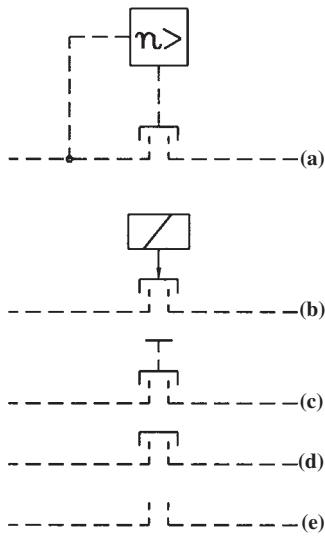


شکل ۲-۴۳ علامت اختصاری کوپلینگ موتور ژنراتور

را نشان می دهد.



شکل ۲-۴۳

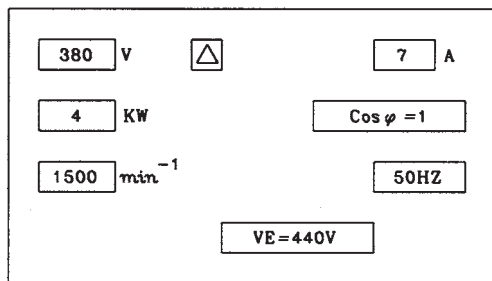
(a) کلاج کنترل شده با نیروی گریز از مرکز، در تعداد دور بالا درگیر می شود.

(b) کوپلاژ مکانیکی قطع و وصل به وسیله مغناطیس

(c) کوپلاژ مکانیکی قطع و وصل به وسیله دست

(d) کوپلاژ مکانیکی قابل قطع

(e) کوپلاژ مکانیکی (بطور کلی)



شکل ۲-۴۴ پلاک مشخصات ژنراتور سنکرون

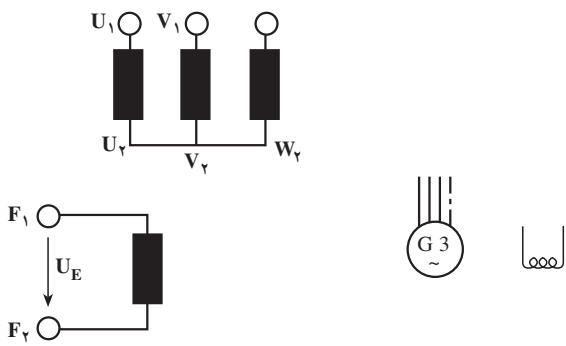
شکل ۲-۴۴ پلاک مشخصات یک نمونه از ژنراتور سه

فاز سنکرون کوچک را نشان می دهد ($V_E =$ ولتاژ تحریک).

ژنراتور با اتصال مثلث $380V$ ، $7A$ با ضریب قدرت یک،

$4kW$ ، دور در دقیقه، 50 هرتر با ولتاژ تحریک $440V$

می باشد.



ب - اتصال سیم پیچ ها

الف - علامت اختصاری

شکل ۲-۴۵

۲-۱۳-۴ مدار ژنراتور سه فاز: شکل ۲-۴۵ مدار

ژنراتور سه فاز سنکرون با اتصال ستاره را نشان می دهد.

F_1F_2 دو سر سیم پیچ میدان تحریک می باشد.

۲-۱۴- علائم اختصاری الکتروموتورهای القایی
(شکل ۲-۴۶)

علامت		شرح
نماد مدار I	نماد مدار II	
		موتور با روتور قفسی سه فاز، مدار ستاره Y
		موتور با روتور حلقه لغزان سه فاز، استاتور مثلث Δ
		موتور با روتور قفسی و با تعداد قطب متغیر (مدار دالاندر)
		موتور خازنی
		موتور با قطب مجزا
		موتور سری متناوب (موتور یونیورسال)
		موتور دافعه‌ای رپولسیون

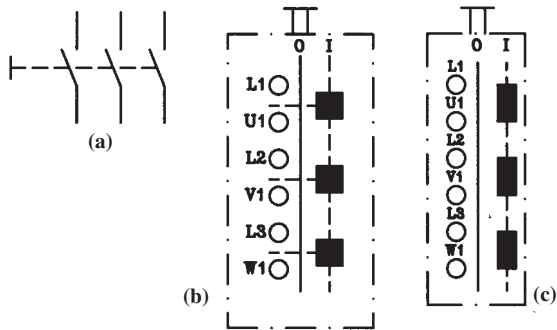
شکل ۲-۴۶

۲-۱۵- علائم اختصاری فلوتر سویچ (کلید شناور)،
لیمیت سویچ (کلید حد)، میکرو سویچ (شکل ۲-۴۷)

علامت	شرح
	فلوتر سویچ، با کنتاکت باز
	لیمیت سویچ (میکروسویچ) با کنتاکت‌های بسته و باز
	میکروسویچ (لیمیت سویچ) با کنتاکت بسته

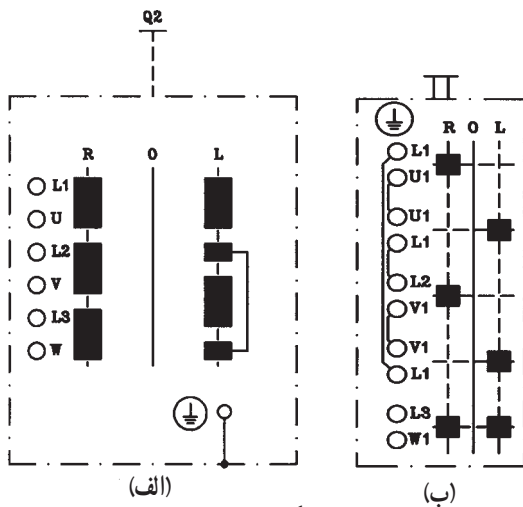
شکل ۲-۴۷

۲-۱۶- علائم اختصاری کلیدهای دستی سه فاز
 شکل ۲-۴۸ علائم اختصاری کلیدهای دستی سه فاز ساده
 را نشان می‌دهد.



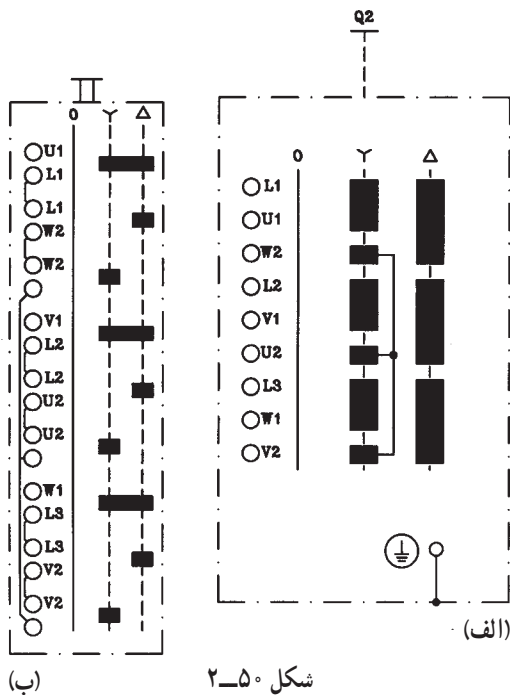
(a) کلید اهرمی سه فاز ساده
 (b) کلید زبان‌های سه فاز ساده
 (c) کلید غلطکی سه فاز ساده

شکل ۲-۴۸



شکل ۲-۴۹

شکل ۲-۴۹- الف کلید دستی سه فاز غلطکی چپ‌گرد و
 راست‌گرد را نشان می‌دهد.
 شکل ۲-۴۹- ب کلید دستی زبان‌های سه فاز چپ‌گرد و
 راست‌گرد را نشان می‌دهد.



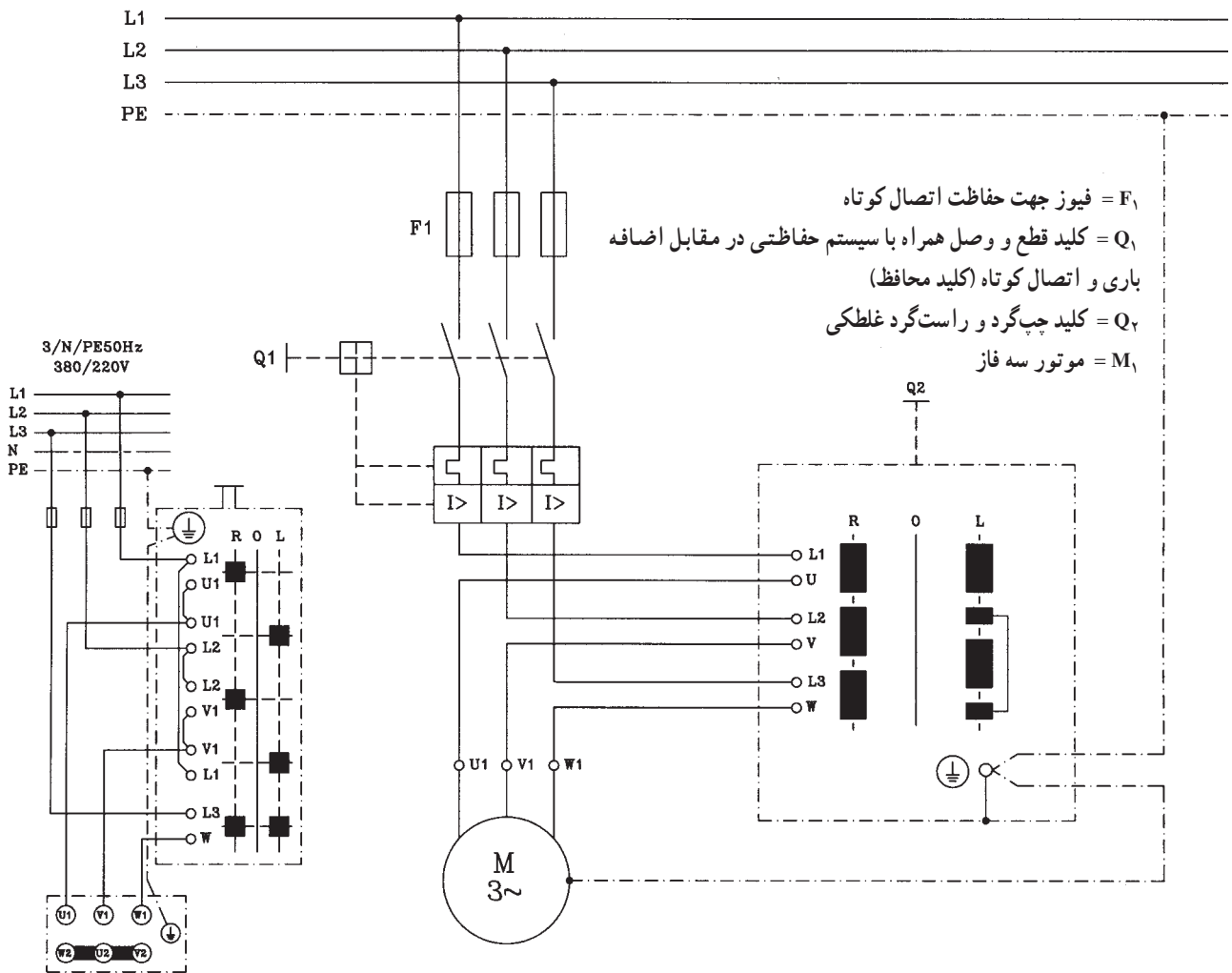
شکل ۲-۵۰

شکل ۲-۵۰- الف کلید دستی سه فاز غلطکی ستاره
 مثلث را نشان می‌دهد.
 شکل ۲-۵۰- ب کلید دستی سه فاز زبان‌های ستاره مثلث
 را نشان می‌دهد.

۱۷-۲- نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کلیدهای دستی

۱-۱۷-۲- شکل ۲-۵۱- الف نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کلید دستی سه فاز غلطکی چپ‌گرد و راست‌گرد را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۵۱- ب نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کلید دستی سه فاز زبان‌ای چپ‌گرد و راست‌گرد را نشان می‌دهد.

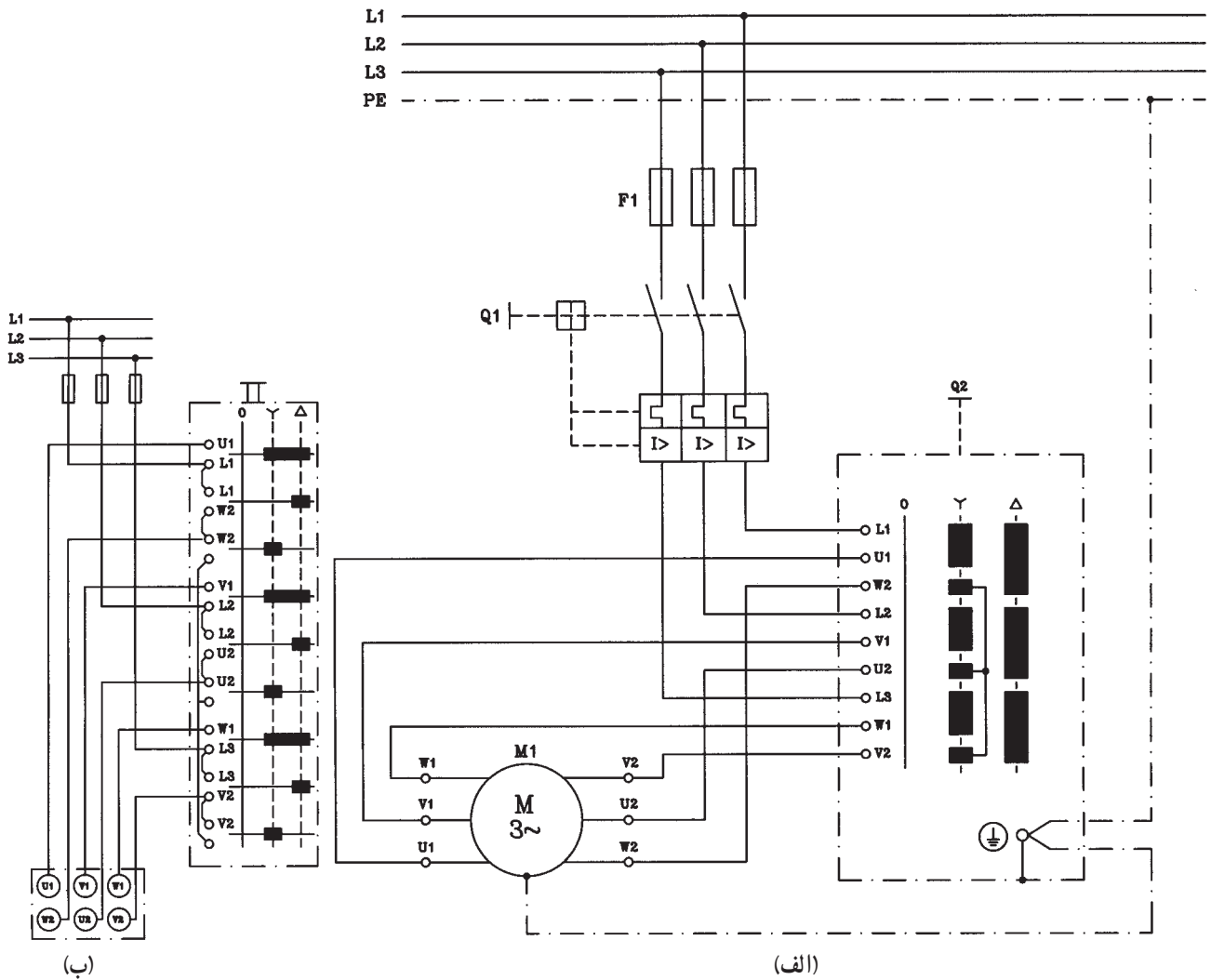


ب- مدار کلید زبان‌های چپ‌گرد و راست‌گرد

الف- مدار کلید غلطکی چپ‌گرد و راست‌گرد

۲-۱۷-۲- شکل ۲-۵۲- الف نقشه‌ی مدار

راه اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت ستاره - مثلث توسط کلید غلطکی دستی سه فاز ستاره - مثلث را نشان می‌دهد. شکل ۲-۵۲ ب نقشه‌ی مدار راه اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت ستاره - مثلث توسط کلید دستی زبان‌های سه فاز ستاره - مثلث را نشان می‌دهد.



F_1 = فیوز سه فاز برای حفاظت اتصال کوتاه

Q_1 = کلید سه فاز اهرمی به همراه محافظ حرارتی جهت حفاظت اضافه

بار و محافظ مغناطیسی جهت حفاظت اتصال کوتاه

Q_2 = کلید ستاره مثلث سه فاز

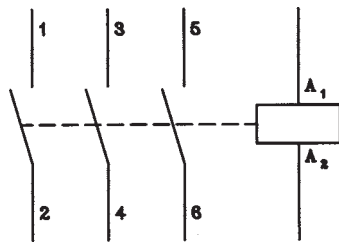
M_1 = موتور سه فاز [۳۸۰۷/۶۶۰۷] در شبکه‌ی برق ایران

شکل ۲-۵۲

۱۸-۲- علائم اختصاری کنتاکتورها، رله‌های زمانی، شستی‌های استوپ و استارت

۱-۱۸-۲- شکل ۲-۵۳ علامت اختصاری کنتاکتور را با کنتاکت‌های اصلی نشان می‌دهد.

$A_1 A_2$ دو سر بوبین کنتاکتور و سه تیغه‌ای که با شماره‌های ۱ تا ۶ مشخص شده‌اند کنتاکت‌های اصلی کنتاکتور می‌باشد.

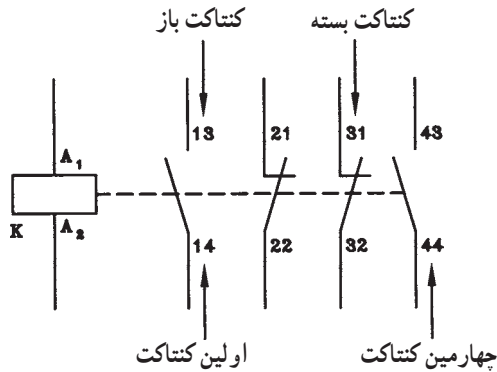


شکل ۲-۵۳

۲-۱۸-۲- شکل ۲-۵۴ علامت اختصاری کنتاکتور

را با کنتاکت‌های کمکی نشان می‌دهد. این کنتاکتور دارای دو کنتاکت باز (بسته شونده S یا NO) و دو کنتاکت بسته (باز شونده O یا NC) می‌باشد.

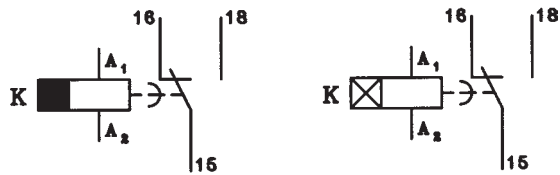
شماره‌های سمت راست کنتاکت‌های کمکی نشان کنتاکت‌های بسته با اعداد ۱ و ۲ و کنتاکت‌های باز با اعداد ۳ و ۴ می‌باشند. شماره‌های سمت چپ نشان‌دهنده ردیف کنتاکت می‌باشد.



شکل ۲-۵۴

۳-۱۸-۲- شکل ۲-۵۵ علامت اختصاری رله زمانی

را نشان می‌دهد.

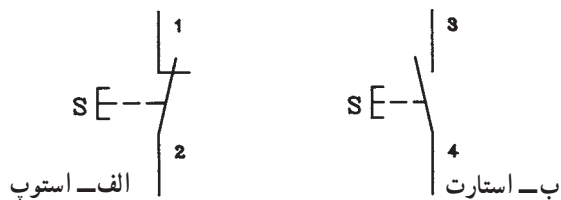


الف- رله زمانی تأخیر در قطع ب- رله زمانی تأخیر در وصل

شکل ۲-۵۵

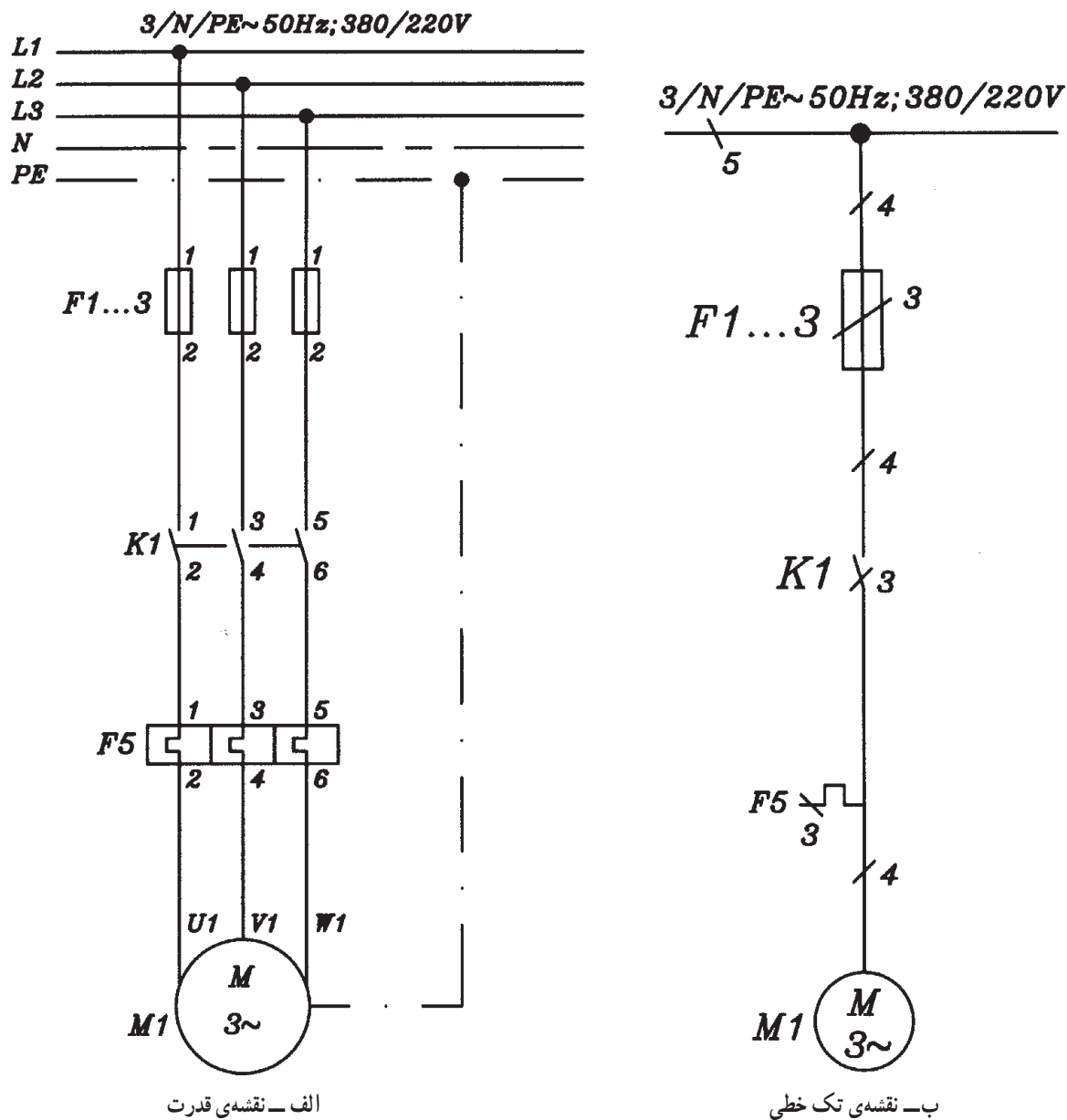
۴-۱۸-۲- شکل ۲-۵۶ علامت اختصاری

شستی‌های استوپ و استارت را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵۶

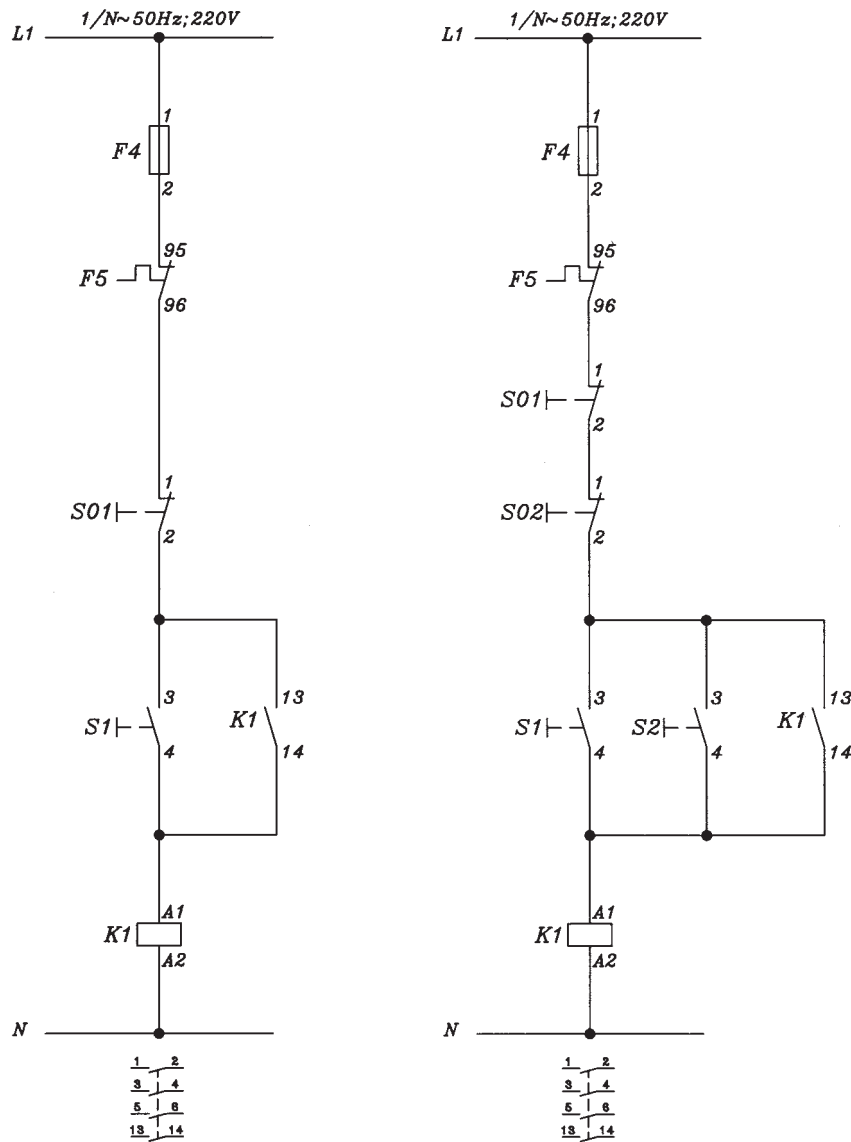
۱۹-۲- نقشه‌ی مدار راه‌اندازی الکتروموتورهای سه فاز توسط کنتاکتور و استوپ و استارت
 ۱-۱۹-۲- مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز کنترل از یک نقطه و دو نقطه: شکل ۲-۵۷ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز را نشان می‌دهد.




شکل ۲-۵۷

شکل ۲-۵۸ نقشه‌ی فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز را نشان می‌دهد.

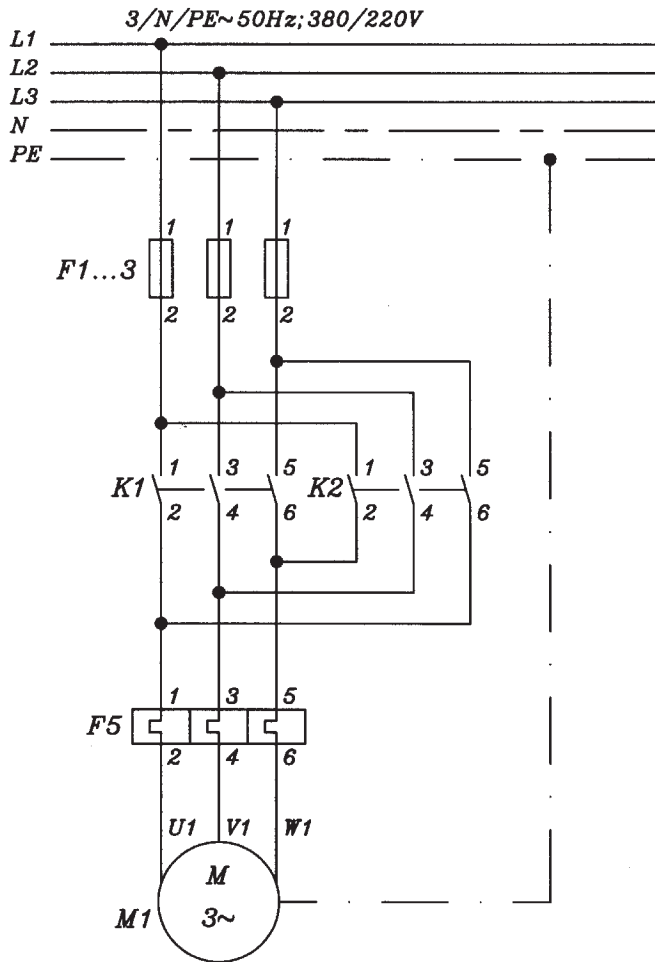
– نقشه‌ی فنی راه‌اندازی یک الکتروموتور از دو نقطه
 – کنترل از یک نقطه (یک استوپ SO1 برای خاموش کردن مدار و یک استارت S1 برای روشن کردن مدار)
 – کنترل از دو نقطه (دو استوپ SO1 و SO2 برای خاموش کردن مدار از دو محل و دو استارت S1 و S2 برای روشن کردن مدار از دو محل)



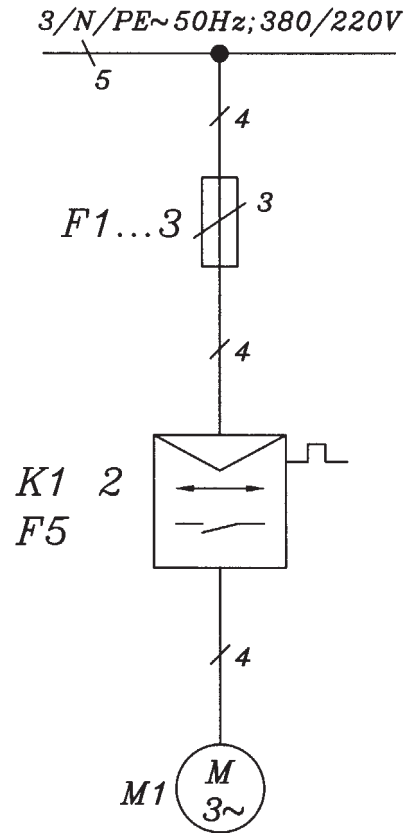
شکل ۲-۵۸

توجه: معمولاً برای نمایش چند عنصر به صورت مجموعه در مدار تک خطی از علامت  استفاده می‌شود.

۲-۱۹-۲ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز چپ‌گرد و راست‌گرد: شکل ۲-۵۹ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد را نشان می‌دهد.

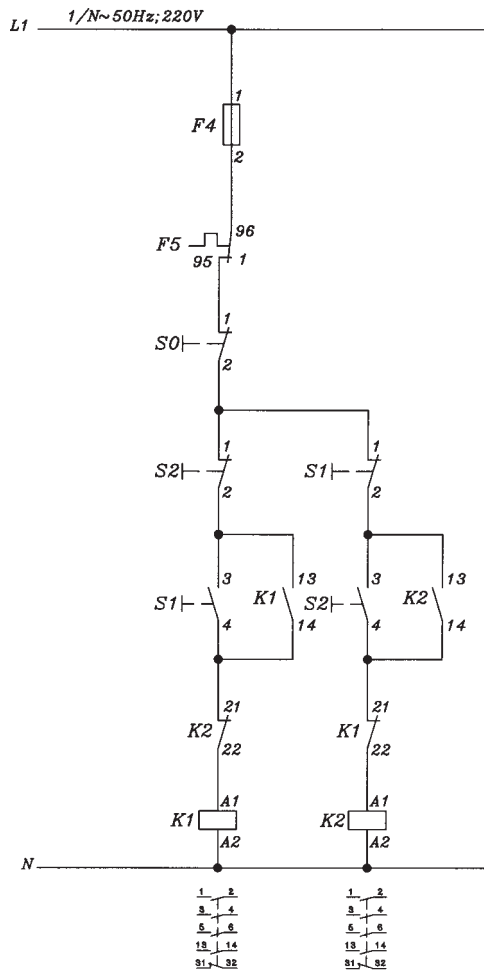


الف - نقشه‌ی قدرت



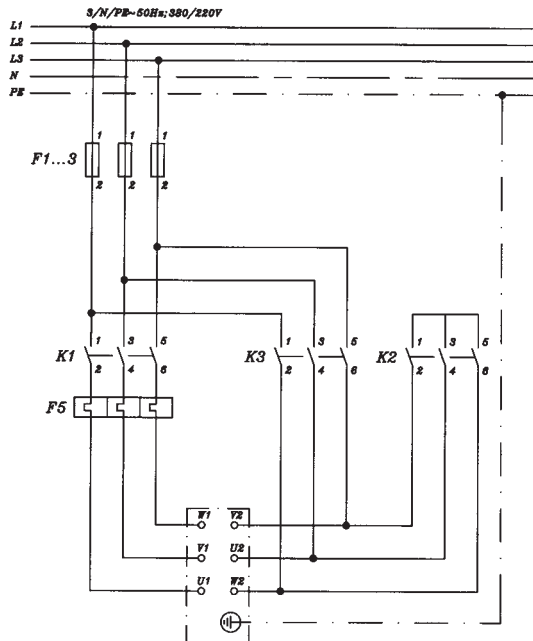
ب - تک سیمه (تک خطی)

شکل ۲-۵۹



شکل ۲-۶۰

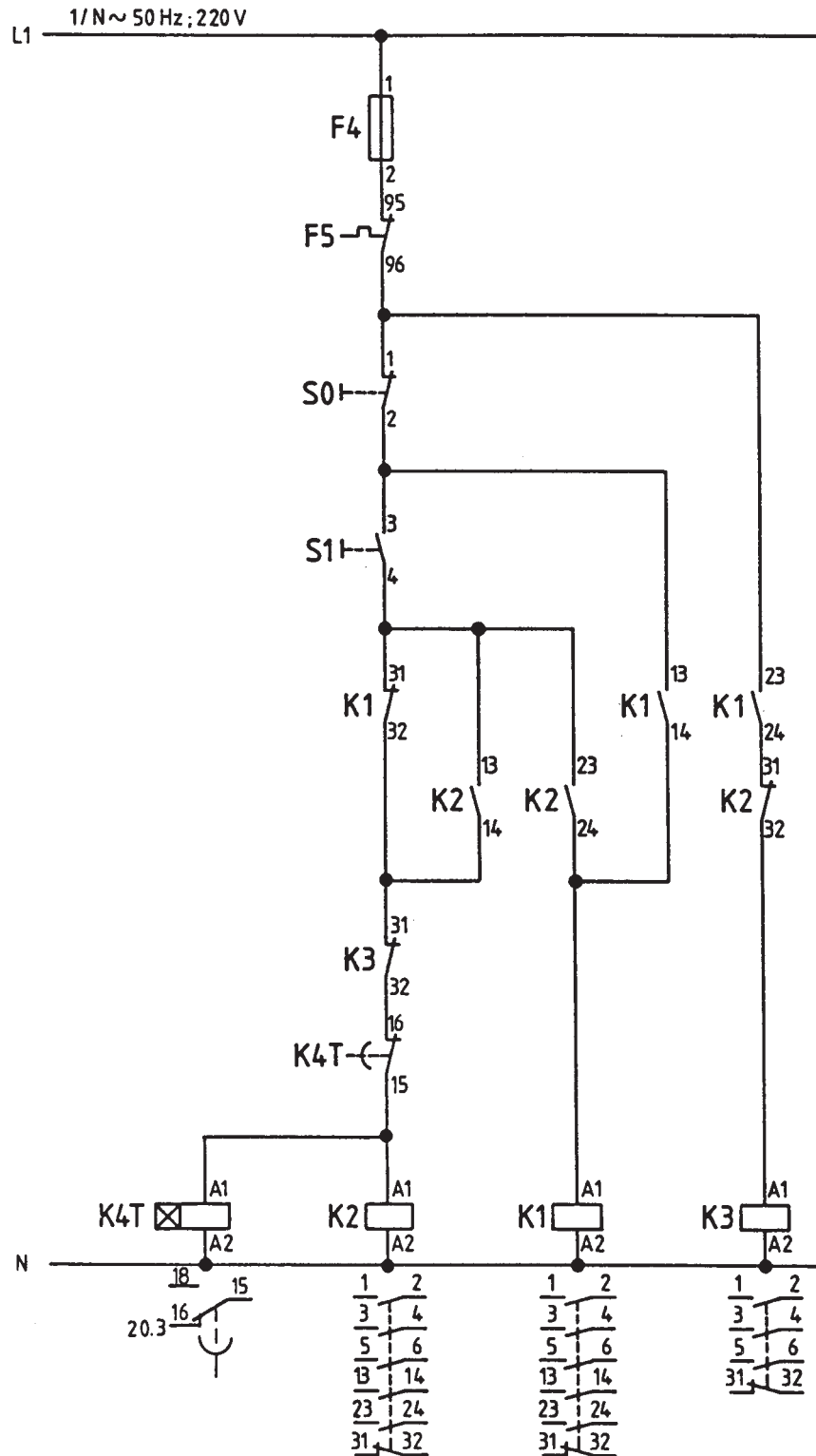
شکل ۲-۶۰ نقشه‌ی مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد با یک استوپ (S_۰) و دو استارت استوپ دابل (S_۱ و S_۲) حفاظت کامل را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶۱

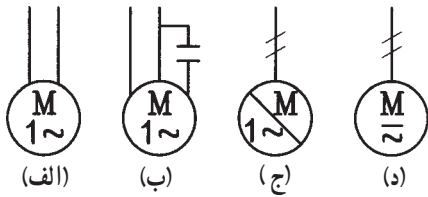
۳-۱۹-۲- مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق ستاره مثلث: شکل ۲-۶۱ مدار راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به طریق ستاره مثلث را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۶۲ مدار فرمان راه اندازی الکتروموتور سه فاز
 به طریق ستاره مثلث اتوماتیک (با استفاده از رله زمانی K_T تأخیر
 در وصل) را نشان می دهد.



شکل ۲-۶۲

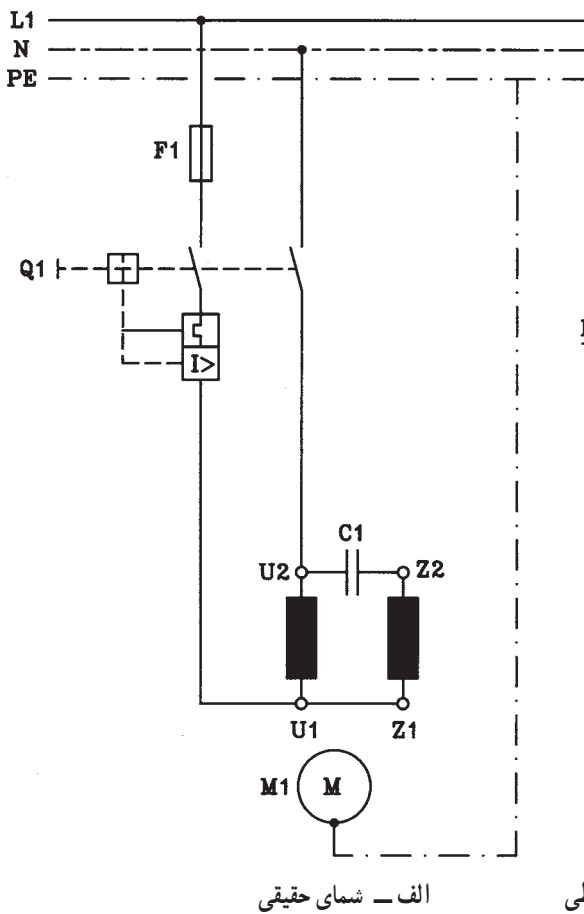
۲-۲۰- علائم اختصاری الکتروموتورهای یک فاز
 شکل ۲-۶۳ علائم اختصاری انواع الکتروموتورهای تک فاز را نشان می دهد.



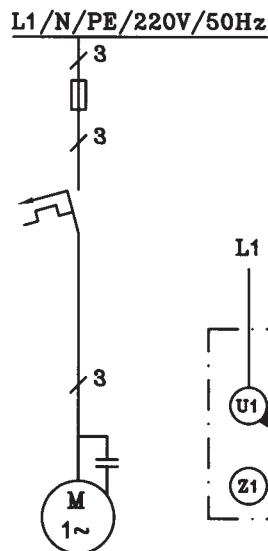
الف - الکتروموتور یک فاز با سیم پیچ راه انداز
 ب - الکتروموتور یک فاز خازنی
 ج - الکتروموتور یک فاز رپولسیون
 د - الکتروموتور اونیورسال
 شکل ۲-۶۳

۲-۲۱- مدار راه اندازی الکتروموتورهای تک فاز
 توسط کلیدهای دستی و کنتاکتور

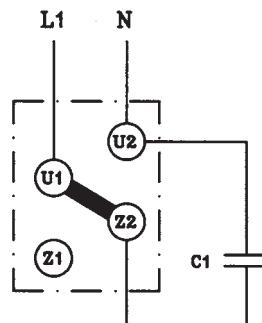
۱-۲-۲۱- مدار راه اندازی الکتروموتور تک فاز خازنی (خازن راه انداز) توسط کلید دستی Q₁ را نشان می دهد.



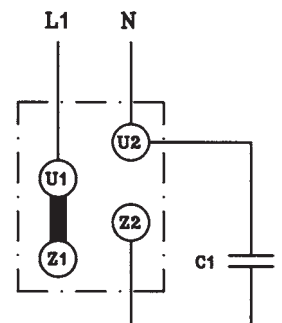
الف - شمای حقیقی



ب - شمای تک خطی



ج - راست گرد



د - چپ گرد

شکل ۲-۶۴

الف - نقشه مدار اتصال

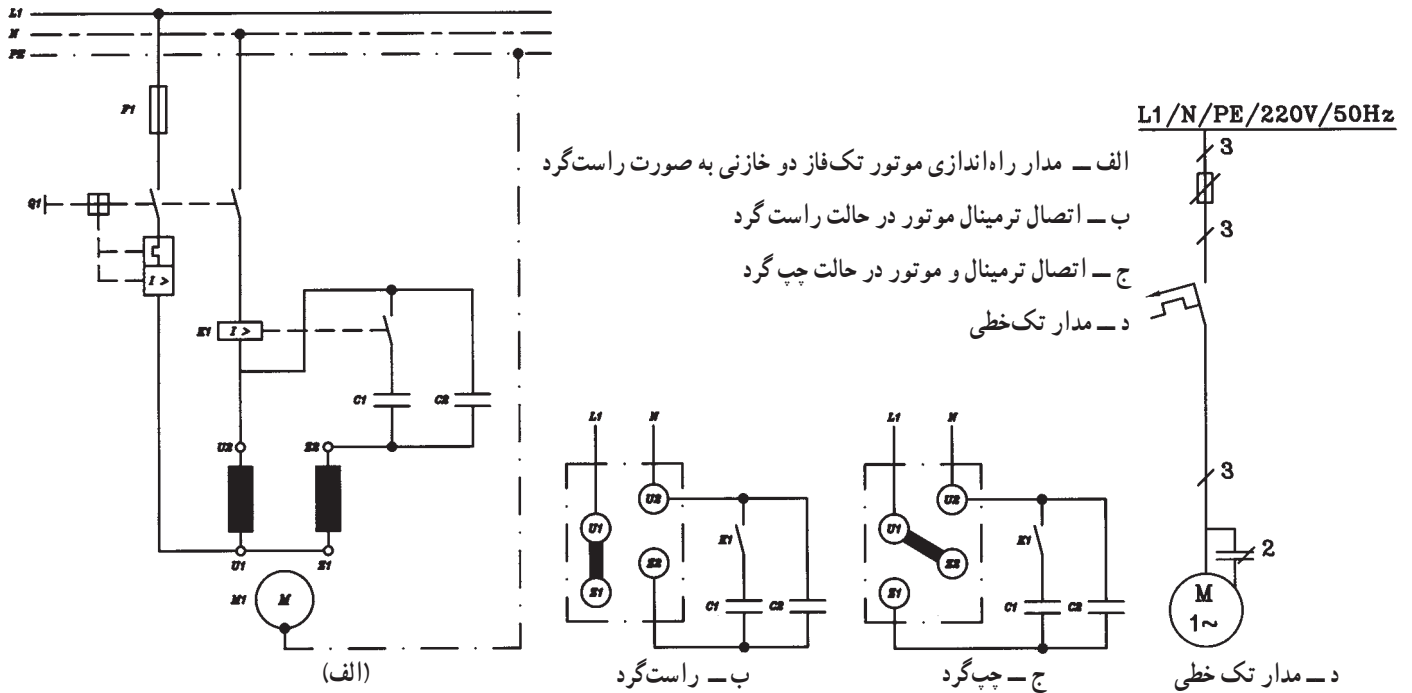
ب - شمای تک خطی

ج - اتصالات ترمینال موتور در حالت راست گرد

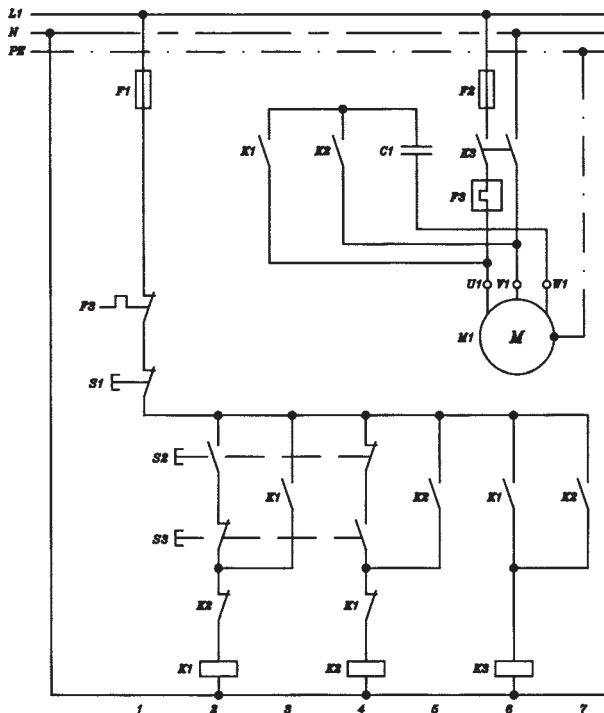
د - اتصالات ترمینال موتور در حالت چپ گرد

۲-۲۱-۲- شکل ۲-۶۵ نقشه‌ی مدار راه‌اندازی

الکتروموتور تک فاز دو خازنی (خازن راه‌انداز و خازن دائم در مدار C_1 و C_2) به طریق دستی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶۵



شکل ۲-۶۶

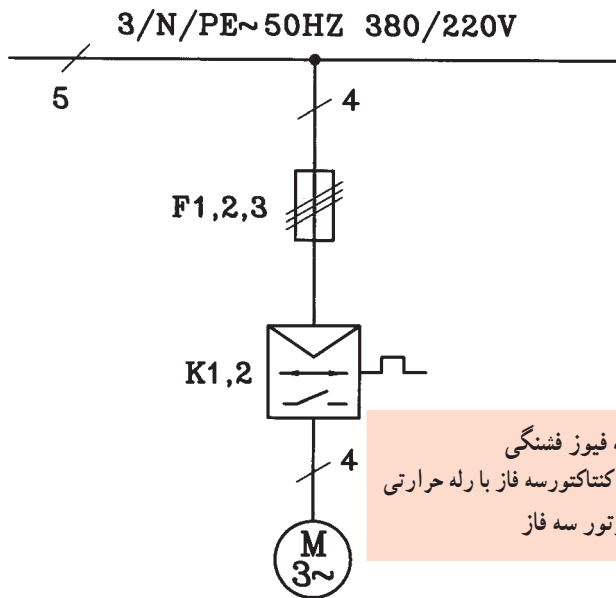
۲-۲۱-۳- شکل ۲-۶۶ مدار راه‌اندازی الکتروموتور

سه‌فاز تک فاز شده توسط خازن و کنتاکتور K_3 و کنتاکتورهای کمکی K_1 و K_2 به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد با استفاده از رله حرارتی (F_3)، استوپ (S_1)، و استارت‌های دوبل (S_3 و S_4) را نشان می‌دهد.

۲-۲۲- نقشه‌های راه‌اندازی موتورها به وسیله کنتاکتورها

در این بخش نقشه‌های تک خطی و گسترده و نقشه‌های مسیر جریان، ترمینال‌ها، اتصالات خارجی، مونتاژ و جدول‌های علائم مربوطه ارائه می‌شود.

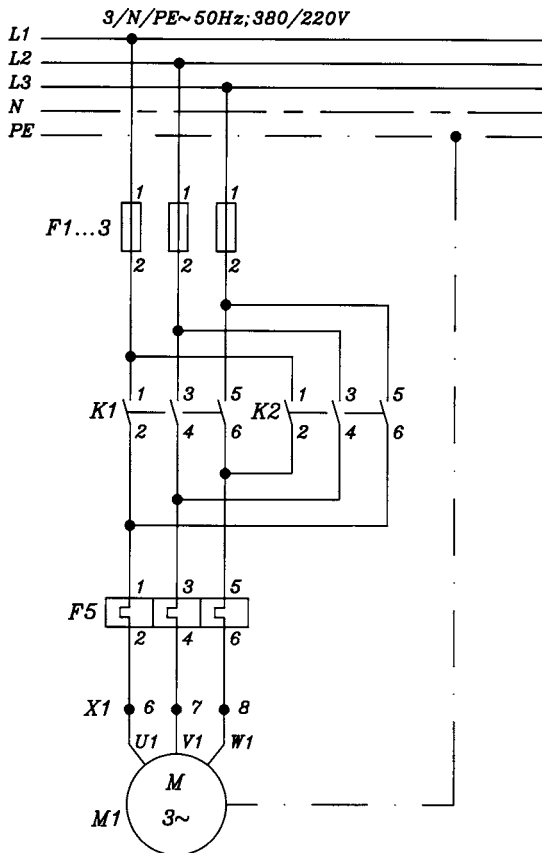
۲-۲۲-۱- نقشه‌ی تک خطی: در نقشه‌ی تک خطی، مدار با یک خط رسم می‌شود و تعداد سیم‌ها و وسایل الکتریکی روی آن‌ها مشخص می‌شود.



F1,2,3 = سه فیوز فشنگی
K1,2 = دو کنتاکتور سه فاز با رله حرارتی
M 3~ = موتور سه فاز

شکل ۲-۶۷- نقشه تک خطی

شکل ۲-۶۷- نقشه‌ی مدار تک خطی راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کنتاکتور و همراه با رله‌ی حرارتی را نشان می‌دهد. از این نقشه معمولاً برای تهیه‌ی تجهیزات استفاده می‌شود.



شکل ۲-۶۸- مدار قدرت راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد

۲-۲۲-۲- نقشه گسترده یا مسیر جریان: نقشه مسیر جریان تمامی مدار قدرت و فرمان را با مشخصات و جزئیات کامل نشان می‌دهد. مسیر جریان در مدار قدرت از سه فاز که به طرف مصرف کننده می‌رود تشکیل شده است. در مسیر جریان به سیم‌ها و کلیه وسایل مورد استفاده در مدار شماره‌هایی اختصاصی می‌یابد. هر مسیر نیز با شماره‌هایی مانند ۱ و ۲ و ۳... مشخص می‌شود. شکل ۲-۶۸- نقشه مسیر جریان مدار قدرت راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد توسط کنتاکتور همراه با رله حرارتی را نشان می‌دهد.

مسیر ۱ نشان‌دهنده‌ی سیم‌های شبکه ورودی بوده و مسیر ۲ و ۳ مسیرهای تغذیه‌ی مصرف‌کننده را نشان می‌دهند. از نقشه‌های مسیر جریان بیشتر برای عیب‌یابی و تعمیر مدارهای الکتریکی استفاده می‌شود.

نقشه‌ی گسترده یا مسیر جریان مدار فرمان بدین ترتیب است که فاز و نول و یا دو فاز (بستگی به ولتاژ بوبین‌های کنتاکتورها و رله دارد که ۲۲۰ ولت باشند یا ۳۸۰ ولت) در دو طرف عناصر مدار رسم، و وسایل الکتریکی بین آن‌ها واقع می‌شوند (شکل ۶۹-۲). در نقشه‌ی مسیر جریان مدار فرمان، در زیر مسیر کنتاکتورها و رله‌ها جدولی درج می‌شود که نشان دهنده تعداد کنتاکت‌های اصلی (قدرت) و فرعی (فرمان) باز و بسته و همچنین معرفی این کنتاکت‌ها در شماره مسیرهای مختلف می‌باشد (شکل ۶۹-۲). حروف به کار رفته در جدول عبارتند از:

H = کنتاکت اصلی (قدرت)
 Ö = کنتاکت باز شونده (کنتاکت بسته) (فرمان)
 S = کنتاکت بسته شونده (کنتاکت باز) (فرمان)

مثلاً جدول $\begin{matrix} & ۴ \\ H & S & Ö \\ ۲ & ۵ & ۶ \\ ۲ & ۸ & ۱۰ \\ ۲ & & \end{matrix}$ در روبرو کنتاکتور K_1 در

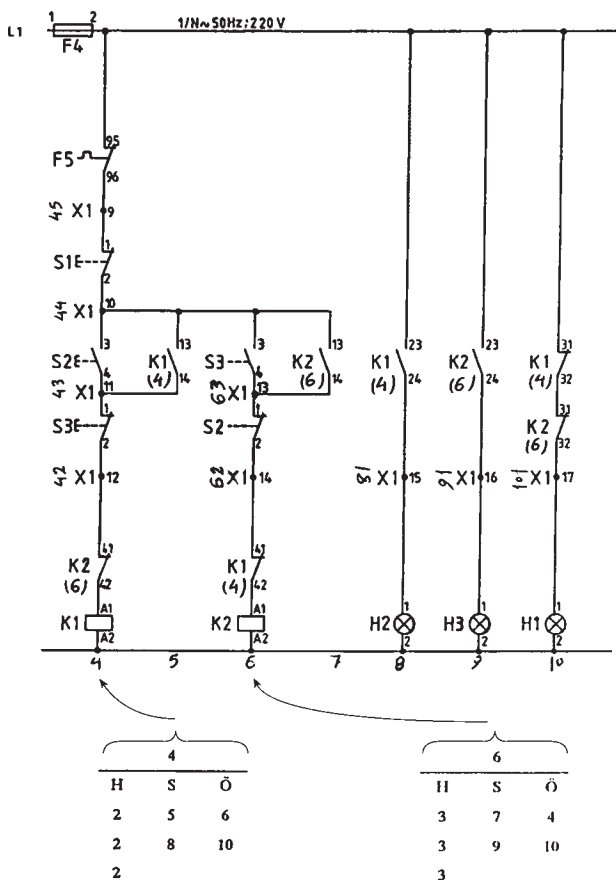
مسیر جریان ۴ (شکل ۶۹-۲) در مدار فرمان، نشان دهنده‌ی این است که سه کنتاکت اصلی در مسیر ۲ و دو کنتاکت بسته شونده‌ی (باز) این کنتاکتور در مسیرهای ۵ و ۸ و دو کنتاکت باز شونده‌ی (بسته) این کنتاکتور در مسیرهای ۶ و ۱۰ قرار دارند.

شکل ۶۹-۲ نقشه‌ی مدار فرمان مسیر جریان راه‌اندازی الکتروموتور سه فاز به صورت چپ گرد و راست گرد توسط کنتاکتور همراه با رله‌ی حرارتی و لامپ‌های سیگنال H_1 و H_2 و H_3 را نشان می‌دهد.

در زیر کنتاکت‌های باز و بسته‌ی کنتاکتورها و رله‌ها در مدار فرمان، عدد مسیر جریان بوبین آن کنتاکتور و یا رله در داخل پرانتز نوشته می‌شود. مثلاً عدد (۴) زیر کنتاکت باز کنتاکتور K_1 نشان می‌دهد که بوبین کنتاکتور K_1 در مسیر ۴ می‌باشد. سیم‌هایی که به ترمینال موجود در تابلو وصل می‌شوند و توسط کنتاکت‌ها، سیم‌پیچ‌ها، مقاومت‌ها، ... در داخل تابلو فرمان قطع‌شدگی ندارند را با یک عدد مشخص می‌کنند. این عدد از شماره‌ی مسیر جریان و یک عدد دیگر تشکیل شده است و از پایین به بالا از ۱ شماره گذاری

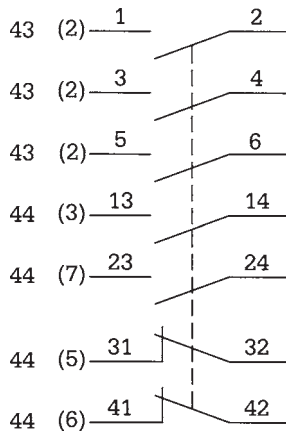
می‌شود. مثلاً $\overline{\overline{X}}_1 15$ شماره‌ی سیمی است که در مسیر ۸ قرار دارد و اولین سیم از پایین به بالا است که به ترمینال شماره ۱۵ وصل می‌شود.

امروزه کنتاکت‌های باز و بسته‌ی هر کنتاکتور و یا هر رله، در زیر بوبین کنتاکتورها و رله‌ها در مدار فرمان، رسم و شماره‌های



شکل ۶۹-۲- نقشه‌ی مسیر جریان مدار فرمان راه‌اندازی الکتروموتور سه‌فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد

مربوطه روی آن‌ها نوشته می‌شود. در سمت چپ کنتاکت‌های رسم شده، شماره‌ی مسیر جریان و در سمت چپ شماره‌ی مسیر جریان، شماره‌ی صفحه‌ای که نقشه روی آن رسم شده نوشته می‌شود (شکل ۲-۷۰).

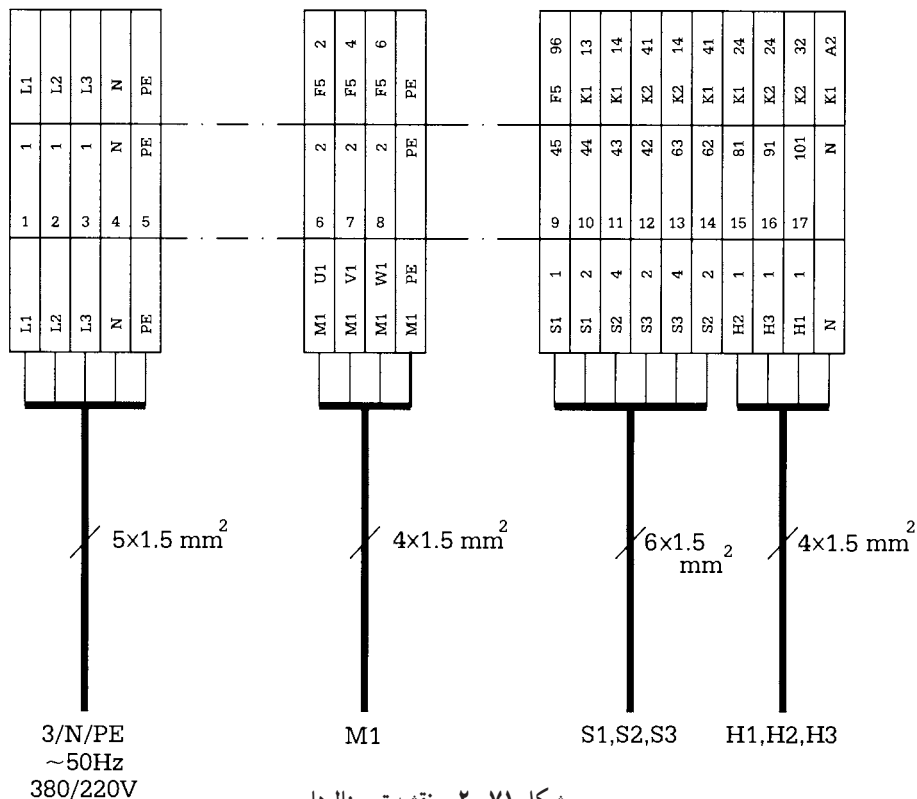


شکل ۲-۷۰

مثلاً در شکل ۲-۷۰ سه کنتاکت اصلی (۱ و ۲ و ۳ و ۴-۵ و ۶) در مسیر شماره‌ی ۲ و در صفحه‌ی ۴۳ و کنتاکت باز ۱۳ و ۱۴ در مسیر شماره‌ی ۳ در صفحه‌ی ۴۴، کنتاکت باز ۲۳ و ۲۴ در مسیر شماره‌ی ۷ در صفحه‌ی ۴۴، کنتاکت بسته‌ی ۳۱ و ۳۲ در مسیر شماره‌ی ۵ در صفحه‌ی ۴۴ و کنتاکت بسته‌ی ۴۱ و ۴۲ در مسیر شماره‌ی ۶ در صفحه‌ی ۴۴ رسم شده‌اند.

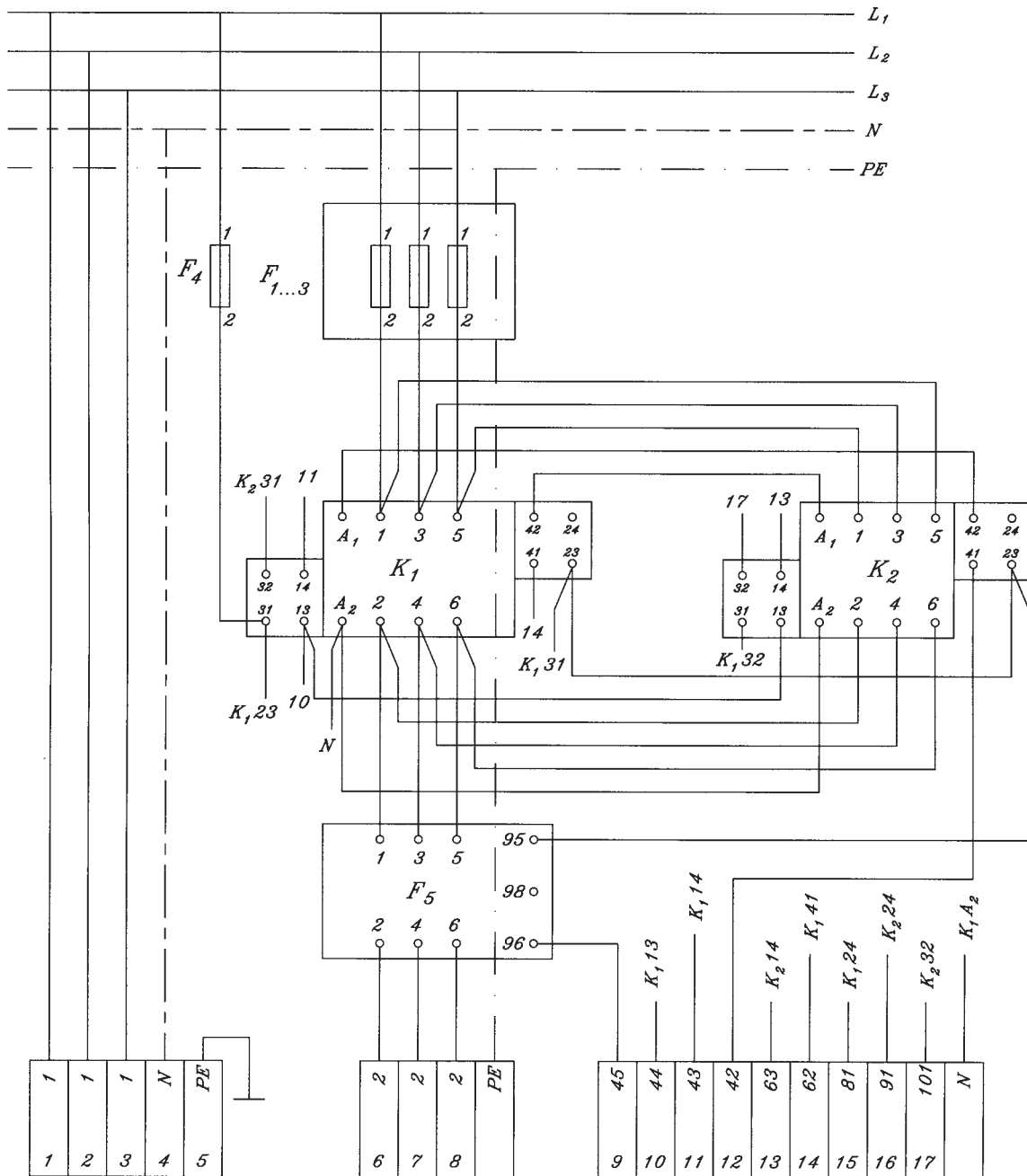
۳-۲۲-۲- نقشه‌ی ترمینال‌ها: در این نقشه ترمینال‌های تابلو به همراه سیم‌های ورودی و خروجی، ترسیم و شماره‌گذاری می‌شود و شماره‌ی سیم‌های نقشه در مسیر جریان، در روی ترمینال‌ها و در روی هر یک از سیم‌های ورودی و خروجی به ترمینال محل اتصال دیگر آن‌ها نوشته می‌شود. همچنین سطح مقطع سیم‌ها یا کابل‌ها را نیز مشخص می‌کنند (شکل ۲-۷۱).

از نقشه‌ی ترمینال‌ها برای نصب و اتصال سیم‌های مصرف‌کننده به تابلو استفاده می‌شود.



شکل ۲-۷۱- نقشه ترمینال‌ها

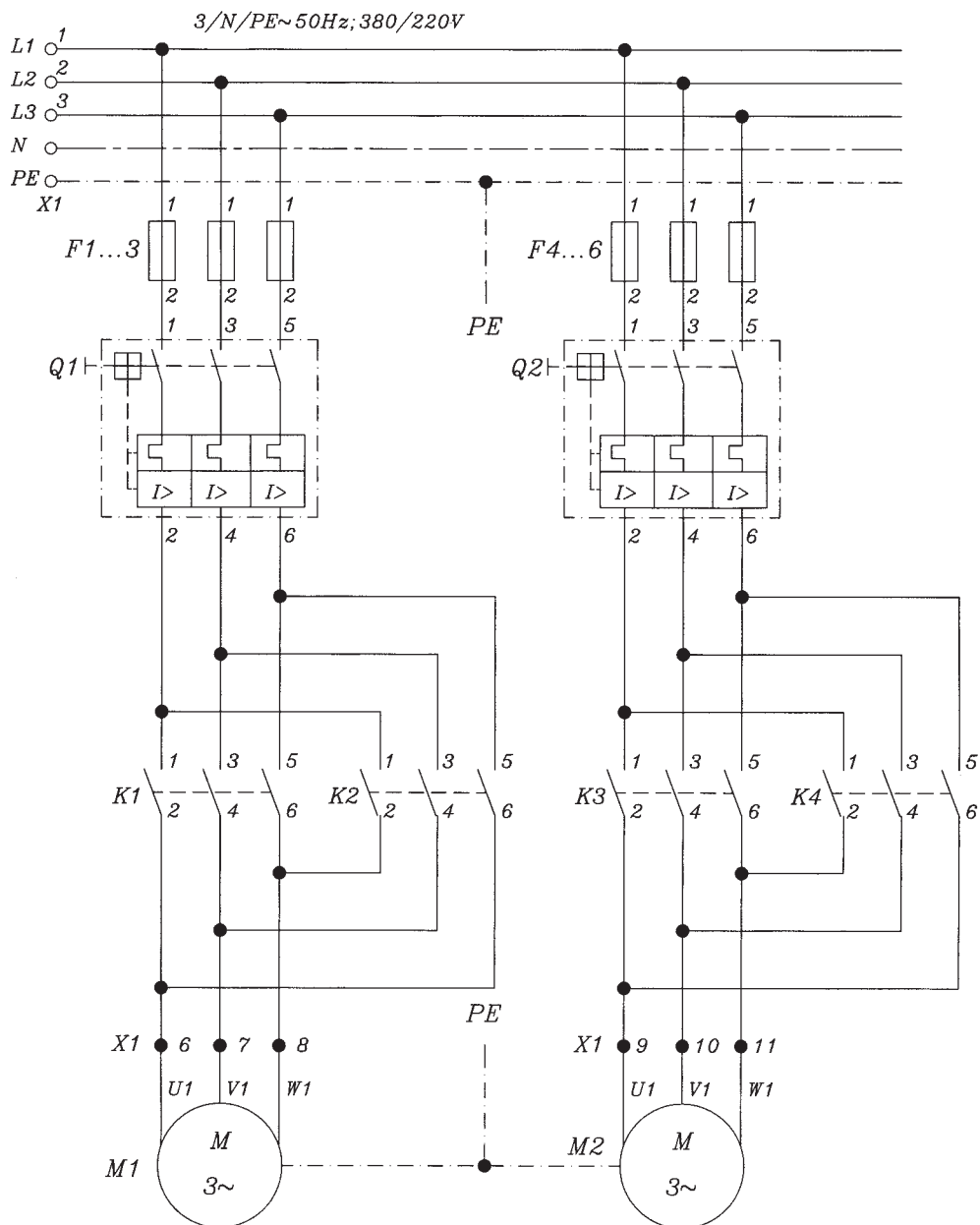
در تأسیسات الکتریکی بزرگ، علاوه بر نقشه‌ی مسیر جریان، از نقشه‌ی مونتاژ نیز استفاده می‌شود. این نقشه، تنها برای مونتاژ وسایل الکتریکی در تابلو فرمان و سیم‌بندی آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۷۳-۲).



شکل ۷۳-۲- نقشه‌ی مونتاژ

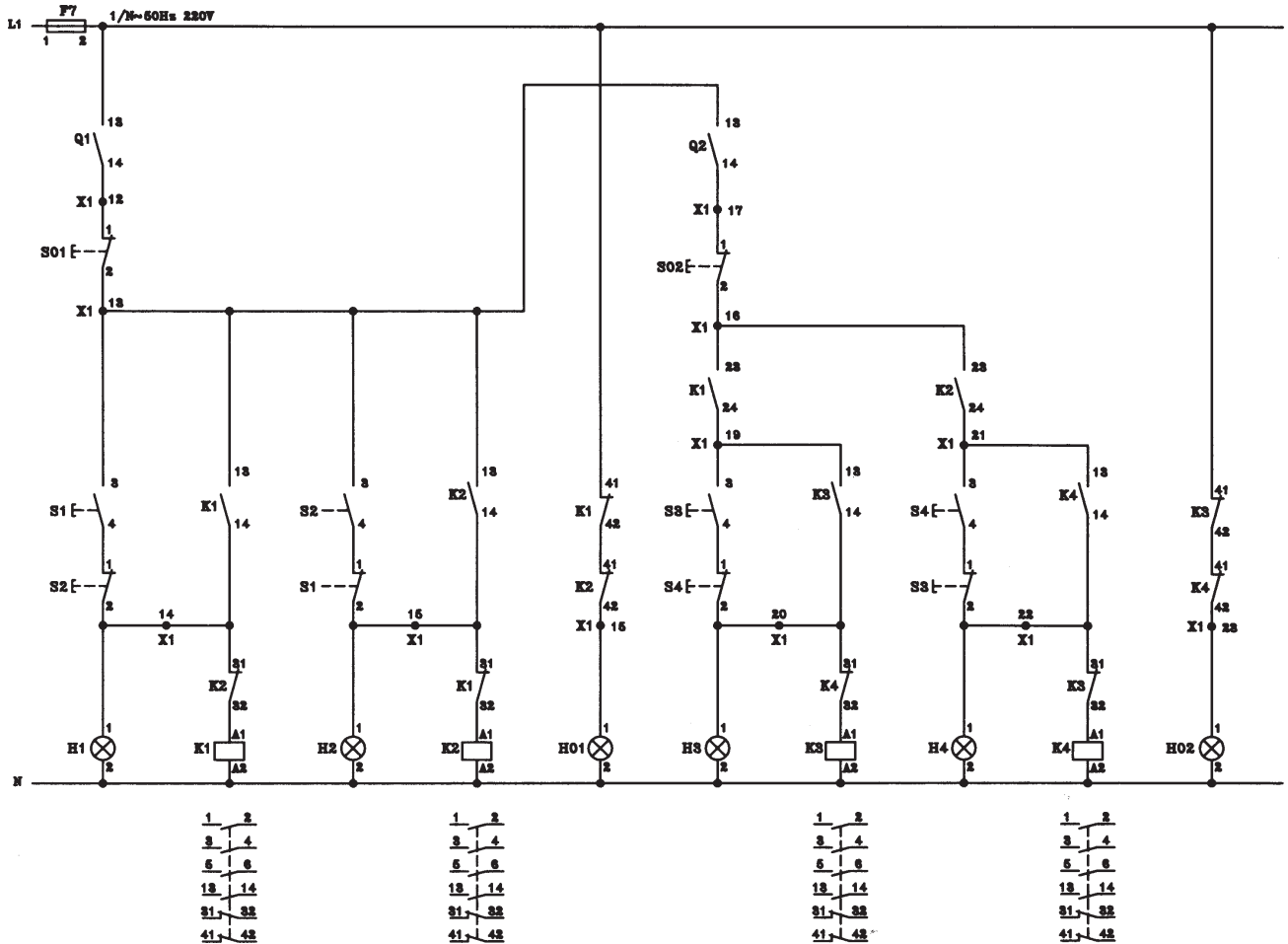
برای رسم نقشه‌ی مسیر جریان، از روش‌های دیگری نیز استفاده می‌شود. شکل‌های ۲-۷۴ و ۲-۷۵ نمونه‌ای از نقشه‌های مسیر جریان مدار فرمان و قدرت برای مدار راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد یکی پس از دیگری (هر دو راست گرد کار می‌کنند و یا هر دو چپ گرد کار می‌کنند) را نشان می‌دهد. در این روش، شماره‌ی مسیرها با تقسیم‌بندی صفحه در بالای نقشه مشخص می‌شود.

شکل ۲-۷۴ مدار قدرت راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز چپ گرد و راست گرد یکی پس از دیگری را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۷۴

شکل ۲-۷۵ مدار فرمان راه اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد یکی پس از دیگری را نشان می دهد.



شکل ۲-۷۵

دوم از سمت راست شماره های نوار ترمینال را نشان می دهد. ستون چهارم از سمت راست نوع کابل ها و سیم ها را مشخص می کند. مثلاً در ردیف ۱ شماره پیچ ۱ از فیوز F_1 به شماره ۱ نوار ترمینال و فاز L_1 توسط سیم نوع $NyM - I5 \times 15$ وصل می شوند.

شکل ۲-۷۶ دیاگرام اتصال ترمینال را برای مدار راه اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق چپ گرد و راست گرد یکی پس از دیگری را نشان می دهد. این شکل اخیراً به جای نقشه ترمینال ها مورد استفاده قرار می گیرد. در ستون اول و سوم سمت راست محل اتصال سیم ها با علامت مشخصه، نوشته می شود مثلاً محل اتصال ۱ علامت مشخصه F_1 یعنی پیچ شماره ۱ فیوز F_1 ، ستون

کابل‌ها و سیم‌ها				مشخص کردن مقصد سیم‌ها		نوار ترمینال		مشخص کردن مقصد سیم‌ها		
				علامت مشخصه	محل اتصال			علامت مشخصه	محل اتصال	
					X	L1	1	F1	1	
					X	L2	2	F2	1	
					X	L3	3	F3	1	
					X	N	N	K1	A2	
					X	PE	PE			
							4			
							5			
					X	M1	U1	6	K1	2
					X	M1	V1	7	K1	4
					X	M1	W1	8	K1	6
					X	M1		PE		
					X	M2	U1	9	K3	2
						M2	V1	10	K3	4
					X	M2	W1	11	K3	6
					X	M2		PE		
					X	S01	1	12	Q1	14
					X	S01	2	13	K1	13
					X	S2	2	14	K1	14
					X	S1	2	15	K2	14
					X	H01	1	16	K2	42
					X	S02	1	17	Q2	14
					X	S02	2	18	K1	23
					X	S3	3	19	K1	24
					X	S4	2	20	K3	14
					X	S4	3	21	K2	24
					X	S3	2	22	K4	14
					X	H02	1	23	K4	42
					X	H1	2	N		
					X	Doors	PE	PE		

شکل ۷۶-۲- دیاگرام اتصال ترمینال برای راه‌اندازی دو الکتروموتور سه فاز به طریق چپ‌گرد و راست‌گرد یکی پس از دیگری

۲-۲۳- کار عملی شماره ۲: ترسیم مدارهای

روشنایی

ترسیم مدار روشنایی کلید سری با پریز تک فاز ارت دار

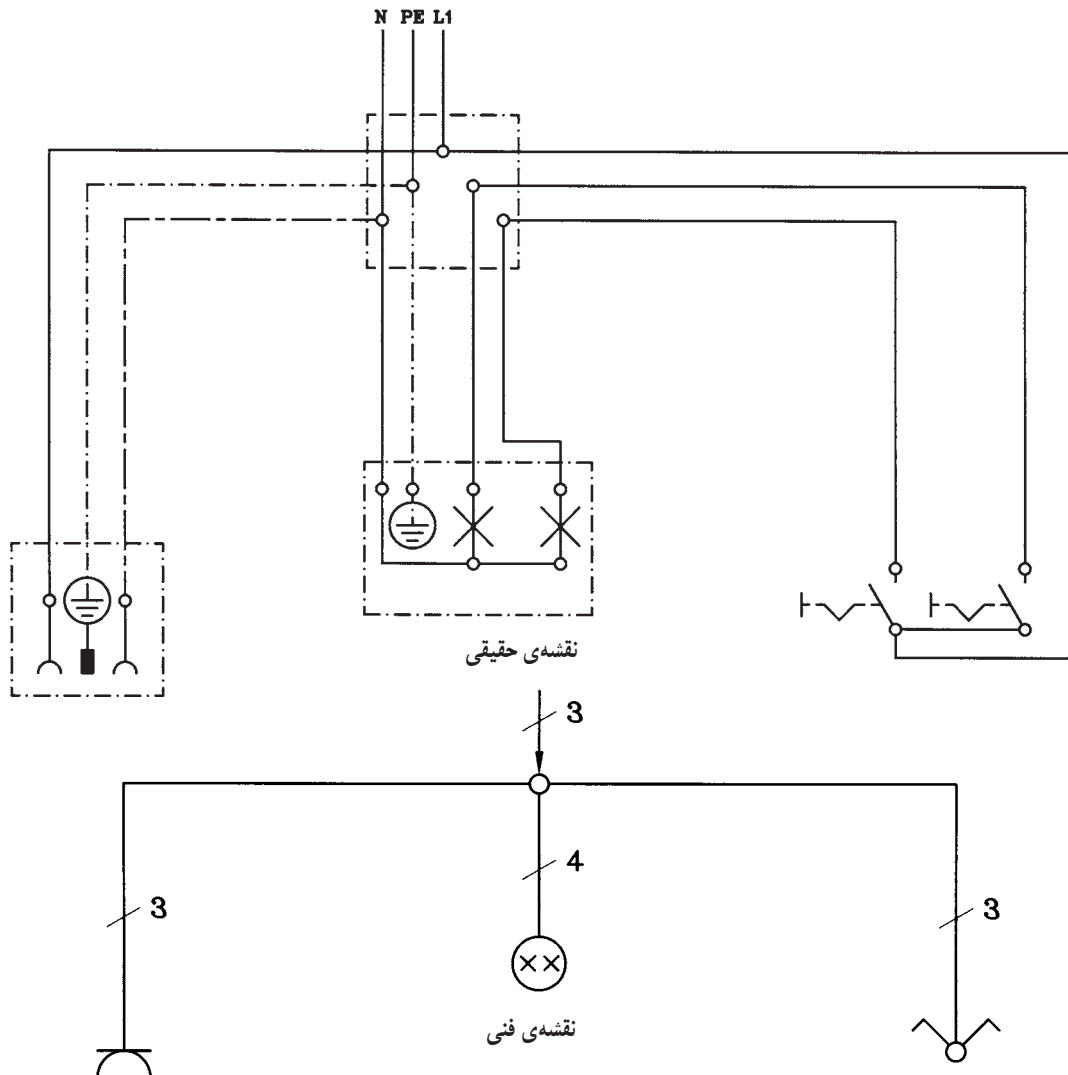
۱-۲-۲۳- وسایل مورد نیاز:

مداد، مداد تراش، پاک کن، کاغذ A_۴، خط کش، شابلون دایره، شابلون علائم الکتریکی، تخته رسم، میز کار، صندلی، گونیا، نوار چسب

۲-۲-۲۳- مراحل انجام کار:

■ مدار چند سیمه‌ی حقیقی کنترل لامپ H_۱ توسط کلید یک پل، و کنترل لامپ‌های H_۲ و H_۳ توسط کلید سری (دوپل) و مدار پریز با سیم محافظ را در کاغذ A_۴ رسم کنید.
 ■ مدار فنی را نیز در کاغذ A_۴ رسم کنید. (مانند شکل

(۲-۷۷)



شکل ۲-۷۷- مدار کلید سری و پریز ارت دار