

د) کلید های مینیاتوری باید از این تابلو حذف شوند.

پاسخ) براساس توضیحات بالا گزینه ب صحیح است.

پرسش ۴۶-۶) تابلوی برقی که شامل ۱۰ عدد مینیاتور تک پل ۱۰ آمپر و ۱۵ عدد مینیاتور تک پل ۱۶ آمپر می باشد مفروض است. چنانچه قدرت قطع کلیدهای مینیاتوری ۶ کیلوآمپر باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر به‌عنوان حفاظت ورودی تابلو می تواند صحیح باشد؟ (اسفند ۸۷ «۳۴»)

الف) فیوز ۱۰۰ آمپر

ب) فیوز ۱۲۵ آمپر

ج) کلید اتوماتیک (MCCB) ۱۰۰ آمپر

پاسخ) اگر در یک تابلو از کلیدهای مینیاتوری استفاده شود، باید یک سری فیوز در بالادست آن‌ها در این تابلو یا تابلوی اصلی آن وجود داشته باشد. اگر توان قطع هر کلید بیش از ۳ کیلوآمپر باشد، جریان نامی فیوز ۱۰۰ آمپر است. گزینه الف صحیح است.

۵-۶ فیوزها

الف) مفهوم: عبارت است از یک سیم حرارتی که در مدار جریان قرار می گیرد و به ازای جریان به خصوصی در زمان معین ذوب می شود (می سوزد). عملکرد صحیح فیوز نه فقط تابع دقت مرحله ساخت می باشد، بلکه به استفاده درست و نگهداری صحیح پس از نصب نیز بستگی دارد. فیوزها یکی از ارزان‌ترین و ایمن‌ترین تجهیزات حفاظتی تابلوهای ولتاژ پایین هستند. از فیوزها می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی در موارد زیر استفاده کرد (آئین نامه ۱۳-۶-۲-۱-۱):

الف) حفاظت مدارها: در برابر جریان‌های اتصال کوتاه و اضافه بار

ب) حفاظت دستگاه‌ها: در برابر جریان اتصال کوتاه

پ) تامین ایمنی: در صورت اتصال کوتاه بین یک هادی فاز با بدنه‌های هادی یا هادی حفاظتی (PE) یا هادی حفاظتی - خنثی (PEN)

ب) انواع فیوز

ب-۱) از نظر سرعت عملکرد

- فیوز تندکار: با سرعت عملکرد بالا که برای مدارهای روشنایی و مصارف خانگی استفاده شده و به محض افزایش غیرعادی جریان، عمل قطع را انجام می‌دهند.

- فیوز کندکار: این فیوزها نسبت به نوع تندکار سرعت عملکرد پایین دارند و از آن برای حفاظت موتور استفاده می‌شود تا در موقع بروز اضافه بار و جریان‌های گذرا (مانند هنگام راه‌اندازی)، منجر به قطع موتور نشود.

پرسش ۴۷-۶) طراحی در مسئله ۳۶ پیوست الف، جریان مصرفی موتور چند آمپر است و فیوز F (آمپراژهای استاندارد) چقدر است؟ (فرودین ۸۱ «۴۴»)

الف) ۲۰ آمپر، فیوز منتخب ۳۵ آمپر

ب) ۲۰ آمپر، فیوز منتخب ۵۰ آمپر

ج) ۱۵ آمپر، فیوز منتخب ۳۵ آمپر

د) ۱۵ آمپر، فیوز منتخب ۵۰ آمپر

پاسخ) جریانی که موتور از شبکه می کشد از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$I_{in} = \frac{P_{in}}{\sqrt{3}U_L \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\eta \sqrt{3}U_L \cos \varphi} = \frac{10000}{0.95 \sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 19.99 A$$

جریان نامی فیوز انتخابی، مناسب با زمان راه‌اندازی ممکن است ۲ تا ۲/۵ برابر جریان نامی موتور باشد، پس فیوز با جریان ۵۰ آمپر انتخاب می‌شود. گزینه ب صحیح است.

ب-۲) از نظر نحوه عملکرد

- فیوزها با خاصیت محدودکنندگی جریان: در این فیوزها، جریان قبل از اینکه به پیک خود برسد توسط فیوز قطع می شود.
- فیوزها بدون خاصیت محدودکنندگی جریان: فیوزهای غیر محدودکننده جریان دارای این قابلیت نیستند و بنابراین جریان‌های اتصال کوتاه بزرگ بدون اینکه قبل از رسیدن به پیک قطع شوند، از فیوز و در نتیجه تجهیزات تحت حفاظت عبور می کنند.

ب-۳) از نظر نحوه کاربرد

- فیوز همه منظوره (فشنگ نوع G): فیوز محدود کننده جریانی که قادر است تحت شرایط معین همه جریان‌های کوچکتر یا مساوی ظرفیت قطع نامیش را که باعث ذوب المان فیوزی می گردند، قطع کند.

- فیوز پشتیبان (فشنگ نوع A): فیوز محدودکننده‌ی جریانی که قادر است تحت شرایط معین همه جریان‌های بین پایین‌ترین جریان تعیین شده روی مشخصه زمان، جریان عملکردش و ظرفیت قطع نامی را قطع کند.
- نکته ۳۰-۶) فیوزهای نوع A عموماً برای حفاظت در مقابل اتصال کوتاه بکار می‌روند، حال آن که فیوزهای G در مقابل اضافه بار نیز مدار را حفاظت می‌کنند.
- ب-۴) کلاس‌بندی فیوزها طبق IEC 60269-1: استاندارد مربوط به فیوزهای ولتاژ پایین با مصارف کلی یا عمومی است، که از نظر کلاس بندی شامل دو دسته می‌شود:
 - ۱- فیوزهایی که برای حفاظت کابل و خط بکار می‌رود. به این فیوزها کلاس gG می‌گویند.
 - ۲- فیوزهایی که برای حفاظت دستگاه‌های الکتریکی بکار می‌روند. این فیوزها دارای سه کلاس aM, gTr, gB هستند.
- حرف اول که بصورت حروف کوچک انگلیسی بکار می‌رود، g و a است و برای تشخیص حالت قطع‌کنندگی آنها می‌باشد:
 - g: برای کاربردهای عمومی یا جنرال بکار می‌رود و از نظر حفاظتی دارای محدوده و رنج کاملی است.
 - a: برای کاربردهای خاص است و از نظر حفاظتی دارای رنج و محدوده خاصی است. از این فیوزها به عنوان فیوزهای پشتیبان استفاده می‌شود و حالت قطع‌کنندگی آن از یک جریانی بالاتر است.
- حرف دوم که بصورت حروف بزرگ انگلیسی بکار می‌رود، برای تشخیص نوع کاربرد آنها است و انواع مختلفی به شرح زیر دارد:
 - G: برای کاربردهای معمول و عمومی است که فیوزهای مصارف عمومی، مخصوصاً رساناهای معمولی از جمله کاربردهای این دسته است (gG). مشخصه سابق این فیوزها gL و gF بود.
 - M: از جمله کاربردهای این دسته با این مشخصه، حفاظت‌های موتوری است (gM).
 - N: فیوزهای سریع و بدون تاخیر و مطابق با استاندارد آمریکای شمالی است و برای مصارف عمومی بکار می‌رود (gN).
 - D: فیوزهای تاخیری و مطابق با استاندارد آمریکای شمالی است و برای مصارف عمومی بکار می‌رود (gD).
 - R: برای حفاظت از نیمه هادی‌ها است (gR).
 - Tr: از جمله کاربردهای این دسته با این مشخصه، حفاظت‌های ترانسفورماتورها است (gTr).
 - B: برای حفاظت ایستگاه‌های زیرزمینی بکار می‌رود (gB).
 - a: برای رنج‌های خاص حفاظتی، برای فیوزها با حالت قطع‌کنندگی
 - M: حفاظت الکتروموتورها فقط در برابر جریان‌های اتصال کوتاه (aM)
 - R: حفاظت نیمه هادی‌ها فقط در برابر جریان‌های اتصال کوتاه (aR)
- نکته ۳۱-۶) فیوزهای aM سریع و مطمئن برای حفاظت موتورها و نیز، کابل‌ها فقط در برابر اتصال کوتاه، با قدرت قطع ۱۰۰ کیلوآمپر هستند. اگر از این فیوزها در جایی استفاده کردید که حفاظت اضافه بار برای موتورها مد نظر است، این نکته را در نظر داشته باشید که همراه این فیوز باید رله اضافه بار، بیمتال و کنتاکتور هم در نظر بگیرید چون این نوع فیوزها فقط مخصوص اتصال کوتاه است.
- ج) فیوزهای پرکاربرد:
 - ج-۱) فیوزهای اتوماتیک یا آلفا: نوعی فیوز خودکار است که عبور جریان بیش از حد مجاز از آن باعث قطع مدار می‌شود، اما می‌توان شستی آن را به داخل فشار داد تا ارتباط برقرار گردد. بعضی از فیوزهای خودکار جریان زیاد و بار زیاد را در مدارها، کنترل می‌کنند، اما پس از قطع شدن باید پس از مدت کمی دوباره شستی مربوط به آن را فشار داد تا مدار را وصل کند در این فیوزها دو عنصر مغناطیسی و حرارتی وجود دارد که قسمت مغناطیسی آن اتصال کوتاه با جریان زیاد و قسمت حرارتی آن (بی‌متال) بار زیاد را قطع می‌کند. این فیوزها اکثراً مصرف خانگی دارند.
 - ج-۲) فیوز کارتریج: این فیوز شامل بدنه لوله مانندی از جنس چینی است، دو سر آن فلز بوده و سیم فیوز داخل این لوله قرار می‌گیرد. لوله از مواد سیلیکونی پر می‌شود، این نوع فیوز در بالا برها نصب می‌شود.
 - ج-۳) فیوزهای NH یا HRC: این فیوز دارای قدرت قطع زیاد بوده بطوریکه می‌تواند جریان‌های اتصال کوتاه تا ۲۰۰ کیلوآمپر و بیشتر را با اطمینان کامل قطع کند. این فیوزها برای جریان نامی تا ۱۲۵۰ آمپر و ولتاژ نامی ۶۶۰ ولت ساخته شده‌اند و برای حفاظت سیم و کابل در توزیع با قدرت‌های زیاد و حفاظت موتورها بکار برده می‌شوند.

ج-۴) فیوزهای LS: معروف به فیوز فشنگی (فیوز فشار ضعیف با قدرت قطع کم) بوده که مخصوص حفاظت سیم ساخته شده است و قدرت قطعشان قدری کمتر از فیوزهای NH می باشد.

ج-۵) کات اوت فیوز: از فیوزهای کات اوت به طور وسیعی در حفاظت فیدرهای توزیع و ترانسفورماتورها استفاده می شود. در ایران این فیدرها عموماً دارای ولتاژهای ۱۱، ۲۰، ۳۳ کیلو ولت هستند. از این فیوزها می توان در مواقع تغییر و نگهداری و... به عنوان سکسیونر و حفاظت ترانسفورماتور نیز استفاده کرد. اصولاً از فیوزهای کات اوت در جاهایی استفاده می شود که خطاها و اضافه بارها بندرت اتفاق می افتد چرا که هر بار عملکرد این فیوز باید فردی برای تعویض فیوز به محل اعزام شود.

نکته ۳۲-۶) فیوز کریر، پایه فیوز کوچکی از جنس چینی است که به فیوز سیگاری و کلید فیوز مینیاتوری نیز معروف است.

پرسش ۴۸-۶) نظارت نام دیگر فیوز کریر چه می باشد؟ (اسفند ۸۷ «۴۶»)

الف) کلید فیوز مینیاتوری (ب) فیوز چاقویی (ج) فیوز فشنگی نوع صنعتی (د) فیوز فشنگی نوع خانگی
پاسخ) طبق نکته فوق گزینه الف صحیح است.

۶-۶ کلیدهای مغناطیسی (کنتاکتور)

→ این بخش با بخش «طراحی بانک فازنی» در فصل پنجم این کتاب مرتبط است.

الف) مفهوم: کنتاکتور وسیله‌ای است که در آن با استفاده از خاصیت الکترومغناطیس، تعدادی کنتاکت به یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می شوند. از این خاصیت برای قطع و وصل و یا تغییر اتصال مدار استفاده می شود. هر کنتاکتور معمولاً، دارای سه کنتاکت اصلی برای مدار است. کنتاکتور از دو هسته E شکل تشکیل می شود که یکی ثابت و دیگری متحرک است. در میان هسته ثابت یک سیم پیچ قرار دارد که با عبور جریان از آن نیرویی ایجاد می شود که هسته متحرک را به هسته ثابت متصل می کند. با حرکت هسته متحرک، تعدادی کنتاکت باز، بسته و تعدادی کنتاکت بسته باز خواهند شد. ولتاژ تغذیه بوبین کنتاکتورها متفاوت است و از ۲۴ تا ۳۸۰ ولت ساخته می شود. در اکثر کشورهای صنعتی، برای حفاظت بیشتر، تغذیه بوبین کنتاکتورها را زیر ولتاژ حفاظت شده (۵۰ ولت) انتخاب می کنند یا برای تغذیه مدار فرمان ترانسفورماتور مجزا کننده (ترانسفورماتورهای ایزوله) بکار می برند.

کنتاکتورها به دو صورت کیلووات و آمپراژی دسته بندی می شوند. آمپراژ کنتاکتورهای موجود به این صورت است: ۹، ۱۲، ۱۶، ۲۲، ۳۸، ۴۵، ۶۳، ۷۵، ۸۵، ۱۱۰، ۱۴۰، ۱۷۰، ۲۰۵، ۲۵۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۶۳۰ آمپر. از کنتاکتورها در مدارها به عنوان کلید کنترل استفاده می شود؛ اما می توان به عنوان وسیله حفاظتی اضافه جریان و اضافه بار با رعایت دو شرط استفاده کرد (آئین نامه ۱۳-۶-۲-۴-۱):

- برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه به همراه این کلیدها باید از فیوزها یا کلیدهای خودکار استفاده شود و این وسایل باید در طرف ورودی کنتاکتورها نصب شوند.

- برای اضافه بار (اضافه جریان) باید مجهز به بی متال باشد تا فرمان گرفتن از بی متال، کنتاکتور بار اضافی را قطع کند.

پرسش ۴۹-۶) مشترک قرار است روشنایی یک سالن بزرگ که شامل ۶ مدار تک فاز است، از سه محل ورودی بصورت یکپارچه کنترل شود. مناسب ترین روش کنترل چیست؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۱»)

الف) استفاده از کنتاکتور و شستی های قطع و وصل در محل های ورودی

ب) استفاده از کنتاکتور و کلیدهای تبدیل در محل های ورودی

ج) استفاده از کنتاکتور، رله ضربه ای و شستی های قطع و وصل در محل های ورودی

د) استفاده از کنتاکتور، رله ضربه ای و کلیدهای تبدیل در محل های ورودی

پاسخ) برای فرمان به کنتاکتور نیاز به شستی های استارت-استوپ اختصاصی بوده که حجم مدار را افزایش می دهد. در صورت قطع مدار نیز، باید هر شستی به صورت دستی دوباره استارت زده شود که در مصارف با تعداد روشنایی زیاد، کار سختی است (گزینه الف توصیه نمی شود). استفاده از کلید تبدیل منجر به افزایش قدرت مانور نسبت به شستی های قطع و وصل می شود؛ حال آنکه هدف کنترل یکپارچه است. پس، شستی قطع و وصل و کنتاکتور نسبت به کلید تبدیل برتری دارد (گزینه ب و د اشتباه است). با توجه به اینکه رله ضربه ای دارای نگهدارنده مکانیکی است، با یک شستی استارت شده و بعد از قطع برق اصلی، نیاز به راه اندازی مجدد دستی ندارد. در سالن های بزرگ از ترکیب کنتاکتور، رله ضربه ای و یک شستی استارت-استوپ، برای کنترل روشنایی، استفاده می شود. گزینه ج صحیح است.

ب) مزایای استفاده از کنتاکتور:

- مصرف کننده از راه دور کنترل می‌شود.
- مصرف کننده از چند محل کنترل می‌شود.
- امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک برای مراحل مختلف کار مصرف کننده وجود دارد.
- سرعت قطع و وصل کلید زیاد و استهلاک آن کم است.
- از نظر حفاظتی مطمئن ترند و حفاظت مناسبتر و کاملتر دارند.
- عمر مؤثرشان بیشتر است.
- هنگام قطع برق، مدار مصرف کننده نیز قطع می‌شود و به استارت مجدد نیاز پیدا می‌کند؛ در نتیجه، از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری می‌شود.

ج) تفاوت کنتاکتورهای AC و DC: تفاوت این نوع کنتاکتور در آن است که در کنتاکتورهای AC از یک حلقه اتصال کوتاه برای جلوگیری از لرزش حاصل از فرکانس برق استفاده می‌شود.

د) انواع کنتاکتور از نظر نوع کاربرد

- AC1: بارهای غیر القایی یا با خاصیت القایی کم (اهمی)، کوره‌های مقاومتی با $\cos\phi \geq 0.95$
- AC2: راهاندازی و قطع موتور حلقه لغزان
- AC3: راهاندازی و قطع در حال کار موتور قفسه سنجابی (که جریان براساس جدول مربوطه انتخاب می‌شود)
- AC4: راهاندازی، ترمز، معکوس کردن و کاهش سرعت موتورهای قفس سنجابی
- AC-5a: کلیدزنی لامپ‌های تخلیه در گاز
- AC-5b: کلیدزنی لامپ‌های رشته‌ای
- AC-6a: کلیدزنی ترانسفورماتور
- AC-6b: کلیدزنی بانک‌های خازنی
- AC-7a: بارهای القایی ضعیف در لوازم خانگی و لوازم مشابه
- AC-7b: بار موتوری برای مصارف خانگی
- AC11: کنتاکتور کمکی یا همان کنتاکتور فرمان بدون کنتاکت قدرت کوپل مغناطیسی (استفاده فقط در مدار فرمان)
- DC2: راهاندازی موتور شنت با قطع موتور هنگام کار
- DC3: راهاندازی موتور شنت با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک-مدار ترمز.
- DC4: راهاندازی موتور سری-قطع موتور هنگام کار.
- DC5: راهاندازی موتور سری با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک-تغییر جهت گردش موتور-مدار ترمز.
- DC11: کنتاکتور کمکی، کنتاکتور فرمان و کوپل مغناطیسی.

پرسش ۵۰-۶) نظارت انتخاب کنتاکتور در مدار: a: تغذیه بارهای اهمی در جریان متناوب ($\cos\phi \geq 0.95$) و b: راه انداز موتورهای القایی با روتور قفس سنجابی، مطابق با کدامیک از مشخصات زیر انجام می‌گیرد؟ (آبان ۹۳ «۵۴»)

الف) I-AC3, a: I-AC1, b: I-AC4, c: I-AC2, d: I-AC4
 ب) I-AC1, a: I-AC3, b: I-AC4, c: I-AC2, d: I-AC4
 ج) I-AC4, a: I-AC2, b: I-AC1, c: I-AC3, d: I-AC4
 د) I-AC2, a: I-AC4, b: I-AC1, c: I-AC3, d: I-AC4

پاسخ) گزینه الف صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش اسفند ۹۵ نظارت «۳۳» است.

نکته ۳۳-۶) در صورت استفاده از کنتاکتور AC3 (کنتاکتور اختصاصی راه اندازی موتور)، جریان آن براساس مقدار جریان نامی یا مصرفی موتور انتخاب می‌شود.

پرسش ۵۱-۶) نظارت در مسئله ۳۱ پیوست الف، اگر برای تغذیه موتور فوق از کنتاکتور نوع AC3 (کنتاکتور مربوط به موتورهای قفس سنجابی) استفاده شود، حداقل جریان نامی آن برابر است با: (اسفند ۸۲ «۴۶»)

الف) ۹ آمپر ب) ۱۶ آمپر ج) ۲۲ آمپر د) ۳۲ آمپر

پاسخ) چون کنتاکتور از نوع AC3 (ویژه موتورهای قفس سنجابی) پس جریان کنتاکتور بر اساس جریان نامی انتخاب می‌شود. گزینه ب صحیح است.

نکته ۳۴-۶) صرفاً با افزایش جریان نامی کنتاکتور AC1 می‌توان از آن بجای کنتاکتور AC3 باری راهاندازی موتور استفاده کرد.

پرسش ۵۲-۶) مشترک در مسئله ۳۱ پیوست الف، اگر بجای کنتاکتور AC3 از کنتاکتور نوع AC1 استفاده شود، کدامیک از عبارت‌های زیر صحیح است؟ (اسفند ۸۲ «۴۷»)

الف) استفاده از کنتاکتور نوع AC1 برای راه‌اندازی موتور مجاز نمی باشد.

ب) در صورت استفاده از کنتاکتور نوع AC1 برای راه‌اندازی موتور، جریان نامی آن کم می‌شود.

ج) در صورت استفاده از کنتاکتور نوع AC1 برای راه‌اندازی موتور، جریان نامی آن تغییری نمی‌کند.

د) در صورت استفاده از کنتاکتور نوع AC1 برای راه‌اندازی موتور، جریان نامی آن افزایش می‌یابد.

پاسخ) طبق نکته فوق، گزینه د صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش مهر ۹۸ نظارت «۵۰» است.

پرسش ۵۳-۶) نظارت استفاده از کنتاکتور سه پل AC6 برای قطع و وصل کدامیک از تجهیزات زیر توصیه می‌گردد (شهریور ۸۶ «۲۱»).

الف) روشنایی (ب) موتورهای قفس سنجانی (ج) موتورهای با روتور سیم‌پیچی شده (د) خازن

پاسخ) گزینه د صحیح است.

پرسش ۵۴-۶) طراحی در مسئله ۷۵ پیوست الف، اگر برای تغذیه موتور از کنتاکتور AC3 استفاده شود، آمپراژ کنتاکتور برابر است با (مهر ۹۸ طراحی «۱»):

الف) ۵۰A (ب) ۴۰A (ج) ۶۵A (د) ۳۲A

پاسخ) کنتاکتور در ورودی بوده و جریان آن براساس جریان ورودی موتور تعیین می‌شود، آنچه رو پلاک موتور نوشته می‌شود توان

$$I_{in} = \frac{P_{out}}{\sqrt{3}U_L \cdot \cos \varphi} = \frac{P_{in}}{\eta \sqrt{3}U_L \cdot \cos \varphi} = \frac{22000}{0.89 \times \sqrt{3} \times 400 \times 0.87} = 41A$$

خروجی است:

چون از کنتاکتور AC3 (اختصاصی راه‌اندازی موتور) استفاده شده، پس دقیقاً براساس جریان بدست آمده انتخاب می‌شود. گزینه الف صحیح است.

پرسش ۵۵-۶) طراحی در مسئله ۷۵ پیوست الف، گر برای تغذیه موتور از کنتاکتور AC1 استفاده شود، آمپراژ کنتاکتور برابر است با (مهر ۹۸ طراحی «۲»):

الف) ۱۸۵A (ب) ۵۰A (ج) ۱۵۰A (د) ۱۵۵A

پاسخ) حال که از کنتاکتور AC1 (کنتاکتور ویژه بارهای غیر القایی یا با خاصیت القایی کم با ضریب توان بالای ۰/۹۵) برای راه‌اندازی موتور استفاده شده، باید جریان آن بالاتر برود تا در حین راه‌اندازی (وجود جریان هجومی) دچار مشکل نشود. جریان راه‌اندازی ۵ برابر جریان نامی است:

$$I_{start} = 5I_n = 5 \times 41 = 205A$$

$$AC1 = \frac{205}{1.5} = 136.67A$$

این همان جریان قطع یا وصل قابل تحمل کنتاکتور است؛ پس

گزینه ج صحیح است.

نکته ۳۵-۶) در طراحی اجزای یک مدار فرمان، طول و سطح مقطع کابل (ایجاد افت ولتاژ) و ولتاژ تغذیه بوبین (ولتاژ کار نامی) کنتاکتور مؤثر هستند.

پرسش ۵۶-۶) مشترک شکل زیر مدار تغذیه بوبین یک کنتاکتور با یک کلید فرمان ساده را نشان می‌دهد. اگر طول کابل فرمان (L) و اندازه آن (S) چنان باشد که ولتاژ دو سر بوبین در هنگام «بسته» شدن (صدور فرمان وصل از طریق کلید) ۱۸۰ ولت شود، آنگاه در صورت وصل شدن کلید فرمان: (آبان ۹۳ «۸»)

الف) کنتاکتور وصل نمی‌شود.

ب) کنتاکتور وصل شده و تا فرمان بعدی وصل می‌ماند.

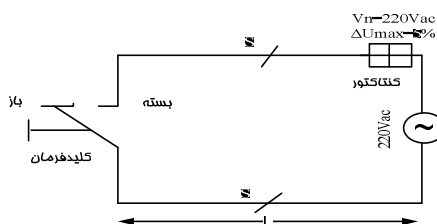
ج) کنتاکتور ابتدا وصل شده ولی بلافاصله قطع می‌گردد.

د) کنتاکتور وصل شده و در صورت باز شدن کلید نیز همچنان وصل می‌ماند.

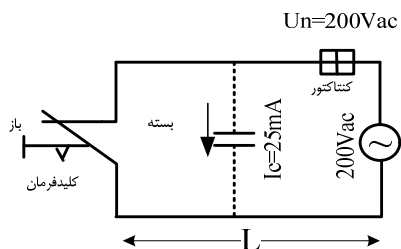
پاسخ) با توجه به اینکه ولتاژ نامی و حداکثر افت ولتاژ مجاز به ترتیب ۲۲۰ ولت

و ۵٪ است، پس مقدار قابل ولتاژ نهایی برابر است با:

$$U = 220(1 - 0.05) = 209V$$



برای جذب کنتاکتور نیاز به ۲۰۹ ولت داریم، در صورت پرسش قید شده که ولتاژ دو سر بوبین در هنگام بسته شدن برابر ۱۸۰ ولت بوده که کمتر از ولتاژ ۲۰۹ ولت است؛ بنابراین کنتاکتور وصل نمی‌شود. گزینه الف صحیح است.



پرسش ۵۷-۶) مشترک در مدار شکل زیر، نشتی از طریق کاپاسیتانس کابل تغذیه بوبین کنتاکتور با I_c نشان داده شده است. اگر جریان مصرفی بوبین کنتاکتور در حالت وصل ۲۰mA باشد. در صورت باز شدن کلید فرمان: (آبان ۹۳ «۹»)

الف) کنتاکتور بلافاصله قطع می‌شود. (ب) کنتاکتور همچنان وصل می‌ماند.
ج) کنتاکتور با تأخیر قطع می‌شود. (د) کنتاکتور متناوب قطع و وصل می‌شود.
پاسخ) با توجه به اینکه مقدار جریان مورد نیاز (20mA) کمتر از جریان نشتی (25mA) است. کلید و خازن موازی هستند؛ پس این جریان ۲۵ میلی‌آمپری، می‌تواند کنتاکتور را بعد از قطع کلید همچنان وصل نگه دارد. گزینه ب صحیح است. اما بعد از مدتی که خازن دشارژ شود، کنتاکتور قطع می‌شود، پس گزینه ج نیز می‌تواند صحیح باشد. طراح پرسش، گزینه ب را صحیح اعلام کرده است.

پرسش ۵۸-۶) مشترک از پاسخ به دو پرسش‌های قبلی چنین نتیجه‌گیری می‌شود که در طراحی اجزای یک مدار فرمان: (آبان ۹۳ «۱۰»)

الف) فقط طول کابل و ولتاژ تغذیه بوبین کنتاکتور اهمیت دارند.

ب) فقط طول کابل و مقطع کابل فرمان اهمیت دارند.

ج) طول کابل، مقطع کابل فرمان و ولتاژ تغذیه بوبین کنتاکتور اهمیت دارند.

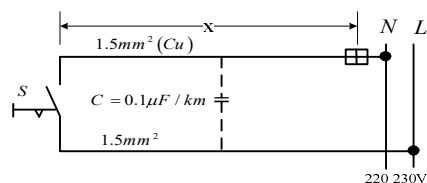
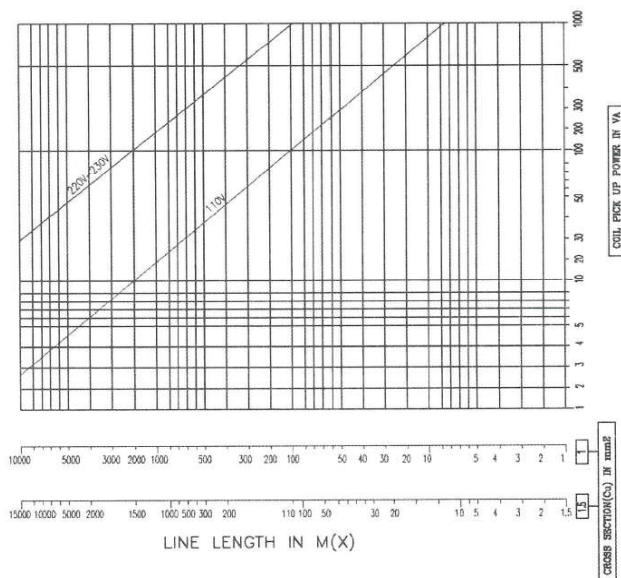
د) فقط مقطع کابل و ولتاژ تغذیه بوبین کنتاکتور اهمیت دارند.

پاسخ) سطح مقطع بدلیل ایجاد افت ولتاژ، تأثیر معکوس روی وصل کنتاکتور داشته، حال آنکه با طول هادی و مقدار ولتاژ تغذیه نسبت مستقیم دارد. پس گزینه ج صحیح است.

پرسش ۵۹-۶) مشترک اگر توان دریافتی بوبین کنتاکتور در هنگام بسته شدن ۱۰۰VA باشد. حداکثر طول مجاز کابل کشی (X) برای اطمینان از بسته شدن کنتاکتور k در هنگام بسته شدن کلید (S) برابر است با: (مرداد ۹۴ «۳۴»)

الف) ۱۰۰ متر (ب) ۱۱۰ متر (ج) ۲۰۰۰ متر (د) ۱۵۰۰ متر

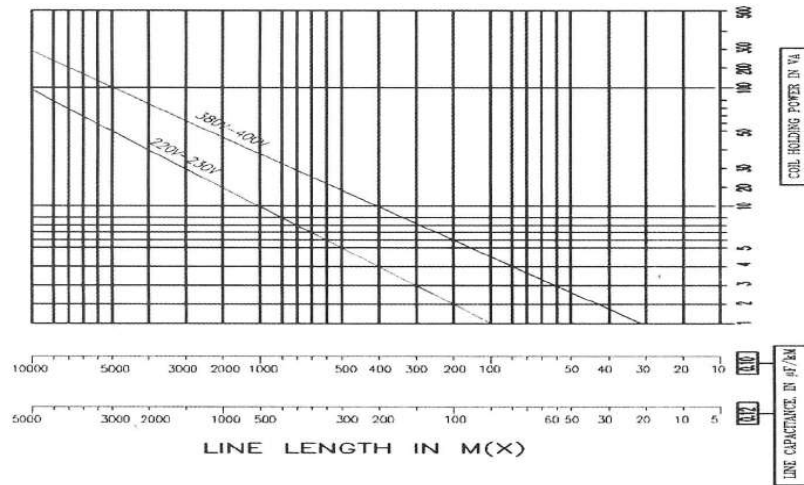
پاسخ) برای پاسخ به این پرسش نیاز به سه داده است، توان مصرفی، ولتاژ و سطح مقطع. از محور عمودی منحنی، میزان توان ۱۰۰ ولت آمپر انتخاب شده تا منحنی ولتاژ ۲۲۰-۲۳۰ جلو می‌رویم. از نقطه تلاقی به سمت پایین و دو محور مدرج پایین می‌رویم؛ چون سطح مقطع ۱/۵ میلی‌متر مربع است، به مقدار ۱۵۰۰ متر می‌رسیم. گزینه د صحیح است.



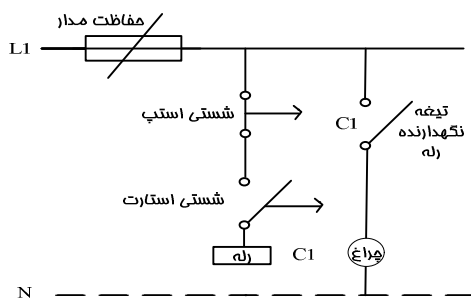
220 230V

پرسش ۶۰-۶۱) **مشترک** اگر توان دریافتی بوبین کنتاکتور هنگامی که بسته است ۱۰VA باشد، حداکثر طول کابل کشی (x) برای اطمینان از باز شدن کنتاکتور (k) هنگام باز کردن کلید (s) برابر است با: (مرداد ۹۴ «۳۵»)

الف) ۱۰۰۰ متر (ب) ۵۰۰ متر (ج) ۴۰۰ متر (د) ۲۰۰ متر



پاسخ) روند مشابه با پرسش قبل را در اینجا تکرار می‌کنیم. با این تفاوت که به جای سطح مقطع، ظرفیت خازن (۰/۱ میکروفارادی) مبنای انتخاب است. گزینه الف صحیح است.



پرسش ۶۱-۶۲) **مشترک** در مدار شکل زیر، چنانچه شستی استارت زده شود چه اتفاقی خواهد افتاد؟ (مهر ۹۶ طراحی «۳۳»)

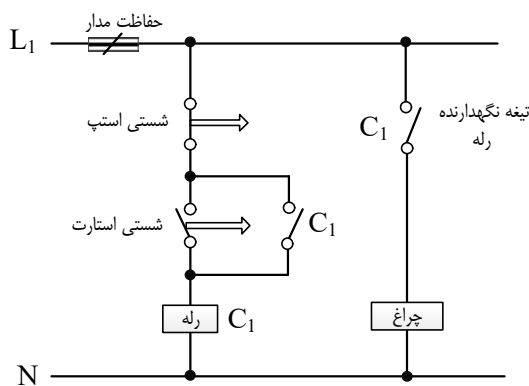
الف) اتفاقی نمی‌افتد.

ب) چراغ روشن می‌شود.

ج) چراغ لحظه‌ای روشن و سپس خاموش می‌گردد.

د) چراغ لحظاتی بعد روشن و سپس روشن باقی می‌ماند.

پاسخ) این مدار راه‌اندازی موقت بوده و کنتاکت باز برای حفظ عبور جریان بعد از برداشتن انگشت از روی استارت، موازی با آن استفاده نشده است. گزینه ج صحیح است.



پرسش ۶۲-۶۳) **مشترک** در مدار شکل زیر چنانچه شستی استارت زده شود (مهر ۹۸ طراحی «۳»):

الف) چراغ روشن می‌شود.

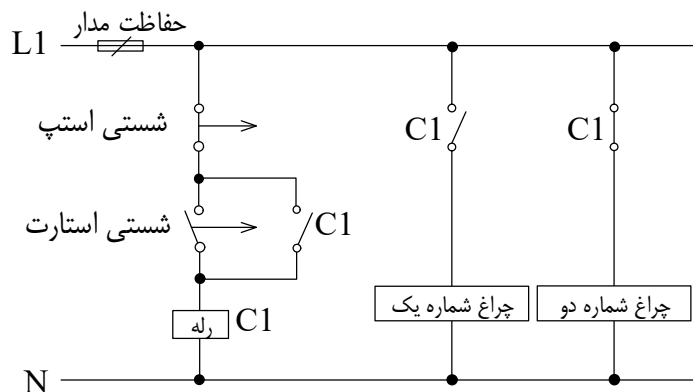
ب) چراغ لحظه‌ای روشن و سپس خاموش می‌گردد.

ج) چراغ با یک تاخیر روشن و سپس روشن باقی می‌ماند.

د) اتفاقی نمی‌افتد.

پاسخ) با فشار دادن شستی استارت جریان به بوبین کنتاکتور رسیده و وصل می‌شود. با توجه به وجود نگهدارنده کنتاکتور موازی با شستی استارت، در صورت برداشتن انگشت از روی شستی، باز هم جریان به بوبین کنتاکتور رسیده و همچنان کنتاکتور وصل باقی می‌ماند. گزینه الف صحیح است.

پرسش ۶۳-۶۴) **مشترک** در مدار شکل زیر چنانچه شستی استارت زده شود (مهر ۹۹ طراحی «۵۳»):



(الف) هر دو چراغ روشن می‌شوند.

(ب) چراغ شماره یک روشن و چراغ شماره دو خاموش می‌شود.

(ج) چراغ شماره یک روشن و چراغ شماره دو با تاخیر روشن می‌شود.

(د) هر دو چراغ با تاخیر روشن می‌شوند.

پاسخ) با فشردن شستی استارت، بوبین رله C1 جذب کرده و کنتاکت باز آن در مسیر چراغ ۱ بسته (روشن) شده و کنتاکت بسته آن در مسیر چراغ ۲ باز (خاموش) می‌شود. گزینه ب صحیح است.

۶-۷ رله حرارتی (بی‌متال)^۱

برای حفاظت در مقابل اضافه بار از رله‌های حرارتی (بی‌متال) استفاده می‌شود. اساس کار این رله‌ها بر پایه اختلاف ضریب انبساط طولی دو فلز به کار رفته است. بر اثر عبور جریان از بی‌متال، دو فلز گرم می‌شوند و طول آنها افزایش می‌یابد. از آنجایی که ضریب انبساط طولی یکی از فلزات بیشتر از دیگری است. دو فلز با هم به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی کمتری دارد خم می‌شود. در نتیجه مسیر عبور جریان کنتاکت‌ها باز و مدار قطع می‌شود. در رله‌های حرارتی، سه تیغه تعبیه شده که سیم حامل جریان چند حلقه به دور آن پیچیده می‌شود. در اثر عبور جریان اضافه بار، هادی‌ها گرم، حرارت به بی‌متال منتقل می‌شود و باعث خم شدن تیغه می‌شود. حرکت هر یک از بی‌متال‌ها به اهرمی فشار می‌آورد و با جابجا شدن اهرم، یک میکروسوییچ که دارای کنتاکت تبدیل باز و بسته است تعبیر وضعیت می‌دهد و مدار فرمان را قطع می‌کند. برای افزایش سرعت عملکرد بی‌متال و جلوگیری از جرقه و سوختگی محل اتصال، از آهنربا در بالا و پایین تیغه دوفلزی استفاده می‌شود که نیروی مغناطیسی آن به بسته شدن سریع اتصال کمک می‌کند.

یک بی‌متال باید دارای مراحل عملکرد زیر باشد:

- در بار نامی نباید مدار را قطع کند.
- اگر جریان بار ۵٪ بیشتر از مقدار جریان تنظیمی بی‌متال باشد، در مدت زمان بیشتر از ۲ ساعت مدار را قطع کند.
- اگر جریان بار ۲۰٪ بیشتر از مقدار جریان تنظیمی بی‌متال باشد، در مدت زمان کمتر از ۲ ساعت مدار را قطع کند.
- اگر جریان بار ۵۰٪ بیشتر از مقدار جریان تنظیمی بی‌متال باشد، در مدت زمان کمتر از ۲ دقیقه مدار را قطع کند.

نکته ۳۶-۶) بی‌متال انتخاب شده برای هر بار، باید به‌گونه‌ای باشد که جریان بار در محدوده بی‌متال باشد.

پرسش ۶۴-۶) مشترک در مسئله ۳۱ پیوست الف، توان موتور که از مدار a1 تغذیه می‌کند، ۱۱ کیلووات، سرعت آن ۱۴۴۰ دور بر دقیقه، ضریب توان ۰/۸۵ و بهره ۰/۸۶ است. رله‌های اضافه‌بار موتور به‌طور معمول روی چه مقدار حداکثر باید تنظیم شود؟

(الف) ۲۵-۲۰ آمپر (ب) ۳۰-۲۵ آمپر (ج) ۳۵-۳۰ آمپر (د) ۴۰-۳۵ آمپر

$$I_{in} = \frac{P_{in}}{\sqrt{3}U_L \cos \varphi} = \frac{P_{out}}{\eta \sqrt{3}U_L \cos \varphi} = \frac{11000}{0.86 \sqrt{3} \times 380 \times 0.85} = 22.86A$$

(پاسخ) جریان بار برابر است با:

طبق نکته فوق گزینه الف صحیح است.

پرسش ۶۵-۶) **نظارت** موتوری با قدرت ۳۰ hp (۲۲ kW) و شدت جریان نامی ۴۳/۵ آمپر در نظر بگیرید. چنانچه این موتور به صورت ستاره - مثلث راه اندازی شود، مناسبترین آمپراژ رله بی متال که برای تغذیه موتور استفاده شده است، چقدر است؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۱۱»)

الف) ۴۰-۲۸ A ب) ۳۲-۲۲ A ج) ۵۰-۴۰ A د) ۴۵-۶۳ A

پاسخ) جریان باید در بازه جریان بی متال باشد. نوع اتصال ستاره-مثلث بوده و به صورت رایج بی متال بعد از کنتاکتور نصب شده است.

$$I = \frac{I_{in}}{\sqrt{3}} = \frac{43.5}{\sqrt{3}} = 25A$$

بی متال جریان فاز عبور می کند، پس جریان به رادیکال ۳ تقسیم می شود:

گزینه ب صحیح است.

۸-۶ کلید جریان باقیمانده (RCD)

۸-۶-۱ مفهوم

کلید RCD که به آن کلید محافظ نشتی جریان (RCCB) نیز می گویند؛ نوعی کلید است که با مقایسه جریان سیم های رفت و برگشت، در صورتی که اختلافی بین جریان رفت و برگشت وجود داشته باشد، مدار را قطع می کند. در حالت عادی، جریان رفت با جریان برگشت برابر است، اما اگر به هر دلیلی جریان بین سیم فاز و نول (در مدارهای تکفاز) اختلاف داشته باشد، کلید RCD عمل خواهد کرد. وجود این اختلاف ممکن است بر اثر اتصال بدنه ی یکی از دستگاه های الکتریکی باشد که در آن جریان الکتریکی به جای برگشتن از راه سیم نول از راه زمین به منبع برمی گردد که اصطلاحاً می گویند جریان نشت پیدا کرده است. این دستگاه، جریان های نشتی کوچکی را که توسط فیوز شناسایی نمی شوند اما می توانند زمینه ساز آتش سوزی یا برق گرفتگی شوند، شناسایی کرده و مدار را در چند دهم یا صدم ثانیه قطع می کند.

پرسش ۶۶-۶) **نظارت** در یک سیستم نیروی TN-S چنانچه در ورودی یک تابلوی برق آپارتمان مسکونی از کلید خودکار مینیاتوری و کلید RCD استفاده شود، در صورت اتصال سیم نول و ارت داخل یک پریز کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟ (شهریور ۹۵ «۴۴»)

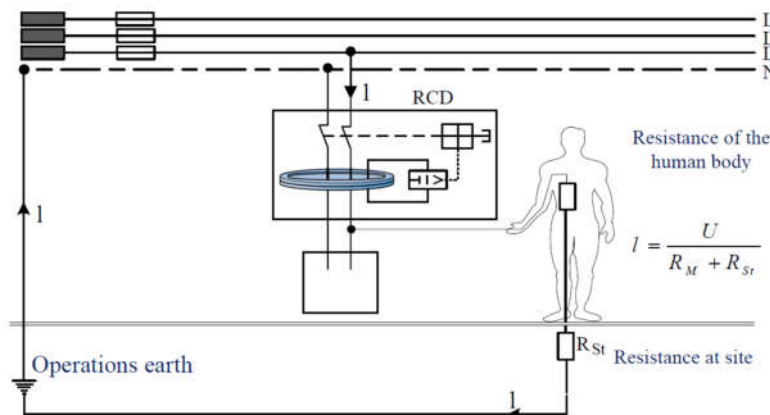
الف) هیچگونه اتفاقی برای برق واحد مسکونی صورت نمی گیرد.

ب) کلید برق واحد مسکونی توسط کلید RCD قطع می گردد.

ج) کلید خودکار مینیاتوری مدار پریز مربوطه قطع می گردد.

د) کل برق واحد مسکونی توسط کلید خودکار مینیاتوری ورودی قطع می گردد.

پاسخ) با توجه به ماهیت عملکرد RCD، که براساس اختلاف جریان ورودی و خروجی کار می کند، بدلیل وجود جریان برگشتی از هادی نول به حفاظتی، جمع برداری جریان مساوی صفر نبوده و این برای عملکرد RCD کافی است. گزینه ب صحیح است.



شکل ۶-۱: حفاظت کلید RCD در هنگام تماس مستقیم

جریان نشتی جریانی است که بین مداری که از نظر الکتریکی آسیب ندیده است با زمین یا بدنه های هادی بیگانه، برقرار شود. این جریان ممکن است دارای مؤلفه ای خازنی باشد که شامل جریان های مربوط به خازن هایی است که به صورت طبیعی در مدار موجود می باشد (آئین نامه ۱۳-۲-۳-۲۶). جریان نشتی ممکن است از راه بدن فردی که با زمین تماس دارد و تصادفاً دستش با قسمت برقدار مدار تماس پیدا کرده است به وجود آید، کلیدهای RCD بگونه ای طراحی می شوند که پیش از آسیب رسیدن به فرد مدار را قطع می کنند. این کلیدها

برای قطع مدار در برابر اضافه‌بار و اتصال کوتاه طراحی نشده‌اند. گونه دیگری از این کلیدها که افزون بر جریان نشتی به اضافه‌بار و اتصال کوتاه هم واکنش نشان می‌دهند RCBO نامیده می‌شوند.

پرسش ۶۷-۶) مشترک کدام گزینه در مورد جریان نشتی صحیح است؟ (بهمین ۹۷ طراحی «۴۹»)

الف) جریانی است که بین مداري که از نظر الکتریکی سالم است با زمین با بدنه‌های هادی بیگانه برقرار می‌شود.

ب) جریان نشتی ممکن است شامل جریان‌های مربوط به خازن‌های طبیعی بین هادی‌های مدار برق نیز باشد.

ج) جریانی است که بین مداري که از نظر الکتریکی آسیب دیده با زمین یا بدنه‌های هادی بیگانه برقرار شود.

د) گزینه‌های الف و ب صحیح است.

پاسخ) طبق توضیحات فوق، گزینه د صحیح است.

از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده می‌توان برای قطع مدار تغذیه در صورت تماس یکی از هادی‌های برقدار مدار با یکی از موارد زیر استفاده نمود: الف) بدنه‌های هادی لوازم و تجهیزات برقی ب) هادی‌های بیگانه^۱ که در تماس با زمین می‌باشند پ) هرگونه نشت جریان از مدار به زمین (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۱).

پرسش ۶۸-۶) نکات کلید حفاظتی جریان باقی مانده، در صورت تماس یکی از هادی‌های برقدار با کدام مورد، ممکن است کارایی نداشته باشد؟ (شهریور ۹۱ «۲۰»)

الف) هادی بیگانه

ب) هادی برقدار دیگر

ج) بدنه‌ی هادی تجهیزات برقی

د) زمین و برقراری جریان نشتی

پاسخ) طبق توضیحات فوق، گزینه ب صحیح است.

شدت جریان باقی‌مانده عامل این نوع وسایل حفاظتی بر حسب مورد استفاده می‌تواند در حد چند میلی‌آمپر تا چند آمپر باشد. از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقی‌مانده به شرطی که جریان باقی‌مانده عامل آن‌ها بیشتر از ۳۰ میلی‌آمپر نباشد، در شرایط عادی و مصارف معمولی می‌توان به عنوان وسیله حفاظتی در برابر برق‌گرفتگی در صورت تماس غیرمستقیم^۲ استفاده کرد (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۲-۶).

پرسش ۱۴۴-۴) مشترک در سیستم نیروی TN-S چنانچه از قطع برقی که از طریق کلید خودکار یا فیوز تغذیه می‌شود اطمینان حاصل نشود، کدام یک از گزینه‌های زیر برای تامین ایمنی در برابر برق‌گرفتگی صحیح می‌باشد (مهر ۹۸ طراحی «۳۴»)?

الف) فقط همبندی کمکی

ب) استفاده از وسایل حفاظتی جریان تفاضلی و هم‌بندی کمکی

ج) استفاده از کلید خودکار اتوماتیک محدود کننده جریان د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است

پاسخ) طبق آیین‌نامه پ ۱-۲-۸-۵ (در فصل چهارم ارائه شد)، چنانچه کوچکترین شکی به کارایی وسایل حفاظتی باشد، باید از همبندی اضافی استفاده کرد. طبق آیین‌نامه‌های ۱۳-۶-۲-۶-۱ و ۱۳-۶-۲-۶-۲، از کلید جریان تفاضلی (باقیمانده) می‌توان برای تامین ایمنی در برابر برق‌گرفتگی استفاده کرد. گزینه ب صحیح است.

از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی گفته شده در آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۶-۲ می‌توان در شرایط عادی برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی در تماس مستقیم (تماس مستقیم بدن با یک هادی برق‌دار) فقط به عنوان یک حفاظت اضافی استفاده کرد (بند ج آیین‌نامه ۱۳-۳-۱-۲)؛ یعنی به صرف استفاده از این وسایل نمی‌توان از دیگر خواسته‌های مقررات صرف نظر کرد؛ بعنوان مثال در برخی موارد، مانند تماس هم‌زمان با دو هادی فاز یا یک هادی فاز و هادی خنثی این کلیدها ممکن است کارایی نداشته باشند (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۶-۳).

پرسش ۶۹-۶) مشترک کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص کلید جریان باقیمانده با جریان عامل ۳۰ میلی‌آمپر صحیح است؟ (اردیبهشت ۹۷ طراحی «۱۲»)

الف) می‌توان از این کلید به عنوان وسیله حفاظتی در برابر برق‌گرفتگی در صورت تماس مستقیم در بعضی موارد استفاده کرد.

ب) می‌توان از این کلید به عنوان وسیله حفاظتی در برابر برق‌گرفتگی در صورت تماس غیر مستقیم استفاده کرد.

ج) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

د) هیچکدام

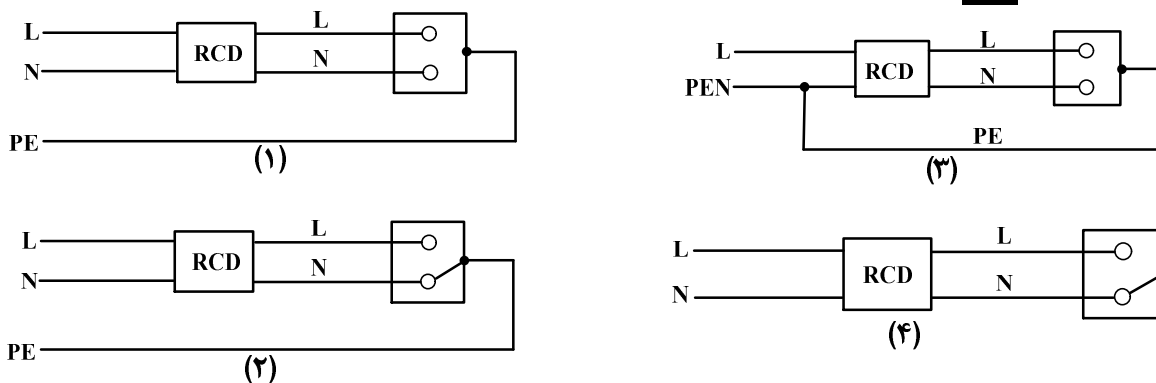
^۱ قسمت‌های هادی‌ای است که جزء تأسیسات الکتریکی نمی‌باشد، ولی قادر است پتانسیلی را که معمولاً پتانسیل زمین است در معرض تماس قرار دهد و در اثر بروز اتصالی برقدار گردد، مانند اسکلت فلزی (۱۳-۲-۳-۱۱ صفحه ۶)

^۲ تماس اشخاص و حیوانات با بدنه‌های هادی‌ای است که در شرایط بروز اتصالی، برقدار شده‌اند (۱۳-۲-۳-۲۹)

پاسخ) در تماس مستقیم از RCD فقط به عنوان یک حفاظت اضافی استفاده کرد، مثلاً در تماس همزمان با دو هادی فاز یا یک هادی فاز و هادی خنثی این کلیدها ممکن است کارایی نداشته باشند (گزینه الف صحیح است). از RCD می‌توان در شرایط عادی برای حفاظت در برابر برق‌گرفتگی در تماس غیرمستقیم، در صورتی که جریان خطا از ۳۰ میلی آمپر تجاوز نکند، استفاده کرد (گزینه ب صحیح است). گزینه ج کاملترین پاسخ می باشد.

از انواع کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده در سیستم‌های نیروی IT، TN-S و TN-C-S و IT می‌توان استفاده نمود. بنابراین، استفاده از این وسایل بدون هادی حفاظتی (PE) به طور کلی ممنوع است. در سیستم TN-C استفاده از کلیدها و وسایل جریان باقیمانده فقط با اضافه کردن هادی حفاظتی به قسمتی از مدار که تحت پوشش کلید یا وسیله حفاظتی می باشد و تبدیل آن قسمت از مدار به TN-S ممکن خواهد بود (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۴).

پرسش ۶-۷۰ (نظارت) کدامیک از مدارهای برق شکل های زیر صحیح می باشد (بهمن ۹۷ نظارت «۵۶»)?



الف) مدار شکل ۱ و ۳ (ب) مدار شکل ۳ و ۴ (ج) مدار شکل ۲ و ۴ (د) مدار شکل ۱ و ۲

پاسخ) از RCD صرفاً در حضور هادی حفاظتی می‌توان استفاده کرد، در شکل ۱، هادی حفاظتی خارج از RCD به بدنه وصل شده و کاملاً صحیح است. در شکل ۲، هادی نول مستقیماً به هادی حفاظتی وصل شده و این باعث خطا و عملکرد اشتباه RCD می شود، پس اشتباه است. در شکل ۳، هادی PE از هادی PEN جدا شده و صحیح است. شکل ۴ فاقد هادی حفاظتی بوده و نول مستقیماً به بدنه وصل شده، پس اشتباه است. گزینه الف صحیح است.

استفاده از کلیدها یا وسایل حفاظتی جریان باقیمانده نصب وسایل حفاظتی در برابر جریان‌های اضافه بار و اتصال کوتاه (کلید خودکار اتوماتیک - کلید خودکار مینیاتوری - فیوز) را منتفی نمی‌نماید (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۵).

پرسش ۶-۷۱ (مشترک) کدامیک از وسایل حفاظتی زیر را می توان در برابر اضافه بار استفاده کرد؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۵۵»)

الف) کلید خودکار مینیاتوری، کلید خودکار اتوماتیک و فیوز

ب) کلید خودکار مینیاتوری، کلید خودکار (اتوماتیک)، فیوز و کلید جریان باقیمانده

ج) کلید خودکار مینیاتوری، کلید خودکار (اتوماتیک) و کلید جریان باقیمانده

د) کلید خودکار مینیاتوری و کلید جریان باقیمانده

پاسخ) کلید خودکار اتوماتیک، کلید مینیاتوری و فیوز جز تجهیزات حفاظتی در برابر اضافه بار بوده و کلیدهای جریان تفاضلی این کارکرد را ندارند. گزینه الف صحیح است.

کلید RCD دارای سه تیپ کلی می باشد:

- تیپ AC: قابلیت تشخیص جریان‌های نشتی با شکل موج متناوب (AC) را دارند. این گروه از کلید RCD بصورت ۲ پل و ۴ پل در دسترس است.

- تیپ A: قابلیت تشخیص جریان نشتی با شکل موج متناوب (AC) و مستقیم (DC) پالسی را دارند. این گروه کلید RCD در انواع ۲ پل و ۴ پل ارائه می‌گردند.

- تیپ B: قابلیت تشخیص جریان نشتی با شکل موج متناوب (AC) و مستقیم (DC) پالسی تا فرکانس ۱ مگاهرتز و مستقیم (DC) صاف را دارند. این گروه کلید RCD نیز در انواع ۲ پل و ۴ پل ارائه می‌گردند.

۲-۸-۶ موارد عدم عملکرد RCD

در سه حالت زیر، کلید RCD دچار اشتباه شده و عمل نمی‌کند:

- ⊙ فرد در سیستم تک‌فاز، فاز و نول این سیستم را همزمان لمس کند، RCD عمل نمی‌کند و شخص دچار برق‌گرفتگی می‌شود.
- در سیستم تک‌فاز، اگر فاز به نول مستقیماً وصل شود، RCD عمل نمی‌کند.
- در سیستم سه فاز، در صورت برخورد همزمان انسان با دو فاز مختلف در صورت عایق بودن شخص نسبت به زمین، RCD عمل نمی‌کند.

دلیل این عدم عملکرد این است که وقتی فرد همزمان با دو فاز یا فاز و نول در تماس بوده و پاها از زمین عایق (کفش کاملاً عایق) باشد، کل جریان فاز رفت از فاز دوم یا نول عبور کرده و از نظر RCD هیچ نشستی رخ نداده است، در حالی که از بدن شخص جریان عبور می‌کند، پس فرد دچار برق‌گرفتگی می‌شود. با توجه به این ایرادات، در کنار RCD باید از تجهیزات دیگری نیز استفاده کرد و نباید به صرف نصب RCD در شبکه، به ایمنی شبکه اطمینان کامل کرد.

پرسش ۶-۷۲) مشترک کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص کلید RCD با جریان عامل ۳۰۰ میلی‌آمپر صحیح است (اردیبهشت ۹۷ طراحی «۴۲»).

(الف) از این کلید فقط در سیستم TT باید استفاده کرد.

(ب) استفاده از این کلید در سیستم TN مجاز نمی‌باشد.

(ج) در سیستم TN می‌توان از این کلید به‌عنوان حفاظت در برابر حریق استفاده کرد.

(د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

پاسخ) طبق آئین‌نامه ۱۳-۶-۲-۳، از RCD در سیستم TN-C و بخش مشترک TN-C-S نمی‌توان استفاده کرد. پس گزینه‌های الف و ب اشتباه است. براساس آئین‌نامه ۱۳-۶-۲-۳، از RCD با جریان عامل بیش از ۳۰ میلی‌آمپر (تا ۵۰۰ میلی‌آمپر) برای حفاظت در برابر حریق می‌توان استفاده کرد. گزینه ج صحیح است.

پرسش ۶-۷۳) نظارت فردی که با هادی فاز و هادی خنثی در عین حال در تماس است چه وضعی دارد؟ (آذر ۷۷ «۲۵»)

(الف) روی عایق ایستاده دچار برق‌گرفتگی نمی‌شود. (ب) کلید در زمان مجاز عمل می‌کند دچار برق‌گرفتگی نمی‌شود.

(ج) کلید عمل نمی‌کند در نتیجه دچار برق‌گرفتگی می‌شود. (د) هیچ‌یک از موارد بالا

پاسخ) طبق توضیحات فوق، گزینه ج صحیح است.

پرسش ۶-۷۴) نظارت اگر به جای کف عایق فرد روی کف هادی ایستاده باشد وضعیت چگونه خواهد بود؟ (آذر ۷۷ «۲۶»)

(الف) چون روی هادی ایستاده دچار برق‌گرفتگی می‌شود. (ب) کلید ممکن است عمل نکند، دچار برق‌گرفتگی می‌شود.

(ج) کلید ممکن است عمل کند دچار برق‌گرفتگی نمی‌شود. (د) با توجه به شرایط احتمال برق‌گرفتگی بسیار زیاد است.

پاسخ) در صورت ایستادن روی کف هادی، جریان وارد شده و از بدن عبور می‌کند و بخشی از این جریان از طریق پا به زمین منتقل می‌شود که عملکرد کلید RCD بستگی به مقدار این جریان (حداقل ۳۰ میلی‌آمپر) و میزان رسانایی کف هادی دارد؛ در حالیکه از بدن فرد عبور می‌کند. از این رو می‌توان گفت که با توجه به شرایط احتمال برق‌گرفتگی بسیار زیاد است. گزینه د صحیح است.

پرسش ۶-۷۵) نظارت در چه حالتی کلید جریان تفاضلی (RCD) در یک سیستم TN-S نمی‌تواند مدار برق را قطع و وظیفه حفاظت از برق‌گرفتگی را انجام دهد؟ (مرداد ۹۴ «۲۲»)

(الف) تماس همزمان شخص با دو سیم فاز مختلف یا سیم فاز و خنثی وقتی شخص دارای کفش عایق است یا کف محل عایق باشد.

(ب) تماس همزمان شخص با دو سیم فاز یا سیم فاز و خنثی وقتی شخص بدون کفش عایق است و کف محل هادی باشد.

(ج) تماس همزمان شخص با دو سیم فاز یا سیم فاز وقتی شخص بدون کفش عایق است و کف محل هادی باشد.

(د) هر سه گزینه صحیح است.

پاسخ) یکی از موارد عدم عملکرد کلید RCD همان گزینه الف است.

پرسش ۶-۷۶) مشترک برای روشنایی اتاق‌های بستری بیمارستان، کدام یک از گزینه‌های زیر در خصوص تأمین ایمنی بیمارستان از برق‌گرفتگی مناسب می‌باشد؟ (اردیبهشت ۹۷ طراحی «۴»)

(الف) استفاده از کلید جریان تفاضلی (RCD) با جریان عامل ۳۰ میلی‌آمپر در مسیر تغذیه چراغ‌ها به‌عنوان حفاظت اضافی

ب) استفاد از منابع تغذیه SELV

ج) استفاد از کلید مینیاتوری در مسیر تغذیه چراغ‌ها

د) گزینه‌های الف و ب هر دو صحیح است.

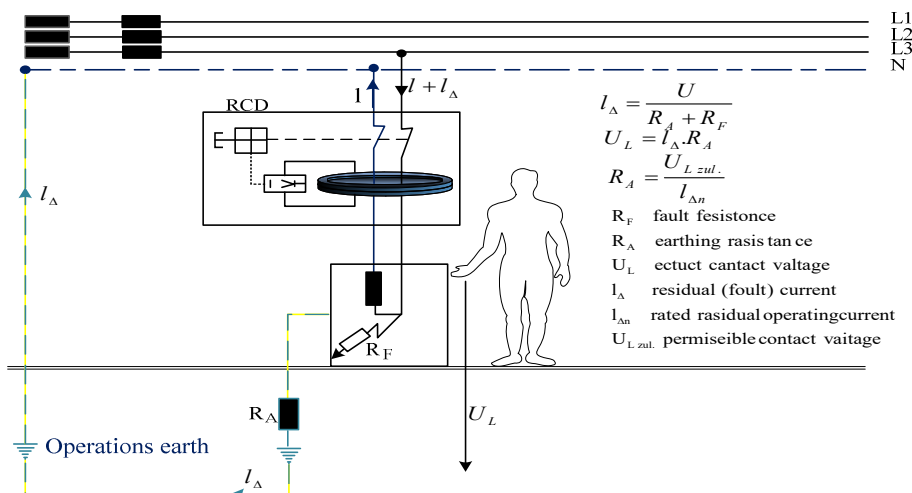
پاسخ) در صورتی که در سیستمی RCD وجود داشته باشد و فردی فاز و نول این سیستم را لمس کند، RCD عمل نمی‌کند و شخص دچار برق‌گرفتگی می‌شود؛ یعنی فرد اگر فقط با فاز تماس پیدا کند، کلید عمل می‌کند و اگر با فاز و نول تماس پیدا کند، دچار برق‌گرفتگی می‌شود (گزینه الف صحیح است). ویژگی منحصر بفرد منابع تغذیه ولتاژ پایین این است که در صورت تماس، احتمال برق‌گرفتگی بسیار بسیار ضعیف است، سیستم ولتاژ خیلی پایین ایمنی (SELV) دارای ترانسفورماتور مجزاکننده ایمن یا منبع ایمن معادل آن است و ایمنی لازم را تأمین می‌کند (گزینه ب صحیح است). اساساً هدف استفاده از کلید مینیاتوری برای حفاظت مدارهای کنترل و فرمان و تاسیسات برقی حفاظت در برابر اضافه بار یا اتصال کوتاه است (گزینه ج اشتباه است). پس گزینه د، گزینه موردنظر است.

۳-۸-۶ جریان عملکرد RCD

در چاه ارت سیستم TT، تا زمانی که مقدار جریان باقیمانده (I_{Δ}) به حد مورد نظر نرسد، عمل نمی‌کند. اختلاف ولتاژ دو سر مقاومت چاه ارت (R_A) با اعمال جریان I_{Δ} باید زیر ۵۰ ولت باشد.

$$R_A I_{\Delta} \leq 50 \quad (4-6)$$

↔ این بخش با بخش‌های «سیستم TT» در فصل چهارم و «ستینگ بریانی» در فصل هفتم این کتاب مرتبط است.



شکل ۶-۲: حفاظت کلید RCD در هنگام تماس غیر مستقیم در شبکه TT

پرسش ۶-۷۷) **مشترک** در یک سیستم TT، بدنه دستگاهی که توسط کلید جریان باقیمانده (RCD) حفاظت می‌شود توسط یک الکتروود به مقاومت ۲۰۰ اهم به زمین وصل شده است، کدامیک از گزینه‌های زیر در رابطه با کلید جریان باقیمانده صحیح است؟ (خرداد ۸۹ «۲۷»)

الف) می‌توان از کلیدهای جریان باقیمانده ۳۰ یا ۱۰۰ میلی‌آمپر استفاده کرد.

ب) می‌توان از کلیدهای جریان باقیمانده ۳۰۰ میلی‌آمپر استفاده کرد.

ج) می‌توان از کلید جریان باقیمانده ۵۰۰ میلی‌آمپر استفاده کرد.

د) می‌توان از کلیدهای جریان باقیمانده ۳۰۰ یا ۵۰۰ میلی‌آمپر استفاده کرد.

$$I_{\Delta} \cdot R_A \leq 50 \rightarrow I_{\Delta} \leq \frac{50}{200} \rightarrow I_{\Delta} \leq 250 \text{ mA}$$

پاسخ) مقدار ولتاژ باید کمتر از حداکثر ولتاژ تماس بی‌خطر (۵۰ ولت) باشد. بنابراین،

یعنی مقدار جریان RCD کمتر از ۲۵۰ میلی‌آمپر است. از بین گزینه‌ها فقط گزینه الف دارای مقدار کمتر از ۲۵۰ میلی‌آمپر است.

این پرسش مشابه پرسش فروردین ۸۱ «۷۱» است.

۴-۸-۶ نکات مهم استفاده از RCD

- RCD به ازای اختلاف جریان (I_Δ) ۳۰، ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی آمپر کار می‌کند که در آن ۳۰ میلی آمپر برای حفاظت از جان و ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی آمپر برای تشخیص اتصال زمین در سیستم‌های مختلف و حریق استفاده می‌شود.
 - از RCD بجزء در TN-C در بقیه سیستم‌های زمین می‌توان استفاده کرد. در سیستم TN-C-S، فقط در بخش TN-S آن می‌توان از RCD استفاده کرد.
 - استفاده از این وسایل در سیم‌کشی‌های سنتی بدون هادی حفاظتی (PE) ممنوع است.
 - کلید یا وسیله حفاظتی جریان باقیمانده باید آخرین وسیله‌ای باشد که در طرف مصرف مدار یعنی بعد از کلید مجزا کننده، فیوز و کلید خودکار اتوماتیک یا کلید خودکار مینیاتوری هر کدام که وجود داشته باشند، نصب می‌شود (آیین‌نامه ۱۳-۶-۲-۶-۶).
 - اگر کلید یا وسیله حفاظتی جریان باقیمانده با کلید خودکار اتوماتیک یا کلید خودکار مینیاتوری به صورت اشتراکی یک واحد را تشکیل داده باشد، باید مانند بالا، آخرین وسیله حفاظتی نصب شده در طرف مصرف مدار باشد (تبصره).
 - با توجه به اینکه بکارگیری کلیدهای جریان تفاضلی با هدف شناسایی نشتی جریان و اتصال به بدنه انجام می‌شود، باید جریان نامی آن حداقل برابر جریان نامی کلید مینیاتوری بالادست باشد تا در حالت کارکرد نرمال یا اضافه‌بار مجاز به کار خود ادامه دهد.
- پرسش ۶-۷۸ (مشترک)** در صورتی که بعلت وجود هارمونیک‌های ناخواسته در مدارهای مصرف کننده‌ها، عملکرد کلیدهای RCD با حساسیت ۳۰ میلی آمپر با مشکلاتی روبرو گردد کدامیک از کلیدهای RCD با حساسیت‌های زیر را می‌توان بعنوان حفاظت در برابر برق گرفتگی استفاده نمود؟ (آذر ۸۴ «۵۰»)
- الف) کلید RCD با حساسیت ۱۰۰ میلی آمپر
ب) کلید RCD با حساسیت ۳۰ میلی آمپر
ج) کلید RCD با حساسیت ۵۰۰ میلی آمپر
د) هیچکدام
- پاسخ)** یعنی وجود هارمونیک با عملکرد بی‌دلیل و مداوم کلید RCD می‌شود. از وسایل حفاظتی جریان باقیمانده (RCCB, RCD, RCBO و RCPD) تنها تا ۳۰ میلی آمپر می‌توان برای حفاظت در برابر برق گرفتگی استفاده کرد. گزینه د صحیح است.

این پرسش مشابه پرسش اسفند ۹۵ نظارت «۸» است.

- نکته ۳۷-۶)** جریان نامی RCD حداقل باید به اندازه کلید مینیاتوری بالادست آن باشد.
- پرسش ۶-۷۹ (نظارت)** چنانچه در یک مدار نهایی از کلید RCD با جریان عامل ۳۰ mA همراه کلید حفاظتی مینیاتوری استفاده شود، کدام گزینه صحیح است؟ (اسفند ۹۵ نظارت «۳۷»)
- الف) جریان کلید RCD می‌تواند کمتر از جریان کلید مینیاتوری انتخاب شود.
ب) جریان کلید RCD می‌تواند مساوی یا بزرگتر از کلید مینیاتوری انتخاب شود.
ج) جریان کلید RCD ارتباطی با جریان کلید مینیاتوری ندارد و بر اساس محاسبات اتصال کوتاه در مدار محاسبه و انتخاب شود.
د) گزینه‌های الف و ج هر دو صحیح است.
- پاسخ)** طبق نکته فوق، گزینه ب صحیح است.

۹-۶ کلید یا تابلوی تبدیل اتوماتیک (ATS یا ATSP)

- کلید تبدیل اتوماتیک (ATS) برای سوئیچ کردن بین دیزل ژنراتور و ترانسفورماتور در تأسیسات برقی بکار می‌رود و دارای بوبین و کنتاکتوری برای این منظور است. مولد نیروی برق اضطراری به هنگام قطع برق شهر، از طریق تابلو یا کلید ATS به شبکه توزیع برق اضطراری وصل و برق مورد نیاز مصارف اضطراری را تأمین می‌کند. کلیدهای خودکار (اتوماتیک) با مکانیسم موتوری و یا کلیدهای خودکار مغناطیسی (کنتاکتور) مورد استفاده در تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک (ATS) مذکور در سیستم نیروی TN-S سه‌فاز و نیز کلید حفاظتی اصلی مدار خروجی برق ژنراتور از نوع چهارپل و بقیه کلیدهای حفاظتی تابلو برق اصلی آن از نوع سه پل خواهند بود (آیین‌نامه ۱۳-۵-۵-۵). اجزای تابلو یا کلید تبدیل اتوماتیک (ATS) مولد نیروی برق اضطراری در سیستم نیروی TN-C سه‌فاز و نیز کلیدهای حفاظتی اصلی مدار خروجی برق ژنراتور و تابلو برق اصلی آن از نوع سه پل خواهند بود (آیین‌نامه ۱۳-۵-۵-۵-۱).
- پرسش ۶-۸۰ (مشترک)** تابلوی (A.T.S) تبدیل اتوماتیک نیروی برق شهر به نیروی برق اضطراری و یا بالعکس به چه روش‌هایی انجام می‌شود؟ (مهر ۹۶ نظارت «۱۸»)

- الف) کلیدهای خودکار (اتوماتیک) با مکانیسم موتوری
ب) کلیدهای خودکار مغناطیسی (کنتاکتور)