بخش چهارم: اصول اینترلاک در پست های فشار قوی

مدرس: دکتر علی کریمی

طرح های کنترلی اینترتریپ و اینترلاک در پست های فشارقوی

❖ **اینترتریپ:** کلیه طرح های حفاظتی است که هماهنگی آنها از طریق ارتباطات مخابراتی انجام می شود. دلایل عمده استفاده از طرح های اینترتریپ شامل ارسال و دریافت فرمان قطع مناسب، بالا بردن قدرت انتخاب سیستم حفاظتی و در نهایت حفظ و بهبود پایداری شبکه می باشد.

- ✓ طرحهای مورد استفاده درحفاظت دیستانس (هماهنگی رله های دیستانس دو طرف خط ا نتقال)؛
- ✓ حفاظت اتصال زمین جهت دار؛
- ✓ حفاظت راکتورها و ترانسفورماتورهایی که مستقیماً به خط انتقال متصل هستند؛
- ✓ حفاظت اشکال کلید؛
- ✓ جلوگیری از اضافه ولتاژ های خط ناشی از تولید توان راکتیو زیاد؛

❖ **اینترلاک:** بطور کلی هرگونه کلیدزنی ترتیبی و یا وابستگی عملکرد کلیدها به همدیگر توسط طرح های اینترلاک عملی می شود.

- ✓ عملکرد یک کلید درصورتی باید امکان پذیر باشد که در اثر عملکرد آن، هیچگونه مشکلی برای آن کلید و سایر کلیدها ایجاد نشود.
- ✓ عوامل موثر در طراحی اینترلاک ها:
  - آرایش شینه بندی پست (نوع شینه بندی نحوهٔ عملکرد کلیدها را تعیین می کند)؛
  - تعداد فیدرهای شینه بندی (تعداد زیاد فیدرها ممکن است مدارات اینترلاک را گسترده تر کند)؛
  - کیفیت و فرآیند کلیدزنی ترتیبی در پست (محدودیت های کلیدزنی با توجه به محدودیت های شبکه را در ترتیب وارد کنیم. مثلاً برای تغذیه بارهای پایین دست یک پست، ابتدا باید سمت اولیه ترانس ۶۳/۲۰kV را برقدار کنیم و سپس، سمت ۲۰kV را برقدار کنیم تا جریان هجومی کمتر شود)؛

انواع اینترلاک

❖ از نظر مکانیزم عملکرد:

✓ اینترلاک های مکانیکی: در پست های فشار قوی اینترلاک مکانیکی تقریباً تنها در مورد سکسیونر و تیغه زمین آن بکار می رود. در پست های MV، اینترلاک های کشویی نیز به صورت مکانیکی است.

✓ اینترلاک الکتریکی: این اینترلاک ها توسط کنتاکت های کمکی طرح ریزی می گردند (فرمان قطع و وصل از اتاق کنترل یا مراکز دیسپاچینگ). پیاده سازی این اینترلاک ها یا براساس منطق رله (از ترکیب کنتاکت های کمکی) و یا استفاده از روش های کامپیوتری (برنامه نویسی در سیستم های مانیتورینگ پست: سیستم های DCS یا Distributed Cont. Sys. و SMS یا Subs. Monitoring Sys.) است. در روش کامپیوتری، از دو کامپیوتر اصلی و رزرو استفاده می شود.

❖ از نظر بهره برداری:

✓ اینترلاکهای عملیاتی: جهت بهره برداری عادی از پست مورد نیاز هستند و از کلیدزنی های غیرمجاز جلوگیری می کنند. منظور از کلیدزنی غیر مجاز، کلیدزنی هایی هستند که بهره برداری عادی و نرمال شبکه ر ا به خطر می اندازند، مانند موازی کردن منابع قدرت غیرسنکرون و یا کلیدزنی هایی که سطح اتصال کوتاه را به مقادیر غیرمجاز افزایش می دهند.

✓ اینترلاکهای تعمیر و نگهداری: تضمین کننده حفظ ایمنی پرسنل در فرآیند تعمیر و نگهداری است. به عنوان یک قانو ن کلی، هر بخشی که عملیات تعمیر و نگهداری بر روی آن انجام می گیرد باید از کلیه منابع تغذیه ایزوله شده و زمین گردد. این عمل توسط طرحهای مناسب اینترلاک تعمیر و نگهداری انجام می شود. لازم به ذکر است که اینترلاک های تعمیر و نگهداری که به منظور تامین ایمنی تجهیزات و پرسنل در سیستم کنترل اعمال می گردند نباید مانع انجام مانورهای لازم در بهره برداری پست باشند و یا انجام این مانورها را مشکل سازند.

اینترلاک های مربوط به شرکت سازنده

❖ برای فعال کردن مکانیزم عملکرد مدارشکن ها، مدارات خاصی توسط سازنده در نظر گرفته می شود:

✓ در این مدارات کنترل های ویژه ای در نظر گرفته می شود که مربوط به مکانیزم عملکرد و مکانیزم خاموش سازی قوس الکتریکی می باشد.

✓ برای مثال، اگر در مدارشکن گازی، فشار گاز SF6 از حد مشخصی پایین تر باشد، مدار فرمان مدارشکن توسط کنتاکت های دستگاه فشارسنج گاز باز می شود. در این وضعیت، عملکرد مدارشکن تا رفع نقص مذکور امکان پذیر نخواهد بود (در واقع، فرمان وصل یا قطع مدارشکن توسط کنتاکت دستگاه فشارسنج گاز مسدود یا Block می شود).

✓ این نوع کنترل ها در مدار فرمان مدارشکن ها، اینترلاک با سایر کلیدهای پست محسوب نمی شود، لذا در این فصل بررسی نمی شوند و فرض می گردد که برای هر مدارشکن این کنترل ها توسط سازنده در نظر گرفته شده است.

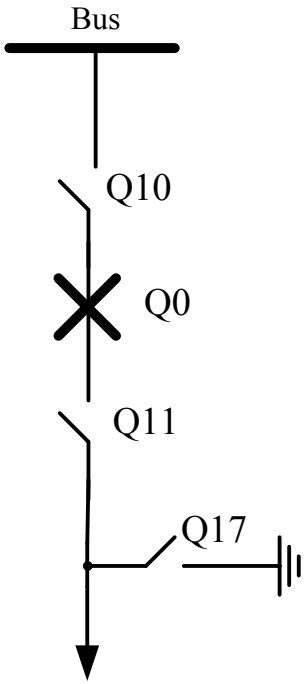
اصول اولیه در طراحی مدارهای اینترلاک (مدارشکن ها)

❖ حالت قطع مدارشکن

- ✓ فرمان قطع مدارشکن به جز موارد خاص که به طرح شینه بندی بستگی دارد، معمولا فاقد اینترلاک است.
- ✓ بنابراین، در هر زمان تحت هر شرایطی در سیستم بدون لحاظ سایر وضعیت کلیدها، می توان فرمان قطع را صادر نمود.

❖ حالت وصل مدارشکن

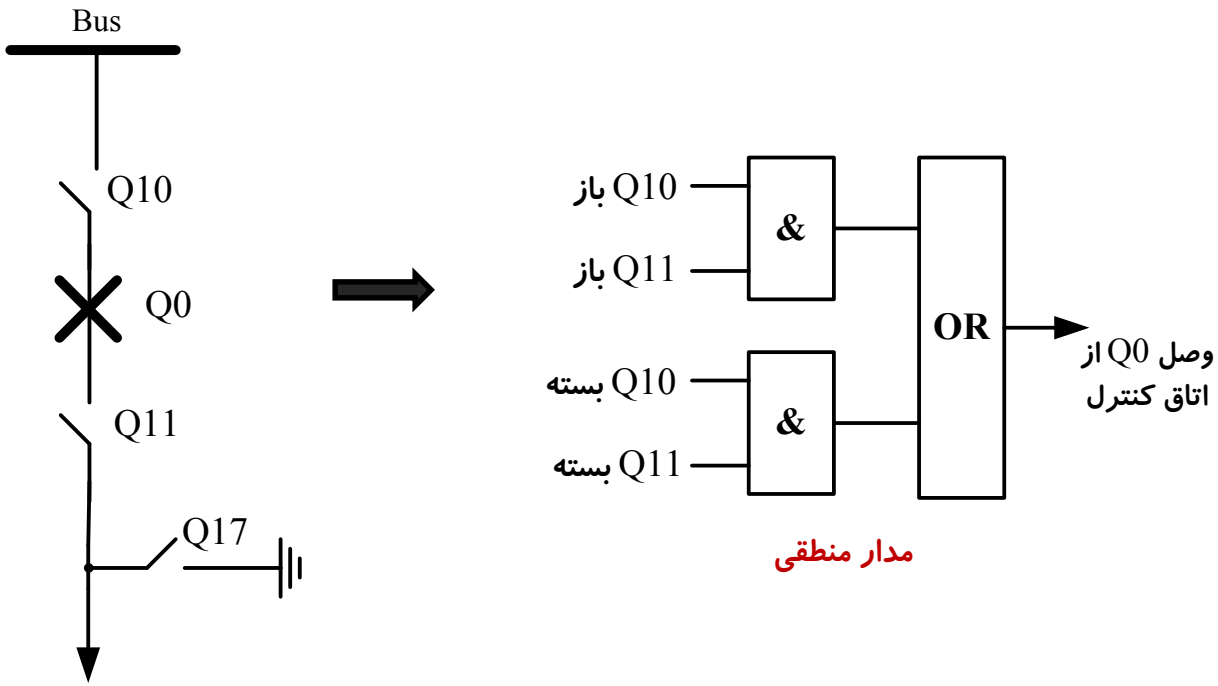
- ✓ در مورد فرمان وصل مدارشکن، در برخی از جهات محدودیت هایی وجود دارد که معمولا به وضعیت سکسیونرهایی که با مدارشکن مرتبط می شوند (اینترلاک دارند)، بستگی دارد.
- ✓ مثال: انشعاب از شینه بندی ساده



- ○ برای برقدار کردن انشعاب از طریق شین، با فرض باز بودن سکسیونر زمین، ابتدا سکسیونرهای طرفین مدارشکن بسته می شوند و سپس، فرمان وصل مدارشکن داده می شود (مدارشکن انشعاب مذکور را کامل می کند).
- ○ به هنگام وصل مدارشکن، باید سکسیونرهای طرفین آن یا در حالت باز کامل و یا در حالت بسته کامل باشند (بین مسیر نباشند). زمان باز شدن سکسیونر در حد چندثانیه و مدارشکن ها در حد میلی ثانیه است، بنابراین، اینترلاک لازم است (صفحه بعد)؛

❖ حالت وصل مدارشکن

✓ مثال: انشعاب از شینه بندی ساده



✓ در مواردی بین فرمان وصل مدارشکن از اتاق کنترل و محوطه سوئیچ یارد تفاوت وجود دارد، زیرا برای وصل مدارشکن باید سنکرون بودن ولتاژهای دوطرف مدارشکن چک شود که این کار در اتاق کنترل انجام می شود (دستی یا خودکار). بنابراین، فرمان وصل در محوطه (که برای انجام تعمیرات در نظر گرفته می شود) تنها در شرایطی مجاز است که سکسیونرهای دوطرف مدارشکن باز باشند.

اصول اولیه در طراحی مدارهای اینترلاک (سکسیونرها)

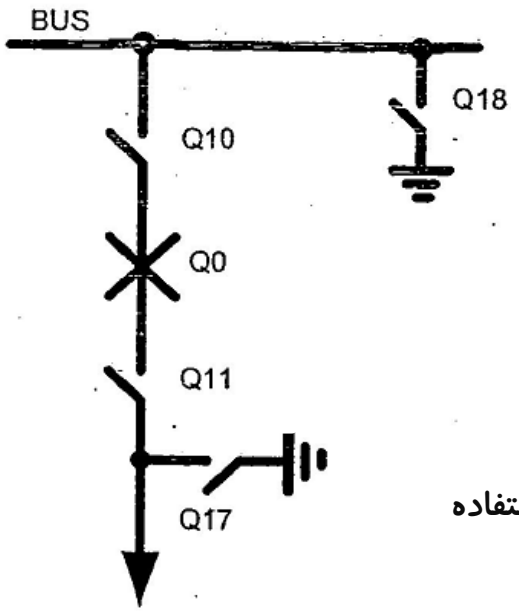
- سکسیونرها قادر به قطع وصل جریان های قدرت و یا اتصال دو سیستم ولتاژ با یکدیگر نیستند (به جز جریان های کوچک شارژ خازنی خطوط کوتاه و جریان بی باری ترانس های کوچک و یا ترانس های اندازه گیری).
- باز و بسته شدن سکسیونرها دارای شرایط اینترلاک یکسان است و تفاوتی میان مدار اینترلاک برای بازشدن و بسته شدن وجود ندارد.
- دو شرط اساسی برای عملکرد سکسیونرها شامل صفر بودن جریان عبوری و صفر بودن ولتاژ دو سر کلید، قبل و بعد از عملکرد است.
- شرایط اینترلاک وابسته به نوع شینه بندی است ولی موارد زیردر طراحی باید مدنظر باشد:
  - ✓ برای عملکرد سکسیونر باید مدارشکن های سری با آن و تمام سکسیونرهای زمین مجاور آن (که به طور مستقیم و یا از طریق مدارشکن با سکسیونر موردنظر ارتباط دارند) باز باشند؛
  - ✓ در مواردی که یک مسیر موازی با سکسیونر وجود داشته باشد، سکسیونر می تواند عملکرد داشته باشد؛
  - ✓ هرگاه سکسیونر A با سکسیونر B اینترلاک داشته باشد، سکسیونر B نیز با سکسیونر A اینترلاک دارد؛
  - ✓ هرگاه سکسیونر A با مدارشکن Q اینترلاک داشته باشد، فرمان وصل مدارشکن Q نیز با وضعیت باز کامل یا بسته کامل سکسیونر A اینترلاک دارد؛
  - ✓ برقدار کردن انشعابات شین (مانند خط و ترانس) و در صورت امکان، خود شین باید توسط مدارشکن انجام شود؛
  - ✓ همه سکسیونرهای زمین پست (خط، ترانس و شین) تنها وقتی مجاز به عملکرد است که آن بخش از سیستم که قرار است زمین شود، کاملا بی برق و از بقیه شبکه جدا باشد (تمام سکسیونرهای منتهی به بخش موردنظر باز باشند). پس از زمین شدن بخش موردنظر، نباید امکان وصل هیچ کدام از سکسیونرهای منتهی به آن بخش وجود داشته باشد؛

شرایط اینترلاک در شینه بندی ها (سیستم تک شینه)

❖ادامه موارد مرتبط با سکسیونر:

✓ معمولاً، ترانس قدرت کاهنده از سمت فشارقوی برقدار می شود (ثانویه آن باز باشد)؛

✓ در طرفین مدارشکن کشوئی (در سوئیچگیرهای داخلی)، سکسیونرهای ایزوله کننده وجود ندارد. در اینجا بیرون کشیدن مدارشکن، شرایطی معادل با باز بودن سکسیونرهای طرفین را ایجاد می کند. به وضعیت بیرون بودن مدارشکن از سلول Test position و به وضعیت آن در درون سلول Service position می گویند؛



شرایط اینترلاک در شینه بندی تک شینه:

❖ قطع مدارشکن Q0: بدون شرط

❖ وصل مدارشکن Q0 (Remote): Q10 و Q11 هر دو باز یا بسته

❖ وصل مدارشکن Q0 (Local): Q10 و Q11 هر دو باز

❖ عملکرد Q10: Q0و Q18 هر دو باز

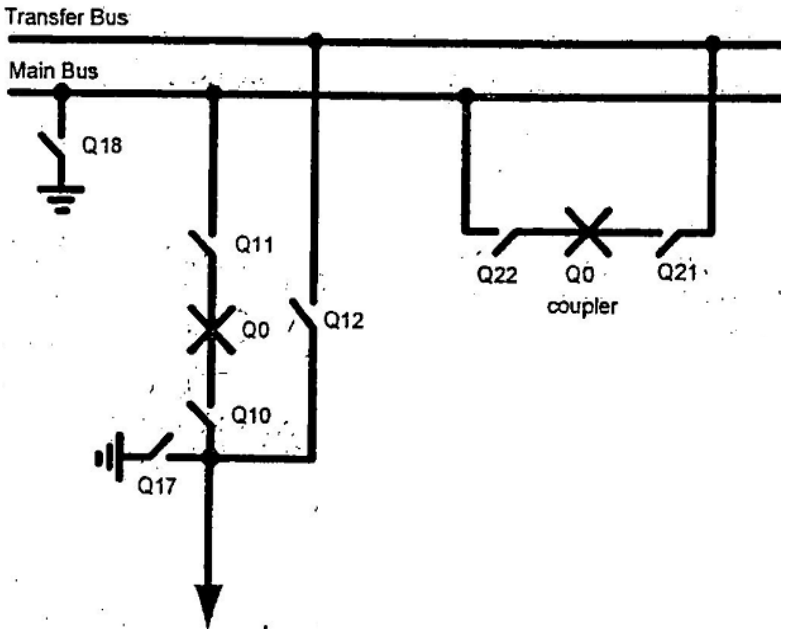
❖ عملکرد Q11: Q0و Q17 هر دو باز

❖ عملکرد Q17: Q11 باز و خط بدون ولتاژ (Dead line)

❖ عملکرد Q18: کلیه سکسیونرهای متصل به شین باز

نکته: برای اطمینان از برقدار نبودن خط، از یک رله ولتاژ کم (Under Voltage Relay) استفاده میشود. در واقع، از کنتاکتهای این رله در مدار اینترلاک استفاده می شود

شرایط اینترلاک در شینه بندی ها (سیستم شینه بندی اصلی و فرعی)



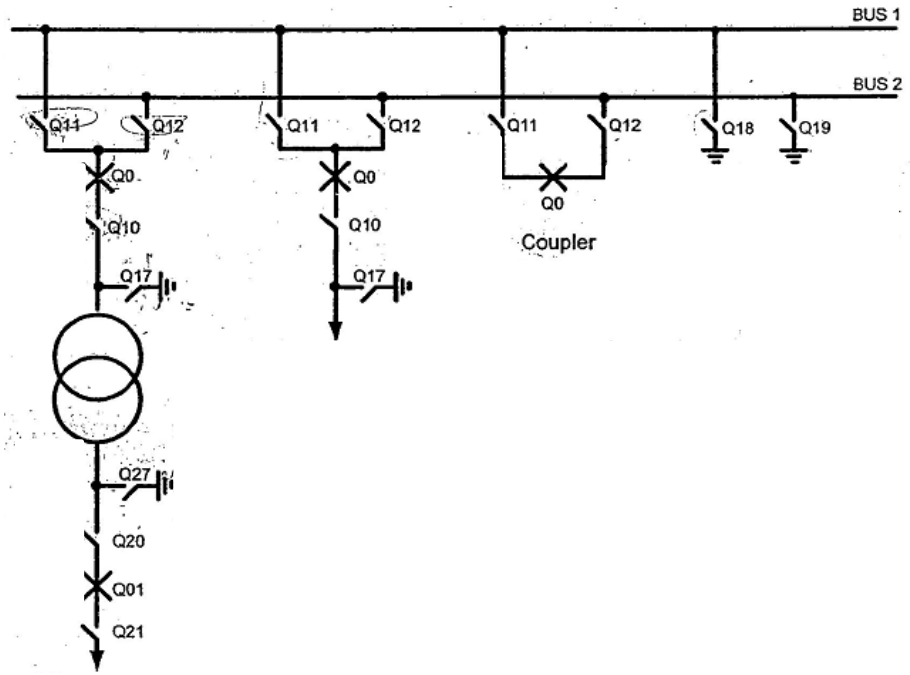
- **قطع مدارشکن Q0**: Q12 باز کامل یا بسته کامل

نکته: قطع مدارشکن موازی با سکسیونر منوط به باز یا بسته بودن سکسیونر است.

- **وصل مدارشکن Q0 (Remote)**: Q10 و Q11 هر دو باز یا بسته
- **وصل مدارشکن Q0 (Local)**: Q10 و Q11 هر دو باز
- **عملکرد Q10**: Q0و Q17 هر دو باز
- **عملکرد Q11**: Q0و Q18 هر دو باز
- **عملکرد Q17**: Q10 و Q12 باز و خط بدون ولتاژ (Dead line)
- **عملکرد Q18**: کلیه سکسیونرهای متصل به شین باز
- **عملکرد Q12**: Q17 و مدارشکن کوپلر و سایر Q12ها در انشعابات دیگر باز یا مدارشکن کوپلر و سکسیونرهای طرفین بسته و Q0 و Q10 و Q11 بسته و سایر Q12ها در انشعابات دیگر باز؛

نکته: در این سیستم برای جانشین کردن مدارشکن کوپلر با مدارشکن هر انشعاب، فرمان قطع رله های حفاظتی توسط یک کلید کنترل کننده چندوضعیتی با عنوان Transfer Switch باید قبل از جانشین کردن مدارشکن کوپلر صورت گیرد. این مورد نیز در مدار اینترلاک به شکلی انجام می گیرد که فرمان های قطع و وصل کوپلر و Q12 از طریق این کلید کنترلی ارسال گردد.

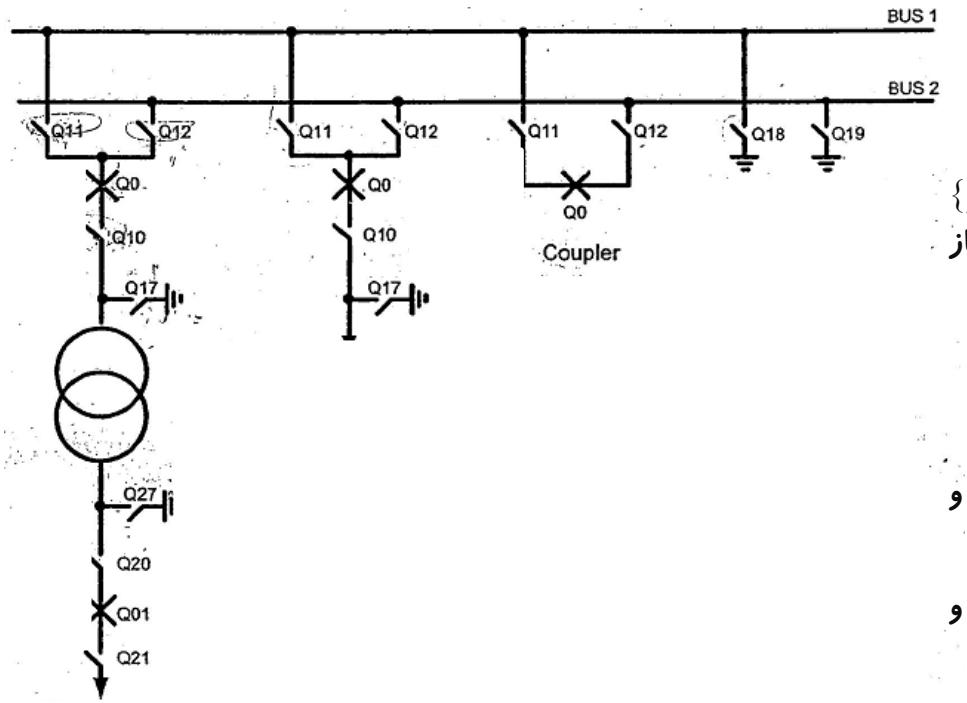
شرایط اینترلاک در شینه بندی ها (سیستم شینه بندی دوبل)



انشعاب خط:

- قطع مدارشکن Q0: بدون شرط
- وصل مدارشکن Q0 (Remote): {Q10، Q11 و Q12 هر سه باز} یا {Q10 بسته و Q11 و Q12 بسته یا باز}
- وصل مدارشکن Q0 (Local): Q10، Q11 و Q12 هر سه باز
- عملکرد Q10: Q0و Q17 هر دو باز
- عملکرد Q11: {Q0، Q12 و Q18 هر سه باز} یا {کوپلر و سکسیونرهای آن و Q12 بسته}
- عملکرد Q12: {Q0، Q11 و Q19 هر سه باز} یا {کوپلر و سکسیونرهای آن و Q11 بسته}
- عملکرد Q17: Q10 باز و خط بدون ولتاژ (Dead line)
- عملکرد Q18: کلیه سکسیونرهای متصل به شین یک باز
- عملکرد Q19: کلیه سکسیونرهای متصل به شین دو باز

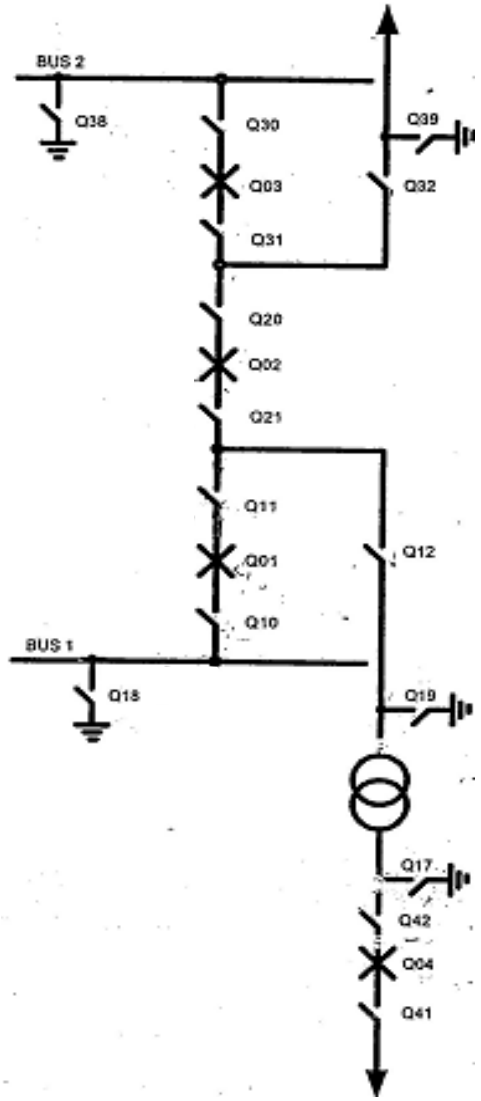
شرایط اینترلاک در شینه بندی ها (سیستم شینه بندی دوبل)



انشعاب ترانس:

- **قطع مدارشکن Q0**: بدون شرط
- **وصل مدارشکن Q0 (Remote)**: {Q10، Q11 و Q12 هر سه باز} یا {Q10 بسته و Q11 بسته و Q12 باز} یا {Q10 بسته و Q11 باز و Q12 بسته}
- **وصل مدارشکن Q0 (Local)**: Q10، Q11 و Q12 هر سه باز
- **عملکرد Q10**: Q0و Q17 و Q27 هر سه باز ★
- **عملکرد Q11**: {Q0، Q12 و Q18 هر سه باز} یا {کوپلر و سکسیونرهای آن و Q12 بسته}
- **عملکرد Q12**: {Q0، Q11 و Q19 هر سه باز} یا {کوپلر و سکسیونرهای آن و Q11 بسته}
- **عملکرد Q17**: Q10 و Q20 هر دو باز ★
- **عملکرد Q18**: کلیه سکسیونرهای متصل به شین یک باز
- **عملکرد Q19**: کلیه سکسیونرهای متصل به شین دو باز

شرایط اینترلاک در شینه بندی ها (سیستم شینه بندی یک و نیم بریکری)

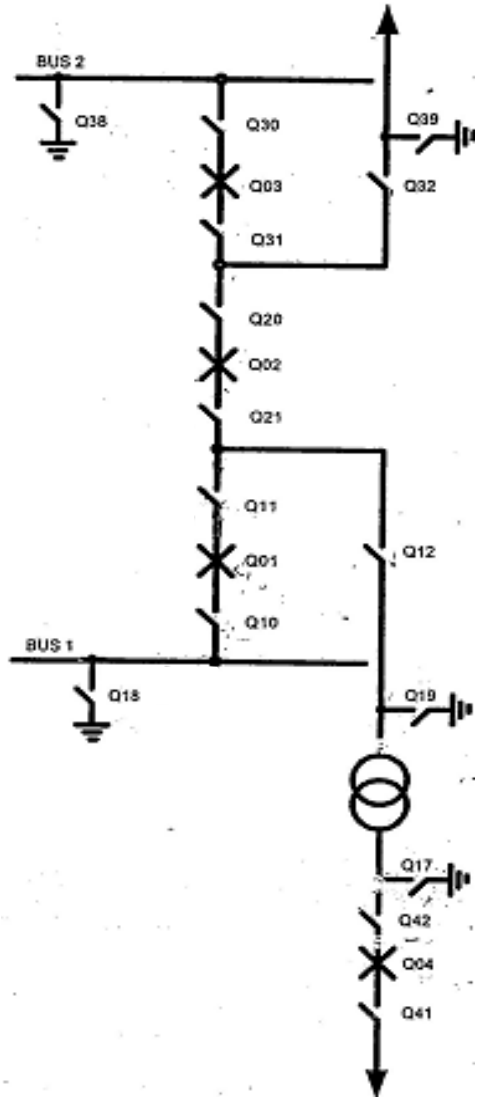


یک بی در این سیستم به سه بخش شامل انشعاب ترانس، انشعاب خط و انشعاب میانی تقسیم می شود.

انشعاب ترانس:

- قطع مدارشکن Q01: بدون شرط
- وصل مدارشکن Q01 (Remote): {Q10 و Q11 هر دو باز} یا {Q10 و Q11 بسته و Q12 باز یا بسته}
- وصل مدارشکن Q01 (Local): Q10و Q11 هر دو باز
- عملکرد Q10: Q01و Q18 هر دو باز
- عملکرد Q11: Q01 باز
- عملکرد Q12: Q01 و Q02 و Q19 و Q17 همگی باز
- عملکرد Q18: کلیه سکسیونرهای متصل به شین یک باز
- عملکرد Q19: Q12 باز و Q42 باز

شرایط اینترلاک در شینه بندی ها (سیستم شینه بندی یک و نیم بریکری)



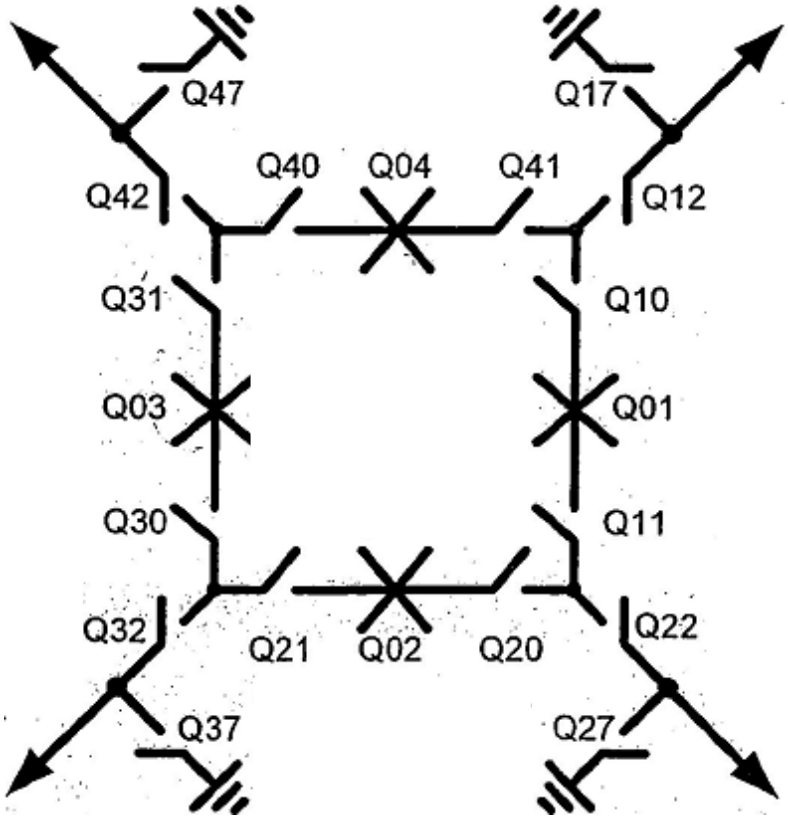
انشعاب خط:

- قطع مدارشکن Q03: بدون شرط
- وصل مدارشکن Q03 (Remote): {Q30 و Q31 باز} یا {Q30 و Q31 بسته و Q32 باز یا بسته}
- وصل مدارشکن Q03 (Local): Q30و Q31 هر دو باز
- عملکرد Q30: Q03و Q38 هر دو باز
- عملکرد Q31: Q03 باز
- عملکرد Q32: Q03 و Q02 و Q39 همگی باز
- عملکرد Q38: کلیه سکسیونرهای متصل به شین دو باز
- عملکرد Q39: Q32 باز و خط بدون ولتاژ

انشعاب میانی:

- قطع مدارشکن Q02 (مدارشکن میدل): بدون شرط
- وصل مدارشکن Q02 (Remote): {Q20 و Q21 باز} یا {Q20 و Q21 بسته و Q32 و Q12 باز یا بسته کامل}
- وصل مدارشکن Q02 (Local): Q20و Q21 هر دو باز
- عملکرد Q20: Q02باز
- عملکرد Q21: Q02باز

تمرین شماره ۵(شرایط اینترلاک را در طرح شینه بندی حلقوی بیان کنید–تحویل جلسه بعد)



سایر اصول اینترلاک در شرایط واقعی

در عمل، به غیر از شرایط اینترلاک های شینه بندی، بلوک های کنترلی نیز وجود دارند که شرایط فرمان را از محل کلید (local)، اتاق کنترل پست (Remote) و مراکز دیسپاچینگ (Remote) تعیین می کنند. در ادامه، به آنها اشاره شده است:

- **بلوک CMW (Control Mode Selector Switch): روی تابلوی کنترل در اتاق کنترل نصب شده و دارای دو وضعیت R (کنترل از اتاق کنترل) و S (کنترل از مرکز دیسپاچینگ) است.**
- **بلوک DCS یا کلید کنترل دیسکریپنسی (Discrepancy Control Switch): فرمان قطع و وصل مدارشکن را صادر می کند. برای جلوگیری از تماس سهوی، مثلاً با کمی چرخاندن در جهت عقربه های ساعت و سپس فشار دادن و دوباره چرخاندن در جهت عقربه های ساعت در وضعیت وصل قرار می گیرد.**
- **بلوک CMSV (Control Mode Selector Switch): روی تابلوی مارشال مدارشکن در محوطه پست (پایین مدارشکن) قرار دارد و دارای دو وضعیت S (عملکرد نرمال) و M (شرایط تعمیر و نگهداری) است.**
- **بلوک LCS (Local Control Switch): روی تابلوی مارشال مدارشکن در محوطه پست و می توان مدارشکن را از همان جا قطع و یا وصل نمود.**
- **بلوک CMM (Control Mode Selector Switch): این کلید برای عملکرد سکسیونر است و در جعبه عملکرد سکسیونر قرار دارد. این کلید دارای دو وضعیت L (کنترل در محل سکسیونر) و R (کنترل در اتاق کنترل یا مرکز دیسپاچینگ) است.**
- **بلوک PB (Push Button): کلید فشاری که در داخل جعبه عملکرد سکسیونر قرار دارد و می توان با آن سکسیونر را قطع و وصل کرد.**

سایر اصول اینترلاک در شرایط واقعی

- **بلوک LOCKOUT (رله قفل کننده):** وظیفه این رله قفل کردن خروجی است. در واقع، اگرخطاهایی مانند اتصال کوتاه در شبکه رخ دهد و رله های حفاظتی (مانند رله دیستانس) خطا را تشخیص و مدارشکن ها را قطع کنند، این رله قفل کننده عمل می کند و از وصل مجدد مدارشکن جلوگیری می کند. این قفل تا زمانی است که رله حفاظتی توسط اپراتور ریست شود. البته، این رله قفل کننده با رله بازبست اتوماتیک (Auto Reclosing Relay) هماهنگ است و اگر خطا گذرا نبود قفل می کند.
- **بلوک SCS(Synchronizing Control Switch):** برای انجام عمل سنکرونیزم باید کلید در وضعیت وصل باشد (تا به صورت دستی یا خودکار سنکرون سازی انجام شود).
- **بلوک SYN:** سنکرونیزم خودکار را انجام می دهد (که در چند دقیقه انجام می شود و فرمان وصل مدارشکن به صورت خودکار است. اگر در این زمان انجام نشد، اپراتور با مرکز کنترل تماس می گیرد تا شرایط شبکه تغییر داده شود).
- **بلوک SBP:** کلید بای پس سنکرونیزم و یا عملیات سنکرون سازی به صورت دستی (اپراتور برای وصل مدارشکن به دستگاههای سنکروسکوپ نگاه می کند و در شرایط مجاز فرمان وصل مدارشکن را با کلید DCS صادر می کند).
- **بلوک IMPULSE:** نشان دهندهٔ ارسال فرمان توسط دیسپاچینگ است.
- **بلوک VOLT-VT:** نظارت بر ولتاژ سه فاز VT (ترانسفورماتور ولتاژ) است.
- **بلوک FUSE-VT:** نظارت بر روی فیوز خروجی VT است.
- **بلوک SF6-PRESS.:** نظارت بر فشار گاز مدارشکن SF6است.
- **بلوک SPRING CHARGED:** نظارت بر شارژ فنر مدارشکن ها.