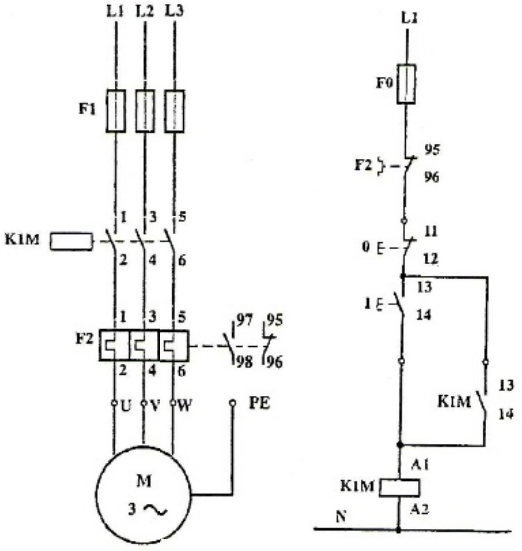
مدار شماره‌ی1ـ تحلیل مدار فرمان اتصال مستقیم یک موتور سه فاز القایی با رتور قفس سنجابی به شبکه

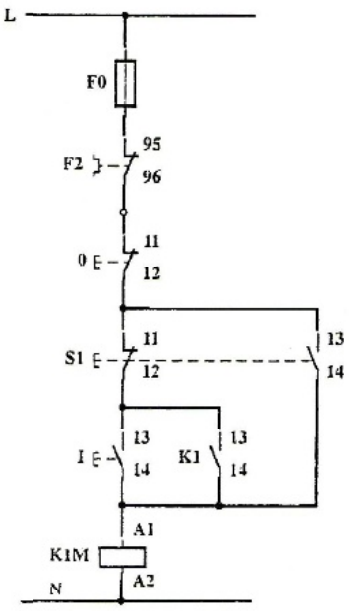
موتور از طریق کنتاکتور C_1 به شبکه وصل می‌شود همچنین برای‌حفاظت موتور در برابر اتصال کوتاه از فیوز و برای حفاظت ان در برابر اضافه بار، از بی‌متال استفاده می‌شود.



مدار قدرت و مدار فرمان برای اتصال مستقیم یک موتور سه فاز قفس سنجابی به شبکه

مدار شماره‌ی2ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان یک موتور سه فاز آسنکرون رتور قفسی که برای اتصال دائمی آن به شبکه از یک شستی و برای قطع آن از شستی دیگر استفاده می‌شود. علاوه بر این دو شستی از یک پدال برای وصل موتور به طور موقت به شبکه نیـز اسـتفاده می‌شود.

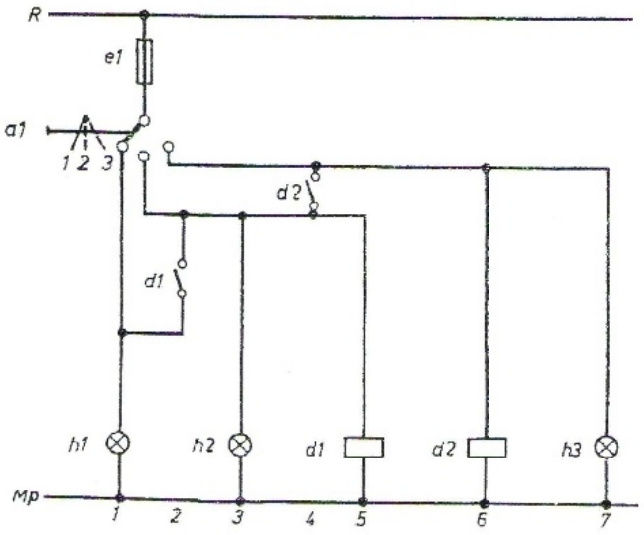
برای کارکرد دائمی موتور ، از ترکیب موازی شستی وصل (استارت) و کنتاکت باز کنتاکتور (به عنوان خود نگهدار) استفاده می‌شود و برای کار لحظـه‌ای یـا موقت موتور باید شستی b_2 را به گونه‌ای قرار دهیم که اولاً بدون کنتاکت باز کنتاکتور نگهدارنده بوده و ثانیاً مدار کنتاکت باز مربـوط بـه شـستی b_1 را نیـز قطع نماید. برای این منظور شستی b_2 را دوبل انتخاب کرده و کنتاکت بسته‌ی آن را در مسیر شستی b_1 و کنتاکت باز c_1 قرار می‌دهیم تا بـا فـشردن آن، مسیر کنتاکت نگهدارنده (خودنگهدار) باز شود و تغذیه‌ی بوبین به طور موقت از طریق کنتاکت دوم شستی دوبل انجام گیرد.



مدار فرمان موتور با کارکرد دائم و لحظه‌ای

مدار شماره‌ی 3 ـ تحلیل مداری که در آن از یک کلید سه وضعیتی برای اتصال سه لامپ به شبکه استفاده می‌شود به طوری که در وضعیت اول تنها یک چراغ ، در وضعیت دوم ، دو چراغ و در وضعیت سوم ، هر سه چراغ روشن شوند.

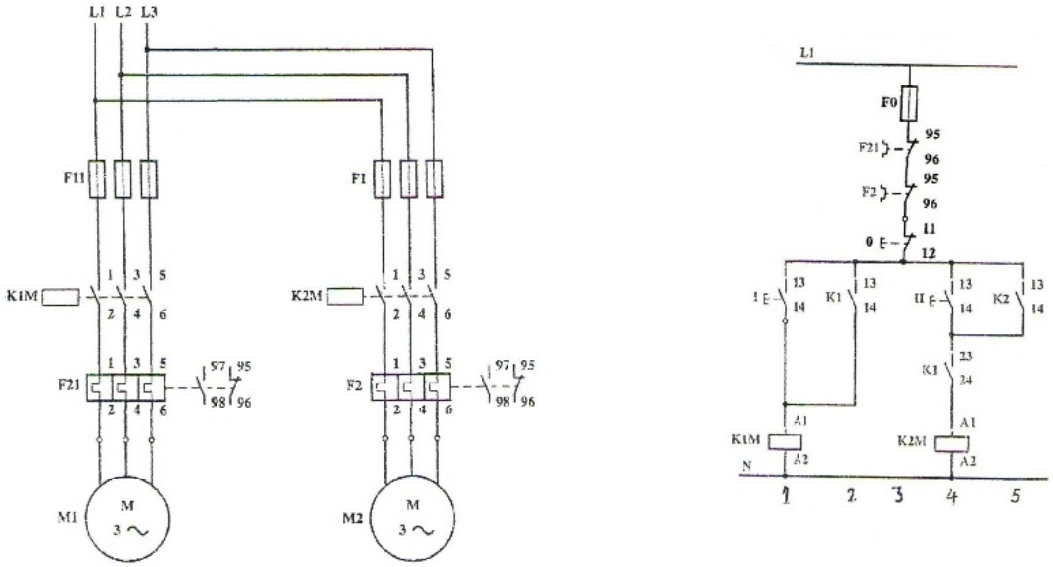
هنگامی که کلید در وضعیت یک قرار می‌گیرد تنها چراغ h_1 در مسیر ۱ روشن می‌شود. در حالتی که کلید در وضعیت ۲ قرار می‌گیرد ابتدا چراغ h_2 روشن می‌شود و در همان لحظه بوبین کنتاکتور d_1 نیز برقدار می‌شود و با بسته شدن کنتاکت باز آن در مسیر ۲ چراغ h_1 نیز روشن می‌شود. در نهایت هنگامی که کلید در وضعیت ۳ قرار می‌گیرد ابتدا چراغ h_3 در مسیر ۷ روشن شده، در همان لحظه بوبین کنتاکتور d_2 نیز در مسیر ۶، برق‌دار می‌شود و کنتاکت باز آن در مسیر ۴ بسته شده و باعث روشن شدن چراغ h_2 در مسیر ۳ و برق‌دار شدن بوبین d_1 در مسیر ۵ می‌گردد و به این ترتیب کنتاکت باز d_1 در مسیر ۲ بسته شده، چراغ h_1 نیز روشن می‌شود.



مدار فرمان روشن شدن چراغها در سه وضعیت

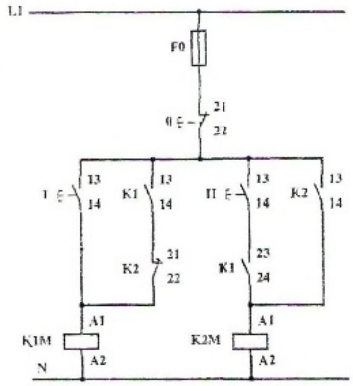
مدار شماره‌ی 4 ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان دو موتور m_1 و m_2 که کارکرد یکی از موتورها وابسته به کارکرد موتور دیگری می‌باشد. مانند برخی ماشین‌های صنعتی که در آنها تا پمپ روغن برای خنک کردن راه‌اندازی نشود، موتور اصلی نباید راه‌اندازی شود.

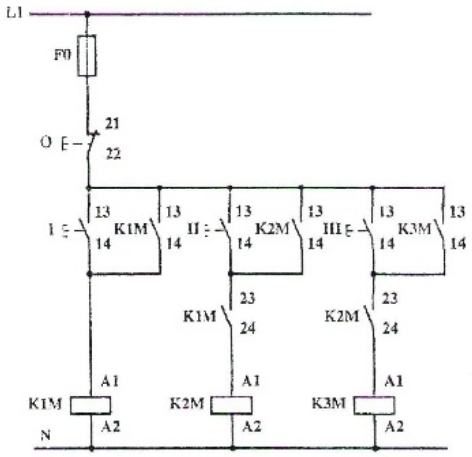
در مدار فرمان مربوط به این دو موتور نیز ابتدا تجهیزات حفاظتی شامل فیوز ، بی‌متال مربوط به موتور m_1 و بی‌متال مربوط به موتور m_2 و شستی قطع یا استاپ قرار می‌گیرند از آنجا که موتور m_1 موتوری است که می‌تواند به تنهایی کار کند ، در مسیر بوبین آن در مسیر ۱ و ۲ تنها شستی وصل (استارت) و یک کنتاکت باز C_1 (به عنوان خودنگهدار) قرار می‌گیرند. اما با توجه به اینکه کارکرد موتور m_2 وابسته به کارکرد موتور m_1 است، باید بر سر راه بوبین کنتاکتور آن در مسیر ۵ یک کنتاکت باز از موتور m_1 قرار گیرد تا با بسته شدن این کنتاکت در زمانی که کنتاکتور C_1 وصل می‌شود، امکان برق‌دار شدن کنتاکتور C_2 فراهم شود. در این مدار اگر بوبین کنتاکتور C_1 برق‌دار نشود، نمی‌توان بوبین کنتاکتور C_2 را برق‌دار نمود.



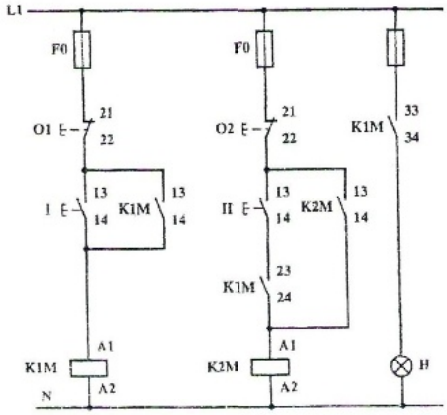
مدار قدرت و مدار فرمان دو موتور که کارکرد یکی به کارکرد دیگری وابسته است (یکی پس از دیگری)

مدار فرمان دو موتور که راه‌اندازی موتور دوم وابسته به موتور اول و توقف موتور اول وابسته به راه‌اندازی موتور دوم می‌باشد





مدار فرمان برای سه موتور که کارکرد هر موتور شرایط را برای راه‌اندازی موتور بعدی فراهم می‌آورد



مدار فرمان دو موتور که راه‌اندازی یکی وابسته به دیگری است در حالی که ادامه کارکرد هر دو مستقل از یکدیگر است.

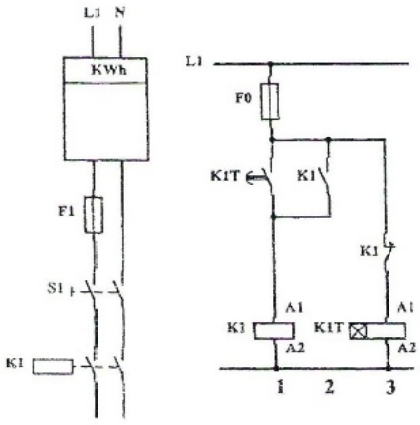
هنرجو یاحق

مدار شماره‌ی 5 ـ تحلیل مدار حفاظت مصرف‌کننده‌های یک منزل مسکونی یا برخی کارخانجات در برابر نوسان ولتاژ در هنگام قطع و وصل ولتاژ شبکه.

در مدار قدرت باید پس از کنتور و وسایل حفاظتی مانند فیوز و کلید ، از یک کنتاکتور استفاده شود. در حالتی که برق شبکه قطع نمی‌باشد، این کنتاکتور وصل بوده و مصرف کننده‌ها را به شبکه متصل می‌نماید.

در مدار فرمان اگر ولتاژ شبکه قطع باشد هم تایمر و هم کنتاکتور قطع می‌باشند اما با وصل شدن ولتاژ شبکه، ابتدا تایمر موجود در مسیر ۳ وارد مدار می‌شود و پس از گذشت مدت زمان تنظیم شده بر روی تایمر، کنتاکت باز آن در مسیر ۱ بسته شده، بوبین کنتاکتور را برق‌دار می‌کند.

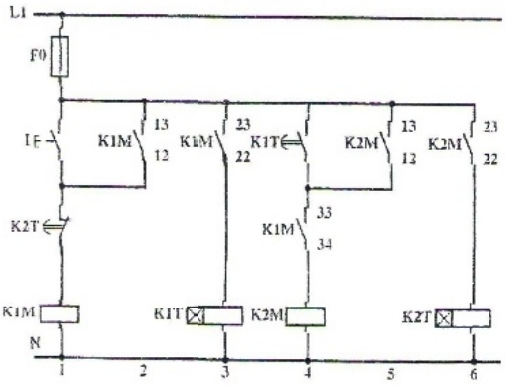
با برق‌دار شدن کنتاکتور C_1 کنتاکت باز آن به عنوان خودنگهدار در مسیر ۲ بسته شده و کنتاکت باز آن در مسیر ۳ برای خارج نمودن تایمر از مدار باز می‌شود.



این احتمال وجود دارد که در این مدار فرمان پیش از آنکه کنتاکت باز خودنگهدار، کنتاکتور را به طور دائم در مدار قرار دهد، کنتاکت بسته‌ی آن در مسیر ۳ باز شده، تایمر را از مدار خارج کند و به این ترتیب کنتاکت d_1 تایمر در مسیر ۱ باز شود و کنتاکتور C_1 را از مدار خارج کند، به این دلیل باید از کنتاکت بسته با تأخیر در قطع درمسیر۳ و در سر راه تایمر استفاده شود.

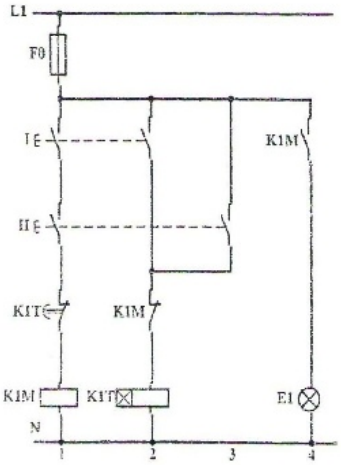
مدار شماره‌ی 6 ـ تحلیل مدار فرمان دو موتور که کارکرد موتور اول وابسته به کارکرد موتور دوم بوده و هر یک برای مدت زمان مشخصی وارد مدار شده و هر دو هم‌زمان متوقف می‌شوند.

در مدار فرمان شکل زیر با فشردن شستی وصل (استارت) در مسیر یک، بوبین کنتاکتور C_1 یا K_1M در مسیر ۱ که مربوط به موتور اول می‌باشد، برق‌دار می‌شود و موتور اول شروع به کار می‌کند. با وصل این کنتاکتور، کنتاکت‌های باز آن در مسیر۲ (به عنوان خودنگهدار)، درمسیر ۳ برای راه‌اندازی تایمر d_1 یا K_1T و در مسیر ۴ جهت فراهم آوردن شرایط راه‌اندازی موتور دوم، بسته می‌شوند. از آنجا که فرمان وصل کنتاکتور موتور دوم (C_2 یا K_2M) توسط تایمر d_1 یا K_1T صادر می‌شود ، باید کنتاکت باز تایمر d_1 یا K_1T را بر سر راه کنتاکتور موتور دوم در مسیر ۴ قرار دهیم پس از وصل کنتاکتور دوم باید تایمر دیگری (d_2 یا K_2T) زمان کارکرد موتور دوم را محاسبه نماید به همین دلیل یک کنتاکت باز از کنتاکتور K_2M یا C_2 را در مسیر ۶ بر سر راه تایمر K_2T یا d_2 قرار می‌دهند تا پس از وصل کنتاکتور K_2M یا C_2 و بسته شدن کنتاکت‌های باز آن زمان شماری تایمر نیز آغاز شود. از آنجا که این تایمر باید باعث قطع موتور اول و در نتیجه موتور دوم شود، باید کنتاکت بسته‌ی تایمر K_2T یا d_2 را بر سر راه بوبین کنتاکتور C_1 یا K_1M در مسیر ۱ قرار دهیم به این ترتیب پس از سپری شدن زمان تایمر K_2T یا d_2 ، کنتاکت آن در مسیر ۱ باز شده موتور اول متوقف می‌شود. با توقف موتور اول (قطع کنتاکتور C_1 یا K_1M) مجدداً کنتاکت‌های آن بر سر راه تایمر K_1T یا d_1 و کنتاکتور K_2M یا C_2 باز شده تمامی وسایل در مدار فرمان قطع خواهند شد.



مدار شماره‌ی 7 ـ تحلیل مدار فرمان موتوری که حتماً باید با فشردن دو شستی وصل، شروع به کار کند واگر دو شستی هم‌زمان فشرده نشوند پس از مدت زمان کوتاهی موتور قطع شود.

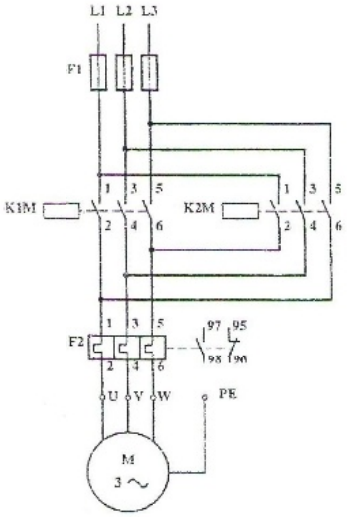
مدار فرمان موتور فوق در شکل زیر ، نشان داده شده است. در این مدار فرمان و در مسیر ۱ دو شستی وصل به صورت سری قرار می‌گیرند به این ترتیب تا هر دو شستی هم‌زمان فشار داده نشوند، موتور راه‌اندازی نخواهد شد. هر دو شستی وصل (استارت) به صورت دوبل قرار می‌گیرند به گونه‌ای که کنتاکت دوم هر شستی وصل در مسیر تغذیه‌ی تایمر d_1 یا K_1T قرار می‌گیرد (در مسیرهای ۲ و ۳) همچنین در مسیر تغذیه تایمر در مسیر ۲ کنتاکت بسته‌ای از کنتاکتور C_1 یا K_1M قرار می‌گیرد تا اگر هر دو شستی هم‌زمان با هم فشرده شوند بوبین کنتاکتور C_1 یا K_1M برق‌دار شود و با باز شدن کنتاکت آن در مسیر ۲ ، تایمر از مدار خارج گردد. همچنین بر سر راه کنتاکتور C_1 یا K_1M در مسیر ۱ کنتاکت بسته‌ای از تایمر قرار می‌گیرد . حال اگر شخصی تنها یکی از شستی‌ها را فشار دهد و با اینکه با یک فاصله‌ی زمانی شستی‌ها را فشار دهد، از طریق کنتاکت‌های دوبل ، مدار تایمر بسته شده و زمان شماری تایمر شروع می‌شود و چنانچه در این مدت شستی دوم فشرده نشود پس از اتمام زمان‌شماری، کنتاکت بسته‌ی تایمر در مسیر ۱ باز شده، کنتاکتور را از مدار خارج خواهد کرد و موتور دیگر امکان راه‌اندازی نمی‌یابد.

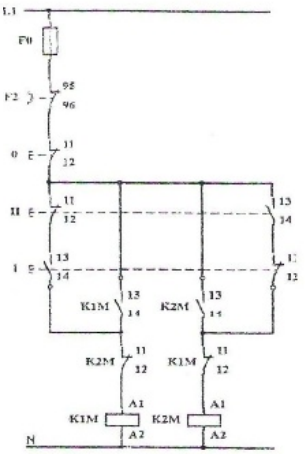


مدار شماره‌ی 8 ـ تحلیل مدار فرمان و مدار قدرت تغییر جهت گردش یک موتور آسنکرون سه فاز

برای عوض شدن جهت گردش یک موتور سه فاز کافی است که جای دو فاز تغذیه کننده‌ی آن عوض شود. در مدار قدرت این موتور معمولاً از دو کنتاکتور استفاده می‌شود. خروجی یکی از این کنتاکتورها به گونه‌ای است که در آن جای دو فاز ورودی به موتور نسبت به کنتاکتور دیگر عوض می‌شود.

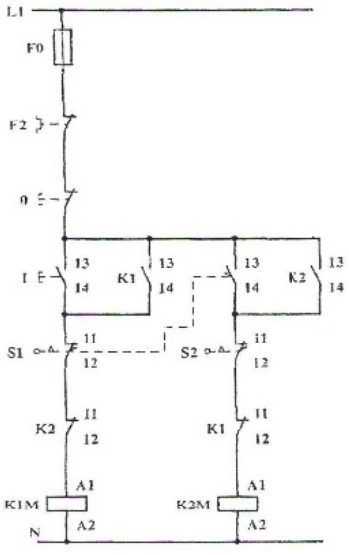
مدار فرمان این موتور را می‌توان به دو صورت طراحی نمود. معمولاً در موتورهای سنگین (با قدرت بالا) برای تغییر جهت گردش موتور حتماً باید مدار تغذیه موتور قطع شود و پس از توقف موتور ، با استارت مجدد جهت گردش موتور تغییر نماید. اما در موتورهای سبک (با قدرت کم) می‌توان جهت گردش موتور را بدون قطع مدار، عوض کرد.





مدار شماره‌ی 9 ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان ماشین‌هایی که در آنها به وسیله‌ی یک موتور، حرکت رفت و برگشت به سمت چپ و راست یا بالا و پایین وجود دارد (مانند قلم‌گیر ماشین تراش ، بادبرها و ...) این حرکت رفت و برگشت بدون توقف انجام می‌گیرد.

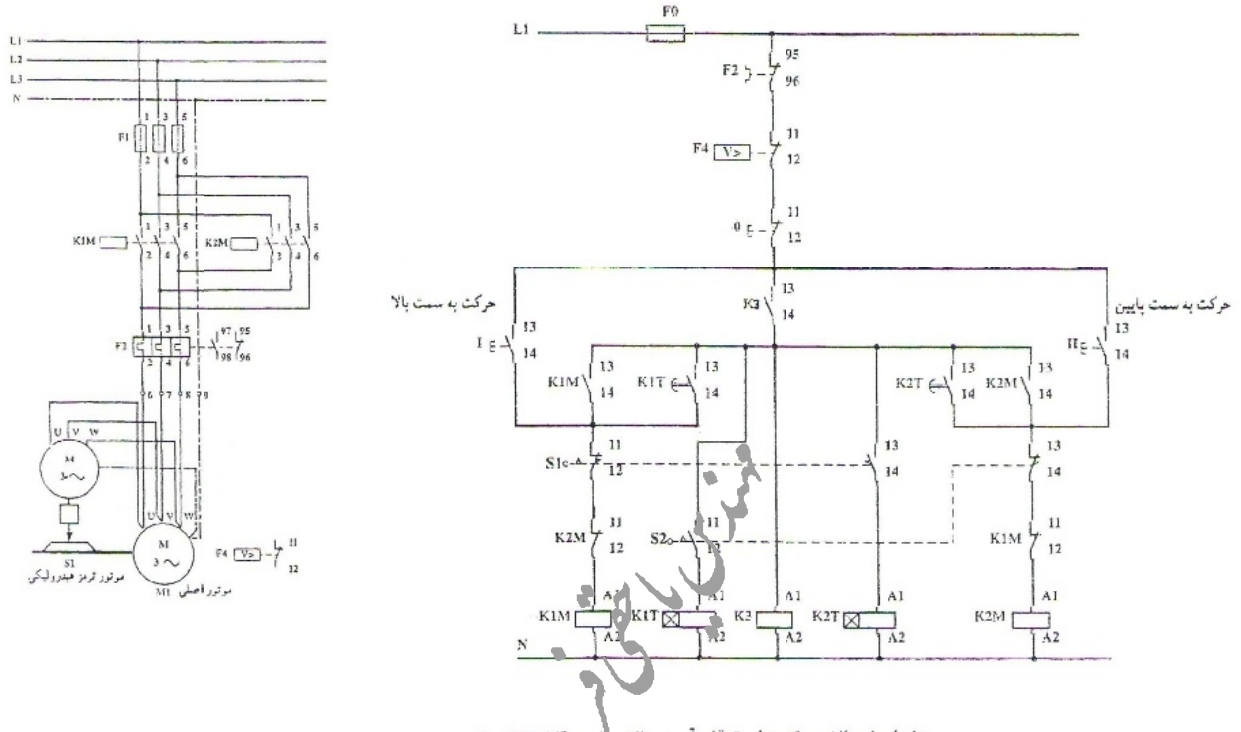
برای ایجاد حرکت رفت و برگشت به سمت چپ و راست یا بالا و پایین می‌توان از یک موتور چپ‌گرد ـ راست‌گرد که مدار قدرت آن مانند مدار قدرت شکل بالا است استفاده کرد. در مدار فرمان این موتور، همانند مدار فرمان‌های دیگر، ابتدا تجهیزات حفاظتی شامل فیوز، تیغه‌ی بسته‌ی بی‌متال و شستی قطع (استاپ) قرار می‌گیرند و پس از این تجهیزات، از شستی وصل (استارت) و تیغه‌ی خودنگهدار موازی با آن به منظور دادن فرمان شروع به کار موتور استفاده می‌شود . در شکل زیر مدار فرمان مربوط به این موتور با استفاده از علائم قدیم و عدم تأیید رسم شده است.برای محدود نمودن حرکت بخش متحرک این ماشین‌ها، در بالا و پایین یا چپ و راست از لیمیت سوئیچ استفاده می‌شود. از یک لیمیت سوئیچ برای تعویض جهت گردش موتور و برگشت بخش متحرک و از لیمیت سوئیچ دیگری برای قطع حرکت موتور پس از بازگشت بخش متحرک به مکان اول خود، استفاده می‌شود. لیمیت سوئیچ اول ، ابتدا باید کنتاکتور C_1 یا K_1M را قطع، سپس به منظور تغییر جهت موتور ، فرمان وصل کنتاکتور C_2 یا K_2M را صادر نماید. به همین دلیل این لیمیت سوئیچ (b_2 یا S_1) به صورت دوبل انتخاب می‌شود. با فشرده شدن این لیمیت سوئیچ ، کنتاکت بسته آن کنتاکتور C_1 یا K_1M را قطع و کنتاکت باز آن همانند یک شستی وصل (استارت)، بوبین کنتاکتور C_2 یا K_2M را برق‌دار خواهد کرد. برای متوقف کردن موتور یا بی‌برق شدن کنتاکتور C_2 یا K_2M در زمانی که بخش متحرک به مکان اولیه خود برمی‌گردد، از لیمیت سوئیچ b_2 یا S_2 در مسیر تغذیه بوبین کنتاکتور C_2 یا K_2M استفاده می‌شود.در مدار فرمان این موتور باز هم برای جلوگیری از اتصال کوتاه دوفاز، کنتاکت بسته‌ای از هر کنتاکتور، بر سر راه بوبین کنتاکتور دیگر قرار می‌گیرد (کنتاکت‌های بسته C_1 و C_2 یا K_1 و K_2).



مدار شماره‌ی 10– تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان مربوط به بالابری که به کمک یک شستی حرکت خود را از پایین آغاز می‌کند و پس از رسیدن به نقطه انتهایی مسیر در بالا و پس از آنکه در مدت زمانی معین در آن نقطه توقف می‌کند، این بار حرکت رو به پایین خود را آغاز می‌کند و پس از رسیدن به نقطه آغاز حرکت، متوقف می‌شود.

از آنجا که موتور این بالابرها باید قابلیت تغییر جهت گردش را داشته باشد (به منظور حرکت دادن بالابر به سمت بالا و پایین) ، مدار قدرت آن همانند مدار قدرت موتور چپ‌گرد و راست‌گرد می‌باشد با این تفاوت که در مدار قدرت موتور بالابر از یک موتور سه فاز برای ترمز هیدرولیکی نیز استفاده شده است. در شکل زیر مدار قدرت این موتور رسم شده است.

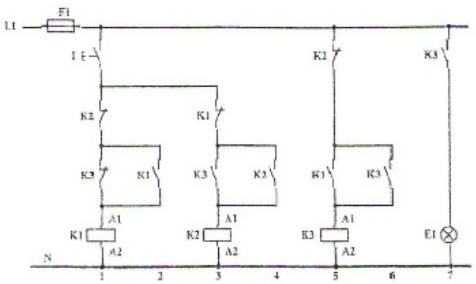
درمدار فرمان این موتور همانند مدار فرمان شکل ۸ـ۶۵، از دو کنتاکتور (C_1 و C_2 یا K_1M و K_2M) برای عوض نمودن جهت گردش موتور و از دو لیمیت سوئیچ (b_5 و b_4 یا S_1 و S_2) برای محدود نمودن حرکت بالابر در بالا و پایین استفاده می‌شود.به منظور جلوگیری از اتصال کوتاه دوفاز ، در مدار فرمان این موتور نیز کنتاکت بسته‌ای از هر کنتاکتور در مسیرتغذیه‌ی بوبین کنتاکتور دیگر قرار می‌گیرد.



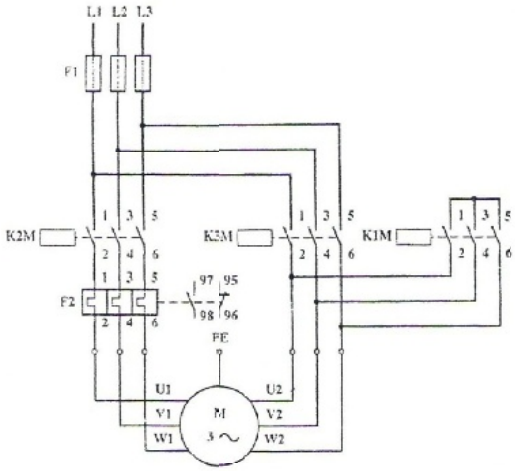
مدار فرمان بالابری که زمان توقف آن در بالا و پایین قابل تنظیم است.

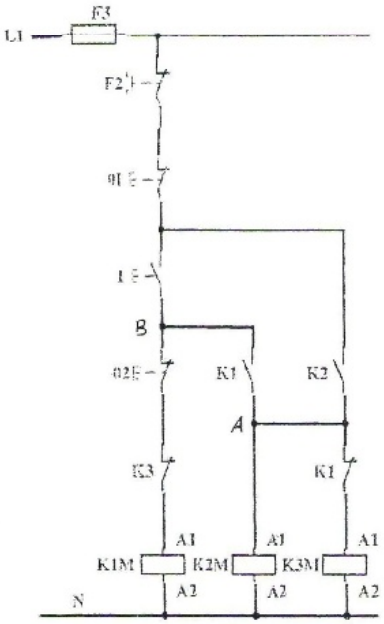
مدار شماره‌ی 11– تحلیل مدار فرمانی که در آن تنها از یک شستی برای وصل و قطع مدار (استارت و استاپ) استفاده می‌شود. (مشابه با کلید ضربه‌ای جریان) از این مدار برای قطع و وصل موتورها و خاموش و روشن کردن لامپ‌ها می‌توان استفاده کرد.

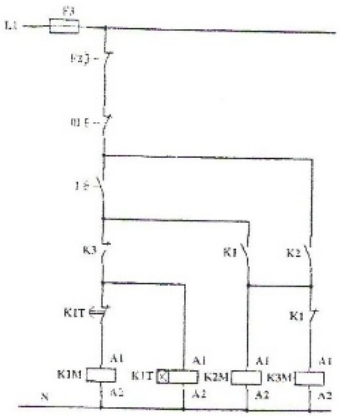
مسیرهای ۲ و ۵ سبب وصل کنتاکتور اصلی مدار یعنی C_1 یا K_3 خواهد شد. هنگامی که کنتاکتور C_1 یا K_3 در مدار قرار می‌گیرد، کنتاکت باز آن در مسیر ۳ بسته خواهد شد و کنتاکت بسته‌ی آن در مسیر ۱ باز خواهد شد، هنگامی که شستی b_1 یا I به حالت اولیه خود باز می‌گردد مدار کنتاکتور کمکی d_1 یا K_1 باز خواهد شد و در نتیجه کنتاکت باز شده‌ی آن در مسیر ۳ مجدداً بسته خواهد شد و این بار شرایط برای ورود کنتاکتور کمکی d_2 یا K_2 به مدار فراهم می‌شود زیرا تمام کنتاکت‌های موجود بر سر راه کنتاکتور کمکی d_2 یا K_2 بسته خواهند بود. با فشار مجدد بر شستی b_1 یا I، این بار تنها کنتاکتور کمکی d_2 یا K_2 وارد مدار می‌شود و با وصل این کنتاکتور، کنتاکت بسته‌ی آن در مسیر ۵ باز شده و باعث قطع مسیر تغذیه‌ی بوبین کنتاکتور اصلی C_1 یا K_3 خواهد شد. حالت وصل و قطع کنتاکتور C_1 یا K_3 را می‌توان به کمک یک لامپ سیگنال (h_1 یا E_1) که در مسیر ۷ نشان داده شده است، کنترل نمود.



مدار شماره‌ی12ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان یک موتور با راه‌انداز ستاره ـ مثلث



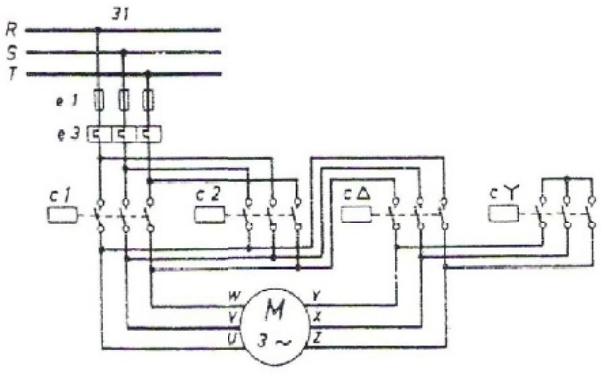


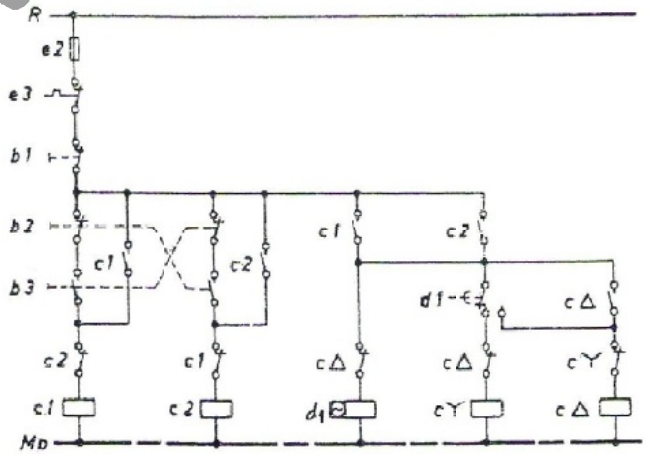


مدار فرمان حالت اتوماتیک راه‌اندازی ستاره ـ مثلث

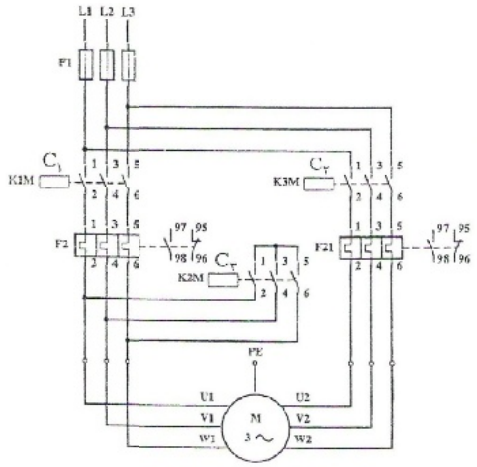
مدار فرمان حالت دستی راه‌اندازی ستاره ـ مثلث

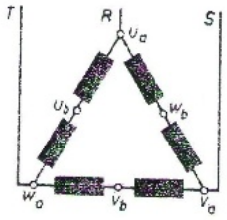
مدار شماره‌ی13ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان راه‌اندازی ستاره ـ مثلث و چپ‌گرد ـ راست‌گرد



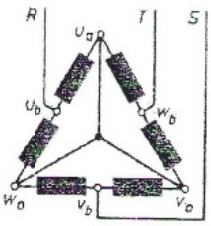


مدار شماره‌ی 14- تحلیل مدار قدرت ومدار فرمان راه‌اندازی یک موتور سه فاز دو سرعته با سیم‌بندی دالاندر



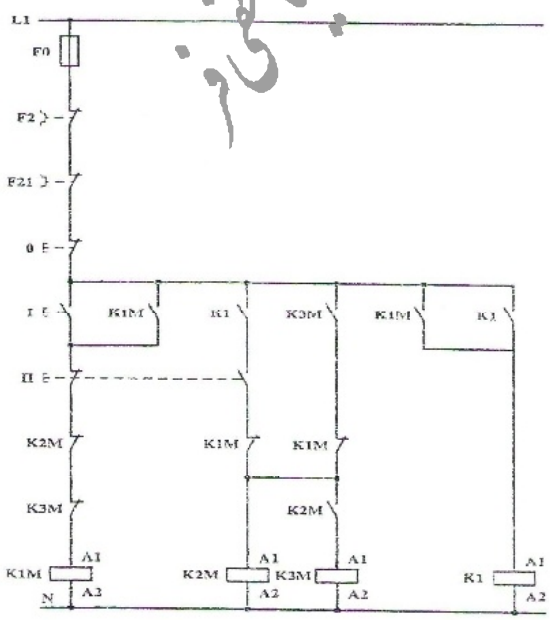


دور کند (مثلث)



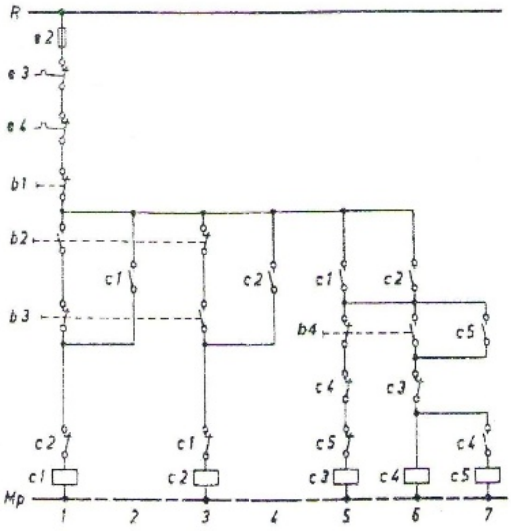
دور تند (ستاره‌ی دوبل)

در شکل فوق با وصل کنتاکتور C_1 به تنهایی، گروه کلاف‌های موتور به صورت مثلث و در حالت دور کند به شبکه وصل خواهد شد. چنانچه بخواهیم موتور به صورت ستاره‌ی دوبل و در حالت دور تند به شبکه وصل شود، ابتدا باید کنتاکتور C_1 از مدار خارج شده با وصل کنتاکتور C_2 نقطه‌ی صفر در حالت ستاره‌ی دوبل ساخته شود. حال می‌توان با وصل کنتاکتور C_2 به شبکه، سیم‌بندی موتور را به حالت ستاره دوبل و دور تند تغییر وضعیت داد



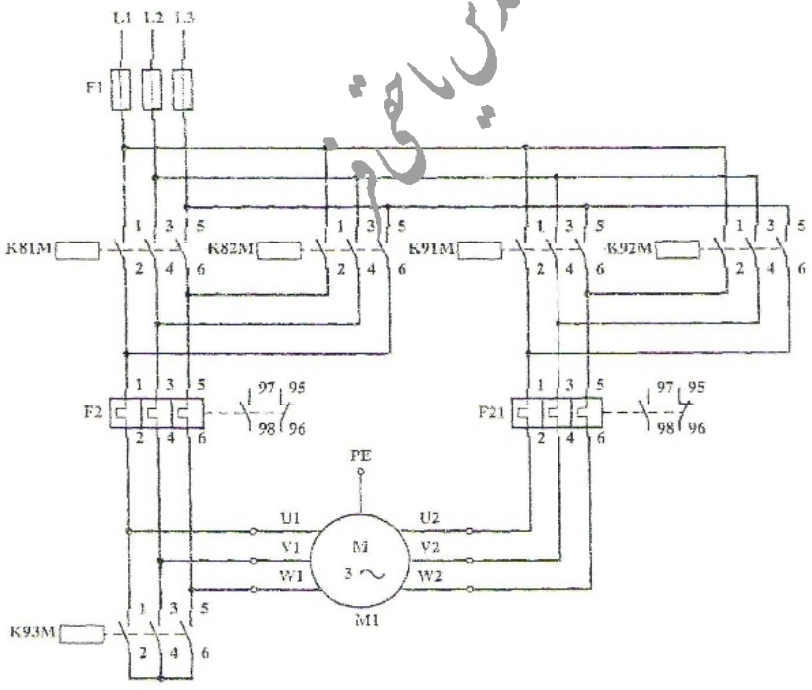
مدار فرمان راه‌اندازی موتور سه فاز با سیم بندی دالاندر و با شروع کار با دور کند

مدار شماره‌ی15ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان راه‌اندازی یک موتور سه فاز با سیم‌بندی دالاندر و با امکان کار به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد



با فشار به شستی دوبل b_2، کنتاکتور C_1 وصل شده و با بسته شدن کنتاکت آن در مسیر ۵، کنتاکتور دور کند C_3 وارد مدار خواهد شد و موتور به صورت راست‌گرد و با دور کند خواهد چرخید. حال اگر شستی b_4 را فشار دهیم، موتور از حالت دور کند خارج و به حالت دور تند وارد خواهد شد (کنتاکتور C_3 بی‌برق شده و کنتاکتورهای C_4 و C_5 وارد مدار می‌شوند).

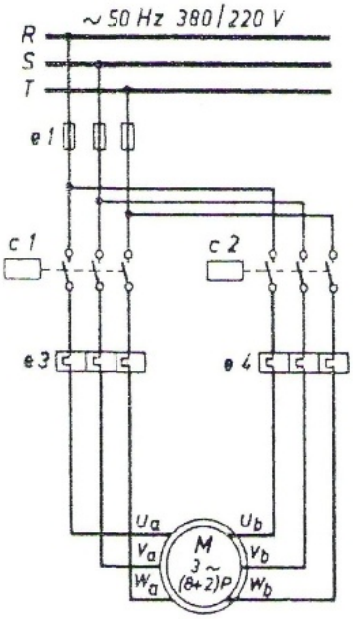
در صورتی که به جای شستی دوبل b_2، شستی دوبل b_3 را فشار دهیم، کنتاکتور C_2 وارد مدار شده، جای دو فاز موتور را عوض خواهد کرد. همچنین با بسته شدن کنتاکت باز C_2 در مسیر ۶ و وارد شدن کنتاکتور C_2 به مدار، موتور به صورت چپ‌گرد و با دور کند خواهد چرخید. چنانچه شستی b_4 را فشار دهیم با قطع شدن کنتاکتور C_3 و وصل شدن کنتاکتورهای C_4 و C_5، موتور از حالت دور کند خارج و به حالت دور تند، وارد خواهد شد.

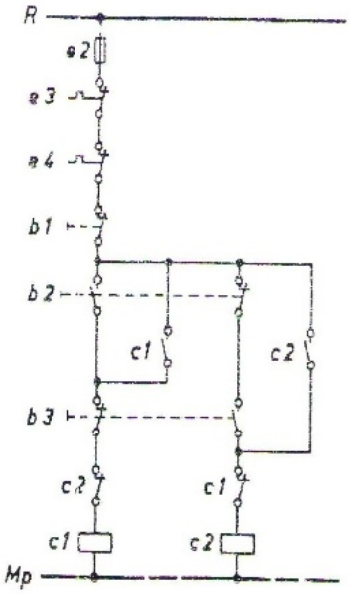


ممنون باخوانی

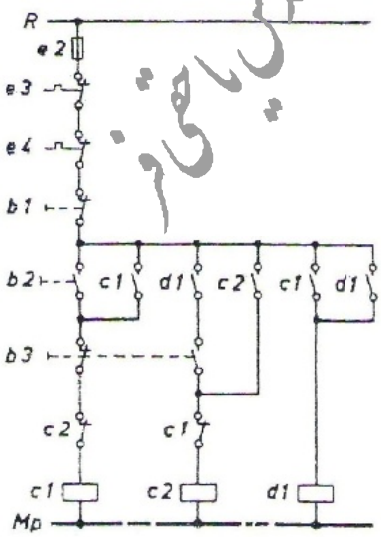
مدار شماره‌ی 16 ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان موتور دو سرعته با دو سیم‌بندی مجزا

چنانچه بخواهیم موتور ابتدا با دور کند شروع به کار نماید، باید شستی دوبل b_2 را فشار دهیم حال اگر بخواهیم از دور کند به حالت دور تند تغییر وضعیت دهیم کافی است شستی دوبل b_3 را فشاردهیم.





در صورتی که بخواهیم شروع کار موتور فوق همواره با دور کند صورت گیرد



مدار شماره‌ی 17 ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان یک موتور سه فاز سه سرعته با دو سیم‌بندی مجزا (یک سیم‌بندی معمولی و یک سیم‌بندی دالاندر)

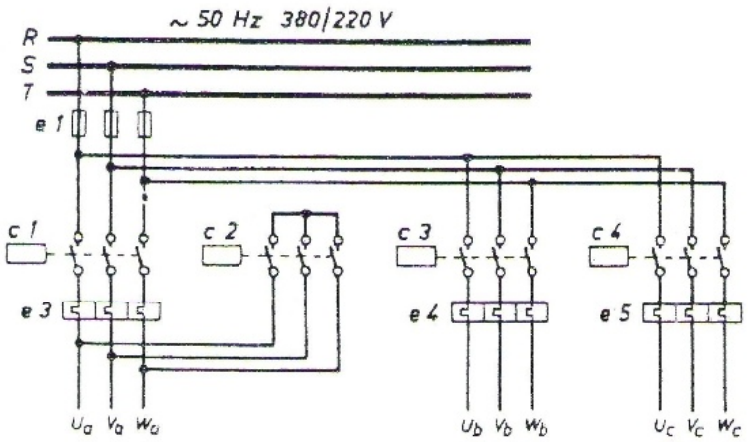
در چنین موتورهایی معمولاً برای سرعت‌های کم و زیاد از سیم بندی دالاندر و برای سرعت متوسط از سیم‌بندی معمولی استفاده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان سیم‌بندی دالاندر را برای تولید ۸ و ۴ قطب (سرعت ۷۵۰ و ۱۵۰۰دور در دقیقه) و سیم‌بندی معمولی را برای تولید ۶ قطب (سرعت ۱۰۰۰دور در دقیقه) در نظر گرفت.

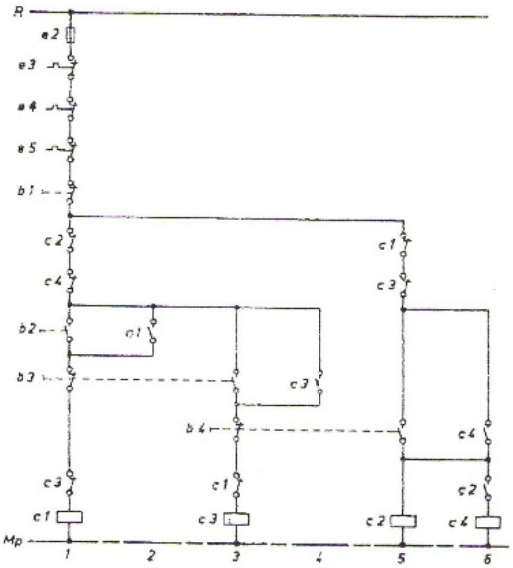
$$۲P = ۴ \Rightarrow N_s = \frac{۱۲۰f}{۲P} = ۱۵۰۰\,\text{rpm}$$

$$۲P = ۶ \Rightarrow N_s = ۱۰۰۰\,\text{rpm}$$

$$۲P = ۸ \Rightarrow N_s = ۷۵۰\ \text{rpm}$$

در شکل زیر ، مدار قدرت یک موتور سه فاز سه سرعته نشان داده شده است. کنتاکتور C_1 به تنهایی سیم‌بندی دالاندر را برای دور کند وارد مدار می‌کند و کنتاکتور C_3 سیم‌بندی معمولی سرعت متوسط را وارد مدار خواهد کرد. همچنین کنتاکتورهای C۲ و C_4 ، سیم‌بندی دالاندر را برای دور تند وارد مدار می‌کنند.



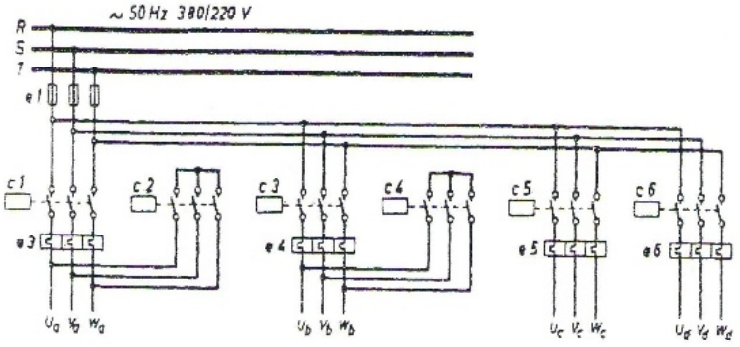


در شکل فوق مدار فرمان موتور سه سرعته نشان داده شده است. در این مدار فرمان می‌توان ابتدا سیم بندی دور کند دالاندر را از طریق فشار بر شستی دوبل b_2 وکنتاکتور C_1 وارد مدار کرد. همچنین این امکان وجود دارد که ابتدا سیم‌بندی با دور متوسط را با فشار بر شستی دوبل b_3 و از طریق کنتاکتور C_3 وارد مدار کرد. شستی دوبل b_4 نیز سیم بندی دور تند دالاندر را از طریق کنتاکتورهای C_2 و C_4 وارد مدار خواهد کرد.

وجود کنتاکت‌های بسته‌ی C_2 و C_4 در مسیر ۱ و کنتاکت بسته‌ی C_1 در مسیر ۵ به این دلیل است که سیم‌بندی‌های دالاندر دور کند و دور تند هیچ‌گاه همزمان وارد مدار نشده، اتصال کوتاه سه فاز رخ ندهد. به کارگیری شستی‌های دوبل نیز به این دلیل است که در صورت فشار دو یا سه شستی به صورت همزمان، سیم‌بندی‌های دور کند، دور متوسط و دور تند همزمان وارد مدار نشوند.

مدار شماره‌ی 18– تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان یک موتور سه فاز چهار سرعته با دو سیم‌بندی دالاندر جداگانه

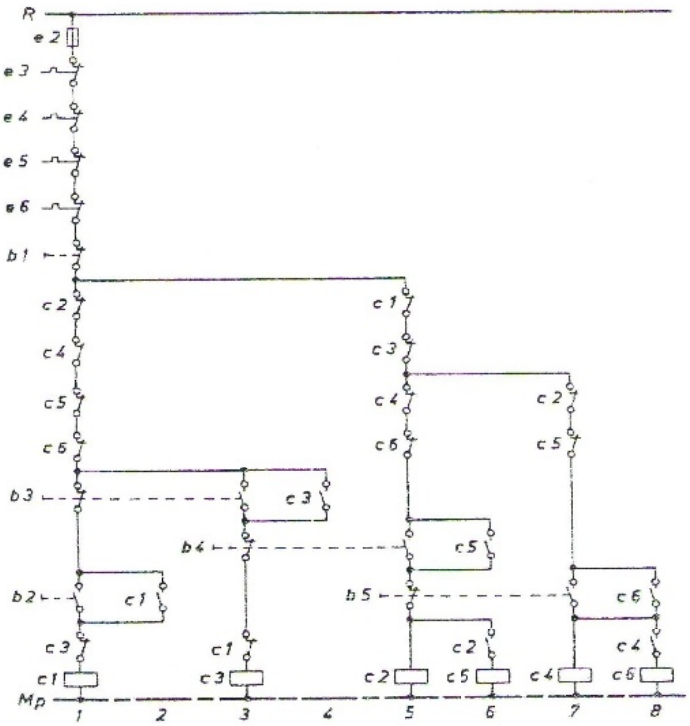
در چنین موتورهایی از دو سیم‌بندی دالاندر که هر کدام قادرند دو سرعت مختلف را برای موتور فراهم نمایند استفاده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان از یک سیم‌بندی دالاندر برای تولید ۸ و ۴ قطب (سرعت‌های ۷۵۰ و ۱۵۰۰ دور در دقیقه) و از سیم‌بندی دالاندر دیگر برای تولید ۶ و ۱۲ قطب (سرعت‌های ۱۰۰۰ و ۵۰۰ دور در دقیقه) در موتور استفاده کرد.



	500	750	1000	1500
C1	×			
C2			×	
C3		×		
C4				×
C5			×	
C6				×

با فشاربر شستی‌وصل b_2 کنتاکتور C_1 وارد مدار شده و موتور با سرعت ۵۰۰rpm خواهد چرخید. چنانچه بر شستی دوبل b_3 فشار وارد شود، ابتدا کنتاکتور C_1 قطع می‌شود و پس از آن کنتاکتور C_3 که مربوط به سرعت ۷۵۰rpm می‌باشد وصل خواهد شد.

با فشار بر شستی b_4 ابتدا کنتاکتور C_3 قطع شده، سپس کنتاکتور C_2 و پس از آن کنتاکتور C_5 وصل خواهند شد. با وصل این دو کنتاکتور موتور با سرعت ۱۰۰۰ rpm خواهد چرخید و در نهایت اگر بر شستی b_5 فشار وارد آید ابتدا کنتاکتورهای C_2 و C_5 قطع می‌شوند و سپس کنتاکتورهای C_4 و C_6 وصل خواهند شد. این دو کنتاکتور باعث چرخش موتور با سرعت ۱۵۰۰ rpm خواهند شد.

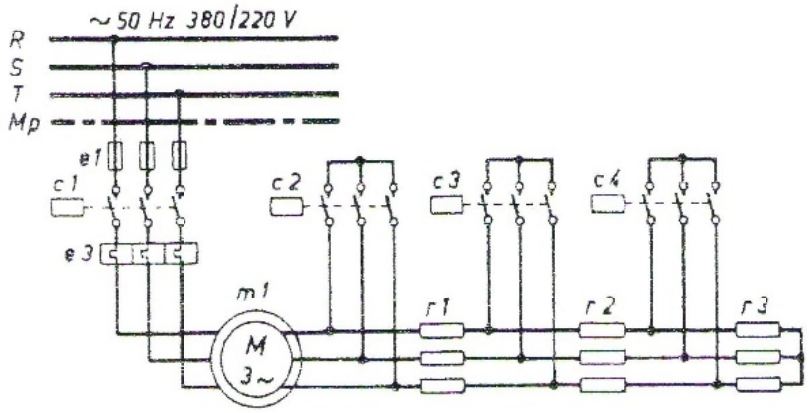


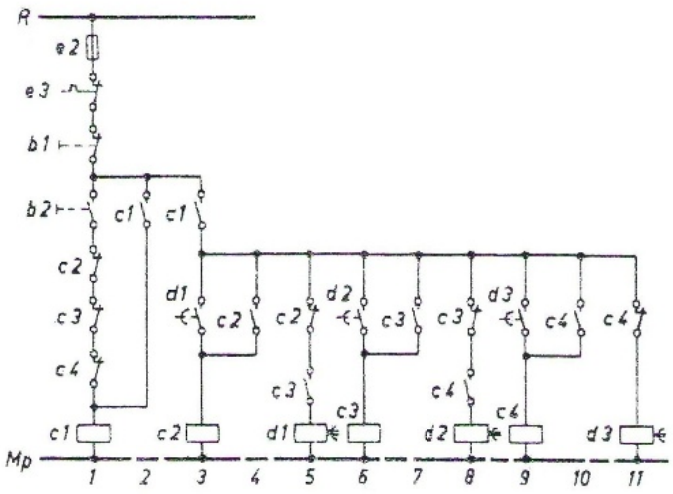
در مسیر ۱ و بر سر راه کنتاکتورهای دور کند C_1 و C_3 که همواره به تنهایی وارد مدار می‌شوند، کنتاکت‌های بسته C_2 و C_5 (مربوط به دور تند سیم‌بندی دالاندر اول) و C_4 و C_6 (مربوط به دور تند سیم‌بندی دالاندر دوم) قرار می‌گیرند. و بر سر راه کنتاکتورهای دور تند C_2 و C_5 و C_4 و C_6 ، باید کنتاکت‌های بسته‌ی C_1 و C_3 مربوط به کنتاکتورهای دور کند در مسیر ۵ قرار می‌گیرند.

به این ترتیب هیچ‌گاه کنتاکتورهای مربوط به دور تند و دور کند هم‌زمان وارد مدار نخواهد شد و خطر اتصال کوتاه سه فاز از بین می‌رود. همچنین کنتاکت‌های بسته‌ی C_4 و C_6 در مسیر ۵ و بر سر راه کنتاکتورهای C_1 و C_3 و کنتاکت‌های بسته‌ی C_2 و C_5 در مسیر ۷ و بر سر راه کنتاکتورهای C_4 و C_6 قرار می‌گیرند به این ترتیب از وصل هم‌زمان سیم‌بندی‌های دورتند جلوگیری به عمل می‌آید. همچنین در مسیر ۱ بر سر راه کنتاکتور C_1 کنتاکت بسته C_2 و در مسیر ۳ و بر سر راه کنتاکتور C_3 کنتاکت بسته‌ی C_1 قرار می‌گیرند تا به این ترتیب از وصل هم‌زمان سیم‌بندی‌های دور کند نیز جلوگیری به عمل آید.

مدار شماره‌ی19ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان راه‌اندازی یک موتور سه فاز رتور سیم‌پیچی شده با حلقه‌های لغزان همراه با خروج تدریجی مقاومت‌های اضافه شده به رتور

یکی از شیوه‌های کاهش جریان راه‌اندازی موتور سه فاز با رتور سیم‌پیچی شده ، اضافه کردن مقاومت به سیم‌بندی رتور می‌باشد. این مقاومت پس از راه‌اندازی موتور به صورت پله‌ای از مدار رتور خارج می‌شود زیرا در صورتی که در مدار باقی بماند، تلفات حرارتی به دنبال خواهد داشت. مدار قدرت راه‌اندازی موتور سه فاز با رتور سیم‌پیچی شده که در آن مقاومت‌های اضافه شده به رتور از طریق کنتاکتورهایی(و پس از راه‌اندازی رتور) به تدریج از مدار رتور خارج می‌شوند .

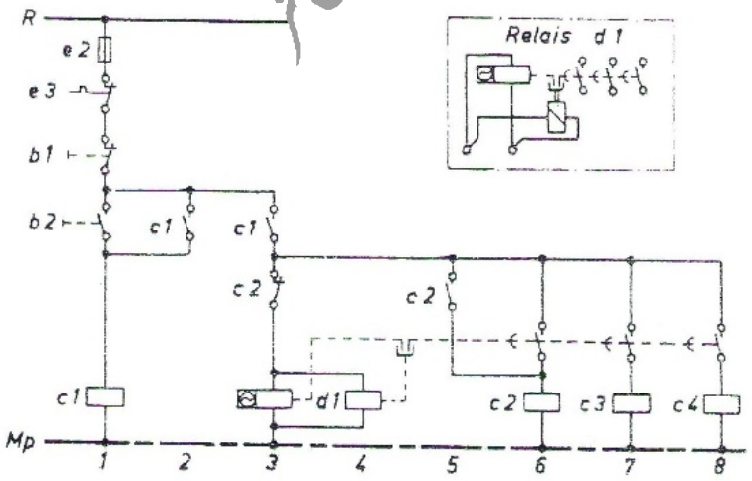




با فشاربر شستی b_2 کنتاکتور C_1 وارد مدار می‌شود و با بسته شدن کنتاکت باز آن در مسیر ۳، تایمر d_2 در مسیر ۱۱ وصل خواهد شد. پس از سپری شدن زمان تایمر d_2، کنتاکت باز آن در مسیر ۹ بسته خواهد شد و کنتاکتور C_4 را وارد مدار خواهد کرد و اولین مقاومت (r_3) از مدار خارج خواهد شد. هم‌زمان کنتاکت بسته C_4 در مسیر ۱۱ نیز باز خواهد شد و کنتاکتور d_2 را از مدا رخارج خواهد کرد.

همچنین کنتاکت باز C_4 نیز در مسیر ۸ بسته شده و این بار تایمر d_2 وارد مدار خواهد شد کنتاکت باز تایمر d_2 در مسیر ۶ پس از مدت زمان کوتاهی کنتاکتور C_3 را وارد مدار خواهد کرد تا دومین مقاومت رتور(r_2) از مدار خارج شود و همین سیکل تا خروج آخرین مقاومت رتور (r_1) از مدار ادامه می‌یابد.

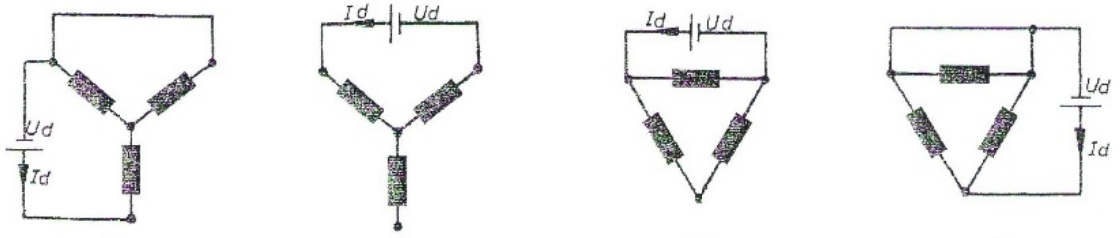
شکل زیر مدار فرمان راه‌اندازی موتور سه فاز با رتور سیم‌پیچی شده و حلقه‌های لغزان را با استفاده از رله‌ای به نام «کنتاکت استارت» نشان می‌دهد. پس از اینکه رله‌ی مذکور به وسیله‌ی کنتاکت C_1 در مسیر ۳ وارد مدار می‌شود، کنتاکت‌های این رله یکی پس از دیگری بسته شده، کنتاکتورهایی را که مقاومت پله‌ای اضافه شده را به تدریج از مدار خارج می‌کنند، وصل خواهد کرد.



مدار شماره‌ی 20ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان ترمز با جریان مستقیم یک موتور آسنکرون (القایی) سه فاز

ترمز با جریان مستقیم نوعی ترمز الکتریکی است. این نوع ترمز تنها تا زمان از حرکت ایستادن موتور مؤثر بوده و پس از آن مقدار گشتاور ترمز کننده صفر خواهد شد و ممکن است محور موتور دوباره به چرخش درآید.

برای انجام ترمز با جریان مستقیم، سیم‌پیچ استاتور را به یک منبع جریان مستقیم وصل می‌کنند در نتیجه در آن میدان مغناطیسی ثابت که از نظر مکانی به فرم سینوسی می‌باشد ایجاد خواهد شد. در صورتی که رتور در این میدان مغناطیسی بچرخد در داخل هادی‌های اتصال کوتاه شده‌ی آن، جریان القایی به وجود آمده و باعث ایجاد گشتاور ترمزی (طبق قانون لنز) خواهد شد. مقدار ولتاژ و جریان منبع DC مورد نیاز برای ایجاد گشتاور ترمزی ، به نوع اتصال سیم‌بندی و نحوه‌ی اتصال منبع به سیم‌بندی وابسته است.



(a) $U_d = 2/12\ R_1 I_N$, $I_d = \sqrt{2}\ I_N$

(b) $U_d = 2/44\ R_1 I_N$, $I_d = \sqrt{\frac{3}{2}}\ I_N$

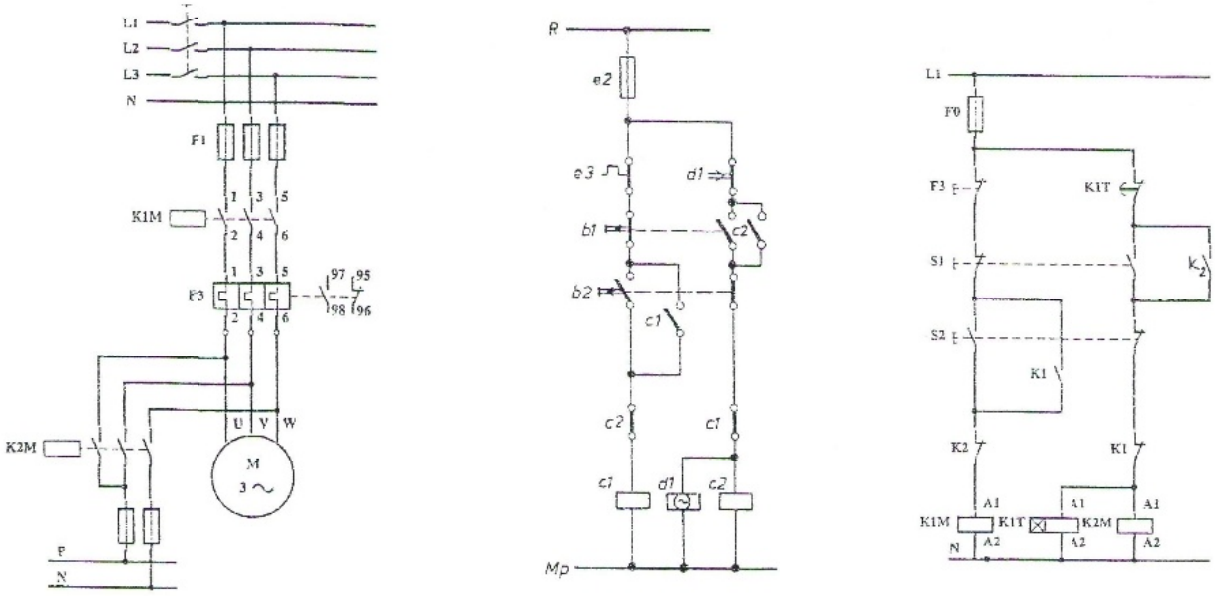
(c) $U_d = 1/41\ R_1 I_N$, $I_d = \frac{3}{\sqrt{2}} I_N$

(d) $U_d = 1/22\ R_1 I_N$, $I_d = \sqrt{6}\ I_N$

حالت‌های مختلف اتصال سیم‌پیچ‌های استاتور در ترمز با جریان مستقیم موتور آسنکرون

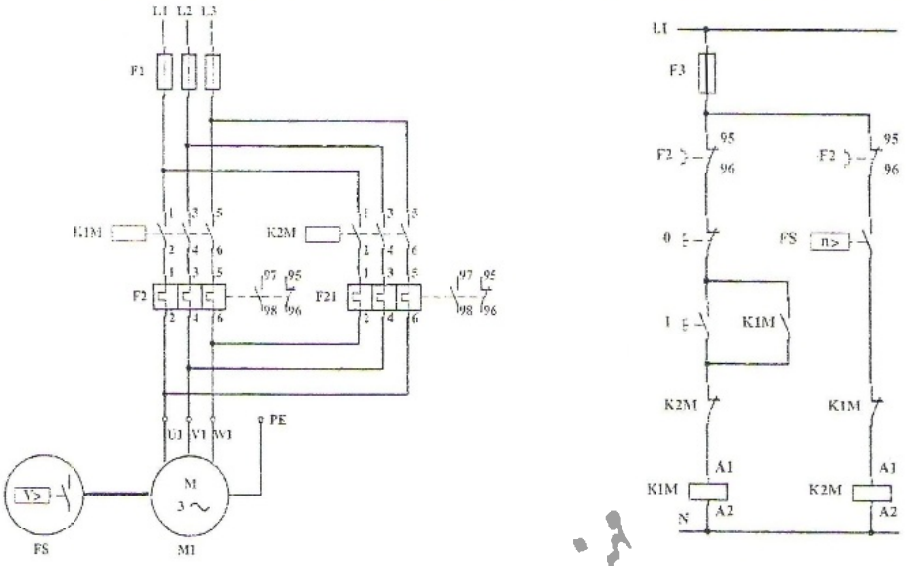
در مدار قدرت از دو کنتاکتور برای وصل شبکه و وصل منبع DC به سیم‌بندی استاتور استفاده می‌شود. این دو کنتاکتور نباید هیچ‌گاه هم‌زمان وارد مدار شوند به همین دلیل بر سر راه هر کنتاکتور در مدار فرمان باید کنتاکت بسته‌ای از کنتاکتور دیگر قرار گیرد. همچنین در این مدار فرمان برای آنکه در لحظه شروع به کار نیز دو کنتاکتور C_1 و C_2 (K_1M و K_2M) هم‌زمان وارد مدار نشوند باید از دو شستی دوبل بر سر راه کنتاکتورها استفاده شود.

با فشار بر شستی b_2 با s_2 کنتاکتور C_1 یا K_1M وارد مدار می‌شود و موتور شروع به کار می‌کند. چنانچه برای متوقف کردن موتور بر شستی b_1 یا s_1 فشار دهیم ابتدا کنتاکتور C_1 یا K_1M قطع و پس از آن کنتاکتور C_2 یا K_2M منبع ولتاژ DC را وارد مدار خواهد کرد. برای آنکه پس از توقف موتور، منبع DC نیز قطع شود از یک تایمر d_1 یا K_1T در مدار فرمان استفاده شده است. پس از سپری شدن زمان تنظیم شده بر روی تایمر، کنتاکت d_1 یا K_1T آن در مسیر کنتاکتور C_2 یا K_2M باز شده، منبع DC از سیم‌بندی استاتور قطع خواهد شد.

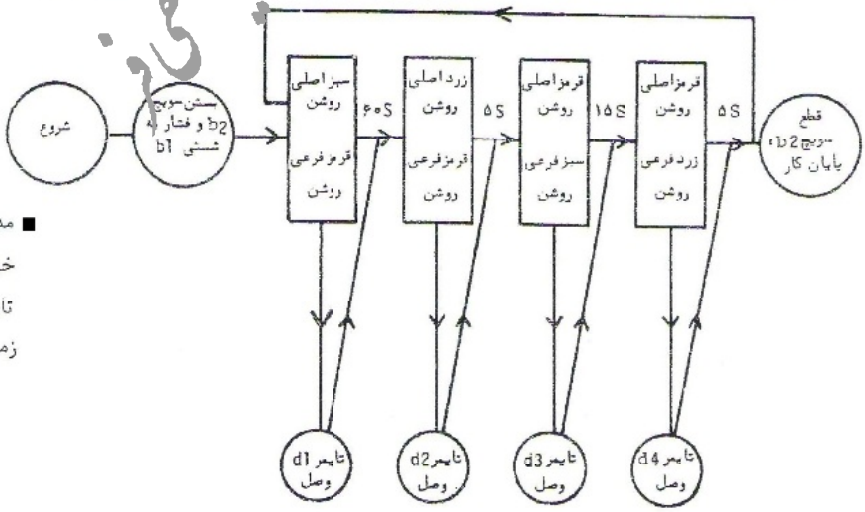


مدار شماره‌ی 21 ـ تحلیل مدار قدرت و مدار فرمان ترمز با جریان مخالف (با تعویض جای دو فاز) در یک موتور آسنکرون (القایی) سه فاز

ترمز با جریان مخالف نیز نوعی ترمز الکتریکی می‌باشد. در یک موتور سه فاز چنانچه جای دو فاز تغذیه کننده‌ی سیم‌بندی استاتور عوض شود، جهت چرخش محور موتور عوض خواهد شد. به عبارت دیگر با عوض شدن جای دو فاز ، ابتدا سرعت موتور کاهش یافته و برای لحظه‌ای محور موتور متوقف خواهد شد و پس از آن در جهت جدید شروع به چرخش خواهد کرد. چنانچه در لحظه‌ای که موتور متوقف می‌شود ، سیم‌بندی استاتور از شبکه جدا شود ، موتور متوقف خواهد ماند.مدار قدرت ترمز با جریان مخالف در شکل زیر نشان داده شده است. در این مدار قدرت از دو کنتاکتور استفاده می‌شود که به وسیله‌ی یکی از کنتاکتورها (C_2 یا K_2M) جای دو فاز ورودی به سیم‌بندی موتور تعویض خواهد شد. همچنین در این مدار از یک کلید تابع دور نیز استفاده می‌شود. در زمانی که جای دو فاز عوض شود و موتور برای تعویض جهت چرخش خود، لحظه‌ای متوقف می‌شود، سیم‌بندی استاتور با استفاده از کلید تابع دور از شبکه جدا خواهد شد.



مدار شماره‌ی 22 ـ تحلیل مدار فرمان یک چراغ راهنمایی در محل انشعاب از یک خیابان اصلی (سه راه) به طوری که لامپ‌های واقع در مسیر خیابان اصلی ، به ترتیب لامپ سبز یک دقیقه، لامپ زرد ۵ ثانیه و لامپ قرمز ۲۰ ثانیه روشن باشد.



■ مدار لامپ‌های خیابان فرعی ، باید وابسته به مدار لامپ‌های خیابان اصلی بوده و نباید برای تنظیم زمان آنها از سه تایمر جداگانه استفاده نمود زیرا خطای جزئی در تنظیم زمان تایمرها باعث جمع شدن خطاها خواهد شد