



ساعات آموزشی

جمع

عملی




نظری

کار عملی (۳)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون با کلید سه فاز چپ گرد-راست گرد زبانه‌ای تابلویی (گردان)

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	m۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

تذکره:



کلید تابلوی مورد استفاده برای انجام کار بایستی قبلاً در داخل قوطی یا روی پایه مناسب نصب شود.

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز ، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

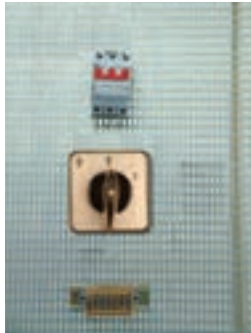
مراحل اجرای کار

وسایل و قطعات مدار را مطابق شکل ۱۴۳ روی تابلو نصب کنید.



شکل ۱۴۳

در نصب وسایل دقت کنید که کابل بین قطعات، مسیر مستقیم داشته باشد تا بتوان از محل های ورودی و خروجی کلید به راحتی کابل را انشعاب گرفته و اتصال داد (شکل ۱۴۴).



شکل ۱۴۴

با استفاده از نقشه داده شده در شکل ۱۳۸ سیم های کابل را مطابق شکل ۱۴۵ به پیچ های ورودی فیوز مینیاتوری سه فاز وصل کنید و از پیچ های خروجی فیوز سه فاز اصلی را به پیچ هایی از کلید که با حروف L_1, L_2, L_3 و R_1, R_2, R_3 و T مشخص شده اند وصل کنید.



شکل ۱۴۵

پیچ هایی از کلید که با حروف U_1, V_1, W_1 یا U, V, W مشخص شده اند را به سه سر U_1, V_1, W_1 یا U, V, W کلاف های موتور مطابق شکل ۱۴۶ وصل کنید. تخته کلم موتور را بررسی کنید تا انتهای کلاف های موتور مطابق شکل ۱۴۷ به صورت مثلث وصل شده باشند.

فیوز مینیاتوری را وصل کنید. کلید را در حالت راست گرد (R یا ۱) قرار داده و وضعیت کار کرد و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید. کلید را به حالت اول باز گردانید و سپس در حالت چپ گرد (L یا ۲) قرار دهید و وضعیت کار و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید. کلید را در حالت قطع (O) قرار دهید.

مشخصات وسایلی که در این مدار به کار برده اید را در جدول ۱۶ بنویسید.

جدول ۱۶

ردیف	نام وسیله یا قطعه	مشخصات
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		

تمرین

نقشه مونتاژ وسایل مدار و نقشه اتصال موتور به کلید در استاندارد قدیم و

IEC را در دفتر گزارش کار رسم کنید.



شکل ۱۴۶

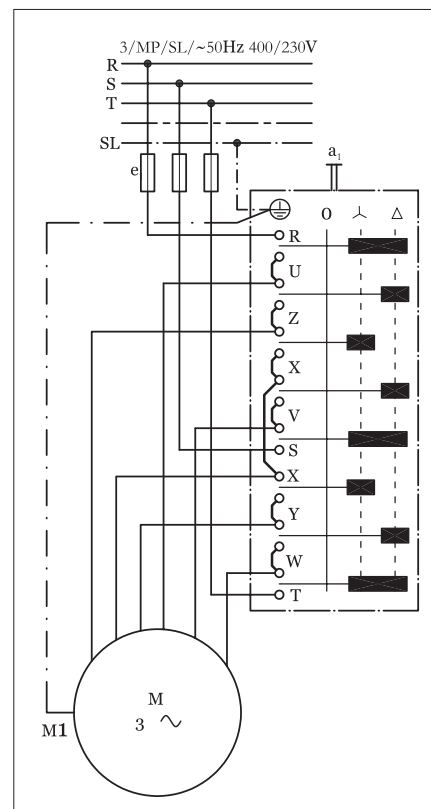
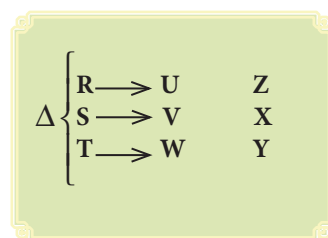
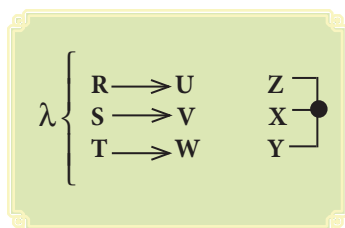


شکل ۱۴۷

کلید دستی ستاره - مثلث زبانه‌ای

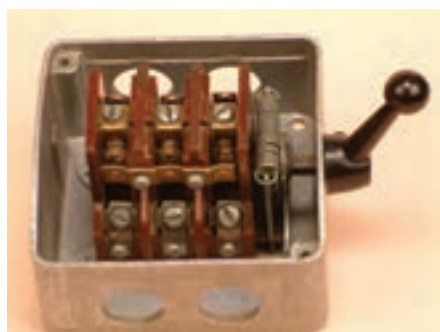
در شکل ۱۴۸- الف شمای حقیقی کلید زبانه‌ای ستاره مثلث در استاندارد VDE مشاهده می‌شود. هر گاه کلید را یک مرحله حرکت دهیم تا از وضعیت صفر درآید و در وضعیت ستاره قرار گیرد یک سری زبانه‌ها (پلاتین‌ها) به سمت جلو حرکت می‌کنند و تعدادی از پیچ‌های کلید را به یکدیگر اتصال می‌دهند. به همین ترتیب اگر کلید در وضعیت مثلث قرار گیرد این حالت برای برخی پیچ‌ها به صورت اتصال‌های جدید اتفاق می‌افتد ولی در برخی پیچ‌های کلید، عمل قطع صورت نمی‌گیرد بلکه در حالت دوم نیز عمل اتصال مجدداً تکرار می‌شود.

شکل ۱۴۸- ب شمای فنی کلید زبانه‌ای ستاره مثلث نشان داده شده است.



الف) نقشه شمای (حقیقی)

در شکل ۱۴۹ تصویر واقعی کلید ستاره مثلث زبانه‌ای (نوع بدنه چدنی) و در شکل ۱۵۰ تصویر یک نمونه کلید ستاره مثلث (نوع تابلویی) را مشاهده می‌کنید.

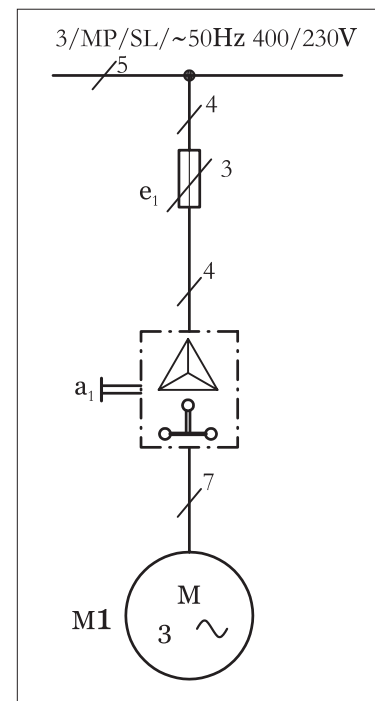


شکل ۱۴۹



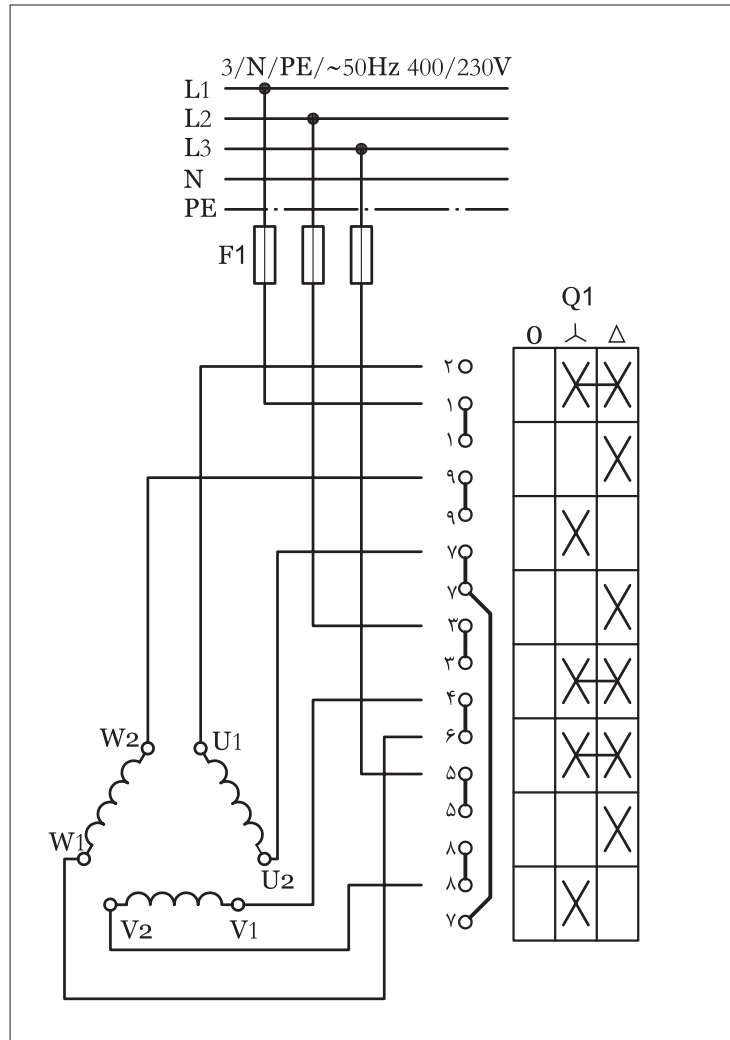
شکل ۱۵۰

کلید ستاره مثلث در استاندارد جدید (IEC) به صورت شکل ۱۵۱ است. خطوطی که به صورت افقی مرکز، دو ضربدر هر ستون را در کلید به هم وصل می‌کند نشان‌دهنده آن است که آن زبانه کلید در هر دو حالت وصل قرار دارد و با تغییر وضعیت، کلید قطع نمی‌شوند.

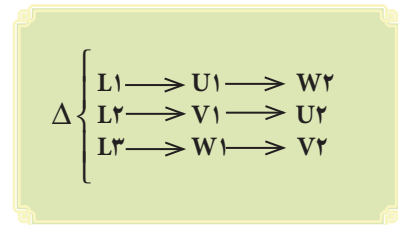
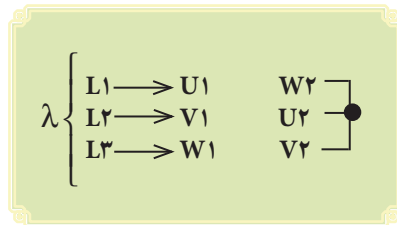


ب) نقشه شمای (فنی)

شکل ۱۴۸



شکل ۱۵۱





ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

کار عملی (۴)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون با کلید سه فاز ستاره مثلث زبانه‌ای تابلویی

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	m۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

تذکر:



کلید تابلوی مورد استفاده برای انجام کار بایستی قبلاً در داخل قوطی یا روی پایه مناسب نصب شود.

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

مراحل اجرای کار

وسایل و قطعات مدار را مطابق شکل ۱۵۲ روی تابلو نصب کنید.



شکل ۱۵۲

در نصب وسایل دقت کنید که کابل بین قطعات، مسیر مستقیم داشته باشد تا بتوان از محل های ورودی و خروجی کلید به راحتی کابل را انشعاب گرفته و اتصال داد (شکل ۱۵۳).



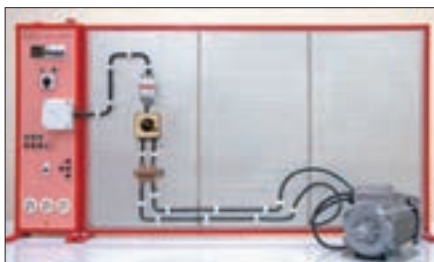
شکل ۱۵۳

با استفاده از نقشه داده شده شکل ۱۵۱سیم های کابل را مطابق شکل ۱۵۴ به پیچ های ورودی فیوز مینیاتوری سه فاز وصل کنید و از پیچ های خروجی فیوز، سه فاز اصلی را به پیچ هایی از کلید که با حروف L_۱، L_۲ و L_۳ یا R، S و T مشخص شده اند وصل کنید.



شکل ۱۵۴

پیچ هایی از کلید که با حروف U_۱، V_۱ و W_۱ (یا U، V و W) و U_۲ و V_۲ یا x، y و z مشخص شده اند را به پیچ های هم نام خود روی تخته کلم وصل کنید (شکل ۱۵۵).



شکل ۱۵۵

توجه: تخته کلم موتور را بررسی کنید تا توسط تسمه های مسی به صورت ستاره یا مثلث ثابت وصل نباشد.

فیوز را وصل کنید. کلید را ابتدا در حالت قرار داده و شرایط کاری، سرعت و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید.

سپس کلید را در وضعیت قرار دهید و شرایط کاری، سرعت و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید.

کلید را در وضعیت قطع (O) قرار دهید.

مشخصات وسایل به کار رفته در مدار را در جدول ۱۷ بنویسید.

جدول ۱۷

مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸

تمرین

نقشه مونتاژ وسایل مدار و نقشه اتصال موتور به کلید در استاندارد IEC را

در دفتر گزارش کار رسم کنید.



ساعات آموزشی

جمع

عملی








نظری

کار عملی (۵)



هدف: بررسی جریان‌ها و ولتاژهای خطی و فازی در اتصال ستاره متعادل و نامتعادل

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

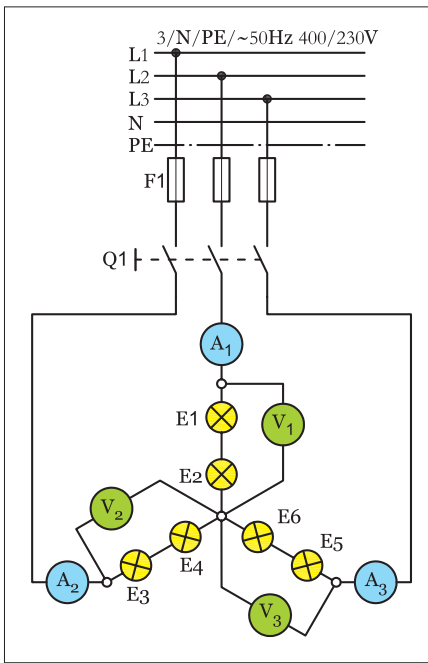
تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۶ عدد	—	سریچ لامپ 
۶ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۱۰۰W 
از هر کدام ۱ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۶۰W, ۱۵۰W 
۱ عدد	F۱	فیوزمینیا توری سه فاز 
۱ عدد	Q۱	کلید سه فاز قطع و وصل زبانه‌ای 
۳ عدد	A	آمپر متر با حداکثر رنج ۵A 
۳ عدد	V	ولت متر با حداکثر رنج ۵۰۰V 

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری‌هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می‌یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

مراحل اجرای کار

الف — اتصال ستاره متعادل

مرحله I



شکل ۱۵۶

$I_{A1} =$ <input type="text"/> A	$V_{1=} =$ <input type="text"/> V
$I_{A2} =$ <input type="text"/> A	$V_{2=} =$ <input type="text"/> V
$I_{A3} =$ <input type="text"/> A	$V_{3=} =$ <input type="text"/> V

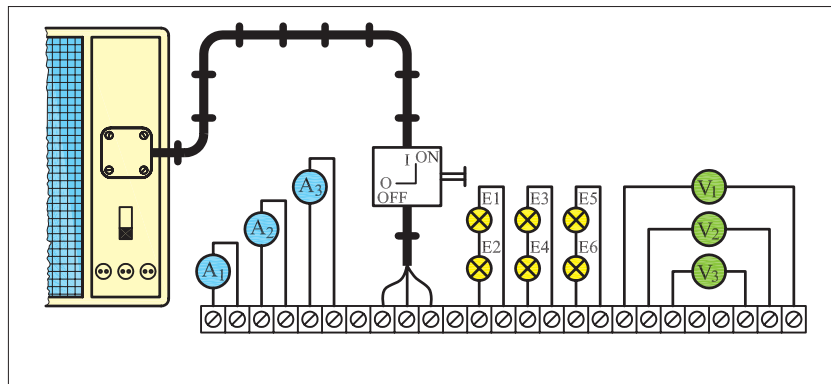
پاسخ

$I_{A1} =$ <input type="text"/> A	$V_{1=} =$ <input type="text"/> V
$I_{A2} =$ <input type="text"/> A	$V_{2=} =$ <input type="text"/> V
$I_{A3} =$ <input type="text"/> A	$V_{3=} =$ <input type="text"/> V

پاسخ

مدار شکل ۱۵۶ را با کمک شش لامپ ۱۰۰W مطابق شکل ۱۵۷ روی تابلو برق ببندید. اتصال‌های بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال‌ها انجام دهید.

فیوز مینیاتوری را وصل کنید و سپس کلید Q1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپرمترها را بخوانید.



شکل ۱۵۷

مقادیر اندازه‌گیری شده کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟

کلید را در حالت OFF قرار دهید و مدار را خاموش کنید.

مرحله II

یکی از فیوزها را قطع کنید و دو فیوز دیگر را در حالت وصل بگذارید. کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.

نتایج این مرحله را با مرحله (I) مقایسه کنید چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

مرحله III

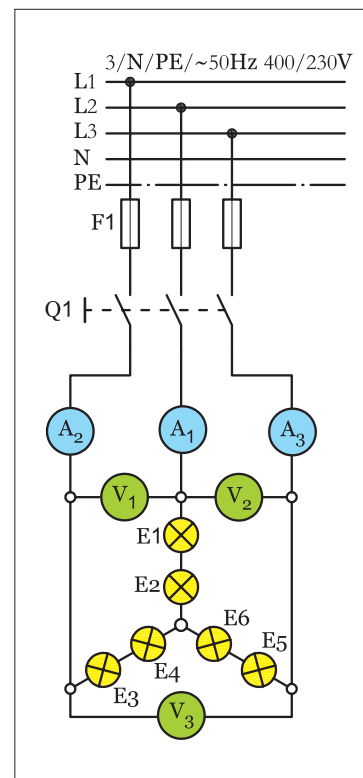
کلید Q1 را قطع کنید.
 لامپ های E1 و E2 را از روی سرپیچ باز کنید.
 کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.
 نتایج این مرحله را با مراحل I و II مقایسه کنید. چه نتیجه ای می گیرید؟
 فیوز مینیاتوری سه فاز F1 و کلید Q1 را قطع کنید.

$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A	$V_{1=}$	<input type="text"/>	V
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A	$V_{2=}$	<input type="text"/>	V
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A	$V_{3=}$	<input type="text"/>	V

پاسخ

مرحله IV

محل قرار گرفتن آمپر مترها و ولت مترها را مطابق مدار شکل ۱۵۸ تغییر دهید.
 ابتدا فیوز و سپس کلید را در حالت وصل قرار دهید.
 مقادیر ولتاژ و جریان هر یک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.
 مقادیر اندازه گیری شده کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟



شکل ۱۵۸

پاسخ

از مقایسه مقادیر اندازه گیری شده در دو مرحله I و IV چه نتیجه ای می گیرید؟

پاسخ

آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

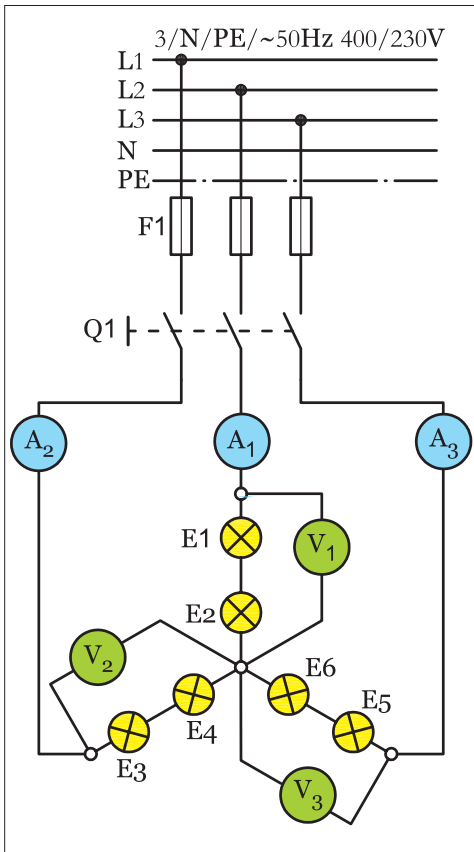
پاسخ

$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A	$V_{1=}$	<input type="text"/>	V
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A	$V_{2=}$	<input type="text"/>	V
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A	$V_{3=}$	<input type="text"/>	V

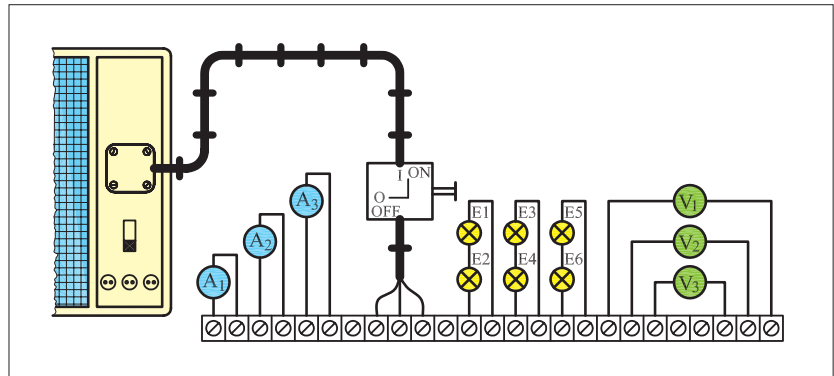
ب — اتصال ستاره نامتعادل

مرحله V

مدار شکل ۱۵۹ را مطابق شکل ۱۶۰ روی تابلو برق ببندید. اتصال های بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال ها انجام دهید.



شکل ۱۵۹



شکل ۱۶۰

توان لامپ های موجود در مدار را به صورت زیر، روی سرپیچ ها قرار دهید.

$$\begin{aligned} E_1 &= 100\text{W} & E_3 &= 60\text{W} & E_5 &= 150\text{W} \\ E_2 &= 100\text{W} & E_4 &= 60\text{W} & E_6 &= 150\text{W} \end{aligned}$$

$$I_{A1} = \boxed{} \text{ A} \quad V_1 = \boxed{} \text{ V}$$

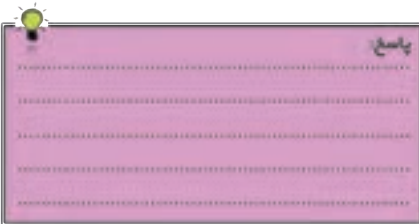
$$I_{A2} = \boxed{} \text{ A} \quad V_2 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A3} = \boxed{} \text{ A} \quad V_3 = \boxed{} \text{ V}$$

فیوز مینیاتوری F1 را وصل کنید و سپس با وصل کلید Q1 ولتاژ و جریان هریک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید.

مقادیر اندازه گیری شده مصرف کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟

فیوز مینیاتوری F1 و کلید Q1 را در حالت خاموش قرار دهید.





ساعات آموزشی

جمع

عملی








نظری

کار عملی (۶)



هدف: بررسی جریان‌ها و ولتاژهای خطی و فازی در اتصال مثلث متعادل و نامتعادل

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار	
۶ عدد	—	سریچ لامپ	
۶ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۱۰۰W	
از هر کدام ۱ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۶۰, ۱۵۰W	
۱ عدد	F۱	فیوزمینیا توری سه فاز	
۱ عدد	Q۱	کلید سه فاز قطع و وصل زبانه‌ای	
۳ عدد	A	آمپر متر با حداکثر رنج ۵A	
۳ عدد	V	ولت متر با حداکثر رنج ۵۰۰V	

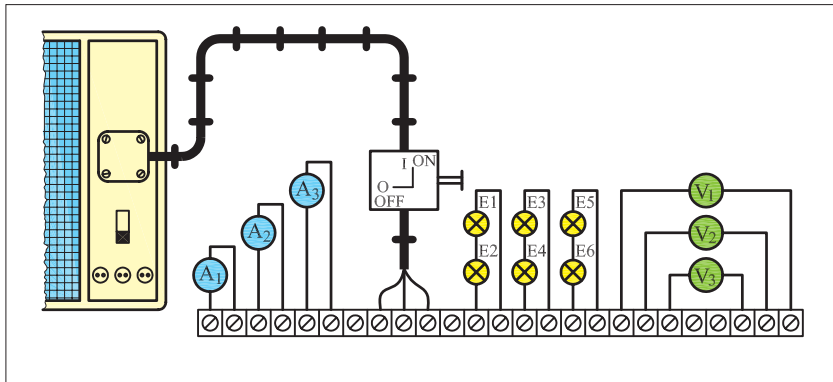
اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری‌هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می‌یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.



مراحل اجرای کار الف — اتصال مثلث متعادل

مرحله I

مدار شکل ۱۶۲ را با کمک شش لامپ ۱۰۰W مطابق شکل ۱۶۳ روی تابلوی برق ببندید. اتصالاتی بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال‌ها انجام دهید.



شکل ۱۶۳

فیوز مینیاتوری را وصل کنید و سپس کلید Q1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هر یک از ولت‌مترها و آمپرترها را بخوانید.

مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

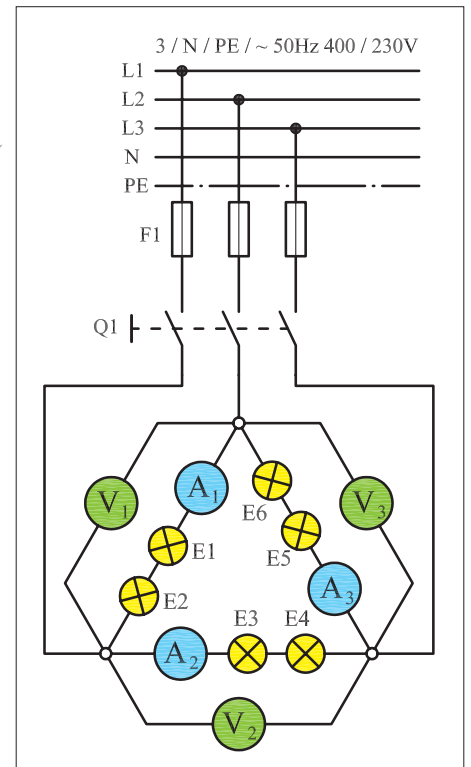
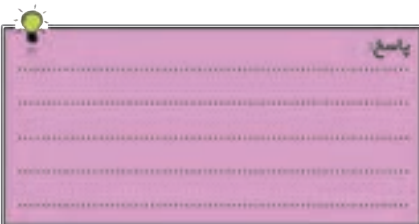
کلید را در حالت OFF قرار دهید و مدار را خاموش کنید.

مرحله II

یکی از فیوزها را قطع کنید و دو فیوز دیگر را در حالت وصل بگذارید.

کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپرترها را بخوانید و یادداشت کنید.

نتایج این مرحله را با مرحله I مقایسه کنید، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

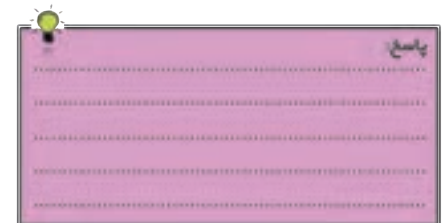


شکل ۱۶۲

$$I_{A1} = \boxed{} \text{ A} \quad V_1 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A2} = \boxed{} \text{ A} \quad V_2 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A3} = \boxed{} \text{ A} \quad V_3 = \boxed{} \text{ V}$$



$$I_{A1} = \boxed{} \text{ A} \quad V_1 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A2} = \boxed{} \text{ A} \quad V_2 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A3} = \boxed{} \text{ A} \quad V_3 = \boxed{} \text{ V}$$

مرحله III

$$I_{A1} = \boxed{} \text{ A} \quad V_1 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A2} = \boxed{} \text{ A} \quad V_2 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A3} = \boxed{} \text{ A} \quad V_3 = \boxed{} \text{ V}$$

کلید Q1 را قطع کنید.

لامپ‌های E1 و E2 را از روی سرپیچ باز کنید.

کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

نتایج این مرحله را با مراحل I و II مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

فیوز میناتوری سه فاز F1 و کلید Q1 را قطع کنید.

مرحله IV

محل قرار گرفتن آمپر مترها و ولت مترها را مطابق مدار شکل ۱۶۴ تغییر دهید.

ابتدا فیوز F1 و سپس کلید Q1 را در حالت وصل قرار دهید.

مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

$$I_{A1} = \boxed{} \text{ A} \quad V_1 = \boxed{} \text{ V}$$

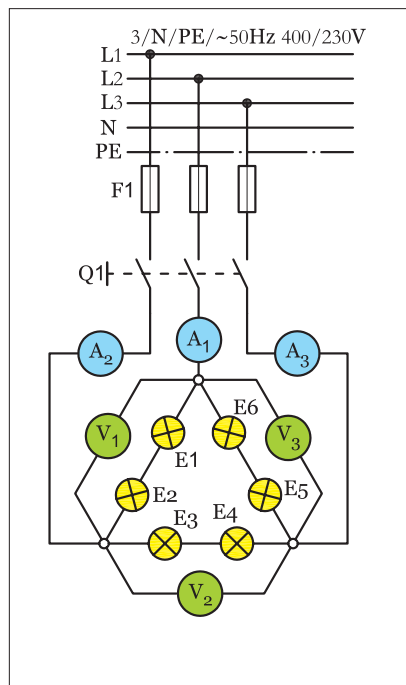
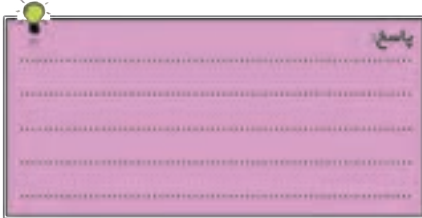
$$I_{A2} = \boxed{} \text{ A} \quad V_2 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A3} = \boxed{} \text{ A} \quad V_3 = \boxed{} \text{ V}$$

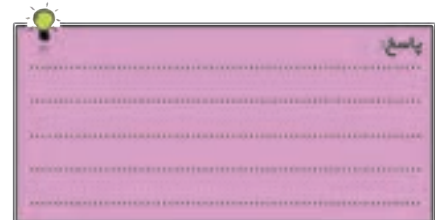
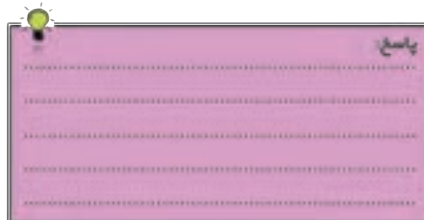
مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

از مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده در دو مرحله‌ای I و IV چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟



شکل ۱۶۴



ب — اتصال مثلث نامتعادل

مرحله V

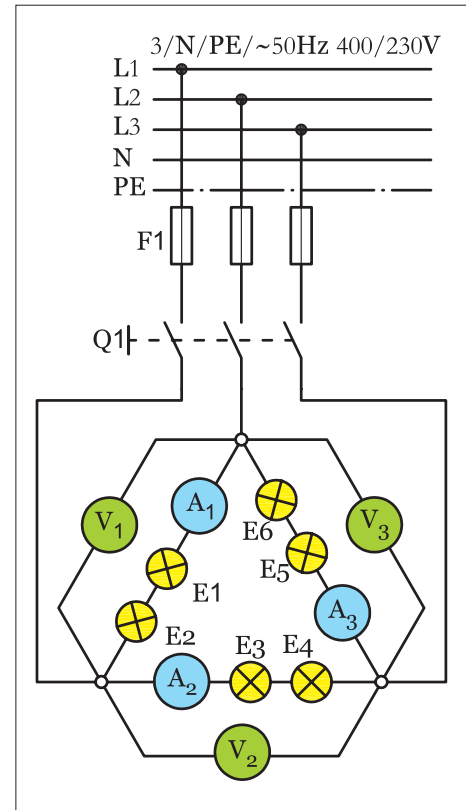
مدار شکل ۱۶۵ را مطابق شکل ۱۶۶ روی تابلوی برق ببندید. اتصال های بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال ها انجام دهید. توان لامپ های موجود در مدار را به صورت زیر، روی سرپیچ ها قرار دهید.

$$E1 = 100W \quad E3 = 60W \quad E5 = 150W$$

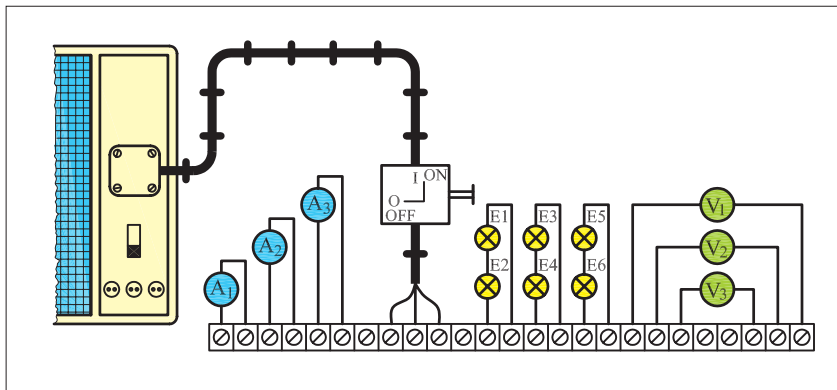
$$E2 = 100W \quad E4 = 60W \quad E6 = 150W$$

فیوز مینیاتوری F1 را وصل کنید و سپس با وصل کلید Q1 ولتاژ و جریان هریک از ولت مترها و آمپر مترها را بخوانید.

$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A	$V_1 =$	<input type="text"/>	V
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A	$V_2 =$	<input type="text"/>	V
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A	$V_3 =$	<input type="text"/>	V



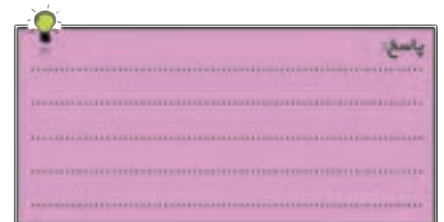
شکل ۱۶۵



شکل ۱۶۶

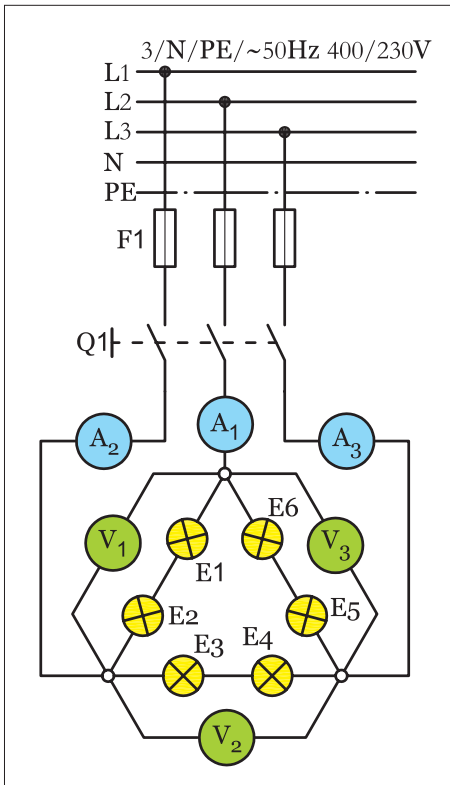
مقادیر اندازه گیری شده معرف کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

فیوز مینیاتوری F1 و کلید Q1 را در حالت خاموش قرار دهید.



مرحله VI

محل قرار گرفتن آمپرمترها و ولت مترها را مطابق شکل ۱۶۷ تغییر دهید.
مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولت مترها و آمپرمترها را بخوانید.



شکل ۱۶۷

$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A	$V_1 =$	<input type="text"/>	V
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A	$V_2 =$	<input type="text"/>	V
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A	$V_3 =$	<input type="text"/>	V

مقادیر اندازه گیری شده معرف کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

پاسخ

از مقایسه مقادیر اندازه گیری شده در دو مرحله V و VI چه نتیجه ای می گیرید؟

پاسخ

آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

پاسخ



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

کار عملی (۷)



هدف: بررسی جریان‌ها و ولتاژهای فازی و خطی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار	
۱ عدد	M _۱	موتور سه فاز	
۱ عدد	Q _۱	کلید سه فاز ستاره مثلث زبانه‌ای	
۱ عدد	F _۱	فیوز مینیاتوری سه فاز	
۳ عدد	A	آمپر متر با حداکثر رنج ۵A	
۳ عدد	V	ولت متر با حداکثر رنج ۵۰۰V	

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

مراحل اجرای کار

مرحله I

وسایل را طبق مدار شکل ۱۶۸ با راهنمایی معلم خود روی تابلوی برق نصب کنید و مدار را ببندید.

توجه: در مراحل مختلف این آزمایش اجازه ندهید تا موتور به مدت زیادی دو فاز کار کند.

فیوز مینیاتوری سه فاز F1 را وصل کنید و کلید تک پل Q1 را در حالت وصل قرار دهید. کلید Q2 را روی حالت قرار دهید و جریان هریک از آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.

$$I_{A1} = \text{ } A$$

$$I_{A2} = \text{ } A$$

$$I_{A3} = \text{ } A$$

وضعیت کلید Q2 را به حالت تغییر دهید و سپس جریان هریک از آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.

$$I_{A1} = \text{ } A$$

$$I_{A2} = \text{ } A$$

$$I_{A3} = \text{ } A$$

نتایج حاصل از جریان های اندازه گیری شده در حالت و را با هم مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

کلید Q2 را به حالت (O) در آورید و مدار را خاموش کنید.

پاسخ

.....

.....

.....

.....

.....

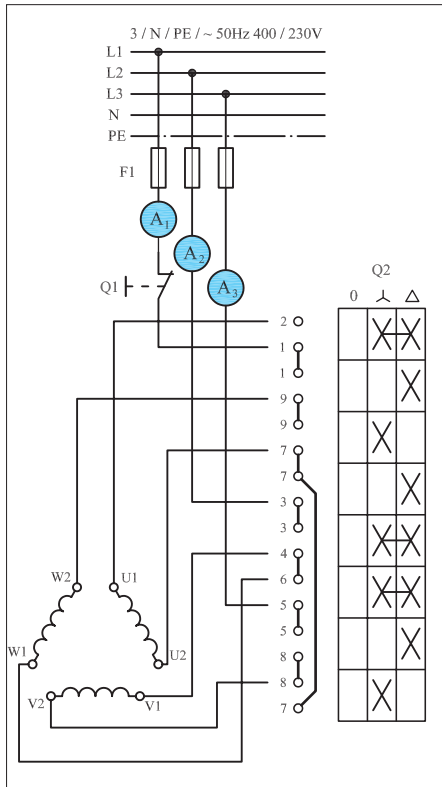
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۱۶۸

مرحله II

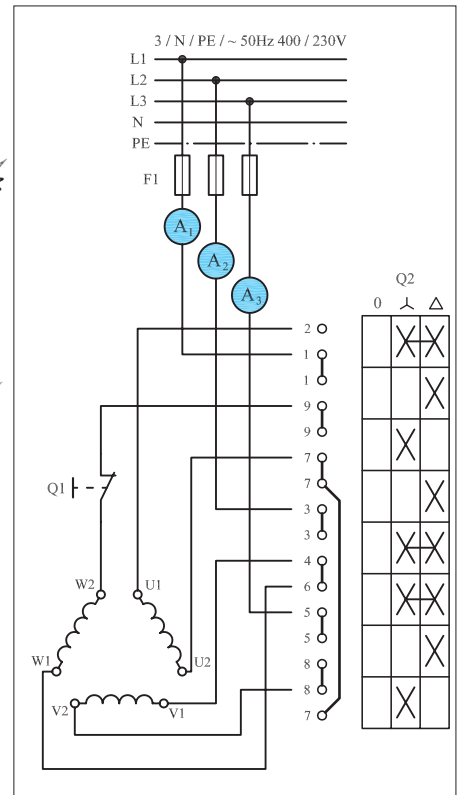
کلید Q2 را در وضعیت قرار دهید تا موتور به گردش درآید.
 در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید تا فاز L1 قطع شود. حال جریان آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.
 کلید تک پل Q1 را به حالت وصل بازگردانید.
 وضعیت کلید ستاره مثلث Q2 را در حالت قرار دهید.
 در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید تا فاز L1 قطع شود. حال جریان آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.
 کلید Q1 را وصل کنید و سپس کلید Q2 را در حالت (O) قرار دهید تا موتور خاموش شود.
 فیوز سه فاز F1 را در حالت خاموش قرار دهید تا مدار موتور از شبکه جدا شود.

$I_{A1} = \text{[]} \text{ A}$
 $I_{A2} = \text{[]} \text{ A}$
 $I_{A3} = \text{[]} \text{ A}$

$I_{A1} = \text{[]} \text{ A}$
 $I_{A2} = \text{[]} \text{ A}$
 $I_{A3} = \text{[]} \text{ A}$

مرحله III

محل کلید تک پل Q1 را مطابق شکل ۱۶۹ تغییر دهید به طوری که بتوان ارتباط سیم پیچ سوم موتور W2 را با کلید قطع کرد.
 فیوز سه فاز F1 را در حالت وصل قرار دهید.
 کلید ستاره مثلث Q2 را در حالت قرار دهید تا موتور به گردش درآید.
 در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید و جریان آمپرمترها را بخوانید و یادداشت نمایید.



شکل ۱۶۹

$I_{A1} = \text{[]} \text{ A}$
 $I_{A2} = \text{[]} \text{ A}$
 $I_{A3} = \text{[]} \text{ A}$

کلید تک پل Q1 را به حالت وصل بازگردانید.
 وضعیت کلید ستاره مثلث Q2 را در حالت قرار دهید.
 در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید و جریان آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید

$I_{A1} = \text{[]} \text{ A}$
 $I_{A2} = \text{[]} \text{ A}$
 $I_{A3} = \text{[]} \text{ A}$

کلید تک پل را به حالت وصل باز گردانید.

وضعیت کلید ستاره مثلث را به حالت (O) باز گردانید و فیوز سه فاز را نیز قطع کنید.

نتایج حاصل از آزمایش های II و III (حالت قطع فاز و قطع سیم پیچی موتور) را با هم مقایسه کنید و در صورت وجود اختلاف، علت را توضیح دهید.

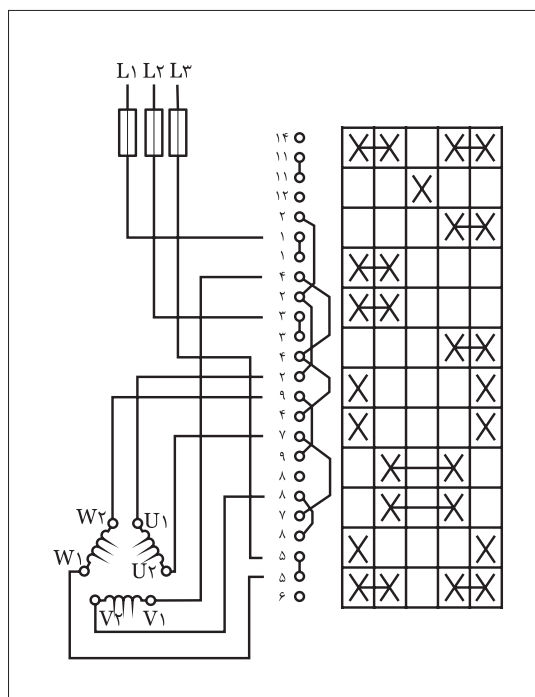
نتایج اندازه گیری ها در حالات مشابه مدارهای لامپی و موتوری را با هم مقایسه کنید و در صورت وجود اختلاف، علت را توضیح دهید.

کلید زبانه ای ستاره مثلث چپ گرد - راست گرد

در کارهای قبلی با نحوه عملکرد و اصول کار کلید چپ گرد - راست گرد و همچنین کلید ستاره مثلث به صورت جداگانه آشنا شده اید.

در گذشته ای نه چندان دور برای اتصال یک موتور ستاره مثلث که بتواند به صورت چپ گرد - راست گرد نیز کار کند لازم بود از این دو کلید به صورت دنباله هم (سری) استفاده شود.

اما در شرایط فعلی کلیدهای ستاره مثلث چپ گرد - راست گرد موجود می باشد و ضرورتی برای وصل مدار به آن صورت نیست. در شکل ۱۷۰ نقشه کلید ستاره مثلث چپ گرد - راست گرد را مشاهده می کنید.



شکل ۱۷۰

همانگونه که مشاهده می کنید این کلید دارای ۵ حالت می باشد.
 این کلید دو وضعیت Δ و Δ در حالت راست گرد (حالت ۱) و دو وضعیت Δ و Δ در حالت چپ گرد (حالت ۲) و یک حالت خاموش (حالت ۰) در بین این دو حالت است.
 با دقت در نقشه این کلید مشاهده می شود در حالت راست گرد وضعیت جریان رسانی به کلاف های موتور در شرایط ستاره و مثلث به اختصار مطابق شکل ۱۷۱ است.
 در شکل ۱۷۲ وضعیت اتصال کلاف ها به کلید در حالت چپ گرد را نشان می دهد همانطوری که مشاهده می کنید در این وضعیت جای دو فاز L_1 و L_2 عوض شده است.
 امروزه در کاتالوگ کلیدهای سه فاز از نقشه های دیگری برای نشان دادن وضعیت عملکرد کنتاکت های داخل کلید استفاده می شود که تصویر ستاره - مثلث چپ گرد - راست گرد آن در شکل ۱۷۳ نشان داده شده است.

حالت راست گرد (۱)

حالت ستاره (Δ)	حالت مثلث (Δ)
$L_1 \rightarrow U_1$	$L_1 \rightarrow U_1 \rightarrow W_2$
$L_2 \rightarrow V_1$	$L_2 \rightarrow V_1 \rightarrow U_2$
$L_3 \rightarrow W_1$	$L_3 \rightarrow W_2 \rightarrow V_2$

U_2	به یکدیگر وصل می شوند.
V_2	
W_2	

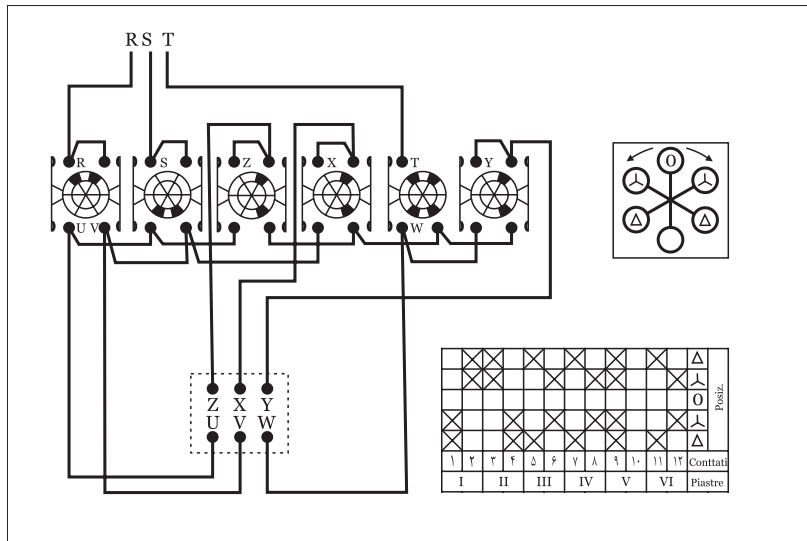
شکل ۱۷۱

حالت چپ گرد (۱)

حالت ستاره (Δ)	حالت مثلث (Δ)
$L_1 \rightarrow U_1$	$L_1 \rightarrow V_1 \rightarrow W_2$
$L_2 \rightarrow V_1$	$L_2 \rightarrow U_1 \rightarrow U_2$
$L_3 \rightarrow W_1$	$L_3 \rightarrow W_1 \rightarrow V_2$

U_2	به یکدیگر وصل می شوند.
V_2	
W_2	

شکل ۱۷۲



شکل ۱۷۳



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

کار عملی (۸)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی به صورت ستاره مثلث چپ گرد- راست گرد

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز ، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.



مراحل اجرای کار عملی

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.



شکل ۱۷۴

سه فاز L_1 ، L_2 ، L_3 را به داخل کلید وصل و ضمن پیچ های U_1 ، V_1 ، W_1 و U_2 ، V_2 ، W_2 تخته کلم موتور را به پیچ های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ستاره (Δ) و مثلث (Δ) شرایط راست گرد (وضعیت ۱) و سپس در حالت ستاره (Δ) و مثلث (Δ) چپ گرد (وضعیت ۲) قرار داده و وضعیت کارکرد موتور را مشاهده کنید.



شکل ۱۷۵

کلید را در حالت (O) قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت O) کنید.

مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول ۱۸ بنویسید.

جدول ۱۸

مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸

کلید زبانه ای موتور سه فاز دو سرعته با سیم پیچ جداگانه

همانطوری که می دانید تغییر تعداد قطب های سیم پیچی با سرعت موتور رابطه دارد بر همین اساس در برخی موتورهای سه فاز برای ایجاد دو سرعت مختلف در یک موتور از دو گروه سیم پیچی جداگانه که هر یک برای تعداد قطبی مشخص طراحی و سیم پیچی آن در فضای داخلی استاتور قرار داده شده استفاده می شود. در این موتورها از هر سیم پیچی سرهای جداگانه ای روی تخته کلم آن قرار می گیرد و نحوه اتصال سیم پیچی های آن نیز مستقل (ستاره یا مثلث) است.



شکل ۱۷۶

سرهای مربوط به سرعت اول (سرعت کمتر) را با اندیس ۱ و سرهای مربوط به سرعت دوم (سرعت بیشتر) را با اندیس ۲ نشان می دهند.

سرعت اول

L1 → 1U
L2 → 1V
L3 → 1W

سرعت دوم

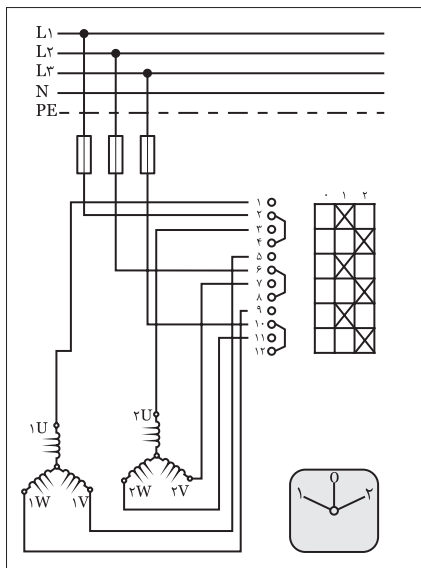
L1 → 2U
L2 → 2V
L3 → 2W

شکل ۱۷۷

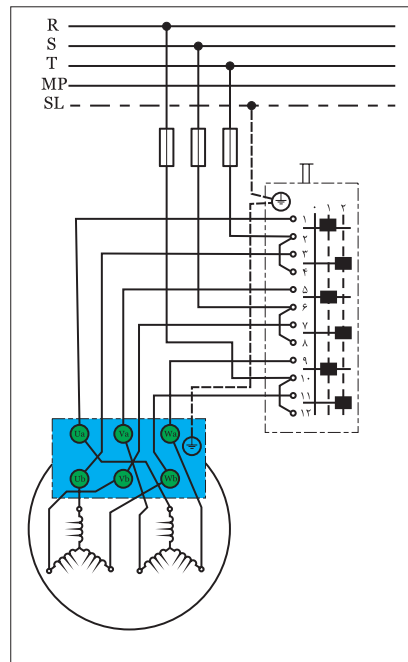
در شکل ۱۷۶ تصویر واقعی یک موتور سه فاز دو سیم پیچ جداگانه مشاهده می کنید.

شکل ۱۷۷ خلاصه ای از نحوه اتصال موتور دو سرعت سیم پیچ جداگانه را نشان می دهد.

در تصاویر شکل ۱۷۸ مدار مربوط به چگونگی اتصال کلیدهای زبانهای خاص این نوع موتورها در دو استاندارد IEC و VDE به همراه شمای فنی (تک خطی) مدار آنها نشان داده شده است.

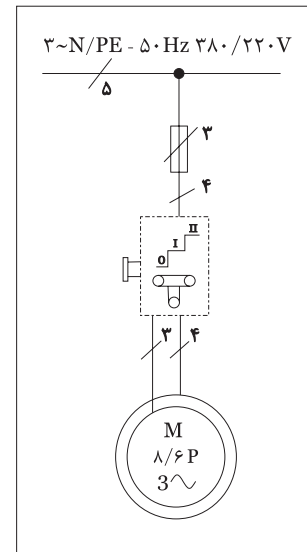


الف) شمای حقیقی اتصال موتور سیم پیچ جداگانه دو سرعت در استاندارد IEC



ب) راه اندازی موتور با دو سیم پیچ جدا دو سرعت با اتصال ستاره در استاندارد VDE

شکل ۱۷۸



ج) شمای فنی موتور دو سرعت با دو سیم پیچ جدا

در شکل ۱۷۹ تصویر واقعی یک نمونه کلید زبانهای موتور دو سرعت سیم پیچ جداگانه نشان داده شده است.



شکل ۱۷۹





ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

کار عملی (۹)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون دو سرعته با سیم پیچ جداگانه

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M _۱	
۱ عدد	Q _۱	
۱ عدد	F _۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

مراحل اجرای کار

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره‌گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.



شکل ۱۸۰



شکل ۱۸۱

سه فاز L_1 ، L_2 ، L_3 را به داخل کلید وصل و ضمناً پیچ‌های $1U$ ، $1V$ ، $1W$ و $2U$ ، $2V$ ، $2W$ تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

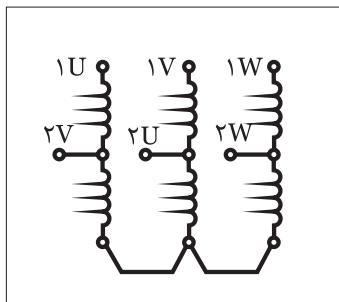
فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ۱ و سپس در حالت ۲ قرار داده و وضعیت کارکرد موتور را مشاهده کنید.

کلید را در حالت ۰ قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت ۰) کنید.

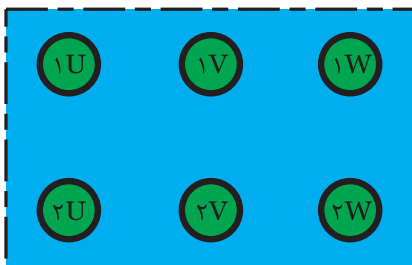
مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول ۱۹ بنویسید.

جدول ۱۹

مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸



شکل ۱۸۲



شکل ۱۸۳

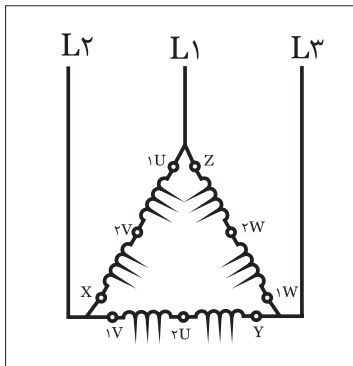
کلید زبانه‌ای موتور سه فاز دو سرعته دالاندر

موتور سه فاز دالاندر یک موتور سه فاز دو سرعته‌ای است که نسبت سرعت‌های آنها $\frac{1}{2}$ است. یعنی سرعت کم این موتورها نصف سرعت زیاد آنها است. در این موتورها برای رسیدن به مهم از سه گروه کلاف که دارای سر سیم‌هایی از نصف کلاف نیز هستند استفاده می‌شود. در شکل ۱۸۲ کلاف‌های یک موتور سه فاز دالاندر را به همراه حروف اختصاری سر کلاف‌ها نشان داده شده است.

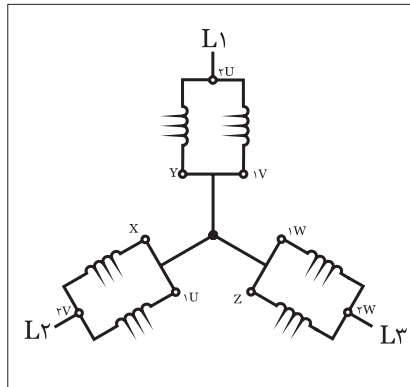
سر سیم‌های موتور دالاندر روی تخته کلم موتور به صورت شکل ۱۸۳ است. حروف بکار رفته به همراه رقم (۱) مربوط به دور کند و حروف با رقم (۲) نشان داده شده است.

در موتورهای والاندر از یک گروه کلاف برای دو منظور استفاده شده و نحوه اتصال آن شرایط خاصی دارد.

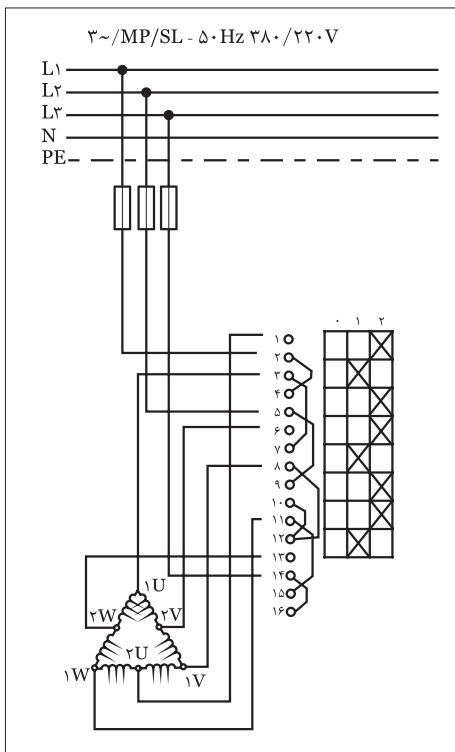
شکل ۱۸۴ چگونگی اتصال کلاف‌های موتور دالاندر در شرایط دور کند که تحت عنوان "اتصال مثلث سری" معروف است را نشان می‌دهد. نحوه اتصال کلاف‌های موتور دالاندر در شرایط دور تند که بنام "اتصال ستاره موازی" یا "ستاره دوپل" معروف است را در شکل ۱۸۵ مشاهده می‌نمائید.



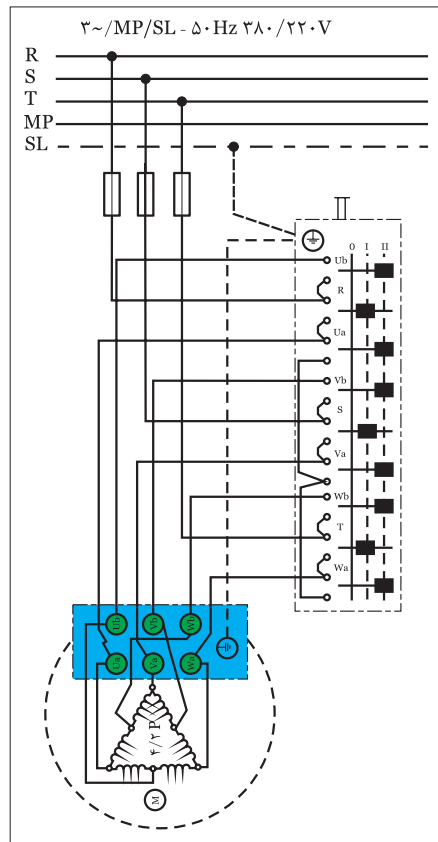
شکل ۱۸۴



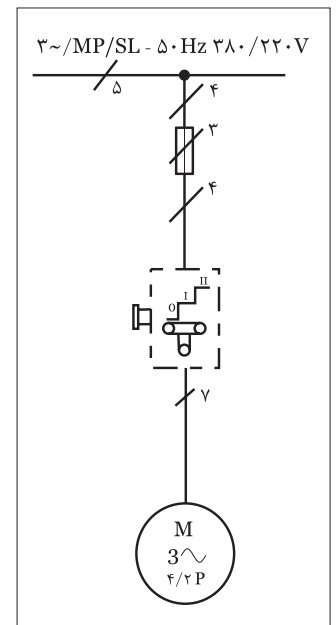
شکل ۱۸۵



الف) شمای حقیقی مدار دالاندر در استاندارد IEC



ب) شمای فنی مدار دالاندر در استاندارد VDE



ج) شمای حقیقی مدار دالاندر در استاندارد VDE

شکل ۱۸۶



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

کار عملی (۱۰)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون دو سرعته دالاندر

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.



مراحل اجرای کار

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.

سه فاز L1، L2، L3 را به داخل کلید وصل و ضمناً پیچ‌های 1U، 1V، 1W و 2U، 2V، 2W تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ۱ و سپس در حالت ۲ قرار داده و وضعیت کارکرد موتور را مشاهده کنید.

کلید را در حالت 0 قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت 0) کنید.

مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول (۲۰) بنویسید.



شکل ۱۸۷



شکل ۱۸۸

جدول ۲۰

مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸

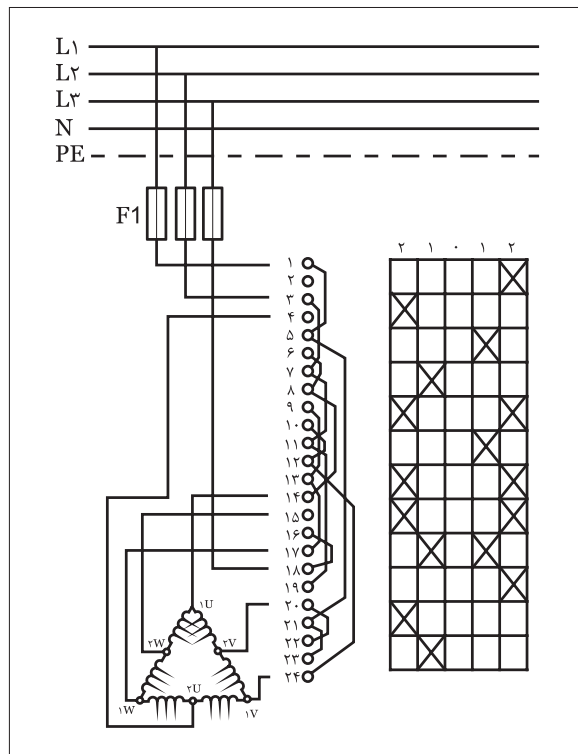
کلید زبانه‌ای دالاندر چپ‌گرد - راست‌گرد

در مباحث گذشته با اصول کار و همچنین نحوه عملکرد دالاندر و همچنین کلید چپ‌گرد - راست‌گرد به صورت مستقل آشنا شده‌اید.

در گذشته برای اینکه یک موتور دالاندر به صورت چپ‌گرد یا راست‌گرد نیز کار کند از این دو کلید به صورت مستقل و دنبال هم (به صورت

سری) استفاده می‌شد. اما در حال حاضر که کلیدهای دالاندر چپ‌گرد - راست‌گرد موجود می‌باشد ضرورتی برای وصل مدار به آن صورت نیست.

در شکل ۱۸۹ نقشه کلید دالاندر چپ‌گرد - راست‌گرد را مشاهده می‌کنید. همانگونه که مشاهده می‌کنید این کلید دارای ۵ حالت می‌باشد.



شکل ۱۸۹

دو وضعیت دور کند و دور تند در حالت راست گرد (حالت ۱) و دو وضعیت کند و تند در حالت چپ گرد (حالت ۲) و یک حالت خاموش (حالت ۰) در بین این دو حالت است.

حالت راست گرد (۱)	
دور کند	دور تند
$L_1 \rightarrow 1U$ $L_2 \rightarrow 1V$ $L_3 \rightarrow 1W$	$L_1 \rightarrow 2U$ $L_2 \rightarrow 2V$ $L_3 \rightarrow 2W$
$2U$ $2V$ $2W$	$1U$ $1V$ $1W$
باز هستند	به یکدیگر وصل می شوند.

شکل ۱۹۰

حالت چپ گرد (۲)	
دور کند	دور تند
$L \rightarrow 1U$ $L \rightarrow 1V$ $L \rightarrow 1W$	$L \rightarrow 2U$ $L \rightarrow 2V$ $L \rightarrow 2W$
$2U$ $2V$ $2W$	$1U$ $1V$ $1W$
باز هستند	به یکدیگر وصل می شوند.

شکل ۱۹۱





ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

کار عملی (۱۱)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون دو سرعته دالاندر به صورت چپ گرد- راست گرد

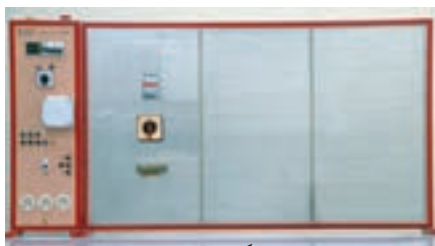
وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

مراحل اجرای کار

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.



شکل ۱۹۲



شکل ۱۹۳

جدول ۲۱

ردیف	نام وسیله یا قطعه	مشخصات
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		

سه فاز L_1 ، L_2 ، L_3 را به داخل کلید وصل و ضمناً پیچ‌های U ، V ، W و U ، V ، W تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ۱ و سپس در حالت ۲ قرار داده و وضعیت کارکرد موتور را مشاهده کنید.

کلید را در حالت ۰ قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت ۰) کنید.

مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول ۲۱ بنویسید.

مشخصه‌های کلیدهای دستی

امروزه در کنار نقشه حقیقی کلیدها یا کاتالوگ‌ها و حتی روی قاب و بدنه آنها از یکسری علائم که نشان دهنده کاربرد و نحوه عملکرد آن می‌باشد استفاده می‌شود. جدول ۲۲ تصویری از چند نمونه کلید به همراه زمینه کاربردی آنها را نشان می‌دهد.

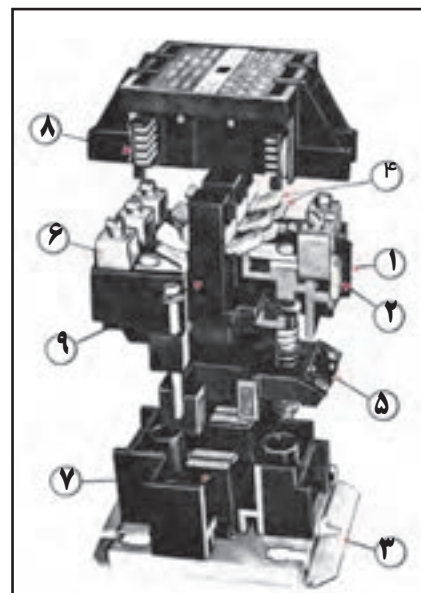
جدول ۲۲

نام کلید	
قطع و وصل ساده (۰-۱)	
معکوس کننده جهت گردش موتور (چپ گرد، راست گرد) (۱-۰-۲)	
ستاره-مثلث (۰ - Δ - \star)	
ستاره - مثلث، چپ گرد، راست گرد (Δ - \star - \circ - \star - Δ)	
چند سرعت (۱-۲ - دو سرعت) و (۳-۲-۱ - سه سرعت)	
راه‌اندازی موتورهای تک فاز	
انتخاب کننده فاز (برای دستگاه‌هایی اندازه‌گیری - مانند کلید ولت‌متر)	

آشنایی با کنتاکتور، شستی استپ و استارت

کنتاکتور

در تقسیم‌بندی کلیدها، کنتاکتور به عنوان یک کلید مرکب معرفی شد چرا که فرمان قطع و وصل آن به کمک انرژی واسطه‌ای به نام الکتروسیسته انجام می‌شود به عبارت دیگر کنتاکتور را می‌توان یک کلید الکترومغناطیسی تعریف کرد. ساختمان داخلی کنتاکتور از یک سیم‌پیچ یا هسته مغناطیسی تشکیل می‌شود. هسته مغناطیسی دو تکه است. روی قسمت ثابت بوبین نصب می‌شود. قسمت دیگر متحرک است و توسط فنرهایی از قسمت ثابت جدا نگه داشته می‌شود. روی بدنه کنتاکتور تعدادی ترمینال و کنتاکت به طور ثابت قرار می‌گیرد. بر روی هسته متحرک نیز تعدادی تیغه نصب می‌شود. این تیغه‌ها می‌توانند کنتاکت‌ها را وصل یا قطع کنند.



شکل ۱۹۴

طرز کار کنتاکتور

وقتی بوبین کنتاکتور تحریک یعنی به ولتاژ نامی وصل شود، هسته آن مغناطیس می‌شود و بخش ثابت هسته، بخش متحرک را به سمت خود جذب می‌کند و کنتاکت‌های متحرک ارتباط الکتریکی بین کنتاکت‌های ثابت دو طرف کنتاکتور را برقرار می‌سازد یا این ارتباط را قطع می‌کند. در این شرایط فنرهایی که در زیر هسته متحرک قرار دارند فشرده شده و آماده می‌مانند تا هنگام قطع تغذیه بوبین قسمت متحرک را به جای اول خود باز می‌گردانند. در نتیجه ارتباط الکتریکی بین کنتاکت‌های ثابت با جابه‌جا شدن کنتاکت‌های متحرک قطع یا مجدداً وصل می‌شود.

شکل ۱۹۴ تصویر یک کنتاکتور را به همراه اجزای تشکیل دهنده آن نشان می‌دهد. در شکل‌های ۱۹۵ و ۱۹۶ مراحل باز کردن یک مدل کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.

در کنتاکتورها دو نوع کنتاکت پیش‌بینی شده است. برخی از آن‌ها در حالت خاموش کنتاکتور، قطع هستند که اصطلاحاً به آن‌ها کنتاکت‌های باز (NO)^۱ یا بسته شونده و یک سری از کنتاکت‌ها نیز در حالت خاموش کنتاکتور وصل هستند که اصطلاحاً به آن‌ها کنتاکت‌های بسته یا باز شونده (NC)^۲ می‌گویند.

در شکل ۱۹۷ قسمت‌های متحرک هسته کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۹۸ اجزای کنتاکتور باز شده را نشان می‌دهد.

مشخصات کنتاکتور

- ۱- حامل کنتاکت‌های ثابت (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد)
- ۲- ترمینال
- ۳- صفحه فلزی انتهایی برای نصب قسمت‌های ثابت روی آن
- ۴- کنتاکت‌های ثابت و متحرک (این کنتاکت‌ها باید در یک خط قرار گرفته و از پوشش اکسید نقره به منظور بالابردن ضریب اطمینان در مقابل کار زیاد، در روی آن‌ها استفاده شود).
- ۵- بوبین کنتاکتور (در این کنتاکتور این بوبین طوری ساخته شده که در مقابل عوامل جوی و نیروهای مکانیکی، مقاوم باشد).
- ۶- ترمینال‌های ورودی و خروجی (این ترمینال‌ها طوری طراحی می‌شوند که به راحتی قابل دسترسی باشند).
- ۷- سیستم هسته آهنی ثابت و متحرک
- ۸- قسمت کنترل جرعه (این قسمت باید دارای مقاومت زیاد در برابر گرمای حاصل از جرعه ایجاد شده در هنگام قطع کنتاکتور باشد).
- ۹- حامل کنتاکت‌های متحرک (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد).

۱ - NO - Normally Open

۲ - NC - Normally Close



شکل ۱۹۵



شکل ۱۹۶



شکل ۱۹۷



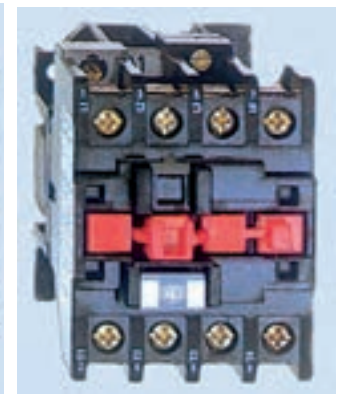
شکل ۱۹۸

شکل های ۱۹۹ و ۲۰۰ تصویر چند نمونه کنتاکتور را نشان می دهد. بوبین کنتاکتورها برای تغذیه با ولتاژ متناوب (AC) و ولتاژ مستقیم (DC) ساخته شده اند. در صورت تغذیه بوبین کنتاکتور با ولتاژ متناوب قسمت متحرک، تحت تأثیر نیروی مغناطیسی ایجاد شده، جذب قسمت ثابت می شود. این نیرو دارای مقداری متغیر است.

زمانی که این نیرو کم تر از نیروی مقاوم فنر باشد قسمت متحرک از قسمت ثابت جدا می شود و با افزایش مقدار نیرو و غلبه بر نیروی مقاوم، فنر به جای اول خود باز می گردد.



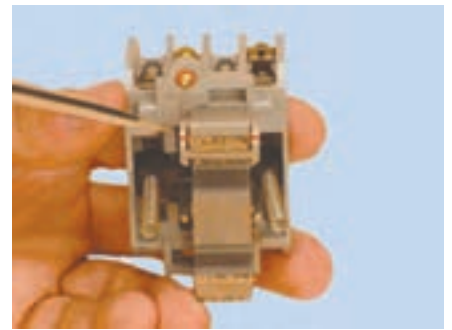
شکل ۱۹۹



شکل ۲۰۰



این رفت و برگشت های متوالی خیلی سریع صورت می گیرد. در نتیجه بین دو قسمت ثابت و متحرک هسته سر و صدا و لرزش ایجاد می کند. برای رفع سر و صدا و لرزش، در کف قطب قسمت ثابت از یک حلقه اتصال کوتاه استفاده می کنند. در اثر القا، در این حلقه ها جریان به وجود می آید. جریان حلقه ها میدان مغناطیسی ایجاد می کنند. این میدان مغناطیسی به کمک میدان اصلی می آید و باعث می شود تا نیروی مغناطیسی همیشه از نیروی مقاوم فنرها بیش تر باشد و به این ترتیب از لرزش هسته جلوگیری می شود.



شکل ۲۰۱

در صورتی که بوبین کنتاکتور برای تغذیه با ولتاژ مستقیم (DC) طراحی شده باشد، نیروی مغناطیسی ایجاد شده در هسته دارای مقدار ثابت است و نیازی به تعبیه حلقه اتصال کوتاه در کف قطب هسته نیست ولی پس از وصل باید یک مقاومت با بوبین سری شود تا از سوختن آن جلوگیری کند.



شکل ۲۰۲

در شکل های ۲۰۱ و ۲۰۲ چگونگی قرار گرفتن حلقه های اتصال کوتاه روی هسته ثابت و متحرک کنتاکتور مشاهده می کنید. شکل های ۲۰۳ و ۲۰۴ نحوه خارج کردن حلقه اتصال کوتاه از هسته را نشان می دهد.

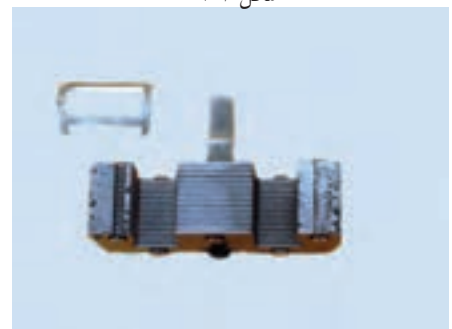


شکل ۲۰۳

مزایای استفاده از کنتاکتورها نسبت به کلیدها

- قابلیت تعداد دفعات قطع و وصل زیاد (عمر مکانیکی زیاد)
- امکان صدور فرمان از چند محل
- داشتن قابلیت طراحی مدارهای فرمان اتوماتیک
- بالا بودن سرعت قطع و وصل
- جلوگیری از راه اندازی ناخواسته دستگاه ها پس از قطع برق
- امکان کنترل از راه دور
- تفکیک مدار فرمان از مدار جریان رسان به مصرف کننده (مدار قدرت)
- داشتن درجه ایمنی بیش تر

شکل ۲۰۵ سه مدل مختلف کنتاکتور را نشان می دهد.

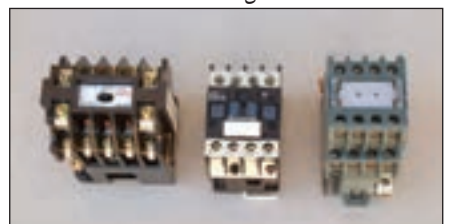


شکل ۲۰۴

پلاک مشخصات کنتاکتور: بر روی بدنه کنتاکتورها یک سری مشخصات به صورت برجسته یا به صورت کلیشه نوشته می شود. نمونه هایی از این ها در شکل های ۲۰۶، ۲۰۷ و ۲۰۸ نشان داده شده است.

این مشخصات عبارتند از:

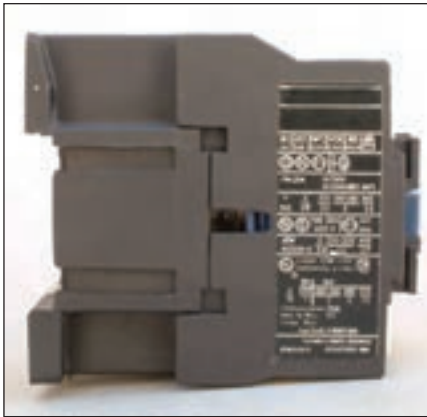
ولتاژ عایقی نامی (U_i): میزان استحکام عایقی تضمین شده توسط شرکت سازنده برای قسمت های تحت ولتاژ است.



شکل ۲۰۵



شکل ۲۰۶



شکل ۲۰۷



شکل ۲۰۸



شکل ۲۰۹



شکل ۲۱۰

ولتاژ کار نامی (U_e): ماکزیمم ولتاژ قابل تحمل بین کنتاکت های ثابت و متحرک هنگام قطع و وصل را گویند.

ولتاژ نامی بوبین (U_c): ولتاژی که بوبین با آن کار می کند یا به عبارتی ولتاژ تغذیه بوبین کنتاکتور را گویند.

جریان نامی (I_e): جریانی که مجاز است از کنتاکت های قدرت کنتاکتور عبور کند.

جریان مجاز (I_{th2}): جریان مجازی که کنتاکتور می تواند تحمل کند به طوری که در زمان نامحدود و بدون قطع و وصل کار کند.

جریان مجاز (I_{th1}): جریان مجاز عبوری از کنتاکتور به ازای یک بار قطع و وصل در هفته را گویند.

جریان مجاز (I_{th}): جریان مجاز عبوری از کنتاکتور برای یک بار قطع و وصل در یک شیفت کاری است.

طول عمر: در کلیدها طول عمر مکانیکی بر مبنای تعداد دفعات قطع و وصل آن ها بیان می شود. به همین منظور از یک حرف و یک عدد به عنوان ضریب استفاده می شود. جدول ۲۳ حروف اختصاری و مفهوم هریک را نشان می دهد. مثلاً $D3$ به معنی طول عمری برابر ۳ مرتبه قطع و وصل است.

جدول ۲۳

حرف اختصاری	A	B	C	D	E	F
ضریب	۱.۰۳	۱.۰۴	۱.۰۵	۱.۰۶	۱.۰۷	۱.۰۸

طبقه بندی کاربرد کنتاکتورها: در انتخاب یک کنتاکتور علاوه بر جریان نامی، جریان راه اندازی، نوع جریان و نوع مصرف کننده به استحکام پلاتین ها نیز می بایست توجه داشت. شکل های ۲۰۹ و ۲۱۰ تصاویر نمونه های مختلفی از پلاتین کنتاکتورها با جریان های قابل تحمل مختلف نشان می دهد.



جدول ۲۴ طبقه بندی کاربردی کنتاکتور با توجه به نوع جریان آن‌ها را نشان

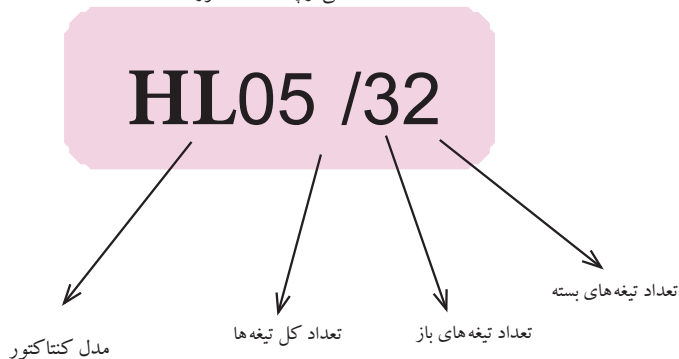
می دهد.

جدول ۲۴

نوع جریان	علامت طبقه بندی	مثال برای مورد استفاده
جریان متناوب	AC1	بار غیراندوکتیو - بار با اندوکتیویته ضعیف - گرم کن برقی
	AC2	راه اندازی موتور آسنکرون روتور سیم پیچی
	AC2'	بدون ترمز جریان مخالف با ترمز جریان مخالف
	AC3	راه اندازی موتور آسنکرون روتور
	AC4	قطع موتور در هنگام کار برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم - ترمز با جریان مخالف - تغییر جهت موتور در حال کار
	AC11	کنتاکتور کمکی کوپل مغناطیسی
جریان مستقیم	DC1	بار غیراندوکتیو - بار با اندوکتیویته ضعیف - گرم کن برقی
	DC2	راه اندازی موتور شنت قطع موتور در هنگام کار
	DC3	برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم - ترمز با جریان مخالف - تغییر جهت موتور در حال کار
	DC4	قطع موتور در هنگام کار
	DC5	راه اندازی موتور سری برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم - ترمز با جریان مخالف - تغییر جهت موتور در حال کار
	DC11	کنتاکتور کمکی کوپل مغناطیسی

تعداد تیغه های کنتاکتور: تعداد تیغه ها معمولاً به کمک دو عدد که به واسطه یک علامت (/) از هم جدا شده اند بیان می شوند. عدد سمت چپ، تعداد کل تیغه های کنتاکتور و عدد سمت راست که اغلب دورقمی است تعداد تیغه های بسته و باز کنتاکتور را به این صورت نشان می دهند. عدد دهگان نشان دهنده تعداد تیغه های باز و عدد یکان نشان دهنده تعداد تیغه های بسته است (شکل ۲۱۱).

قسمتی از پلاک کنتاکتور

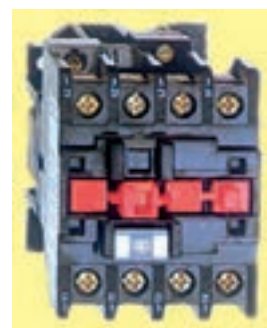


شکل ۲۱۱

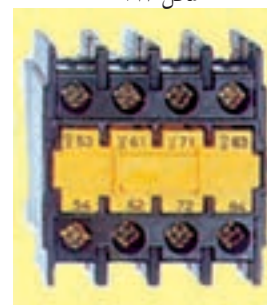
توضیح:



برخی مواقع تعداد کنتاکت‌های باز و بسته موجود روی کنتاکتور مورد نظر برای اتصال مدار به اندازه کافی نیست در این صورت می‌توان با نصب تیغه‌های کمکی که بر روی کنتاکتور قرار می‌گیرند تعداد تیغه‌های باز و بسته را افزایش داد. شکل‌های ۲۱۴ و ۲۱۵ کنتاکتورهای مخصوصی که روی آن‌ها اهرم‌های قفل شدن وجود دارد و مجموعه تیغه‌های کمکی را نشان می‌دهد.



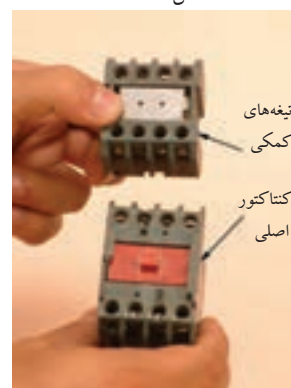
شکل ۲۱۴



شکل ۲۱۵

شکل ۲۱۶ نحوه قرار دادن تیغه‌های کمکی (کنتاکتور کمکی) بر روی کنتاکتور اصلی را نشان می‌دهد.

برای جلوگیری از استهلاک و خرابی پیچ‌های کنتاکتورها از فیش‌های ثابتی که قابلیت نصب در زیر پیچ‌های کنتاکتور را دارند می‌توان استفاده کرد. (شکل ۲۱۷). برای انتخاب کنتاکتور مناسب جهت راه‌اندازی موتور سه‌فاز روتور قفس می‌بایست علاوه بر جدول ۲۴ به موارد دیگری مانند ولتاژ، فرکانس کار و قدرت موتور توجه شود. جدول ۲۶ یک نمونه جدول انتخاب کنتاکتور را نشان می‌دهد. در این جدول به ازای توان‌های مختلف در شبکه سه‌فاز کنتاکتورهای گوناگونی توصیه شده است. نوع آن‌ها را با توجه به راهنمای سمت چپ جدول می‌توان تشخیص داد.



شکل ۲۱۶

جدول ۲۶- انتخاب کنتاکتور برای موتورهای روتور قفسی

کیلو وات		اسب		۵۰-۶۰ سیکل			جریان سه فاز	
حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	۲۰۰ولت	۳۸۰ولت	۴۴۰ولت	۵۰۰ولت	۶۰۰ولت
۰/۱	۲/۲	۰/۱۳	۳					
۲/۳	۳	۳/۱	۴					
۳/۱	۴	۴/۱	۵/۵					
۴/۱	۵/۵	۵/۶	۷/۵					
۵/۶	۷/۵	۷/۶	۱۰					
۷/۶	۹	۱۰/۱	۱۲/۵					
۹/۱	۱۰	۱۲/۶	۱۳/۵					
۱۰/۱	۱۱	۱۳/۶	۱۵					
۱۱/۱	۱۵	۱۵/۱	۲۰					
۱۵/۱	۱۸/۵	۲۰/۱	۲۵					
۱۸/۶	۲۲	۲۵/۱	۳۰					
۲۲/۶	۲۵	۳۰/۱	۳۵					
۲۵/۱	۳۰	۳۵/۱	۴۰					
۳۰/۱	۳۳	۴۰/۱	۴۵					
۳۳/۱	۳۷	۴۵/۱	۵۰					



شکل ۲۱۷

شماره فنی کنتاکتور

LCI D09	
LCI D12	
LCI D16	
LCI D25	
LCI D40	
LCI D63	

قابل قطع در حالت کار عادی (3 AC)
۲۵۰۰۰۰ مرتبه قطع و وصل
با تأیید

IEC 158 UTE-NF C63110 VDE 0660

شستی استپ و استارت

در مدارهای صنعتی برای فرستادن فرمان قطع و وصل به کنتاکتورها، از شستی استفاده می شود. شستی ها کلیدهای لحظه ای هستند. با فشار بر آن ها کنتاکت هایی وصل یا قطع می شوند.



شکل ۲۱۸

شستی استارت (Start) برای وصل یعنی در مدار قرار گرفتن کنتاکتور و شستی استپ (Stop) برای قطع (از مدار خارج کردن) کنتاکتور به کار می رود.



شکل ۲۱۸ تصویری از چند نمونه شستی استپ و استارت را نشان می دهد.

شکل ۲۱۹ نمونه هایی از شستی های فقط استپ، فقط استارت و دابل را نشان

می دهد. اصطلاحاً در بازار این نوع شستی ها به "نوع قارچی" معروف هستند.

شستی های استپ و استارت را به ترتیب با حروف «OFF» و «ON» یا «O» و «» نیز

نشان می دهند. برخی موارد این شستی ها در مجموعه هایی بسته بندی شده و به صورت یک قاب وجود دارند. در شکل ۲۲۰ نمونه هایی از این شستی ها را نشان می دهد.

در برخی موارد بر روی شستی ها از اصطلاحات یا علائم خاصی همچون UP

(بالا)، Down (پایین)، FORWARD (جلو) و REVERS (عقب) استفاده می شود

(شکل ۲۲۱).



شکل ۲۱۹

همچنین در یک سری از شستی ها از علائم (فلش هایی) به صورت ↗ ↘

↕ ↔ ← → برای نشان دادن وضعیت و چگونگی حرکت موتور و جهت های

مختلف استفاده می شود.

شستی های استپ و استارت دو خانه یا بیش تر و حتی به صورت غیر ساکن

(آویز) نیز وجود دارند که بیشتر در کارخانجات و برای موارد متحرک همچون

جرثقیل های سقفی کاربرد دارند. شکل ۲۲۱ نمونه هایی از این شستی ها را نشان

می دهد.



شکل ۲۲۰



شکل ۲۲۱

در کنار حروف و یا اعدادی که برای بیان شرایط کاری شستی‌ها به کار می‌روند از شستی‌های رنگی مختلف برای نشان دادن وضعیت کاری نیز استفاده می‌شود. شکل ۲۲۲ یک نمونه از جدول کاتالوگ شستی‌ها را نشان می‌دهد. در صورت افزایش تعداد شستی‌های لازم در مدار، می‌توان مطابق شکل ۲۲۳ از قاب‌هایی با تعداد خانه‌های بیشتر نیز استفاده کرد.

نوع شستی	رنگ شستی
یک شستی	سبز
	قرمز
	قرمز
دو شستی	سبز
	قرمز

شکل ۲۲۲



شکل ۲۲۳



شکل ۲۲۴

در جدول مربوط به کاتالوگ شستی‌ها و یا روی بدنه آن‌ها برای بیان تعداد و نوع تیغه‌های موجود در شستی از حروف اختصاری به همراه یک عدد استفاده می‌شود که مفهوم آن چنین است.

۱NC - یک تیغه بسته

۱NO - یک تیغه باز

۱NC+۱NO - یک تیغه باز و یک تیغه بسته

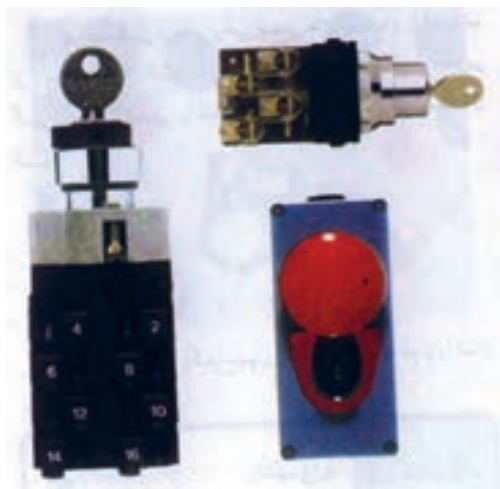
شکل ۲۲۵ ضمن نمایش شستی‌های مختلف این مطلب را بیان می‌کند.

نوع	رنگ	کد، نوع و تعداد تیغه‌ها
	●	CA-P1 (INO)
	●	CA-P2 (INC)
	●	CA-P11 (INO+INC)
	●	CA-PF1 (INO)
	●	CA-PF2 (INC)
	●	CA-PF11 (INO+INC)
	●	CA-PM1 (INO)
	●	CA-PM2 (INC)
	●	CA-PM11 (INO+INC)
	●	CA-PL1 (INO)
	●	CA-PL2 (INC)
	●	CA-PL11 (INO+INC)
	●	CA-PLM1 (INO)
	●	CA-PLM11 (INO+INC)

شکل ۲۲۵

کلید سوئیچ

کلیدهای قفل شونده (کلید سوئیچ‌ها) از نظر ساختمان داخلی، شبیه شستی‌ها هستند با این تفاوت که آن‌ها را می‌توان توسط یک سوئیچ قفل کرد. برای وصل مجدد نیاز به قرار دادن سوئیچ و باز کردن قفل است. از این کلیدها زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم درجه حفاظت را افزایش دهیم. در شکل ۲۲۶ نمونه‌هایی از این نوع کلیدها را از نمای روبه‌رو و کنار نشان داده شده است.









شکل ۲۲۶

لامپ سیگنال

لامپ سیگنال یا لامپ خیر در مدارهای فرمان برای نشان دادن وضعیت‌های کاری و یا خاموش بودن مصرف‌کننده‌های برق دار و یا بدون برق بودن تابلوها و نیز دیده شدن شستی‌ها استفاده می‌شود. این لامپ‌ها در توان‌های کم ۱ تا ۵ وات و در رنگ‌های مختلف (سبز، قرمز، نارنجی و ...) و معمولاً از نوع گازی ساخته می‌شوند. گاز این لامپ‌ها اغلب نئون است. ولتاژ کار برخی از لامپ‌های سیگنال، کم می‌باشد. در چنین مواردی در پشت آن‌ها از یک ترانسفورماتور کاهنده کوچک استفاده شده است.

شکل ۲۲۷ نمونه‌های مختلفی از لامپ‌های سیگنال را نشان می‌دهد.

مدل و شکل ظاهری	مشخصات و کاربرد	رنگ
	Direct Supply included Bulb Lamp Holder E-10 Neon blub 110v- 440 V	
	Direct Supply included Bulb Lamp Holder BA-9S Neon blub 110v- 440 V	
	Trasformers Type Bulb ۶ V E- 100. 15 W	

شکل ۲۲۷



در ساختمان داخلی برخی شستی‌های استپ و یا استارت از لامپ سیگنال استفاده شده است. شکل ۲۲۸ تصویر گسترده یک شستی را نشان می‌دهد که دارای لامپ سیگنال است.



شکل ۲۲۸

شکل ۲۲۹ یک استپ و استارت با لامپ نئون را نشان می‌دهد. در شستی‌های لامپ دار از لامپ‌های نئون ۲۲۰ ولتی و یا ولتاژ پایین، به ندرت استفاده می‌شود. معمولاً از لامپ‌های ۱۳۰ ولتی با یک مقاومت سری با آن، یا یک لامپ ۶ ولت که در داخل آن ترانسفورماتوری قرار گرفته استفاده می‌شود. قدرت لامپ‌های ۶ ولتی، ۲ وات و قدرت لامپ‌های ۱۳۰ ولتی، حدود ۳ تا ۵ وات است.

شکل‌های ۲۳۰، ۲۳۱ و ۲۳۲ مدارهای داخلی این گونه شستی‌ها را نشان می‌دهد. در شستی‌هایی که فاقد لامپ سیگنال هستند برای بیان مفهوم یا علامتی خاص، از نشانه‌های پلاستیکی مطابق شکل ۲۳۳ استفاده می‌شود.

چگونگی قرار گرفتن و تعیین رنگ تجهیزات کنترل و نمایش دهنده‌ها

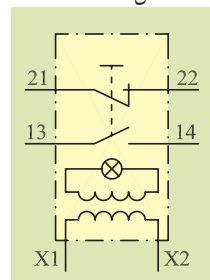
تجهیزات کنترل کننده (شستی‌ها) و نمایش دهنده‌ها (لامپ‌های سیگنال) در قالب یکی از شرایط نشان داده شده در شکل ۲۳۴ در مدارها به کار می‌روند.

علائم اختصاری	مت
● شستی ⊗ چراغ ⊙ شستی با لامپ	
۱ ۰	باز بسته
	وضعیت قرار گرفتن شستی‌ها در کنارهم
	پهلوی پهلوی
	معموس دیگری

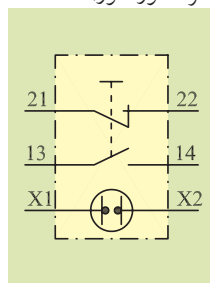
شکل ۲۳۴



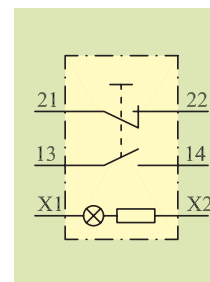
شکل ۲۲۹



شکل ۲۳۰- لامپ‌های ۶ ولتی (با ترانسفورماتور)



شکل ۲۳۱- لامپ‌های نئون ولتاژ پایین و یا ۲۲۰ ولتی



شکل ۲۳۲- لامپ‌های ۱۳۰ ولتی



شکل ۲۳۳

برای تعیین رنگ شستی های فشاری، خبردهنده های لامپی و شستی های لامپ دار به جدول ۲۷ توجه کنید.

جدول ۲۷

رنگ شستی های فشاری		
رنگ		فرمان
سبز		استارت، روشن
قرمز		شستی کوچک: ایست، خاموش شستی بزرگ: خاموش - اضطراری
زرد		شروع به برگشت خارج از جریان معمولی کار یا شروع برای رفع شرایط خطرناک
سفید، آبی و سیاه		هر عملی که هیچ کدام از رنگ های بالا برای آن صادق نیست.
رنگ خبردهنده های لامپی برای نمایش وضعیت کاری		
رنگ		وضعیت کاری
سبز		ماشین آماده شروع به استارت
سفید		بدون معنی خاص، مثلاً ماشین در حال کار
قرمز		وضعیت غیرعادی، خطر، اعلام خطر
زرد		توجه یا احتیاط
آبی		همه کارهایی که هیچ کدام از رنگ های بالا برای آن صادق نیست
رنگ های شستی های لامپ دار		
رنگ	معنی شستی های لامپ دار	کار شستن
سبز	آزاد بودن استارت به کار با روشن شدن شستی	استارت ماشین
سفید	ماشین در حال کار	شروع به کار واحدی از ماشین
قرمز	از شستی های لامپ دار قرمز صرف نظر شود به جای آن از شستی های قرمز فشاری معمولی استفاده شود.	ایست (خاموش - اضطراری نیست)
زرد	توجه یا احتیاط	استارت حرکتی برای رفع شرایط خطرناک
آبی		هر مفهومی که از رنگ های مذکور در بالا استنباط نشود.



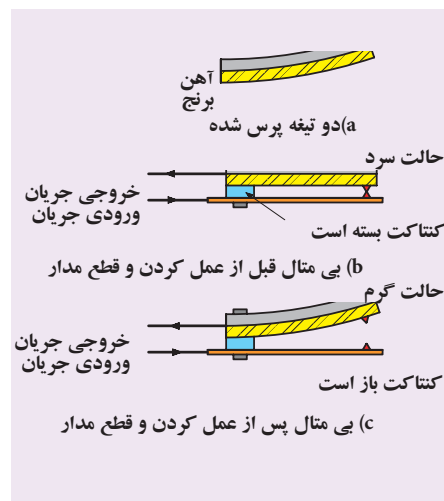
آشنایی با رله‌های حرارتی و مغناطیسی رله حرارتی

برای حفاظت موتورهای الکتریکی در مقابل اضافه بار (بار زیاد) از رله‌های حرارتی استفاده می‌شود. در شکل ۲۳۵ چند نمونه از این نوع رله‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۳۵

اساس کار این رله‌ها بر پایه اختلاف ضریب انبساط طولی دو فلز به کار رفته در آن است. همان‌طور که در شکل ۲۳۶ مشاهده می‌شود در ساختمان داخلی آن‌ها از دو فلز آهن و برنج که بر روی هم پرس شده و به صورت یکپارچه دیده می‌شوند استفاده شده 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 می‌شوند. در نتیجه مسیر عبور جریان کنتاکت‌ها باز و مدار قطع می‌شود.

در رله‌های حرارتی، سه تیغه بی‌متال 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 جابه‌جا شدن اهرم، یک میکروسوییچ^۱ که دارای کنتاکت تبدیل باز و بسته است تغییر وضعیت می‌دهد و مدار فرمان را قطع می‌کند.

تیغه‌های مدار قدرت با شماره‌های یک رقمی از ۱ تا ۶ و ترمینال تیغه‌های فرمان که به صورت دابل (بسته و باز) می‌باشند را با شماره‌های ۹۵ تا ۹۸ مشخص می‌کنند.



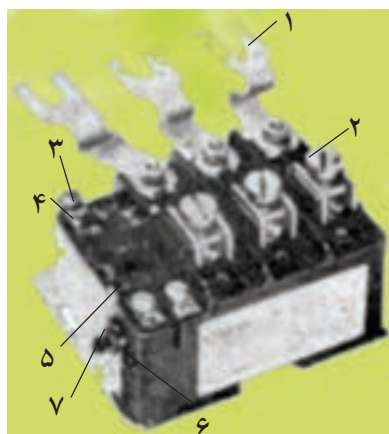
شکل ۲۳۷

ترمینال‌های مدار قدرت و فرمان بی‌متال را در شکل ۲۳۷ مشاهده می‌کنید. شکل ۲۳۸ اجزای داخلی یک رله حرارتی (بی‌متال) را نشان می‌دهد.



شکل ۲۳۸

۱ - در قسمت ۳۲-۱ در باره آن بحث می‌شود.



شکل ۲۳۹- اجزای ظاهری بی متال

- ۱- اتصالی به کنتاکتور
- ۲- اتصالی به موتور
- ۳- ترمینال مشترک مدار فرمان
- ۴- پیچ تنظیم جریان
- ۵- ترمینال باز و بسته مدار فرمان
- ۶- پیچ تغییر وضعیت
- ۷- دکمه اتصال مجدد

شکل ۲۳۹ اجزای خارجی و محل های اتصال آن به مدار را نشان می دهد. در شکل ۲۴۰ علامت اختصاری بی متال در استانداردهای قدیم و جدید نشان داده شده است.

بر روی بدنه بی متال ها، مشخصات الکتریکی و شماره ترمینال های ورودی و خروجی مدار فرمان و قدرت نوشته می شود. به کمک آن ها می توان به محدوده جریان نوع مصرف کننده و شماره ترمینال ها پی برد و آن ها را شناسایی کرده در شکل های ۲۴۱ و ۲۴۲ تصویر مشخصات دو نمونه از بی متال ها مشاهده می شود. ورودی بی متال به صورت میله هایی است که در زیر پیچ های کنتاکتور قرار می گیرند. خروجی آن نیز به صورت ترمینال هایی است که به وسیله سیم از آن انشعاب می گیریم.

شکل ۲۴۳- الف و ۲۴۳- ب نحوه قرار دادن بی متال در زیر پیچ های کنتاکتور را نشان می دهد.



شکل ۲۴۱



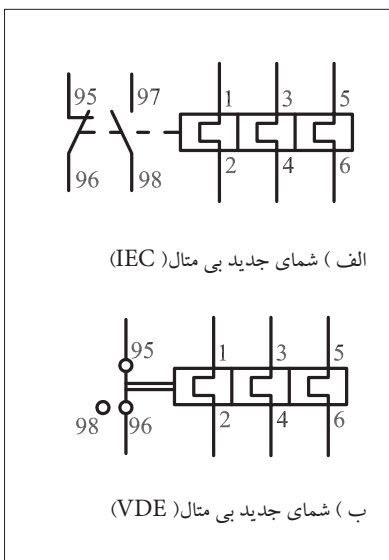
شکل ۲۴۲



شکل ۲۴۳- الف



شکل ۲۴۳- ب



الف (شمای جدید بی متال (IEC)

ب (شمای جدید بی متال (VDE)

شکل ۲۴۰

شکل ۲۴۴ چگونگی اتصال رله حرارتی در مدارهای سه فاز و تک فاز را نشان می دهد.

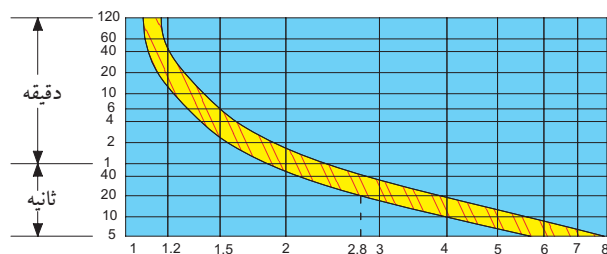
از قسمت فرمان رله حرارتی و با کمک گرفتن از لامپ سیگنال و یا وسایل خبردهنده دیگر همچون بوق یا آژیر برای نشان دادن وضعیت قطع رله در برابر جریان اضافی (اضافه بار) استفاده می شود. شکل ۲۴۵ طراحی و طرز کار این رله ها به گونه ای است که پس از عمل کردن بلافاصله به حالت اول بر نمی گردند و در همان شرایط قطع باقی می ماند تا مدار توسط فرد متخصص رفع عیب شود.



پس از برطرف شدن اشکال پیش آمده، برای وصل مجدد رله می بایست شستی مخصوص Reset (راه اندازی مجدد) را که معمولاً به رنگ آبی، قرمز یا سفید است فشار داد تا به حالت طبیعی (وصل) بازگردد (شکل ۲۴۶).

مشخصات الکتریکی رله حرارتی

رله حرارتی دارای ولتاژ و جریان نامی برای اتصال به مدارهای الکتریکی است. برای تنظیم مقدار جریان قابل تحمل برای رله ها علاوه بر جریان نامی مصرف کننده، مدت زمان تحمل رله در مقابل جریان های زیاد نیز مطرح است. هر رله دارای منحنی کار جریان به ازای مدت زمان قابل تحمل خاصی است. در شکل ۲۴۷ یک نمونه آن مشاهده می شود.



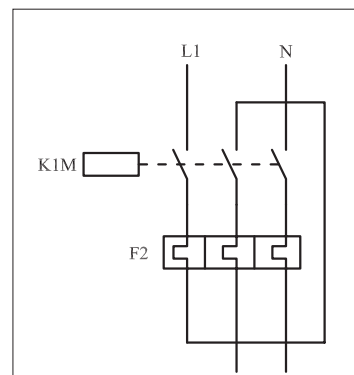
شکل ۲۴۷- مثلاً اگر جریان مصرف کننده ۲۸ برابر جریان نامی شد پس از گذشت ۲۰ ثانیه رله، مدار را قطع می کند.

جدول ۲۸ مدت زمان قطع رله حرارتی را در برابر افزایش بار مصرفی نشان می دهد.

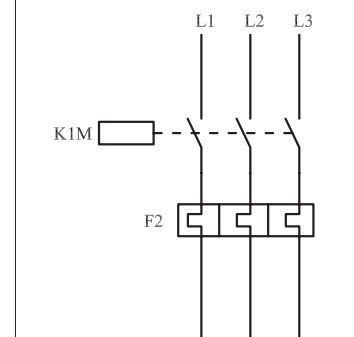
جدول ۲۸

مدت زمان لازم جهت قطع رله حرارتی مناسب	مقدار افزایش جریان بار (I_L) نسبت به جریان تنظیمی رله حرارتی
مدار را قطع نکند	$0 \times I_L$ %
بیشتر از ۲ ساعت	$5 \times I_L$ %
کمتر از ۲ ساعت	$20 \times I_L$ %
کمتر از ۲ دقیقه	$50 \times I_L$ %
کمتر از ۵ ثانیه	$600 \times I_L$ %

در انتخاب رله حرارتی (بی متالی) برای موتورهای روتور قفسی جدول های مختلفی می توان استفاده کرد. در این جا دو نمونه جدول های ۲۹ و ۳۰ نشان داده شده است.

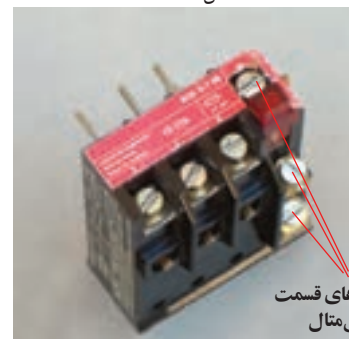


الف) اتصال بی متال در جریان تک فاز زیر کنتاکتور



ب) اتصال بی متال در جریان سه فاز زیر کنتاکتور

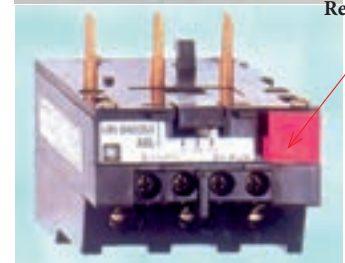
شکل ۲۴۴



شکل ۲۴۵



دکمه Reset









شکل ۲۴۶

جدول ۲۹- انتخاب رله حرارتی (بی متال) برای موتورهای روتور قفسی

کامل کردن شماره فنی رله حرارتی							رله حرارتی		مشخصات		
قدرت موتور		جریان سه فاز ۵۰-۶۰ سیکل					اندازه	اندیکس رله	حدود تنظیم رله حرارتی بر حسب متر		قدرت فیوز بر حسب متر
کیلووات	اسب	۲۲۰ ولت	۳۸۰ ولت	۴۱۵ ولت	۵۰۰ ولت	۶۶۰ ولت			حداکثر	حداقل	
۰/۳۷	۰/۵	307	306	306	305	304	LR1 D09	301	۰/۱	۰/۱۶	۰/۲۵
۰/۵۵	۰/۷۵	308	307	306	306	305	LR1 D09	302	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۵۰
۰/۷۵	۱	308	307	307	307	306	LR1 D09	303	۰/۲۵	۰/۴۰	۱
۱/۱	۱/۵	310	308	307	307	306	LR1 D09	304	۰/۴۰	۰/۶۳	۱
۱/۵	۲	312	308	308	308	307	LR1 D09	305	۰/۶۳	۱	۲
۲/۲	۳	314	310	310	308	308	LR1 D09	306	۱	۱/۶	۲
۳	۴	316	312	312	310	308	LR1 D09	307	۱/۶	۲/۵	۴
۴	۵/۵	321	314	312	312	310	LR1 D09	308	۲/۵	۴	۶
۵/۵	۷/۵	322	319	316	314	312	LR1 D09	310	۴	۶	۸
۷/۵	۱۰	353	321	321	321	314	LR1 D09	312	۵/۵	۸	۱۲
۱۰	۱۳/۵	355	322	321	321	316	LR1 D09	314	۷	۱۰	۱۲
۱۱	۱۵	357	327	322	321	316	LR1 D12	316	۱۰	۱۳	۱۶
۱۵	۲۰	359	353	353	322	321	LR1 D16	321	۱۳	۱۸	۲۰
۱۸/۵	۲۵	361	355	355	353	322	LR1 D25	322	۱۸	۲۵	۲۵
۲۲	۳۰		357	355	355	353	LR1 D40	353	۲۳	۳۲	۴۰
۲۵	۳۵		359	357	357	353	LR1 D40	355	۳۰	۴۰	۴۰
۳۰	۴۰		361	359	357	355	LR1 D63	357	۳۸	۵۰	۶۳
۳۳	۴۵		361	359	357	355	LR1 D63	359	48	۵۷	۶۳
۳۷	۵۰			361	361	357	LR1 D63	361	۵۷	۶۶	۶۳

شماره فنی رله حرارتی

LR1 D09	
LR1 D12	
LR1 D16	
LR1 D25	
LR1 D40	
LR1 D63	

شماره فنی رله حرارتی را با افزودن ۳ شماره اندیکس کامل نماید. برای مثال؛ برای ۵/۵ کیلووات ۳۸۰ ولت LR1 - D316-12 نارنجی رنگ رله های حرارتی مستقیماً روی کنتاکتور نصب می شوند. رله های حرارتی سری LR3 برای مصرف در مدارهای سه فاز نامتعادل به کار می رود. مانند گرمکن های برقی - روشنایی متفرقه برای مصرف در شبکه ۶۶۰ ولت با ما مشورت فرمایید.

جدول ۳۰

ماکزیمم قدرت استاندارد برای محدوده موتورهای سه فازه							جریان تنظیمی		کنتاکتور		وزن بر حسب kg		اندازه جریان و مدل فیوز	
50/60 Hz AC3 duty							A				aM		g ¹ BS88	
220V	380V	415V	440V	500V	660V									
kW	kW	kW	kW	kW	kW									
hp	hp	hp	hp	hp	hp									
*	*	*	*	*	*	0,1-0,16	D09 to D32	LR1-D09301A65	0,25	-	2			
								0,120						
*	*	*	*	*	*	0,16-0,25	D09 to D32	LR1-D09302A65	0,50	-	2			
								0,120						
*	*	*	*	*	*	0,25-0,40	D09 to D32	LR1-D09303A65	1	2	2			
								0,120						
*	*	*	*	*	0,37	0,40-0,63	D09 to D32	LR1-D09304A65	1	2	2			
					0,5			0,120						
*	*	*	*	0,37	0,55	0,63-1	D09 to D32	LR1-D09305A65	2	4	4			
				0,5	0,75			0,120						
*	0,37	*	0,55	0,75	1,1	1-1,6	D09 to D32	LR1-D09306A65	2	4	6			
	0,5		0,75	1	1,5			0,120						
0,37	0,75	1,1	1,1	1,1	1,5	1,8-2,5	D09 to D32	LR1-D09307A65	4	6	10			
0,5	1	1,5	1,5	1,5	2			0,120						
0,75	1,5	1,5	1,5	2,2	3	2,5-4	D09 to D32	LR1-D09308A65	6	10	16			
1	2	2	2	3	4			0,120						
1,1	2,2	2,2	2,2	3	4	4-6	D09 to D32	LR1-D09310A65	8	16	16			
1,5	3	3	3	4	5,5			0,120						
1,5	3	3,7	3,7	4	5,5	5,5-8	D09 to D32	LR1-D09312A65	12	20	20			
2	4	5	5	5,5	7,5			0,120						
2,2	4	4	4	5,5	7,5	7-10	D09 to D32	LR1-D09314A65	12	20	25			
3	5,5	5,5	5,5	7,5	10			0,120						

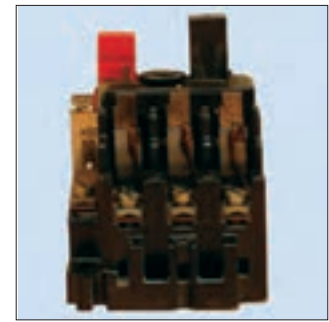
رله مغناطیسی

از جمله وسایلی که مصرف کننده های سه فاز را در مقابل اتصال کوتاه حفاظت می کند «رله مغناطیسی» یا «کلید حفاظتی» است. شکل های ۲۴۸ و ۲۴۹ نماهای مختلفی از این رله ها را نشان می دهند.

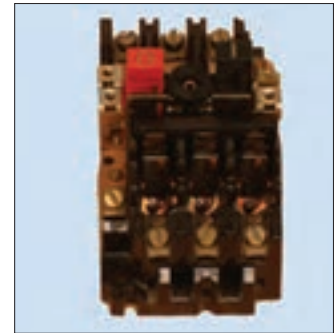
در شکل ۲۵۰ اجزای داخلی یک رله مغناطیسی را مشاهده می کنید. از جمله خصوصیات این کلیدها آن است که به هنگام بروز هر نوع خطا در مسیر هریک از فازها یا همه آنها، مدار تمام فازها هم زمان قطع می شود. کلیدهای مغناطیسی می توانند به رله حرارتی نیز مجهز باشند.

شکل ۲۵۱ تصویر یک رله مغناطیسی که مجهز به رله حرارتی نیز می باشد همراه شمای مداری آن را نشان می دهد. نحوه عملکرد آن به این صورت است که اگر روی یک موتور اضافه بار اتفاق بیافتد جریان بیش تری نسبت به جریان نامی موتور از اجزای حرارتی آن عبور می کند. در نتیجه عناصر بی متالی تغییر فرم می دهند و پس از مدتی مدار را قطع می کنند.

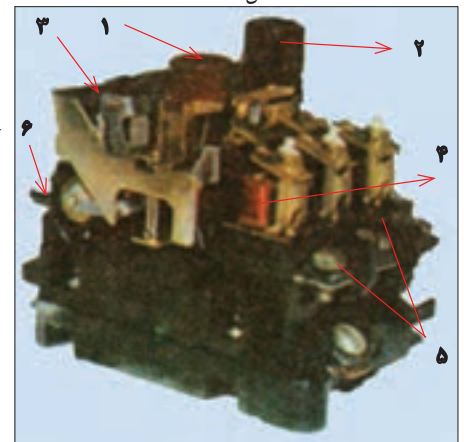
هرگاه اتصال کوتاهی در مدار روی دهد جریان زیادی از بوبین حفاظت کننده عبور می کند و فوران زیادی را در اطراف آن به وجود می آورد و در نتیجه اهم آهنی را به طرف خود جذب می کند و سبب قطع کلید می شود. رله های مغناطیسی در رنج های استاندارد شده ای از میلی آمپر تا کیلو آمپر ساخته می شوند.



شکل ۲۴۸

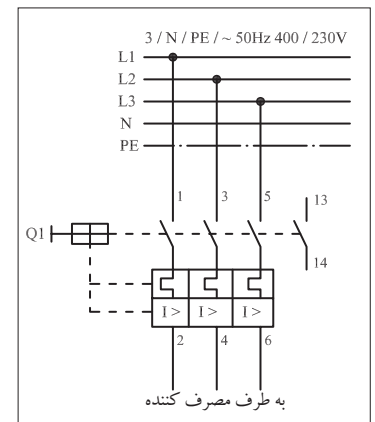
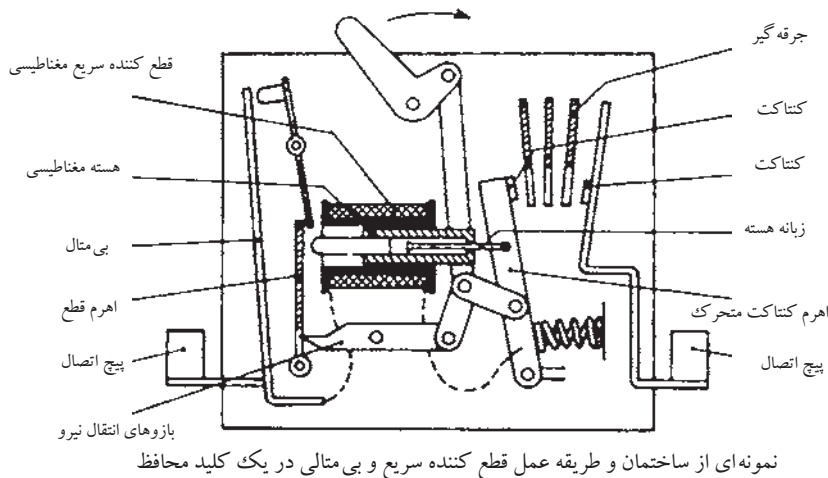


شکل ۲۴۹



شکل ۲۵۰

- ۱- دکمه قطع
- ۲- دکمه وصل
- ۳- قطع کننده حرارتی
- ۴- قطع کننده مغناطیسی
- ۵- کنتاکت های ورودی
- ۶- کنتاکت های خروجی



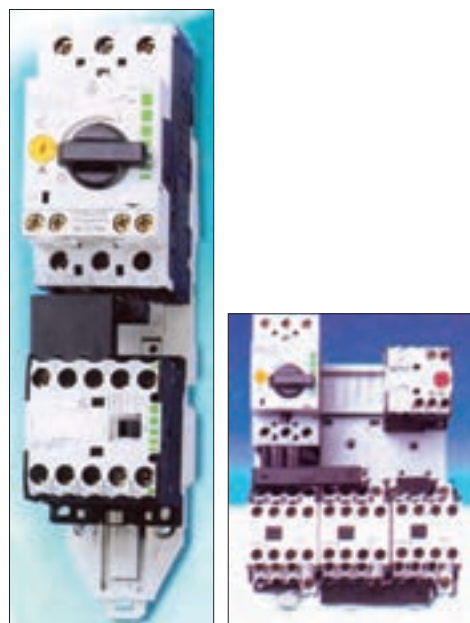
شکل ۲۵۱- شمای فنی کلید حفاظت موتور

شکل ۲۵۲ نمونه‌های مختلفی از این کلیدها با قدرت تحمل جریان اتصال کوتاهی معادل ۱۰۰ KA را نشان می‌دهد.

AC3,400- P[kW] I_e [A]	جریان اتصال کوتاه			
	0.06	0.09	0.12	
	0.21	0.31	0.41	



شکل ۲۵۲



شکل ۲۵۳

در صنعت این نوع رله‌ها به «کلید اتوماتیک» معروفند. از این نوع رله‌ها در مسیر برق ورودی کنتاکتورها به جهت حفاظت کل مدار استفاده می‌شود. شکل ۲۵۳ تصاویری از این رله که در مسیر کنتاکتورها قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد.

به طور کلی استفاده از کلید حفاظت موتور برای موتورهای سه فاز در شرایط کاری دائم کار، خودکار یا آن‌هایی که محل فرمان‌شان دور است یا مستقیماً به برق وصل می‌شوند ضروری است. در این موارد استفاده از فیوزهای معمولی فشنگی توصیه نمی‌شود.

آشنایی با رله‌های زمانی

رله زمانی کلیدی است که پس از دریافت فرمان براساس تنظیمی که روی آن صورت گرفته پس از مدت زمانی عمل می‌کند و کنتاکت‌های داخلی بسته آن، باز و کنتاکت‌های باز، بسته می‌شوند. رله‌های زمانی را تحت عنوان تایمرها نیز می‌شناسند. تایمرها دارای انواع مختلفی هستند. در این جا چند نوع آن بررسی می‌شود.

تایمر موتوری

در این تایمرها از یک موتور سنکرون کوچک استفاده می‌شود که به محض اعمال ولتاژ به آن شروع به گردش می‌کند. این موتور به کمک چرخ دنده‌ها،

صفحه‌ای را می‌چرخاند. روی این صفحه زبانه‌ای قرار گرفته است. با گردش موتور پس از گذشت مدت زمان تنظیم شده، صفحه با کلیدی (میکروسوییچ) برخورد می‌کند و در این حالت فرمان قطع و یا وصل فرستاده می‌شود. وضعیت تایمر تا زمانی که برق آن قطع نشود در همین شرایط باقی می‌ماند. در صورت قطع ولتاژ تغذیه موتور آن، صفحه زبانه‌دار توسط فنری که در زیر آن قرار گرفته به حالت اول خود باز می‌گردد و میکروسوییچ آزاد می‌شود. در شکل ۲۵۴ نمای روبه‌رو، تایمر را مشاهده می‌کنید.

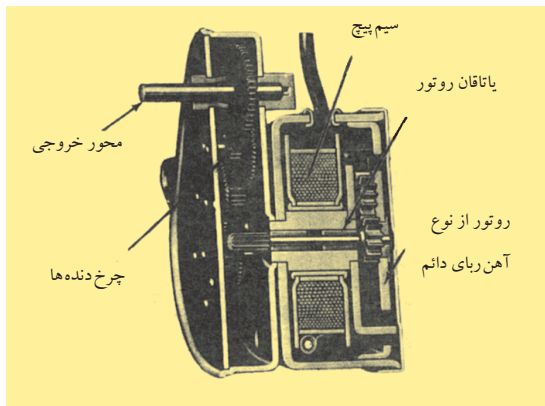


شکل ۲۵۴

شکل ۲۵۵ نمای جانبی این نوع تایمر را به همراه جزئیات نوشته شده روی بدنه آن و شکل ۲۵۶ اجزای داخلی تایمر موتوری را نشان می‌دهد. با چرخاندن ولومی که روی تایمر قرار دارد می‌توان فاصله بین زائده صفحه دوآر تا میکروسوییچ را تغییر داده و زمان رسیدن زائده به میکروسوییچ را به مقدار مورد نظر تنظیم کرد. شکل ۲۵۷ ساختمان داخلی تایمر موتوری را نشان می‌دهد.



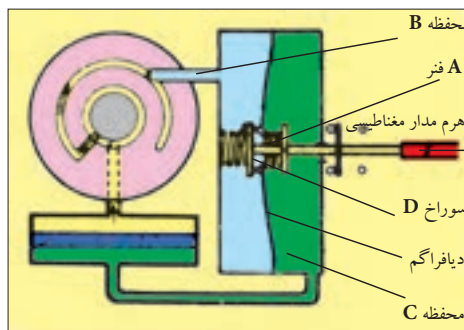
شکل ۲۵۵



شکل ۲۵۷

تایمر بادی

ساختمان داخلی یک نوع از این رله‌ها را در شکل ۲۵۸ مشاهده می‌کنید.



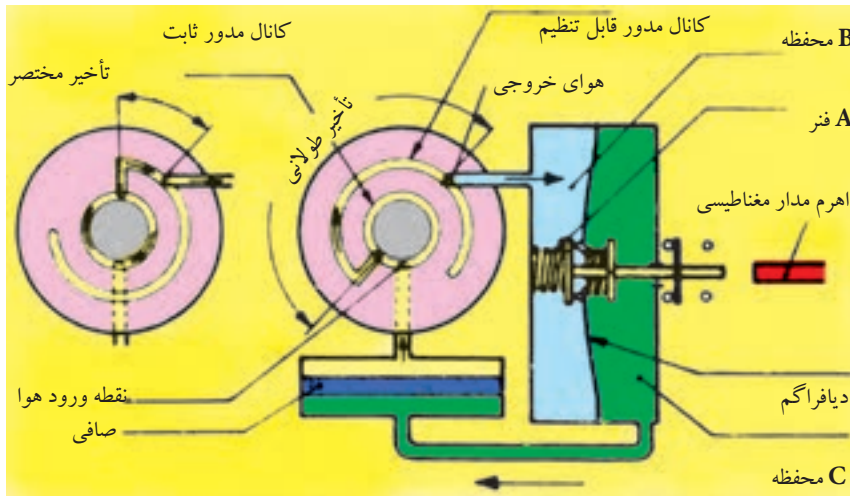
شکل ۲۵۸



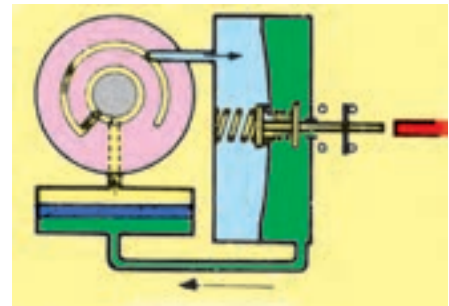
شکل ۲۵۶

قبل از تحریک رله، اهرم، مدار مغناطیسی، فنر A و دیافراگم را فشار می دهد. هوای داخل محفظه B از طریق روزنه D که به طور لحظه ای باز شده به محفظه C رانده می شود.

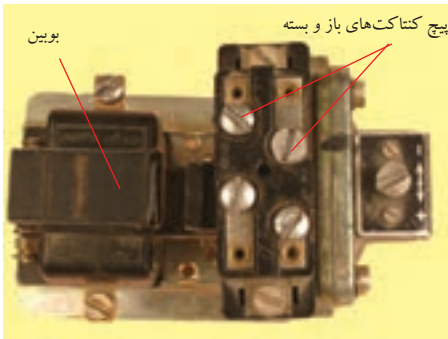
وقتی رله تحریک و اهرم مدار مغناطیسی کشیده شد. شکل ۲۵۹ فنر A دیافراگم را دفع می کند و باعث ایجاد فشار کم در محفظه B می شود. هوای محفظه C از طریق یک صافی فلزی دوباره به محفظه B وارد می شود.



شکل ۲۵۹



شکل ۲۶۰



شکل ۲۶۱



شکل ۲۶۲

نسبت جریان این هوا به وسیله یک کانال با طول متغیر بین دو صفحه، کنترل می شود. مدت زمان تایمر به وضع قرار گرفتن دو دیسک بستگی دارد. این تنظیم، توسط دکمه تنظیم در محل انتخابی قرار می گیرد.

همان طور که در شکل ۲۶۰ مشاهده می شود در پایان زمان تأخیر، کنتاکت عمل می کند.

شکل دیگری از رله های بادی وجود دارد که از یک مخزن هوا، بوبین و دیافراگمی که در مقابل آن قرار گرفته است تشکیل می شود. به محض اتصال برق به بوبین، آن صفحه (دیافراگم) کشیده شده و هوا از طریق یک سوراخ که پیچی روی آن وصل شده است به داخل مخزن مکیده می شود. این کار تا زمانی که مخزن کاملاً پر شده و دیافراگم را به سمت خارج بفرستد ادامه می یابد (شکل ۲۶۱).

در این رله با تغییر پیچ روی مخزن هوا می توان سرعت پر شدن مخزن را کم و زیاد کرد و در فرستادن زمان تایمر، تأخیر یا سرعت به وجود آورد (شکل ۲۶۲).



یک نوع تایمر بادی (پنوماتیکی) وجود دارد که می توان بر روی کنتاکتورها نصب کرد چرا که محور آن ها با محور هسته قفل شده و در صورت جذب هسته تایمر کشیده شده و هوارا به داخل می کشد. با چرخاندن ولوم روی تایمرها می توان سرعت پر شدن مخزن هوای آن ها را تنظیم کرد. شکل ۲۶۳- الف تصویر ظاهری تایمر بادی و شکل ۲۶۳- ب تصویر نصب شده تایمر بادی روی کنتاکتور را نشان می دهد.



الف) تایمر پنوماتیکی



ب) تایمر پنوماتیکی نصب شده روی کنتاکتور
شکل ۲۶۳

تایمر الکترونیکی

این تایمر مشابه دیگر تایمرها دارای یک کنتاکت باز و یک کنتاکت بسته است. ساختمان داخلی آن ها از قطعات الکترونیکی همچون ترانزیستور و آی سی تشکیل می شود. اساس کار و مبنای نگه داشتن زمان در این تایمرها، زمان شارژ خازن ها است.

شکل ۲۶۴ نمای ظاهری و شکل ۲۶۵ نمای اجزای داخلی این تایمرها را نشان می دهد.

با تغییر مقدار مقاومت و یا خازن، می توان مدت زمان شارژ و یا دشارژ خازن را افزایش یا کاهش داد. در تایمرهای الکترونیکی نیز با چرخاندن ولوم تنظیم زمان در واقع مقدار مقاومت اهمی و یا ظرفیت خازن تغییر می کند. وضعیت و شماره تیغه های تایمر الکترونیکی بر روی بدنه آن نوشته می شود. در شکل ۲۶۶ دو نمونه از این نوع را مشاهده می کنید.

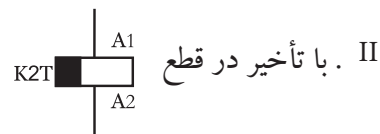
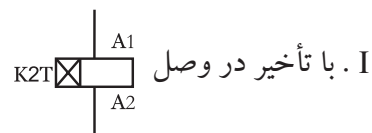


شکل ۲۶۴- نمای ظاهری تایمر

در شکل کلی رله های زمانی (تایمرها) را به دو دسته کلی زیر می توان تقسیم کرد.



شکل ۲۶۵- نمای داخلی تایمر



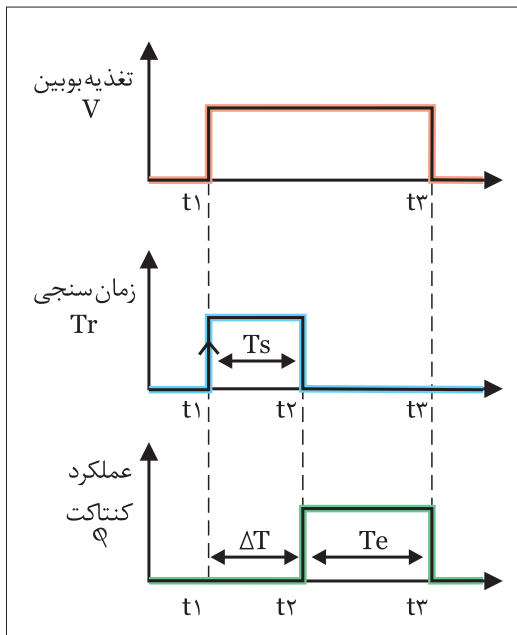
در تمامی تایمرها لحظه شروع زمان سنجی آنها از لحظه وصل جریان به بوبین آغاز می شود.

اصطلاحات تاخیر در وصل و تاخیر در قطع نشان دهنده نحوه عملکرد کنتاکت در آنها می باشد.

• در تایمرهای با تاخیر در وصل با اتصال تغذیه بوبین زمان سنجی آنها آغاز



شکل ۲۶۶



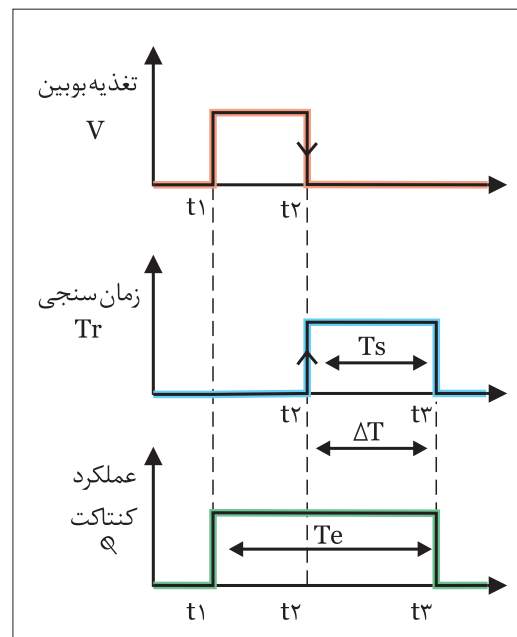
شکل ۲۶۷

می شود و پس از اتمام زمان تنظیمی کنتاکت تایمر عمل کرده و خروجی آن فعال می شود. این وضعیت وصل تا زمانی که برق تایمر وصل باشد باقی خواهد ماند. لذا برای استفاده مجدد از تایمرها لازم است تا برق بوبین تایمر را قطع کنیم چرا که در این صورت کنتاکت به حالت اولیه خود باز می گردد. شکل ۲۶۷ نمودار زمانی نحوه عملکرد این نوع تایمرها را نشان می دهد. همانگونه که در شکل مشخص است یک تاخیر زمانی (ΔT) بین لحظه وصل تغذیه بوبین (t_1) تا در لحظه وصل کنتاکت تایمر (t_2) وجود دارد. لذا به همین دلیل است که به آن تایمر با تاخیر در وصل گویند.

- t_1 - لحظه وصل جریان به بوبین تایمر و لحظه شروع زمان سنجی
- t_2 - لحظه پایان زمان سنجی و لحظه عملکرد کنتاکت (set)
- t_3 - لحظه قطع جریان بوبین تایمر و لحظه عملکرد کنتاکت (reset)
- T_s - مدت زمان تنظیمی تایمر
- T_e - مدت زمان عملکرد تایمر

ΔT - مدت زمان تاخیر در وصل (فاصله بین زمان وصل تغذیه بوبین تا

وصل کنتاکت تایمر)



شکل ۲۶۸

در تایمرهای با تاخیر در قطع با اتصال تغذیه بوبین، کنتاکت تایمر عمل کرده و در همان شرایط باقی می ماند. در این گونه تایمرها زمان سنجی تایمر از لحظه قطع جریان بوبین آغاز می شود. پس از اتمام زمان تنظیمی کنتاکت تایمر عمل کرده و قطع می شود در این حالت تایمر آماده دریافت راه اندازی مجدد است شکل ۲۶۸ نمودار زمانی نحوه عملکرد این نوع تایمرها را نشان می دهد.

همان گونه که در شکل مشخص است یک تاخیر زمانی (ΔT) بین لحظه قطع تغذیه بوبین تایمر (t_2) تا لحظه قطع کنتاکت تایمر (t_3) وجود دارد. لذا به همین دلیل است که به آن تایمر با تاخیر در قطع گویند.

- t_1 - لحظه وصل جریان بوبین تایمر و لحظه عملکرد کنتاکت (set)
- t_2 - لحظه قطع جریان بوبین تایمر و لحظه شروع زمان سنجی
- t_3 - لحظه پایان زمان سنجی و لحظه قطع جریان بوبین کنتاکتور
- T_s - مدت زمان تنظیمی تایمر
- T_e - مدت زمان عملکرد تایمر

ΔT - مدت زمان تاخیر در قطع (فاصله بین قطع تغذیه بوبین تا قطع کنتاکت تایمر)



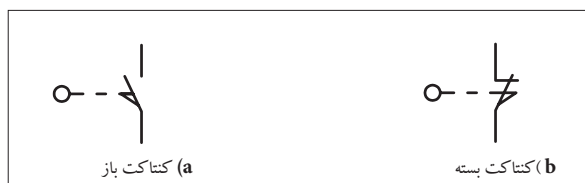
آشنایی با انواع لیمیت سوئیچ ها^۱ و فلوتر سوئیچ ها^۲ لیمیت سوئیچ

لیمیت سوئیچ یک کلید فشاری است که فرمان مکانیکی محرک آن معمولاً عاملی غیر از دست می باشد. بر همین اساس چون از این نوع کلیدها در موارد مختلفی می توان استفاده کرد در ساخت آن ها نیز تنوع زیادی را می توان مشاهده کرد. ساختمان داخلی آن از دو یا چند کنتاکت هم محور باز و بسته تشکیل شده است.

در شکل ۲۶۹ تصاویری از انواع لیمیت سوئیچ ها را مشاهده می کنید. از این کلیدها جهت محدود کردن حرکت دستگاه های متحرک در مسیرهای خطی یا دورانی استفاده می شود. از جمله آن ها می توان مسیر جرثقیل های سقفی، درب آسانسورها و نوارهای نقاله را نام برد.

اصطلاحاً به لیمیت سوئیچ های کوچک «میکروسوئیچ» نیز گفته می شود. شکل ۲۷۰ تصاویری از انواع لیمیت سوئیچ ها در اندازه کوچک تر را نشان می دهد.

علامت اختصاری میکروسوئیچ در استاندارد IEC به صورت شکل ۲۷۱ است.



شکل ۲۷۱

شکل ۲۷۲ نحوه باز کردن یک نوع لیمیت سوئیچ را به همراه پیچ های مربوط به کنتاکت باز و بسته نشان می دهد.

فلوتر سوئیچ

از جمله کلیدهای فشاری که در زمینه کنترل و محدود کردن مایعات در داخل مخازن و یا چاه های آب و فاضلاب به کار می رود «فلوتر سوئیچ ها» هستند. ساختمان داخلی این کلیدها مشابه لیمیت سوئیچ ها از یک کنتاکت باز و یک کنتاکت بسته تشکیل می شود. این سوئیچ کنترل کننده ها به صورت های مکانیکی و الکترونیکی ساخته می شوند.

برای تشخیص بالا و پایین بودن سطح مایع در محل مورد نظر از شناورهای پلاستیکی و یا سنسورهای نوری نوع الکترونیکی استفاده می شود.



شکل ۲۶۹



شکل ۲۷۰



شکل ۲۷۲

۱- Limit Switch

۲- Flowter Switch



شکل ۲۷۳

شکل ۲۷۳ یک مدل آن نشان داده شده است.

در نوع پلاستیکی که فرمان به صورت مکانیکی فرستاده می شود از دو محفظه پلاستیکی به عنوان وزنه هایی روی سطح آب و خارج از مخزن استفاده می شود. مثلاً در شکل ۲۷۴ اگر بخواهیم آب خارج شده از چاه را به طور غیرمستقیم و اتوماتیک تحت کنترل در آوریم از طریق یک نخ، وزنه ای را خارج از مخزن B و وزنه دیگری روی آب داخل مخزن A قرار می گیرند. بدین ترتیب وقتی میزان آب در مخزن کم شود شناور داخل مخزن در سطح پایین تری قرار می گیرد و در نتیجه از طریق تیغه وصل شده، فرمان وصل برای موتور فرستاده می شود و در صورت پر شدن مخزن، شناور داخل مخزن به سمت بالا می آید و موجب می شود تا تیغه فلوتر قطع و موتور خاموش می شود.



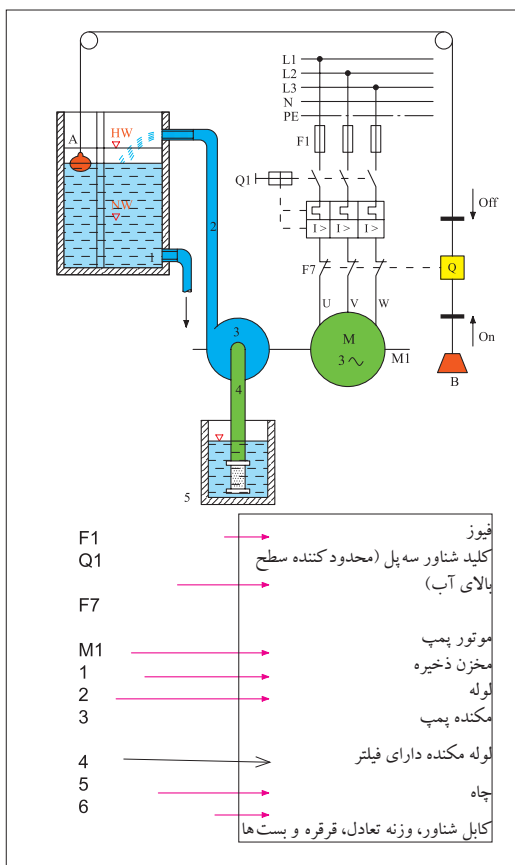
(الف)



(ب)



(ب)
شکل ۲۷۵

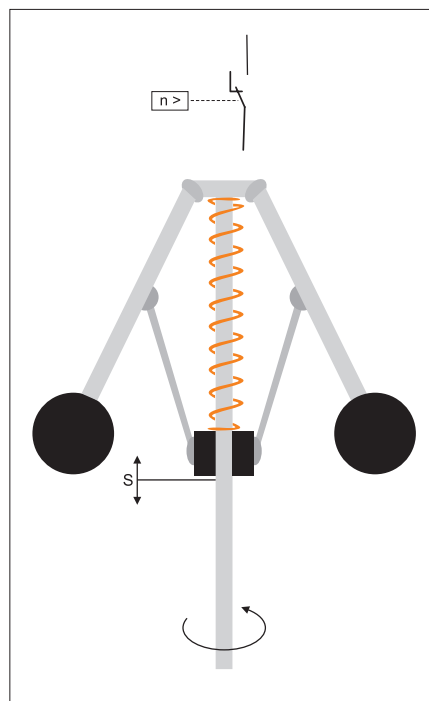


شکل ۲۷۴

شکل های ۲۷۵-الف و ۲۷۵-ب نمونه هایی از فلوتر سوئیچ ها را نشان می دهد. در شکل ۲۷۵-پ نحوه نصب یک نمونه فلوتر سوئیچ را مشاهده می کنید.

کلید های تابع دور

از کلید های تابع دور در موتورهای سه فاز و تک فاز با دو هدف مختلف استفاده می شود. علت به کارگیری کلید تابع دور در موتور های سه فاز اغلب به جهت بالا بردن درجه حفاظت مدار در برابر افزایش سرعت احتمالی دستگاه (مانند میکسرها) و یا ترمزهای جریان مخالف استفاده می شود. یک نوع از این کلیدها که بیشتر در موتورهای سه فاز کاربرد دارد در شکل ۲۷۶ مشاهده می کنید. ساختمان این نوع کلیدها از یک محور، فنر، دو بازو که در انتهای آنها دو وزنه قرار گرفته تشکیل می شود. این بازوها (طوق) که در ابتدا و انتها توسط یک تکیه گاه هایی به فنر متصل هستند و حول محور حرکت می کنند در صورت کم و زیاد شدن سرعت محور موتور به سمت بالا حرکت کرده و وزنه ها از طرفین به محور نزدیک یا دور می شوند. در صورت بالا رفتن سرعت قسمت (S) کلید مدار را قطع و در صورتی در سرعت کم باشد قسمت (S) کلید مدار در حالت وصل نگه می دارد.



شکل ۲۷۶

نوع دیگری از کلیدهای تابع دور که بیشتر در موتور های تک فاز (کولر) کاربرد دارند را در شکل ۲۷۷ مشاهده می کنید. هدف از به کارگیری این کلیدها در موتورهای تک فاز خارج کردن سیم پیچی کمکی آنها در حد اقل ۷۵٪ دور نامی آنها است (اطلاعات بیشتر در بحث موتور های تک فاز) در این کلید با افزایش قسمتی که در شکل با شماره (۱) نشان داده شده در اثر نیروی گریز از مرکز به سمت عقب کشیده شده و فنر را فشرده می کند از طرفی دیگر در اثر برخورد با دو پلاتین بلند سبب می شود تایمر مداری آنها قطع شود. هرگاه سرعت کاهش یابد در این صورت نیروی فنر پشت قطعه کائوچویی (۱) به آن فشار آورده و به جلو می راند در این صورت دو پلاتین مجدداً متصل شده و مدار خود را می بندد.



شکل ۲۷۷

رله کنترل فاز

از جمله وسایلی که امروزه در مدارهای الکتریکی به کار گرفته می شود "رله کنترل فاز" است. از این رله هم در مدارهای سه فاز و هم تک فاز می توان استفاده کرد. از این رله در زمینه تشخیص یا قطع خطاهای نامبرده شده استفاده می شود.

- قطع یک یا دو فاز
- جا به جایی فازها (تغییر توالی فازها)
- عدم تقارن ولتاژ سه فاز
- شوک های ناشی از قطع و وصل متوالی برق



(الف)



(ب)

شکل ۲۷۸

شکل ۲۷۸ تصویر یک نمونه رله کنترل فاز را نشان می دهد. اصول کار این رله ها بدین صورت است که پس از وصل شدن سه فاز و نول به ترمینال های (N, L_1, L_2, L_3) در صورت مناسب بودن ولتاژها و صحیح بودن ترتیب فازها چراغ را که نشان دهنده وجود ولتاژ تغذیه است به تنهایی روشن شده و بعد از زمان انتظار با روشن شدن چراغ R کنتاکت شماره ۱۵ رله از پیچ شماره ۱۶ قطع شده و به کنتاکت ۱۸ وصل شده و اجازه عمل به مدار مربوطه (مثلاً کنتاکتور و موتور) را می دهد.

در صورت بروز هر گونه اشکال در شبکه مانند دوفاز شدن، جابه جایی فاز افزایش یا کاهش ولتاژ سیگنال خطای مربوطه روشن شده و با خاموش سیگنال خروجی (R) رله داخلی قطع می شود یعنی اتصال کنتاکت داخل رله که در شرایط ۱۵ به ۱۸ است جدا شده و در وضعیتی که ۱۵ به ۱۶ وصل می شود قرار می گیرد. با این عمل مدار فرمان بویین کنتاکتور قطع شده و در نتیجه مدار جریان رسان به موتور نیز قطع می شود. در شکل ۲۷۹ نحوه اتصال رله کنترل فاز در مدار فرمان راه اندازی یک موتور سه فاز مشاهده می کنید. در اغلب این رله ها؛ اعلام خطای فاز و جا به جایی فاز با نشانگر (P) و اعلام خطای افزایش و کاهش ولتاژ با نشانگرهای $U < U_0$ انجام می پذیرد.

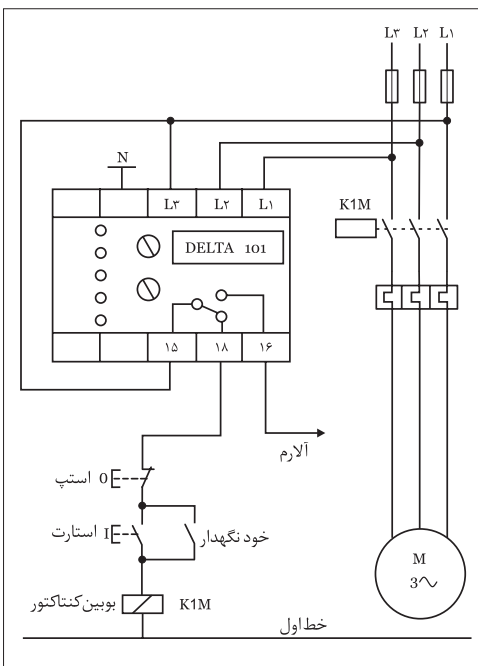
در برخی از این دستگاه از چند ولوم (پتانسیومتر) تنظیم استفاده شده که برای تنظیمات خاصی به کار می روند.

۱- پتانسیومتر تأخیر در قطع: با این پتانسیومتر می توان زمان تأخیر در قطع بعد از بروز خطا را (از ۱ تا ۱۵ ثانیه) تنظیم کرد. در واقع با انتخاب زمان می توان شرایط استارت مجدد بر روی راه اندازی مدار (موتور) را در نظر گرفت.

۲- پتانسیومتر تنظیم حساسیت قطع فاز: با این پتانسیومتر میزان حساسیت رله در مقابل میزان نامتقارنی و ولتاژ شبکه جهت قطع مدار را تنظیم کرد. معمولاً در موتور هایی که ولتاژ برگشت زیادی دارند می توان از حساسیت حدود ۳ تا ۱۰ درصد و صورت عدم تقارن موجود در شبکه که مزاحم عمل عادی رله می شود می توان از حساسیتی حدود ۲۵ تا ۳۰ استفاده نمود.



برای اطمینان از صحت تنظیمات انجام شده در رله می توان هنگام کار موتور با قطع یک فیوز، شبکه را دو فاز نموده و عملکرد کنترل فاز را مشاهده نمود.



شکل ۲۷۹

رله کنترل بار

به طور معمول بر روی حفاظت موتورها از بی متال هایی که روی کنتاکتورها قرار می گیرند استفاده می شود. از جمله معایب بی متال ها می توان به :

- بی متال ها عناصر مکانیکی هستند که با گذشت زمان حساسیت خود را از دست داده و به درستی عمل نمی کنند .
- با توجه به تنوع و زمینه های کاربردی مختلف کنتاکتورها باید از بی متال های خاص آنها استفاده کرد.

- از آنجایی که بی متال ها بر اساس تغییرات دما کار می کنند از تغییر دمای محیط می تواند روی عملکرد آنها تأثیر داشته باشد.

امروزه از رله های الکترونیکی خاص به نام "رله کنترل بار" که تصویر یک نمونه آن را در شکل ۲۸۰ مشاهده می کنید استفاده می شود .

کنترل بار الکترونیکی یک کنترل کننده دقیق، بدون تأثیر پذیری از محیط و استهلاک مکانیکی با کارکرد طولانی برای محافظت دستگاه های سه فاز در برابر جریان های بیش از نیاز موتورها (بار^۱) است که جایگزین بی متال ها شده اند . اغلب رله های کنترل بار جوابگوی استارت موتورها با زمان قطع قابل تنظیم بوده و دارای خصوصیات زیر می باشند:

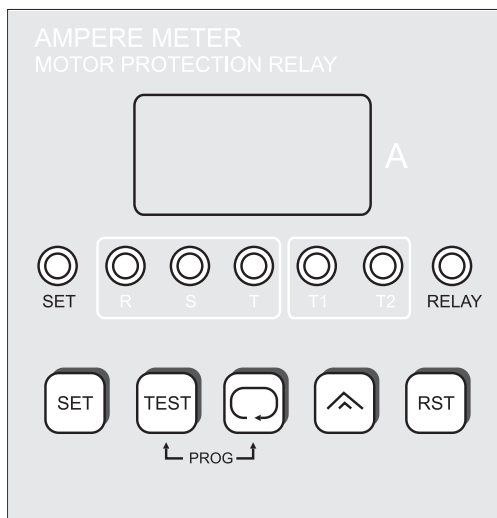
- قابلیت تحمل جریان راه اندازی با زمان قابل تنظیم
- قابلیت تنظیم زمان تأخیر در قطع برای اضافه جریان
- محافظت بار در برابر جریان های لحظه ای بیش از دو برابر مقدار تنظیمی
- دارای شرایط عملکردی قفل شونده اتوماتیک
- قابلیت تنظیم زمان تأخیر راه اندازی (۱ تا ۳۰ ثانیه)
- کنترل جریان های سه فاز (خصوصاً موتورها) به هنگام راه اندازی و وصل شکل ۲۸۱ نحوه عملکرد اتصال این رله ها در مسیر مصرف کننده ها را نشان می دهد. نحوه عملکرد این رله ها بدین صورت است که با وصل ولتاژ تغذیه به ترمینال های A1, A2 رله خروجی عمل کرده و چراغ تغذیه (Power) آنها روشن خواهد شد در اینجاست در خیلی ترمینال ۱۵ از ۱۶ قطع و به ۱۸ وصل می گردد. مدار اینگونه رله به صورتی طراحی شده که از فرمان قطع ناخواسته به علت جریان زیاد استارت موتورها که معمولاً چند برابر جریان رسمی است جلوگیری می کند.



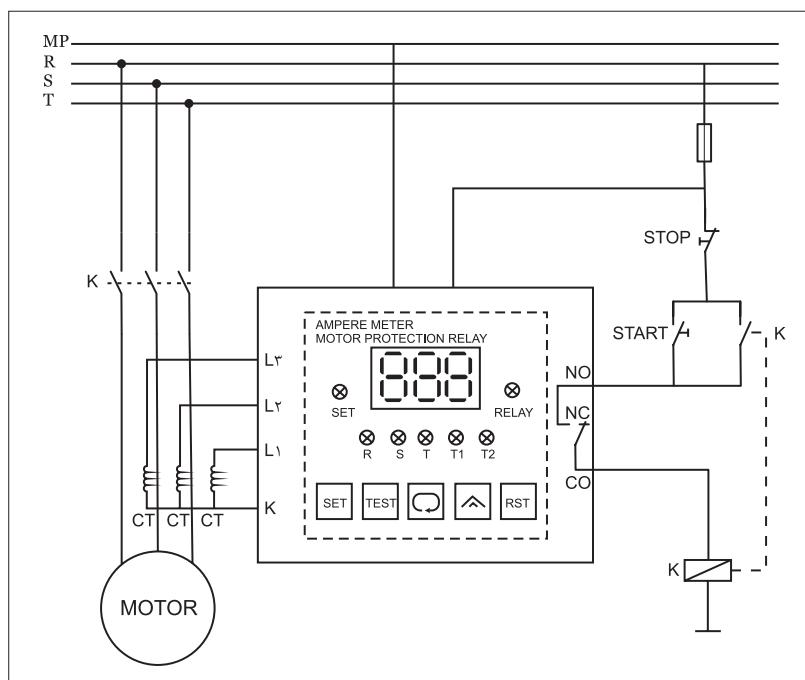
شکل ۲۸۰



شکل ۲۸۱



این زمان دو رله متناسب با توان موتور بین ۱ تا ۳۰ ثانیه قابل تنظیم است. اگر پس از پایان راه اندازی هنوز اضافه جریانی وجود داشته باشد نشان دهنده آن است که روی محور موتور اضافه بار وجود دارد در نتیجه رله متناسب با زمان تنظیمی روی آنها که معمولاً ۲/۵، ۲، ۴، ۶، ... ثانیه است مدار را قطع می کند. در شکل ۲۸۲ تصویر ظاهری و مدار داخلی یک نمونه رله اضافه بار که دارای صفحه نمایش (LCD) است نشان داده شده است.



شکل ۲۸۲

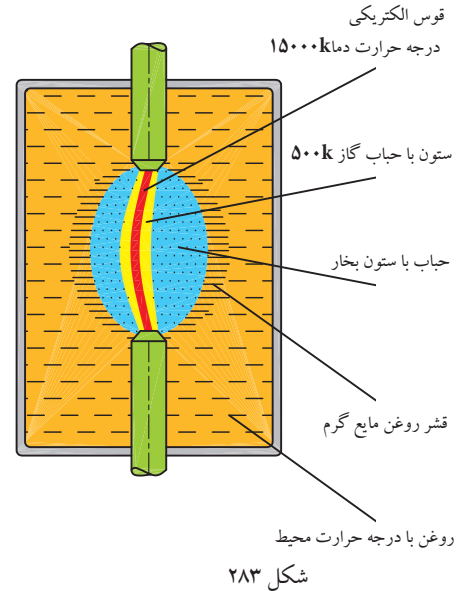
آشنایی با کلیدهای روغنی

از آن جایی که در لحظات وصل و قطع کلیدها بین دو کنتاکت جرقه یا قوس الکتریکی به وجود می آید و گرمای حاصل از قوس الکتریکی باعث خرابی کنتاکت ها می شود در برخی موارد به جهت خنک کردن و از بین بردن جرقه های بین کنتاکت های کلید و افزایش عمر کنتاکت ها از کلیدهایی استفاده می شود که کنتاکت های آن در روغن قرار دارد. اصطلاحاً به این کلیدها، کلیدهای روغنی گفته می شود. در این کلیدها هرچه شدت جریان عبوری بیش تر باشد قوس الکتریکی شدیدتر می باشد.



چگونگی عملکرد روغن بدین صورت است که در موقع جدا شدن دو کنتاکت جریان رسان در محفظه روغن و ایجاد جرقه و قوس شدید بین دو کنتاکت، روغن اطراف جرقه به علت حرارت زیاد قوس بخار می شود. در نتیجه اطراف جرقه را حبابی از گاز فرا می گیرد و منجر به خاموش شدن قوس می شود (شکل ۲۸۳).

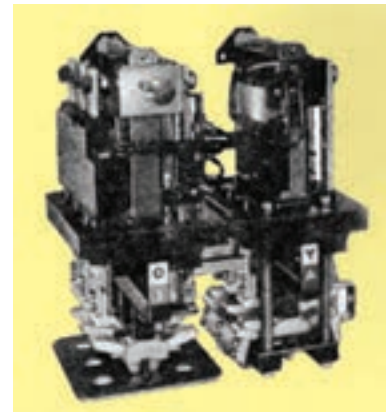
در شکل ۲۸۴ شمای داخلی و در شکل ۲۸۵ شمای ظاهری دو نوع کلید روغنی را مشاهده می کنید. امروزه این نوع کلیدها ساخته نمی شوند و کم تر مورد استفاده قرار می گیرند.



شکل ۲۸۳

علائم اختصاری و حروف شناسایی مدارهای صنعتی علائم اختصاری

پیش از بررسی و اتصال مدارهای الکتریکی لازم است تا با برخی علائم اختصاری الکتریکی آشنا شویم. در جدول های ۳۱ تا ۳۵ نمونه های مختلفی از این علائم نشان داده شده است.



شکل ۲۸۴- اجزای داخلی کلید ستاره مثلث

جدول ۳۱

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	بوین کنتاکتور
	رله های عملگر با مشخصه خاص
	رله با تأخیر در وصل
	رله با تأخیر در قطع
	رله با تأخیر در قطع و وصل
	رله دارای قطب
	رله با تحریک الکترومکانیکی
	رله با تحریک پس ماند مغناطیسی
	رله با تحریک حرارتی (بی متال)
	رله اضافه جریان (جریان زیاد)
	رله قطع کننده جریان معکوس



شکل ۲۸۵- شمای ظاهری کلید سه فاز ساده

● کلیدها و کنتاکت‌ها

● محرک عملگرها (محرک وسایل)

جدول ۳۳







علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	کلید یک فاز
	کلید سه فاز
	شستی وصل (استارت)
	شستی قطع (استپ)
	شستی وصل و قطع (استپ و استارت دوبل)
	کنتاکت باز لیمیت سوئیچ
	کنتاکت بسته لیمیت سوئیچ
	کنتاکت باز کنتاکتور
	کنتاکت بسته کنتاکتور
	کنتاکت بسته (مدار فرمان) بی متال
	کنتاکت بسته شونده سریع
	کنتاکت باز شونده تأخیری
	کنتاکت بسته کلید گردان
	کنتاکت باز کلید گردان

جدول ۳۲

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	محرک دستی
	محرک فشاری (با دست)
	محرک کششی
	محرک تغییر جهت
	محرک با کلید
	فعال شونده با بادامک و حسگرها
	محرک فشاری (با پدال)
	قفل مکانیکی
	محرک موتوری
	محرک کلید اضطراری
	محرک حرارتی قابل تنظیم
	محرک حرارتی غیر قابل تنظیم
	محرک الکترومغناطیسی
	محرک با سطح سیال

● وسایل خبردهنده

جدول ۳۵

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	لامپ خبر
	بیزر
	بوق
	زنگ
	آذیر
	دیود LED

● کلیدها و کنتاکت‌ها

جدول ۳۴

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	کنتاکت باز کلید
	کنتاکت بسته کلید
	کنتاکت باز کلید تابع فشار
	کنتاکت بسته کلید تابع فشار
	کنتاکت باز کلید شناور (فلوتر)
	کنتاکت بسته کلید شناور (فلوتر)
	کنتاکت باز تایمر با وصل سریع
	کنتاکت باز تایمر با تأخیر در وصل
	کنتاکت بسته تایمر با قطع سریع
	کنتاکت بسته تایمر با تأخیر در قطع
	کنتاکت بسته کلید کششی
	کنتاکت باز کلید کششی
	کنتاکت تبدیل (تعویض کننده)
	کنتاکت تبدیل با حالت خاموش در وسط

حروف شناسایی

در مدارهای فرمان و قدرت برای مشخص کردن تجهیزات به کار رفته، از حرف شناسایی استفاده می شود. جدول ۳۶ حرف مشخصه نوع وسیله را به همراه مثال هایی نشان می دهد.

جدول ۳۶

حروف شناسایی	نوع تجهیزات	مثالها
A	گروه های ساختاری و گروه های کوچک	تقویت کننده، تقویت کننده مغناطیسی، وسایل مرکب
B	وسایل تبدیل انرژی غیر الکتریکی به انرژی الکتریکی و برعکس	سنسور (حس کننده)، حرارتی (ترموالکتريک)، سلول فتوالکتريک، گشکناورسنج، مبدل های کریستالی، میکروفن ها، بلندگو، رمزگذارها
C	خازن ها	خازن های الکترولیتی، خازن های غیرالکترولیتی، خازن های متغیر
D	عناصر تأخیر دهنده، عناصر ذخیره ساز، عناصر بایتری (دو وضعیتی)	المان های تأخیری، المان های دیجیتالی، حافظه های مغناطیسی، ثبات ها، دیسک گردان، ضبط صوت ها، عناصر دارای یک ثبات، عناصر دارای دو ثبات
E	متفرقه	روشنایی، تجهیزات گرمایی، وسایل و تجهیزاتی که در گروه های دیگر تعریف نشده است.
F	وسایل حفاظتی	فیوزها، وسایل حفاظتی over voltage و رله های حفاظتی کلیدهای فیوزدار، وسایل قطع کننده، کلیدهای قطع و وصل اتوماتیک
G	ژنراتورها - منابع تغذیه	ژنراتورهای چرخان، مبدل های فرکانس چرخان، باتری ها، اسیلاتورها (اسیلاتورهای کریستالی)، منابع تغذیه قدرت
H	وسایل خبر دهنده (نمایشگر)	وسایل نمایشگر صوتی و نوری (بوق، آژیر، لامپ، ساعت زنگ دار)
K	کنتاکتورها و رله ها	کنتاکتورها، رله های فلاش، کنتاکتورهای کمکی، رله های زمانی
L	وسایل القایی	چوک، سیم پیچ، فیلتر
M	موتورهای الکتریکی	موتور سه فاز، موتور تک فاز، موتور خطی
N	تقویت کننده ها، تنظیم کننده ها	تقویت کننده ها، تنظیم کننده ها (رگولاتورها)، وسایل الکترونیکی
P	وسایل اندازه گیری و وسایل آزمایش (تست)	نشان دهنده ها، ثبات ها، شمارنده ها، وسایل اندازه گیری، آمپر متر، ولت متر، اسیلوسکوپ، ساعت ها، پالس دهنده ها
Q	کلیدهای قدرت	کلیدهای ایزوله کننده، کلیدهای جدا کننده، کلیدهای قطع و وصل حفاظتی، کلیدهای حفاظت موتور
R	مقاومت ها	مقاومت های ثابت، مقاومت های قابل تنظیم، پتانسیومترها، رنوستا، مقاومت راه انداز، مقاومت های شنت، مقاومت های حرارتی (ترمیستور)
S	کلیدها، سلکتورها (انتخاب کننده)	کلید فشاری، میکروسوییچ، کلید کنترل، کلیدهای پالس دهنده
T	ترانسفورماتورها	ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ایزوله، مبدل های AC به DC
U	مدولاتورها، آشکارسازها، مبدل ها	جدا کننده سیگنال، مبدل فرکانس، دمودولاتور، مبدل، سیگنال ژنراتور، انورتر
V	نیمه هادی ها و لامپ ها	لامپ های الکترونی، لامپ های تخلیه، دیودها، ترانزیستورها، تریستورها، یکسو کننده ها
W	مسیرهای ارتباطی، آنتن ها، لامپ ها	سیم ها، کابل ها، شین ها، آنتن دوقطبی، آنتن های بشقابی (گیرنده)
X	ترمینال ها، فیش ها، دوشاخه و پریز	دوشاخه و پریز، سوکت های نر و ماده، اتصال دهنده، فیش آزمایش (تست)
Y	تجهیزات مکانیکی که با برق کار می کنند.	ترمزها، کلاچ ها، شیرها، چاپگرها، دورنگار، دربازکن
Z	فیلترها، فیلترهای جریان کننده وسایل محدود کننده	شبکه متعادل کننده کابل، فیلترهای پارازیت گیر RC و LC



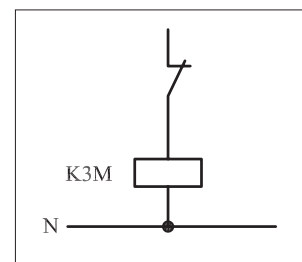
برخی موارد علاوه بر حروف شناسایی جدول ۳۶، در مدارهای فرمان و قدرت از حروف شناسایی دیگر به همراه عدد استفاده می شود که به ترتیب حرف شناسایی دوم نشان دهنده نوع عملکرد و مشخصه عددی نشان دهنده تعداد وسایل و تجهیزات به کار برده شده مشابه است. جدول ۳۷ مفهوم حروف دوم شناسایی را نشان می دهد.

جدول ۳۷

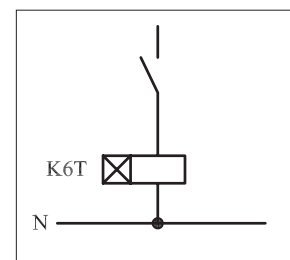
حروف شناسایی	عملکرد	حروف شناسایی	عملکرد
A	عملکرد کمکی به خصوص قطع	N	اندازه گیری
B	جهت حرکت (f - جلو، b - عقب، r، بالا، l، پایین، c - جهت حرکت عقربه ساعت و خلاف جهت حرکت)	P	نسبی و متناسب
C	شمارش	Q	وضعیت کار (وصل، قطع و محدود)
D	تمایز دهنده و تفکیک کننده	R	راه اندازی مجدد و لغو حرکت
E	عملکرد وصل (روشن)	S	ذخیره کردن و ضبط کردن
F	حفاظت	T	تأخیر داشتن و اندازه گیری زمان
G	آزمایش (تست)	U	-
H	نشان دهنده و خبر دهنده	V	سرعت و شتاب
J	تلفیق یا ترکیب چند عمل	W	اضافه کردن و جمع کردن
K	عملکرد کلید فشاری	X	ضرب کردن و چند برابر کردن
L	نشانه گذاری	Y	آنالوگ (قیاسی)
M	عملگر اصلی	Z	دیجیتال (رقمی)

به عنوان مثال اگر در مدار فرمانی روی یک وسیله حروف K3M نوشته شده باشد نشان می دهد که آن وسیله سومین کنتاکتور اصلی است که در مدار به کار رفته است (شکل ۲۸۶).

به همین ترتیب اگر روی وسیله ای حروف K6T نوشته باشد معرّف آن است که این وسیله ششمین رله زمانی (تایمر) است که در مدار مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۲۸۷).



شکل ۲۸۶



شکل ۲۸۷

– میدان مغناطیسی دوار

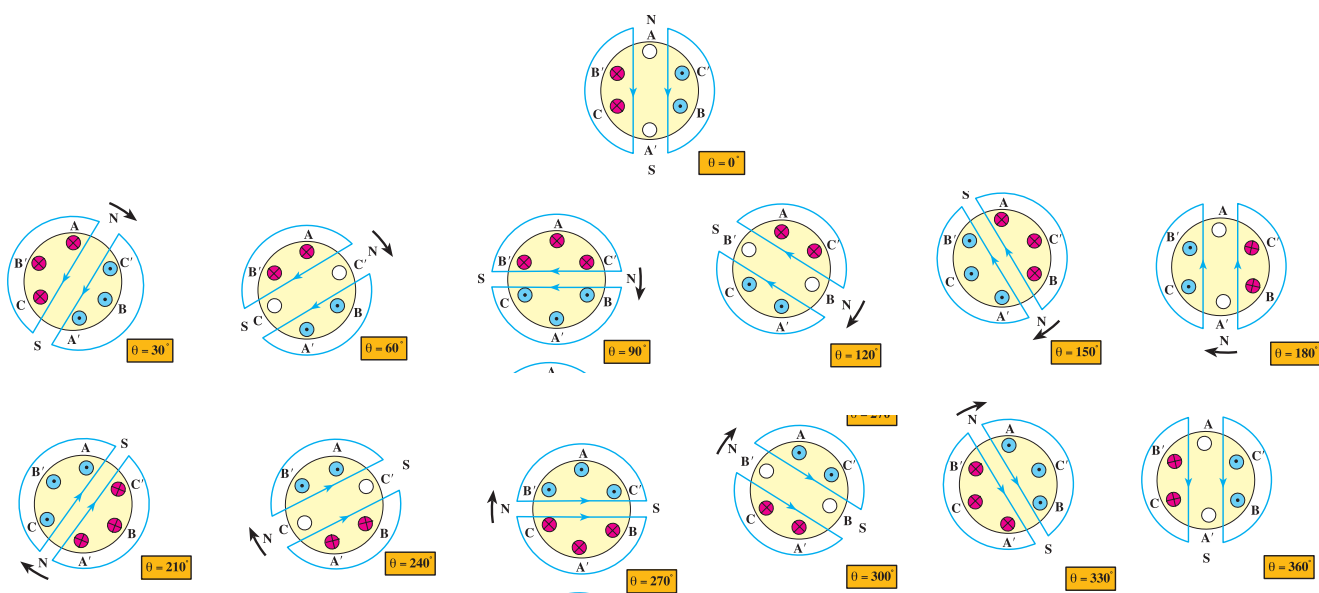
در یک شبکه سه فاز چون عبور جریان به صورت پیوسته صورت می گیرد و در طی مدت زمانی که مدار وصل است از آن سیکل های متوالی عبور می کند به همین دلیل هر گاه جریان متناوب سه فازه ای به سیم پیچی های یک موتور سه فاز وصل شود. در طی این مدت زمان میدان مغناطیسی دائم و به صورت پشت سر هم (متوالی) در فضای اطراف استاتور به وجود آمده و در حال حرکت خواهد بود. شکل ۲۸۸ تصاویری از وضعیت میدان مغناطیسی ایجاد شده در فضای استاتور یک موتور سه فاز دو قطب را در زوایای ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰، ۲۴۰، ۲۷۰، ۳۰۰، ۳۲۰ و ۳۶۰ درجه نشان می دهد.

همان طوری که مشاهده می شود در فاصله زمانی که یک سیکل از شکل موج های سه فاز طی می شود قطب های N و S موتور نیز در هر ۳۰ درجه تغییر وضعیت داده و ۳۶۰ درجه را با یک دور چرخش طی می کند.

در شکل مقابل حروف A، B و C سر کلاف های هر فاز و حروف A'، B' و C' و ته کلاف های استاتور است.

یادآوری:

علامت \otimes نشان دهنده ورودی جریان و \odot خروجی جریان را نشان می دهند.



شکل ۲۸۸

ضمیمه ۲

– سازمان های فنی

یکی از مواردی که در مباحث برق مطرح است استاندارد بودن علائم، نقش ها و نکات فنی است. در جهان سازمان های فنی گوناگون در زمینه معرفی استانداردها و نکات مختلف فنی فعالیت دارند. در جدول ۳۸ حروف اختصاری و نام هر یک از این سازمان ها را مشاهده می کنید. نکته حائز اهمیت آن است که دو سازمان VDE^۱ و IEC^۲ در زمینه برق از سایر سازمان ها در دنیا بیش تر مطرح هستند. ما نیز در ارائه علائم و نقشه ها از استانداردهای این سازمان ها استفاده می کنیم.

جدول ۳۸ – سازمان های فنی

نام سازمان	علامت کوتاه
انجمن کار مهندسان کارگاهی آلمان	ADB
مؤسسه استاندارد آمریکا	ANSI
انجمن استاندارد آمریکا	ASA
مؤسسه استاندارد انگلستان	BSI
کمیته مشاوره بین المللی تلفن	CCIF
کمیته مشاوره بین المللی ارتباطات بی سیم	CCIR
کمیته مشاوره بین المللی تلگراف	CCIT
کمیسیون بین المللی اصول کارشناسی تولیدات الکتروتنیکی	CEE
کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک	CEI
کمیته اروپایی استاندارد	CEN
کمیسیون بین المللی روشنایی	CIE
اداره ثبت اختراعات آلمان فدرال	DBP
مؤسسه استاندارد آلمان	DIN
کمیسیون الکتروتکنیک آلمان	DKE
اتحادیه صنایع الکترونیک	EIA
اتحادیه الکتروتکنیکی اتریش	EV O ^۰
کارخانجات تأمین انرژی	EVU
کمیته استاندارد الکتروتکنیک در مؤسسه استاندارد آلمان	FNE
اداره مرکزی مخابرات	FTZ
نگهداری تلفن	FeO
کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک	IEC
سازمان بین المللی استاندارد	ISO
شرکت متحده توسعه دستگاه های الکترونیکی	JEDEC
شرکت فنی خبر	NTG
مؤسسه استاندارد اتریش	O ^۰ NA
استاندارد اتریش	O ^۰ NORM
اتحادیه الکتروتکنیک اتریش	O ^۰ VE
کمیته شرایط تحویل و تضمین کالا در مؤسسه استاندارد آلمان	RAL
اتحادیه مطالعات کار (کمیته دولتی تعیین زمان کار)	REFA
اتحادیه تولیدکنندگان رادیو	RMA
اتحادیه الکتروتکنیک سوئیس	SEV
اتحادیه استاندارد سوئیس	SNV
شرایط عضویت فنی VDEW	TAB
اتحاد بین المللی ارتباطات مخابراتی	UIT
اتحادیه برقکاران آلمان	VDE
اتحادیه کارخانه های برق آلمان	VDEW
انجمن مهندسان آلمان	VDI
اتحادیه مؤسسات ماشین سازی آلمان	VDMA
انجمن صنایع ماشین سازی سوئیس	VSM
اتحادیه مرکزی برقکاران دستی آلمان	ZVEH
اتحادیه مرکزی صنایع الکتروتکنیک	ZVEI

۱_VDE - Verband Deutscher Elektrotechniker

۲_ IEC - International Electrotechnical Commission

– برنامه زمانی نگهداری ماشین ها

یک برقرار صنعتی جهت رسیدگی به ماشین های الکتریکی موجود در کارگاه می بایست برنامه زمانی داشته باشد تا از ماشین ها در ازای بیش ترین عمر مفید، بالاترین بازده کاری را دریافت کند. جدول ضمیمه ۳ یک نمونه فرم برنامه زمانی جهت نگهداری ماشین های الکتریکی را نشان می دهد.

جدول ۳۹ – برنامه زمانی نگهداری ماشین های الکتریکی

فاصله زمانی سرویس	نوع ماشین					کار تعمیر و نگهداری
	روتور			یاتاقان		
	قسمت ای	حلقه لغزان	کمو تاتور	بازرسی	نگهداری	
هفتگی				×		سطح روغن بازدید شود.
					×	بررسی لرزش و دمای یاتاقان با لمس آن
			×			جاروبک های زغالی، نگهدارنده جاروبک ها و کمو تاتور بازدید شود.
ماهانه هر سه ماه		×	×			بازدید دقیق جاروبک های زغالی، وضعیت جاروبک ها، کمو تاتور یا حلقه های لغزان
	×	×	×			بازدید تمام اتصالات الکتریکی
		×	×			آزمایش نیروی فشار بر جاروبک ها
هر نیم سال	×	×	×			سیم پیچ ها از نظر کثیفی بازرسی شوند، در صورت نیاز سیم پیچ ها تمیز و خشک گردند. مقاومت عایقی سیم پیچ ها اندازه گیری شود.
		×	×			کمو تاتور یا حلقه های لغزان از نظر لنگی دورانی آزمایش شوند، در صورت نیاز تراشکاری و پرداخت شود.
				×		صافی روغن و گردش روغن در صورت وجود، بازرسی شود.
سالانه (نگهداری عمومی)	×	×	×			نظافت اساسی موتورها خاصه سیم پیچ ها. در صورت لزوم سیم پیچ ها خشک شوند. مقاومت عایقی سیم پیچ ها اندازه گیری شود.
				×	×	بازرسی یاتاقان از نظر لقی بیش از حد مجاز و گرمای حین کار. اگر در یاتاقان های غلتکی متعلقات روغن کاری موجود است، در صورت نیاز روغن کاری و گریس کاری شود. *
		×	×			بازدید دقیق جاروبک ها، وضعیت جاروبک ها، کمو تاتور یا حلقه های لغزان. در صورت نیاز تعمیر شوند.
هر دو سال (به طور تقریبی بعد از ۵۰۰۰ ساعت کاری)				×		روغن یاتاقان تعویض شود. جعبه یاتاقان پیش از پر کردن روغن با بنزین کاملاً شسته شود.
					×	اگر متعلقات روغن کاری موجود است، در صورت نیاز روغن کاری و گریس کاری شود. *
هر سه سال (به طور تقریبی بعد از ۱۵۰۰۰ ساعت کاری)					×	یاتاقان ها شسته شده و موتورهای بدون متعلقات روغن کاری با گریس تازه گریس کاری شود. به نوع و درجه مناسب گریس طبق دستورالعمل سازنده توجه شود. در ماشین های دارای متعلقات روغن کاری در صورت نیاز روغن کاری انجام شود. *

* روغن کاری و گریس کاری یاتاقان های غلتکی دارای متعلقات روغن کاری طبق دستورالعمل روغن کاری از طرف سازنده انجام گیرد. فاصله زمانی روغن کاری برحسب نوع طرح خیلی متفاوت است.

ضمیمه ۴

- عیب یابی موتورهای سه فاز

از آن جایی که ممکن است در ضمن کار موتورهای سه فاز دچار مشکلی شوند در خاتمه این بحث جدول هایی ارائه شده که به اختصار چند عیب احتمالی موتورهای آسنکرون روتور قفسی و روتور سیم پیچی را بیان می کنند.

جدول ۴۰ - عیوب ممکن در موتورهای آسنکرون سه فاز (روتور قفسه ای و روتور دارای حلقه لغزان)

عیب	علت عیب	رفع عیب
موتور به حرکت در نمی آید یا فقط به دور کمی می رسد.		
در یک کلاف هیچ جریانی وجود ندارد. موتور زیر بار به دور کامل نمی رسد. جریان کلاف ها مختلف است.	پاره شدن کابل برق گشتاور مقاوم بسیار بزرگ است. اتصال بد جابه جا وصل شدن سر و ته یک کلاف	بر طرف نمودن پارگی بازرسی ماشین در حالت کار برای پیدا کردن اضافه بار اتصالات بازرسی شود. کلاف سیم پیچ درست وصل شود.
سر و صدای زیاد در زمان روشن کردن	بدون ولتاژ بودن یک سیم بیرونی روتور به هسته استاتور خیلی نزدیک شده است.	شبکه بازرسی گردد. باتاقان تعویض گردد.
بار گذاری موتور سبب کاهش شدید دور آن می شود.		
شدت جریان بسیار بزرگ است. ولتاژ موتور بسیار کم است.	اضافه بار، موتور به جای مثلث به صورت ستاره وصل شده است. سطح مقطع کابل برق بسیار کوچک است.	موتور قوی تر به کار برده شود، به مشخصات موتور در روی پلاک آن توجه شود، اتصال استاتور در وضعیت مناسب قرار داده شود. کابلی با سطح مقطع بزرگ تری به کار برده شود.
گرمای بسیار شدید		
موتور حتی در حالت بی باری گرم می شود. ولتاژ شبکه آزمایش گردد. مسیر عبور هوا بازرسی و تمیز گردد. پروانه بادبزنی تعویض گردد. جریان کلاف ها اندازه گیری شود، مقاومت کلاف ها اندازه گیری شود. در صورت نیاز کلاف سیم پیچ تازه ای به کار برده یا موتور تعویض شود. ماشین در حالت کار بازرسی گردد. موتور بزرگ تری به کار برده شود.	اتصال نادرست استاتور، اغلب اتصال مثلث به جای اتصال ستاره به کار رفته است. ولتاژ شبکه بسیار زیاد یا بسیار کم است. تهویه و خنک کردن موتور نامناسب است. جهت چرخش نادرست در موتورهای با پروانه بادبزنی مایل اتصال در سیم پیچ یا اتصال بدنه اضافه بار ولتاژ شبکه در جعبه تقسیم موتور (تخته کلم) بسیار کم است. موتور به جای اتصال مثلث به صورت اتصال ستاره بسته شده است.	به مشخصات موتور در روی پلاک آن توجه شود. نحوه اتصال استاتور تصحیح گردد. ولتاژ اندازه گیری شود. به پلاک مشخصات موتور توجه شود. به پلاک مشخصات موتور توجه شود، استاتور به شکل مناسب بسته شود. کلید ستاره - مثلث برای اطمینان از تغییر اتصال مثلث آزمایش شود. اتصال مثلث آزمایش شود. استاتور به شکل مناسب بسته شود. نقاط اتصال آزمایش، تمیز و سنباده کاری شود. باتاقان را بیرون آورده، آزمایش کرده، و در صورت نیاز تعویض و گریس کاری شود. باتاقان را بیرون آورده و آزمایش کنید
کلاف های مجزا در استاتور داغ می شوند. موتور بیش از هر چیز در حالت بار گذاری گرم می شود. یک کلاف به شدت گرم می شود، موتور در بار کم متوقف می شود. باتاقان ها گرم می شوند.	اتصال نادرست کلید ستاره - مثلث وجود اتصال بد در جعبه تقسیم و همچنین در کابل ها در باتاقان های غلتکی: گریس فاسد شده است. در باتاقان های لغزشی: روغن نامناسب، باتاقان صدمه دیده است.	

عیوب موتورهای با روتور دارای حلقه لغزان

عیب	علت عیب	رفع عیب
زغال‌ها جرقه می‌زنند.	سطح تماس کثیف است.	زغال‌ها و حلقه‌های لغزان تمیز شود، حلقه‌های لغزان پرداخت شود.
	حلقه‌های لغزان زبر یا غیر دایره‌ای یا شیاردار می‌باشند.	با استفاده از ماشین تراش حلقه‌های لغزان یکنواخت و پرداخت گردند. ببینید آیا آن‌ها شل شده‌اند، سپس آن‌ها را تعویض نمایید.
	سطح تماس نامناسب زغال‌ها با حلقه‌های لغزان	زغال‌ها با سمباده بسیار نرم پرداخت داده شود.
	فشار بسیار کمی بر زغال‌ها وارد می‌شود.	فشار معمول به طور تقریبی 2N/cm^2 است. فنرها به صورت استوانه بدون تاب تنظیم یا تعویض شوند.
حلقه‌های لغزان یا زغال‌ها بسیار داغ می‌شود.	اضافه بار چنانچه وسیله‌ای برای دورنگه داشتن زغال وجود دارد، در آن صورت ممکن است تماس زغال‌ها با حلقه‌های لغزان نامناسب باشد.	جریان دریافتی اندازه‌گیری شود. اضافه بار برطرف شود. وسيله دور نگهدارنده احتمالی تنظیم شود.
روتور داغ می‌شود، موتور به سختی راه می‌افتد و صدا می‌کند.	تماس نامناسب اتصالات در مدار روتور، به طوری که شاخه‌ای به طور کامل فعال نباشد.	همه نقاط تماس اتصالات از نظر استحکام مکانیکی و تمیزی بازرسی گردد. در صورت نیاز تمیز و محکم شود.
کاهش شدید دور موتور در زمان بارگذاری	تماس نامناسب اتصالات در مدار روتور، به طوری که در آن نقاط مقاومت بسیار زیاد است	جریان‌های روتور اندازه‌گیری شود. نقاط تماس اتصالات تمیز و محکم شود. زغال‌ها و حلقه‌های لغزان بازرسی و در وضعیت مناسب قرار داده شوند.
	مقاومت راه‌انداز بسیار بزرگ، سیم رابط بین موتور و راه‌انداز بسیار ضعیف	سیم رابط قوی‌تری به کار برده شود.
موتور در حالت بی‌بار با مدار راه‌انداز باز به راه می‌افتد.	وجود اتصال کوتاه بین سیم پیچ‌های روتور	روتور باید دوباره سیم‌پیچی شود. در صورت لزوم موتور تعویض شود
جریان استاتور با وجود بار یکنواخت در نوسان است، چرخش غیر یکنواخت موتور	مدار جریان روتور توسط نقاط اتصال نامناسب قطع می‌شود.	بازرسی برای نقاط اتصال شل، بازرسی برای وجود قطع شدگی سیم پیچ روتور

عیوب ممکن در موتورهای قفسه‌ای

روتور داغ می‌شود، موتور به سختی راه می‌افتد و صدا می‌کند	اتصال نامناسب بین میله‌های قفس و حلقه‌های اتصال کوتاه	روتور تعویض شود.
موتور شروع به چرخش می‌کند ولی با دور کم به چرخش ادامه می‌دهد.	نسبت تعداد شیارها بین روتور و استاتور مناسب نیست.	طراحی یا ساخت اشتباه. از سازنده سؤال شود. روتور تعویض گردد.
	مقاومت روتور بسیار کوچک است.	حلقه اتصال کوتاه پیچ و تاب داده شود
موتور با قطب قابل تغییر در دور تعیین شده نمی‌چرخد.	اشتباه در نوع اتصال	نوع اتصال بازرسی و در وضعیت درست قرار داده شود.



منابع و مآخذ



- ۱- ماشین های الکتریکی مؤلف: استفن چاپمن مترجم: صدوقی و ...
- ۲- ماشین های الکتریکی (جلد ۴) مؤلف: بی ال ترازا مترجم: سعید شعاری نژاد
- ۳- موتورهای الکتریکی مؤلف: هاری میلیف مترجم: فریدون قیطرانی
- ۴- فرمان الکتریکی مؤلف: براتعلی مشکاتی
- ۵- کار کارگاهی (مدار فرمان) مؤلف: حسین رحمتی زاده
- ۶- برق صنعتی مؤلف: فریدون علومی
- ۷- جزوه درسی کارگاه مدار فرمان مؤلف: شهرام خدادادی
- ۸- جدول های مهندسی برق
- ۹- تعدادی از کتب موجود در زمینه برق صنعتی در حد تهیه تصویر
- ۱۰ - Electrician's Technical Reference (motors) By: DAVID R.Carpenter
- ۱۱ - Wiring Manual - Automation and Power Distribution Moeller.
- ۱۲- کاتالوگ های مختلف از شرکت های
AEG - CAMSCO-Telemecanic- SEMENS - Noeller - ELCA - hellermann- Moeller.

