد. پس گزینه د صحیح است.

پرسش ۲۱-۲) (نظارت) حداکثر مقدار مقاومت هادی خنثی نسبت به زمین در یک سیستم TN که در آن انحصاراً از کابل‌های زیرزمینی استفاده شده و با شرط اینکه سایر شرایط (مانند قطع مدار در ۰/۴ ثانیه و ۵ ثانیه) رعایت شده باشد، چقدر می‌باشد؟ (خرداد ۹۳ «۱۲»)

د) ۵ اهم الف) ۲ اهم ب) مقدار مقاومت اهمیت چندانی ندارد. ج) ۲/۹ اهم

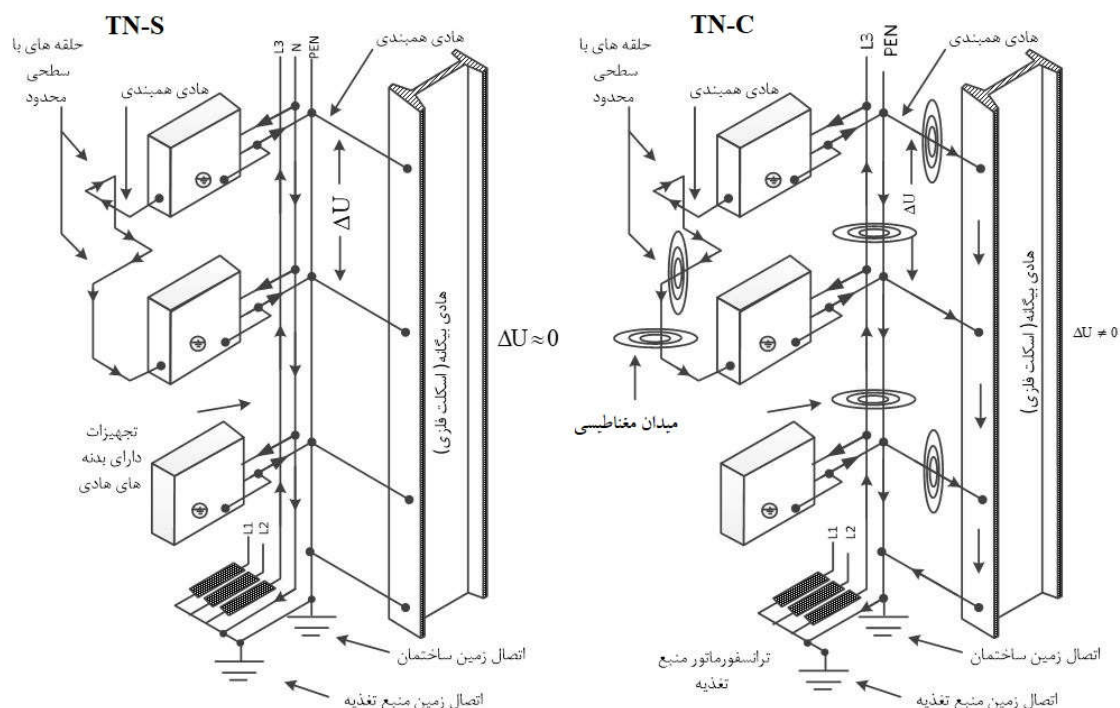
پاسخ) طبق آئین‌نامه بالا گزینه ب صحیح است.

روز بروز از اهمیت مقدار R_B در سیستم TN کاسته می‌شود به طوری که هم‌اکنون در سیستم‌های تمام کابلی TN، دیگر احتیاجی به کنترل مقدار مقاومت R_B نیست. با وجود این، لزوم برقراری اتصال زمین برای هر انشعاب به قوت خود باقی است.

۶-۳-۲ بررسی سیستم‌های TN-C و TN-S از نظر سازگاری با سیستم‌های الکترونیکی ساختمانها (6P10-۰)

همیندی، علاوه بر تأمین ایمنی، سیستم‌های الکترونیکی را در برابر آثار امواج الکترومغناطیسی حفاظت می‌نماید. یکی از مشخصه‌های آن ورود ارتباطات به همه انواع ساختمان‌ها است، همبندی، عملی بسیار مهمتر به شمار خواهد آمد و در ساختمانهای بزرگ ایجاد

همبندی علاوه بر نقطه ورود سرویسها به ساختمان، در نقاط اضافی مانند تابلوهای برق تغذیه کننده لوازم فنی، لازم خواهد بود. به طور



کل، برای مبارزه با EMI در ساختمانهایی که شامل لوازم الکترونیکی می باشند، لازم است نکات زیر رعایت شوند:

- از سیستمهای توزیع، سیستمهای مورد قبول عبارتند از TN-S و TT و IT و به عبارتی دیگر، استفاده از سیستمهای TN-C به هیچ وجه مجاز نیست.

- در همه جعبه های توزیع لازم است همبندی اضافی برای همولتاژ کردن پیش بینی شود.

همه همبندی های همولتاژ کننده باید موارد زیر را شامل شوند: هادی حفاظتی، لوله های آب، لوله های گاز، لوله های بالاروی حرارت مرکزی، سیستمهای تهویه، اجزای فلزی سازه ای ساختمان (اسکلت فلزی و یا میلگردهای بتن مسلح) و هرگونه لوله کشی فلزی دیگر ساختمانهایی که باید از TN-S استفاده کنند، برای مثال عبارتند از ساختمانهای مربوط به تأسیسات فنی مخابرات، ساختمانهای دارای شبکه های رایانه و بیمارستانها و ساختمانهای مشابه آنها در مورد بیمارستانها یادآور می شود که امروزه هم در زمینه های تشخیص و هم درمان، از وسایل الکترونیکی حساس نسبت به امواج الکترومغناطیسی استفاده می شود (MIR، CT-Scan) و بسیاری تجهیزات حساس دیگر). شکل ۱-۶۲۰-۱، مقایسه دو سیستم TN-S و TN-C از نظر انتشار امواج الکترومغناطیسی.

پرسش ۲۲-۲) نظارت کدام یک از سیستم های نیروی برق زیر برای تأسیسات برقی بیمارستان استفاده می شود (مهر ۹۸ نظارت «۸»؟)

الف) IT و TN-C-S (ب) فقط TN-S (ج) IT و TN-S (د) IT و TN-C

پاسخ) از سیستم IT بدلیل عدم قطع در اولین خطا برای دستگاه های اتاق عمل و ... استفاده می شود؛ چرا که ارزش کار انجام شده بیش از قیمت وسیله است. از سیستم TN-S نیز برای جلوگیری از بروز تداخل امواج الکترومغناطیسی در دستگاه های حساس الکترونیکی (که در بیمارستان نیز موجود است) استفاده می شود. گزینه ج صحیح است.

همبندی علاوه بر تأمین ایمنی، سیستمهای الکترونیکی را در برابر آثار امواج الکترومغناطیسی حفاظت می نماید. به طور کلی، برای جلوگیری از EMI- یا تداخل امواج الکترومغناطیسی^۱ (EMI) که ممکن است به طور عمد بر اثر جریانهای برگشتی هادی خنثا از چند مسیر به وجود آیند، لازم است از سیستمهایی استفاده شود که دارای سازگاری و همخوانی بسیار خوبی از نظر امواج الکترومغناطیسی^۲ هستند، استفاده شود.

شکل فوق، فرق بین دو سیستم TN-C و TN-S را از نظر پخش امواج الکترومغناطیسی در حالت عادی (غیر از حالت بروز اتصالی فاز با بدنه)، نشان می‌دهد. دیده می‌شود که به علت مشترک بودن هادیهای حفاظتی و خنثا (PEN) در سیستم TN-C جریان خنثا تماماً از هادی خنثا عبور نمی‌کند بلکه بخشی از آن به علت وجود همبندی، از راه اجزای ساختمانی به مبداء بر می‌گردد و همین بخش است که ایجاد امواج الکترومغناطیسی و تداخل (EMI) می‌کند. در سیستم TN-S به دلیل مجزا بودن هادیهای حفاظتی (PE) و خنثا (N)، هادی خنثا در همبندی شرکت ندارد و بنابراین هیچ جریانی که مربوط به آن باشد از اجزای ساختمانی عبور نخواهد کرد و (EMI) بروز نخواهد کرد.

نکته ۱-۲) در سیستم TN بدنه دستگاه باید به نول (N) وصل شود. وصل کردن از طریق PE به نقطه نول در سیستم TN-C-S دارای چند مزیت مهم است:

- استفاده از دو سیم PE و N به صورت جداگانه، ضریب اطمینان را در صورت وقوع قطعی در یکی از سیم‌ها افزایش می‌دهد.
 - با عبور جریان از سیم نول، در برخی تجهیزات (مانند دستگاه‌های کنترل دور موتور یا درایوها، لامپ‌های کم‌مصرف، سیستم‌های مخابراتی، کامپیوتری، PLC و غیره) هارمونیک، نویز و تداخل امواج الکترومغناطیسی (EMI) رخ داده و با وصل به بدنه، این آثار مخرب به بدنه دستگاه تزریق می‌شود. بسیاری از تجهیزات از بدنه خود برای ایجاد نقطه صفر استفاده می‌کنند که با عبور هارمونیک و غیره از آن، عملکرد دستگاه دچار اختلال می‌شود. پس، یکی از مزایای اصلی سیستم TN-S و بخش TN-S سیستم TN-C-S نسبت به TN-C جلوگیری از تزریق هارمونیک، نویز و تداخل امواج الکترومغناطیسی به بدنه دستگاه است.
- به علت مشترک بودن هادیهای حفاظتی خنثا (PEN) در سیستم TN-C جریان خنثا تماماً از هادی خنثا عبور نمی‌کند بلکه بخشی از آن به علت وجود همبندی، از راه اجزای ساختمانی به مبداء بر می‌گردد و همین بخش است که ایجاد امواج الکترومغناطیسی و تداخل (EMI) می‌کند. در سیستم TN-S به دلیل مجزا بودن هادیهای حفاظتی (PE) و خنثا (N)، هادی خنثا در همبندی شرکت ندارد و بنابراین هیچ جریانی که مربوط به آن باشد از اجزای ساختمانی عبور نخواهد کرد و EMI بروز نخواهد کرد. به طور کلی، برای مبارزه با EMI در ساختمانهایی که شامل لوازم الکترونیکی می‌باشند لازم است نکات زیر رعایت شوند:

- از سیستمهای توزیع، سیستمهای مورد قبول عبارتند از TT, TN-S و IT به عبارت دیگر نباید از هادی مشترک حفاظتی/خنثا (PEN) استفاده شود و یا استفاده از سیستمهای TN-C به هیچ وجه مجاز نیست.

• در همه جعبه توزیع لازم است همبندی اضافی برای هم‌ولتاژ کردن پیش‌بینی شود.

ساختمانهایی که باید از TN-S استفاده کنند برای مثال عبارتند از ساختمانهای مربوط به تاسیسات فنی مخابرات، ساختمانهای دارای شبکه‌های رایانه و بیمارستانها و ساختمانهای مشابه آنها. در مورد بیمارستانها یادآور می‌شود که امروزه هم در زمینه‌های تشخیص و هم درمان، از وسایل الکترونیکی حساس نسبت به امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود (CT-SCAN, MIR) و بسیاری تجهیزات حساس دیگر). پدیده‌ی است که مطالب گفته شده درباره مزایای سیستم TN-S نسبت به سیستم TN-C فقط در هنگام سالم بودن کلیه مدارها صحیح خواهد بود و اما اگر به هر دلیل در یکی از مدارها اتصالی بروز کند تا قطع خودکار (به مدت بسیار کوتاه) یا اگر در سیستم نشتی قابل ملاحظه‌ای وجود داشته باشد، (به طور دایم) تداخل امواج الکترو-مغناطیسی (EMI) وجود خواهد داشت.

پرسش ۲۳-۲) نظارت سیستم نیروی برق مورد طراحی برای تأسیسات برق یک بیمارستان چه می‌باشد؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۴۲»)

الف) TN-S ب) TN-C-S ج) TN-C د) گزینه الف و ب

پاسخ) گزینه الف صحیح است.

پرسش ۲۴-۲) نظارت شکل زیر سیستم توزیع نیرو TN-C را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، کدام عبارت در مورد این سیستم توزیع صحیح نمی‌باشد؟ (خرداد ۹۳ «۲۴»)

الف) در این سیستم، به دلیل عبور بخشی از جریان بار برگشتی هادی خنثی از هادیهای همبندی، میدان مغناطیسی و پدیده‌ی EMI ایجاد می‌شود.

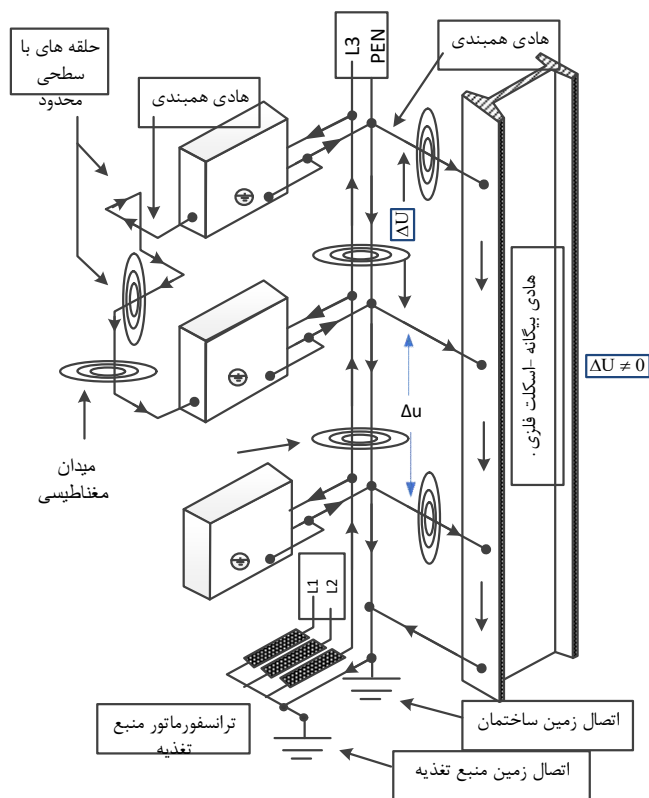
ب) در این سیستم، به دلیل عبور بخشی از جریان بار برگشتی هادی خنثی از اجزای ساختمانی، اختلاف پتانسیل ΔU ایجاد می‌شود.

ج) در این سیستم، در صورت حذف اتصال زمین منبع تغذیه یا اتصال زمین ساختمان، می‌توان از ایجاد میدان مغناطیسی و بروز پدیده EMI جلوگیری کرد.

د) در این سیستم، به دلیل وجود هادیهای همبندی بین هادی PEN و سازه فلزی ساختمان، اختلاف پتانسیل ΔU و پدیده EMI ایجاد می‌شود.

پاسخ) جریان از فاز (L3) رفته و از سیم خنثی-حفاظتی (PEN) برمی‌گردد. به دلیل وجود همبندی (مرتبط با اسکلت فلزی) مقدار جریانی از هادی بیگانه عبور می‌کند. این جریان منجر به ایجاد میدان شده و نویز، تداخل و هارمونیک تولید می‌کند (گزینه ب). طبیعتاً هر جایی

که جریان هست، مقداری اختلاف پتانسیل نیز به وجود می‌آید (گزینه ج). گزینه الف نیز صحیح است. پس تنها گزینه اشتباه، گزینه ج است، چرا که در سیستم TN-C باید وصل بماند.



پرسش ۲۵-۲) نظارت تداخل امواج الکترومغناطیسی (EMI) چگونه بوجود می‌آید؟ (آذر ۸۴ «۴۷»)

الف) در اثر عبور جریان‌های برگشتی هادی خنثی از چند مسیر
 ب) در اثر عبور جریان‌های برگشتی هادی خنثی از هادی خنثی
 ج) در اثر عبور جریان‌های برگشتی هادی خنثی از هادی حفاظتی
 د) هیچکدام
پاسخ) بر اثر عبور جریان برگشتی هادی خنثی از چند مسیر (به دلیل وجود همبندی از راه اجرای ساختمانی) به مبدأ (زمین منبع تغذیه) به وجود می‌آید. پس گزینه الف صحیح است.

پرسش ۲۶-۲) نظارت پدیده EMI در چه سیستم یا سیستم‌هایی امکان به وجود آمدن دارد؟ (آذر ۸۴ «۴۸»)

الف) TN-S (ب) IT و TT (ج) TN-C-S، TT، IT (د) TN-C و TN-C-S
پاسخ) در سیستمی که بدنه به نول وصل کنیم، این هادی اتصال دهنده تأثیرات نویز، هارمونیک و غیره را می‌تواند به بدنه دستگاه تزریق کند. در IT و TT، بدنه به زمین متصل است. در TN-C-S در قسمت C چنین وضعیتی حاکم است، اما در قسمت S چنین حالتی وجود ندارد. در بین سیستم‌های موجود، تنها سیستم TN-C است که در آن بدنه دستگاه به نول ترانسفورماتور به صورت مستقیم وصل است. پس گزینه د صحیح است.

پرسش ۲۷-۲) نظارت مناسب‌ترین سیستم برای ساختمان‌های مرکز مخابرات و مشابه آن چه می‌باشد؟ (آذر ۸۴ «۴۹»)

الف) TN-S (ب) TN-C-S (ج) TT یا TN-S (د) TN-C-S یا TN-S
پاسخ) در ساختمان‌های مخابراتی، برای عدم تزریق هارمونیک و ایجاد پدیده EMI نباید بدنه دستگاه به نول ترانسفورماتور متصل شود. در سیستم‌های TN-C و TN-C-S، بدنه به نول متصل است. پس گزینه های ب و د اشتباه است. با توجه به اجباری بودن اجرای سیستم TN در ایران گزینه ج صحیح نیست، پس گزینه الف صحیح است.

پرسش ۲۸-۲) نظارت پدیده EMI (تداخل امواج الکترومغناطیسی) بوجود آمده که در دستگاه‌های الکترونیکی اختلال ایجاد می‌کند) در

کدام سیستم توزیع نیرو و به چه علتی ایجاد می‌شود؟ (اسفند ۸۷ «۱۳»)

الف) در سیستم TN-C به علت عدم انجام همبندی
 ب) در سیستم TN-C به علت انجام همبندی