

www.SoftCivil.ir

سافت سیویل

مرجع دانلود فایل، پروژه و جزوه مهندسی عمران و معماری
و سایر رشته های دانشگاهی

09393754001

آموزش نرم افزارهای مهندسی عمران
انجام پروژه های دانشگاهی فولاد و بتن
انجام محاسبات سازه

انجام سمینارهای مهندسی عمران در مقطع ارشد



دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

دانشکده صنایع و مکانیک

و

دانشکده برق و رایانه

آزمایشگاه مبانی مهندسی برق

و

کارگاه برق

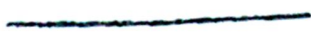
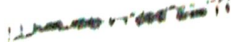
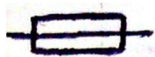
مؤلف و مدرس: مهندس محمود خوشزبان خسروشاهی

بهار 1393

فهرست مطالب

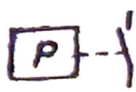
موضوع	صفحه	موضوع	صفحه
آشنایی با علائم الکتریکی.....	7	آشنایی با جریان مستقیم.....	77
توصیه های لازم قبل از انجام آزمایشات	12	مولدهای جریان متناوب	81
اقدامات فوری جهت احیای شخص برق گرفته	16	جریانهای سه فاز.....	87
تنفس مصنوعی و ماساژ قلب.....	17	طرق متداول اتصال های سه فاز.....	88
نکاتی مهم در مورد کارگاه عمومی برق	19	آشنایی با جریان متناوب سه فاز.....	91
حفاظت الکتریکی	23	بار مثلث سه فازه – متعادل و نامتعادل	92
آشنایی با مدارات سری – موازی.....	50	اتصال سه فازه ستاره متعادل.....	93
آشنایی با نقشه های ساختمانی	53	اتصال سه فازه مثلث متعادل.....	96
آشنایی با کلید یک پل.....	54	آشنایی با پلاک خوانی الکتروموتورها.....	97
آشنایی با کلید دوپل	56	راه اندازی موتور سه فازه توسط کلید اهرمی	100
آشنایی با کلید تبدیل، و انواع اتصالات آن.....	58	اندازه گیری ولتاژهای سه فازه با کلید سلکتوری.....	101
آشنایی با مدار اتاق مطالعه (اتاق خواب).....	60	راه اندازی الکتروموتورهای تکفاز.....	103
آشنایی با کلید صلیبی	61	کلید و انواع آن.....	106
آشنایی با تایمر راه پله	64	آشنایی با علائم و قطعات برق صنعتی.....	107
آشنایی با فتوسل.....	65	کنتاکتور و مزایای آن.....	108
آشنایی با لامپ مهتابی.....	66	راه اندازی مدار فرمان لحظه ای.....	109
آشنایی با کلید کولر.....	69	راه اندازی مدار فرمان کنترل از یک نقطه.....	110
آشنایی با در بازکن الکترونیکی صوتی.....	72		

111	راه اندازی مدار فرمان کنترل از دو نقطه و دو دست
113	آشنائی با بی متال
74	برقگیرها و انواع آن
75	اتصال زمین
115	راه اندازی مدار فرمان لحظه ای- دائم
117	تغییر جهت گردش در موتورهای سه فاز
118	راه اندازی مدار فرمان چپگرد - راستگرد غیر سریع
119	راه اندازی مدار قدرت چپگرد راستگرد
120	راه اندازی مدار فرمان چپگرد راستگرد سریع
123	راه اندازی مدار فرمان یکی پس از دیگری
125	نشان دادن وضعیت مدار توسط لامپهای سیگنال و کنتاکتورها
126	سیستم های انتقال خبر و رله
133	اصلاح ضریب قدرت
135	طراحی و محاسبه تعداد خازن مورد نیاز
136	اتصال سیم پیچ ها موتور سه فاز بصورت ستاره و مثلث
138	راه اندازی مدار فرمان ستاره - مثلث دستی
139	راه اندازی مدار فرمان ستاره - مثلث تایمردار
140	راه اندازی مدار قدرت ستاره - مثلث
141	آشنائی با نصب دستگاههای اندازه گیری در مدار
146	آشنائی با کابل
156	نمونه سوالات کارگاه برق و آزمابانی برق

علائم الکتریکی			
نامگذاری	علائم الکتریکی	نامگذاری	علائم الکتریکی
زنگ از نوع چکشی		هادی (سیم) بطور کلی	
ویبراتور		هادی ویژه مثلا سیم نول	
دربازکن		سیم محافظ مثلا برای زمین کردن، نول کردن یا اتصال حفاظتی	
دهنی (میکروفن)		سیم سیگنال	
گوشی		سیم تلفن	
بلندگو		فیوز بطور کلی	
سوت خطر		لامپ احتیاط	
گرمکن الکتریکی (مثلا شوفاژ)		چراغ خطر	
عضو-----AND		لامپ قابل قطع	
عضو-----OR		لامپ یا لامپ احتیاط اضافی	
عضو-----NOT		لامپ سیگنال	
عضو -----NAND		لامپ رشته ای	
عضو-----NOR		زنگ اخبار	

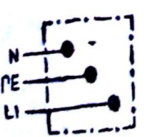
	بادبزن، وونتیلاتور		ماشین لباسشویی
---	--------------------	---	----------------

علائم الکتریکی			
نامگذاری	علائم الکتریکی	نامگذاری	علائم الکتریکی
ماشین ظرفشویی		موتور	
اجاق برقی		یخچال	
آبگرمکن		فریزر	
سیم توکار		لامپ فلورسنت	
سیم زیر کار		پریز با کنتاکت مستحفظ دو پل	
سیم عایق شده در لوله عایق (نوع لوله را نیز میتوان تعیین کرد)		پریز با کنتاکت مستحفظ سه تایی	
جعبه تقسیم		سیم روکار	
تحریک با دست برداشتنی مثلاً کلید		اتصال مکانیکی	
تحریک بطور کلی برای عملکرد مکانیکی		تحریک با دست بطور کلی	
تاخیر در حرکت به سمت چپ		تحریک با دست فشردنی	

	تحریک با دست کشیدنی		کلید تابع فشار
	تحریک با دست چرخاندنی		کلید تابع درجه حرارت
	تحریک با دست کج شدنی		مولد ولتاژ بطور کلی (ژنراتور)
	تحریک دیگری مثلا تحریک با پا		قاب برای وسایل (بدنه)

علائم الکتریکی مختلف

نامگذاری	نمایش در دیاگرام اتصال	نمایش در نقشه مسیر جریان	نامگذاری	نمایش در دیاگرام اتصال	نمایش در نقشه مسیر جریان
دکمه فشاری وقفه دار با دو وضعیت اتصال تبدیل، کار با دست (کلید تبدیل)			دکمه فشاری با کنتاکت (کار با دست)		
دکمه فشاری وقفه دار با دو قطعه اتصال (کلید صلیبی)			دکمه فشاری وقفه دار با کنتاکت کار (کار با دست)		
محركه الكترومكانيكي با قطع خودكار (رله ، كنتاكتر)			دکمه فشاری وقفه دار با کنتاکت کار (کار با دست)		
محركه الكترومكانيكي با دو وضعیت اتصال (رله جریان ضربه ای)			دکمه فشاری وقفه دار با کنتاکت استراحت (کار با دست)		
محركه الكترومكانيكي با تاخير در قطع (رله زمانی)			دکمه فشاری با سه وضعیت اتصال ، با کنتاکت کار دو راهه ، کار با دست (کلید گروهی)		
محركه الكترومكانيكي با تاخير در وصل (رله زمانی)			دکمه فشاری با دو قطعه عمل کننده کار با دست (کلید سری)		
ترانسفورماتور			کلید بادامکی سه قطبی با 3		
لامپ رشته ای زمین (حفاظتی) شده					

	نمایش ساده شده	وضعیت اتصال (0 و 1 و 2 و 3) (کار با دست)			لامپ با دو مسیر جریان مجزا و تعداد لامپهای هر مسیر جریان (اینجا یک لامپ و دو لامپ)
					پریز با کنتاکت محافظ
		پریز انشعاب با جعبه تقسیم با تغذیه از سمت چپ			لامپ با کلید

نخست رعایت نکات و موارد ایمنی سپس آزمایش و کار عملی

توصیه های لازم قبل از اجرا و انجام آزمایشات :

1. هیچگاه با تابلو روشن کار نکنید لذا لازم است قبل از انجام هرگونه کاری دقت نمایید کلید مینیاتوری سه فاز (کلید محافظ جان) نصب شده ابتدای تابلو در وضعیت پایین و در حالت خاموش (OFF) باشد.
2. هیچگاه مستقیماً از پریزهای سه فاز و تکفاز به عنوان منبع جریان استفاده نکنید بلکه برای بالا بردن ضریب ایمنی و اطمینان کار پیشنهاد می‌گردد که از کابلها و سه شاخه و دو شاخه صنعتی استفاده نمایید و منبع جریان را با استفاده از سیم های رابط از بالای تابلو انتخاب نمایید.
3. پیشنهاد می‌گردد که در اجرا و انجام آزمایشات و بستن مدارات بیشتر با یک دست کار کنید و حداقل مکان برای بالا بردن ضریب ایمنی و اطمینان کار و جلوگیری از بروز هرگونه حادثه و پیشامد و اتفاق ناگواری از دست راست استفاده نمایید. همانطور که میدانید دست چپ به دلیل نزدیکی به قلب انسان در اثر عبور جریان از دست چپ احتمال برق گرفتگی و آسیب دیدگی شخص و بروز حادثه خیلی بیشتر است.
4. هیچگاه به سیمهای آزاد و رها شده دست نزنید زیرا ممکن است حامل جریان باشد و برای اطمینان از وجود برق در سیمها از فازمتر استفاده نمایید.
- در صورت عدم وجود فازمتر جهت اطمینان و اطلاع وجود برق در سیمها بهتر است در چنین مواقعی با رعایت احتیاط و دقت کامل با پشت دست (حدالمقدور بادست راست) و یا پشت ناخن سیم را لمس نمایید.
5. پیشنهاد می‌گردد جهت بالا رفتن اطمینان و ضریب ایمنی قبل از اجرا آزمایشات از یک جفت دستکش نخی ضخیم یا پلاستیکی استفاده نمایید.
6. از نوشتن و یا علامت زدن تابلوها و میز کار جدا خودداری نمایید.
7. پیشنهاد می‌گردد جهت آموزش بیشتر و یادگیری بهتر در گروه های یک و یا حداکثر دو نفری کار کنید.
8. هر دو جلسه یکبار و به صورت انفرادی پس گزارش (گزارش کار) تهیه نموده و تحویل دهید.

9. پیشنهاد می‌گردد به منظور جلوگیری از اتلاف وقت ، حفظ آرامش ، دقت و تمرکز حواس ابتدا از سالم بودن قطعات و وسایل لازم مربوطه بخصوص سیم های رابط اطمینان حاصل فرمایید.

10. پیشنهاد می‌گردد قبل از اجرا و انجام آزمایشات و قبل از شروع و برق دار نمودن تابلو حتما سایر دوستان را از وصل نمودن تابلو آگاه نمایید ، در صورت عدم هماهنگی و اطلاع قبلی و وصل نمودن تابلو و احیانا بروز حادثه و برق گرفتگی دانشجویان مسلما مقصر اصلی کسی است که بدون اطلاع و هماهنگی تابلو را روشن و برق دار نموده و بایستی جوابگو باشد.

11. پس از اجرا و بستن مدارات در موقع تست آزمایشات و امتحان از درستی مدار موارد زیر را مجددا بررسی نموده و دقت نمایید که :

(الف) منبع جریان سه فاز و تک فاز به درستی انتخاب شده باشد .

(ب) دوشاخه و سه شاخه صنعتی به پریزها متصل باشد.

(ج) کلید مینیاتوری سه فاز (کلید محافظ جان) در وضعیت بالا و در حالت روشن باشد.

(د) مدرس و مربی را از برق دار بودن تابلو آگاه کنید.

راهنمایی ایمنی به طور کلی در کارگاه :

ایمنی:

هر فرد باید عادت محتاط بودن را در خود پرورش دهد و در عین حال به خاطر داشته باشد کاری که به آن اشتغال دارد هنگامی خالی از هرگونه مخاطره خواهد بود که کلیه احتیاطات لازم را در انجام آن کار به کاربرد. در غیر اینصورت در نتیجه بی مبالاتی ، بی فکری ، ریسکهای غیر ضروری ، شوخی های زننده و نیز گلاویز شدن با هم مضرات جبران ناپذیر بسیاری به بار می آورد . در هیچ مورد فرد بدون مجهز بودن به وسایل استحضازی و ادوات و ابزار کار کامل و داشتن اطلاعات لازم نباید بدان دست بزند. هر شخص موظف است در ایمنی محیط کارگاه تشریک مساعی کند . چه شما در مقابل کامیونی قرار بگیرید که با سرعت به سوی شما می آید و چه خود را در مقابل شوک الکتریکی قرار دهید در هر دو حالت شما با خطر مواجه هستید . این خطر ممکن است به قیمت جان شما تمام شود . برای جلوگیری

از بروز خطر نکات زیر را که از موارد عمومی برای کلیه کارگاه ها می باشد با دقت کامل رعایت کرده و مورد اجرا بگذارید .

1. از چرخیدن و بالا و پایین پریدن بدون هدف خودداری کنید بسیاری از جراحات دردناک در اثر بی مبالاتی به وجود می آید .
2. قبل از شروع کار تایید مربی و مدرس خود را بدست آورید این عمل سبب جلوگیری از بروز حوادث و صرفه جویی در برق میشود .
3. جراحات وارده را بلافاصله حتی اگر جزیی باشد گزارش کنید . یک بریدگی کوچک اگر به موقع معالجه نشود ممکن است به طور جدی گسترش یابد .
4. وقتی با ماشین سنگ زنی کار می کنید در منطقه ای قرار دارید که براده فلز و جرقه های الکتریکی وجود دارد حتما عینک ایمنی به چشم داشته باشید چراکه چشم های شما با ارزش و غیر قابل تعویض هستند .
5. برای جلوگیری از لغزیدن ریخت و پاش نکنید و منطقه را تمیز نگه دارید.
6. ابزار رانیز بطور صحیح به کار ببرید و اگر در شرایط مساعد کاری نیستید آنهارا به کار نبرید . از ابزارهای معادل به جای ابزارهای اصلی استفاده نکنید .
7. هنگامیکه وسایل راجابه جا می کنید از روش صحیح پیروی کرده و نیروی حاصل از بار را روی پاها تقسیم کرده و به کمر خود فشار نیاورید و برای بلند کردن وسایل سنگین کمک بخواهید .
8. با دوست خود که مشغول کار کردن است صحبت نکنید و برای او مزاحمت ایجاد نکنید .
9. هرگز ماشینی را در حال کار کردن و یا قبل از توقف کامل رها نکنید تا به این شکل ایمنی را رعایت کرده باشید .

پیشنهاد برای معالجه :

معمولا برق گرفتگی شخص را آنا نمی کشد بلکه او را بی حس کرده و باعث قطع موقت تنفس به علل زیر شوک در اغلب موارد شخص را نمی کشد .

الف) جسم هادی ممکن است فقط تماس مختصر و غیر کامل با بدن پیدا کند .

ب) در صورتی که پوست کاملاً خشک باشد در مقابل جریان برق مقاومت زیادی دارد امیدواری برای نجات شخص برق گرفته بستگی زیادی به تنفس مصنوعی و مداوم دارد. طبق تجربه بدست آمده مقاومت بدن در مقابل جریان متناوب 1640 اهم و مستقیم 4250 اهم است. نتیجه آنکه خطر برق گرفتگی در جریان متناوب به مراتب بیشتر است.

مثال زیر موضوع را روشن می کند :

اگر شخصی کف دستش روی زمین باشد و نوک انگشت دست دیگرش به سیم فلز وصل شود مقاومت بدن او از محل تماس تا زمین تقریباً 16000 اهم میشود و همانطور که میدانیم جریان مجازی که برای انسان خطرناک نیست 25 میلی آمپر است اگر این جریان را در آن مقاومت ضرب کنیم آن شخص می تواند تا 400 ولت برق متناوب را تحمل کند و دچار برق گرفتگی نشود.

به عبارت دیگر اگر کف دست هنرجو روی زمین باشد و نوک انگشت او به اختلاف سطح 400 ولت تماس یابد چندان خطری متوجه او نیست. حال اگر همین هنر جو که کف دستش به زمین تماس دارد کف دست دیگرش به محل سیم ناقل برق متصل شود به علت تماس زیاد دست مقاومت بدن او کم شده و ولتاژی که می تواند تحمل کند در این حالت 70 ولت است.

یعنی اگر هنرجو یک کف دستش با زمین تماس داشته و کف دست دیگرش به سیم برق متصل شود و به 90 ولت برسد به او آسیب خواهد رسید زیرا بیش از 25 میلی آمپر جریان از بدن او عبور میکند. البته این را باید در نظر داشت که آلودگی دست یا بدن با روغن عادی یا مواد دیگر یا رطوبت بدن و غیره باعث کاهش مقاومت و افزایش جریان شده و خطر را تشدید می کند.

چنانچه کف کفش از چرم باشد عایق محسوب می شود و مانع از برق زدگی است. ولی همیشه نباید اعتماد کرد زیرا اکثر کف کفشها مرطوب هستند و رطوبت هادی جریان برق است. یا به کف کفش میخ زده شده است که آن هم هادی جریان برق است. هنگامیکه با برق سروکار دارید حتماً کفش لاستیکی بپوشید.

ج) بدن احتیاج دائم به هوای تازه دارد و معلوم شده که بایستی در هر 10 مرتبه هوا را به ریه فرو برده و مجدداً خارج کنیم.

د) چنانچه به طور مداوم به بدن هوا نرسد خفگی حتمی خواهد بود .

ه) با تنفس مصنوعی مداوم حتی تا بیش از 4 ساعت توانسته اند اشخاص را به حالت عادی و هوشیاری برگردانند .

به عنوان اقدام فوری جهت احیای شخص برق گرفته نکات زیر را به خاطر می سپاریم

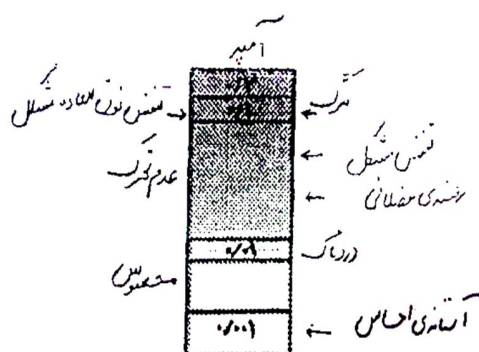
1. هنگام برق گرفتگی قبل از هر عملی جریان برق را قطع کنید و شخص برق گرفته را به وسیله چوب یا میله عایق از محل اتصال برق جدا کنید .

2. چنانچه تنفس شخص آسیب دیده قطع شده ، تنفس مصنوعی بدهید .

3. ضمن ارائه تنفس مصنوعی پزشک را خبر کنید .

4. ممکن است شخص برق زده در اثر عبور جریان از داخل دچار سوختگی شده باشد در این صورت وقت را برای التیام سوختگی تلف نکنید .

دیاگرام میزان خطرات جریان برق:



عوامل موثر برای به خطر انداختن حیات انسان یا هر موجود زنده دیگر جریان برق است که البته وجود اختلاف سطح باعث عبور این جریان میگردد. در فشار ضعیف جریانهای 0.1 تا 1 آمپر که از قلب میگذرد خطر جانی دارد. آزمایش های متعدد نشان داده است که جریانهای تا 0.02 آمپر قابل تحمل و جریانهای تا 0.05 آمپر خطرناک و جریانهای تا 0.1 آمپر به بالا خطر جانی خواهد داشت . عبور جریان از قلب باعث می شود که عمل منظم تپش قلب نامنظم شده در رسیدن خون به مغز انسان وقفه حاصل شود در

نتیجه انسان پس از چند ثانیه بیهوش شده و پس از چند دقیقه به هلاکت می رسد . برای نجات برق زده بلادرنگ از تنفس مصنوعی استفاده می شود که بهترین نوع آن از راه دهان به دهان می باشد .

مقاومت اهمی بین اعضای مختلف بدن انسان مطابق زیر می باشد :

دست و پا تقریباً 4000 اهم ، دست و پا 4500 اهم ، پا و پا 6500 اهم ، هردو دست و پاها 1800 اهم ، در ضمن بدن مرطوب و دستهای عرق کرده باعث کم شدن مقاومت و عبور جریان زیادتر می شود . می توان گفت که حتی اختلاف سطح 20 ولت نیز محسوس و اختلاف سطح ممکن است خطر جانی وجود داشته باشد . البته اثر مرگبار جریان بستگی به فرکانس هم دارد و متأسفانه فرکانس صنعتی که 50 هرتز است خطرناکترین آنها می باشد در فرکانس های زیاد بالاتر از 50 هرتز شدت جریان زیاد نمی تواند موجبات منقبض شدن اعضای بدن انسان را فراهم سازد به طوری که عبور جریان به شدت 5 آمپر با فرکانس های خیلی زیاد نیز ممکن است برای انسان خطرناک نباشد به همین دلیل است که در پزشکی برای درمان از جریانهای با فرکانس بالا استفاده می شود .

در برق گرفتگی فشار قوی جریانهایی از 1 تا 100 آمپر و بیشتر ممکن است از بدن انسان عبور کند بدون اینکه مستقیماً باعث از کار افتادن قلب شود ولی در عوض این جریانهای شدید باعث سوزاندن و خراب کردن بافتهای بدن و به خصوص تجزیه آب بدن می شود و درضمن عبور جریان زیاد از بدن باعث سوزاندن محل ورود برق و زخم عمیق در محل خروج جریان می شود که ممکن است که منجر به مرگ شود .

تنفس مصنوعی و ماساژ خارجی قلب :

نخستین شرط نجات کسی که دچار وقفه قلبی شده است این است که راه تنفس او باز باشد زیرا بدون باز کردن راه تنفس به هیچ وجه نمی توان مصدوم را از مرگ رهایی بخشید . راه تنفس ممکن است به وسیله یک جسم خارجی از قبیل دندان مصنوعی ، آب ، لقمه غذا یا صرفاً به علت وضعیت قرار گرفتن نامناسب سر و گردن بسته باشد بعد از خارج کردن اشیای احتمالی ذکر شده به طریقه زیر راه تنفس مصدوم باز می شود .

در حالتیکه مصدوم به پشت و روی زمین صاف خوابانیده شده سر و گردن به عقب کشیده می شود به این ترتیب مانور خم کردن سر به عقب انجام می شود . نجات دهنده یک دست را پشت گردن و دست

دیگر را روی پیشانی فرد آسیب دیده می گذارد و در حالی که با یک دست گردن او را به بالا می برد بادیست دیگر سرش را به عقب خم می کند وقتی که نجات دهنده مصدوم را به مانورهای قلبی در وضعیت مناسب و مساعد باز شده راه هوایی تنفس قرار داد باید روشن کند که بیمار تنفس میکند یا خیر .

مشاهده حرکات تنفسی قفسه سینه این موضوع را روشن می سازد اما اگر حرکات تنفسی سینه ضعیف باشد و قابل احساس نباشد و تنفس بیمار با تعداد کافی در دقیقه روشن نشود باید بلافاصله و بدون اتلاف وقت تنفس مصنوعی به فرد مصدوم را روشن کرد .

روش تنفس مصنوعی دهان به دهان :

در تنفس مصنوعی دهان به دهان اقدامات زیر به طور منظم ولی با سرعت باید انجام پذیرد :

نجات دهنده در حالیکه بایک دست به پشت گردن مصدوم فشار می آورد و با دست دیگر که روی پیشانی بیمار قرار گرفته است سر او را به عقب خم می کند و با انگشتان شست و سبابه همین دست سوراخ های بینی بیمار را کاملاً می بندد و پس از یک دم عمیق دهانش را به طوری به دهان بیمار قفل می کند که هیچ منفذ خروجی در محل تماس دهان به دهان برای خروج هوا وجود نداشته باشد سپس هوای بازدم خود را مستقیماً و در صورتی که بیمار بزرگسال باشد (برای کودکان با شدت بسیار کم که با مشاهده بالا آمدن قفسه سینه متوقف می شود) به دهان مصدوم می دمد بعد دهان خود را برمی دارد و به بیمار امکان می دهد تا باز دم خود را خود به خود انجام دهد . نجات دهنده با این دم اول می تواند بفهمد که آیا راه تنفس باز است یا خیر . با مشاهده عینی بالا و پایین آمدن قفسه سینه مصدوم به این موضوع پی می برد .

روش دیگر برای این مورد و مساله که نجات دهنده می توان گونه خود را جلوی دهان بیمار بگذارد همین که نجات دهنده متوجه شد که راه تنفس مصدوم باز است به سرعت (برای بزرگسالان) 4 تنفس پی در پی در پی در سینه مصدوم می دمد و فرصت باز دم بین این 4 تنفس را به او نمی دهد در صورت اطمینان از وقفه قلبی عملیات احیای قلبی - تنفسی شامل سه مرحله : باز کردن راه تنفس ، انجام تنفس مصنوعی ، و ماساژ قلبی (خارجی) انجام می شود.

اقدامات مقدماتی برای شروع ماساژ قلب :

مصدوم راروی کف اتاق یا یک سطح صاف در وضعیت مناسب می خوابانیم و اگر در طرف راست بیمار زانو زده باشیم با دو انگشت سبابه و میانی دست راست لبه تحتانی سینه را لمس می کنیم و آن را تا تماس نوک زائده خنجرى به پایین می کشیم . نجات دهنده سپس ته کف دست چپش را مجاور محل مورد نظر قرار می دهد . سپس کف دست راست را روی دست چپ قرار داده و هر دو را در محل آرنج به طور باز و قائم نگه می داریم زیرا این وضعیت به او کمک می کند که فشار لازم و کافی به قلب بیمار وارد شود .

فشار وارد بر سینه باید به ترتیب یکنواخت و یا به نرمی و بدون کم و زیاد کردن باشد در حالت عملیات نجات یک نفره نجات دهنده هر دو کار ماساژ خارجی و تنفس مصنوعی را باید انجام دهد در این حالت باید مقابل هر 15 بار ماساژ قلب دو دم بسیار سریع به ششهای بیمار بدمد . بدین ترتیب که 80 ماساژ خارجی قلب در هر دقیقه باید انجام شود .

نکاتی مهم در مورد کارگاه عمومی برق

فیوز

وسیله ای است که با مصرف کننده به طور سری قرار می گیرد و عناصر مدار را در مقابل اتصال کوتاه یا جریان زیاد محافظت می کند فیوزها به دو دسته ذوب شونده و اتوماتیک تقسیم می شوند . فیوزهای ذوب شونده سیم حرارتی داخل فشنگ فیوز به ازای جریان بخصوصی در زمان معینی ذوب و سپس سبب قطع مدار می شود . سیم حرارتی در داخل براده هایی از سرامیک یا خاک نرم کوارتز همراه ماسه قرار دارد که جرقه حاصل از قطع شدن سیم حرارتی را خشک و بلافاصله قطع می کند . به طور کلی دستگاه فیوز از سه قسمت اصلی : پایه و کلاهک و فشنگ تشکیل شده است .

نوع دیگر تقسیم بندی فیوزها تندکار و کندکار است .

توجه به رنگ پولک روی فیوز شدت جریان آن مطابق جدول زیر تعیین می شود :

قرمز	خاکستری	آبی	زرد	سیاه	سفید
10 A	16 A	20 A	25 A	35 A	50 A

نوع دیگر فیوز اتوماتیک آلفا است که در آن از دو عنصر مغناطیسی و حرارتی باهم استفاده می شود .
 عنصر مغناطیسی آن جریان اتصال کوتاه و عنصر حرارتی آن جریان بار زیاد را قطع می کند .
 در صورت قطع فیوز می توان دوباره شاسی را به داخل فشار داد تا ارتباط برقرار شود .
 نوع دیگر فیوز اتوماتیک ، فیوز مینیاتوری است که ساختمان آن شبیه فیوز آلفا است که به وسیله آن
 قسمت های مختلف را جداگانه محافظت می کنیم تا چنانچه اشکالی در قسمت های مختلف ایجاد شود سبب
 قطع کامل جریان شود .

در ارتباط با فیوز های الکتریکی : علامت L برای مصارف روشنایی و علامت G برای مصارف موتور
 و ژنراتور است .

برق گرفتگی :

بدن انسان مانند سایر اجسام هادی جریان برق را از خود عبور می دهد بنابراین با توجه به قرار گرفتن
 بدن انسان مقاومت بدن تغییر می کند . هر چه سطح تمامی دست با سیم حامل جریان بیشتر باشد مقاومت
 بدن کمتر می شود و در نتیجه جریان زیادتری از بدن عبور خواهد کرد .

میزان برق گرفتگی به عوامل زیر بستگی دارد :

1) مسیر عبور جریان :

مسیر جریان عبوری	میزان جریان عبوری
دست به دست	3.3
دست چپ به پاها	6.7
دست راست به پاها	3.7
دست راست – پا به پا	0.5

(2) مقدار جریان :

عبور جریان 1 تا 3 میلی آمپری خطر است و فقط به صورت لرزشی ضعیف بدن اتفاق می افتد جریانه‌های 10-15 میلی آمپر باعث تشنج عضلات می شود که هرچه جریان بیشتر باشد رها کردن الکترون‌ها مشکل تر می باشد و در جریانه‌های بالاتر از 20 میلی آمپری فلج دستها ، درد شدید عضلات ، تنگی نفس و لرزش بطن های قلب بوجود می آید . در عبور جریانه‌های 50-60 میلی آمپری خطر مرگ وجود دارد . حداقل ولتاژی که برای انسان خطرناک است 60 ولت است .

(3) مدت تاثیر جریان

(4) فرکانس جریان : متاسفانه مهلك ترین فرکانس های صنعتی یعنی 50-60 هرتز است .

با توجه به اینکه مقاومت انسان در جریان DC حدود 2 برابر جریان AC است خطر برق گرفتگی در برق AC بیشتر است .

انواع برق گرفتگی :

(1) برق گرفتگی در اثر رعد و برق :

رعد و برق ابرها انرژی زیادی در خود ذخیره می کند که به دنبال مسیری برای تخلیه می گردد که اگر بدن انسان در مسیر تخلیه قرار گیرد باعث مرگ می شود .

(2) برق گرفتگی در اثر میدان مغناطیسی :

در صورتیکه بدن انسان در میدان مغناطیسی متناوبی قرار گیرد طبق قانون فارادی در بدن او نیروی محرکه القا می شود که با توجه به مقاومت بدن ، باعث عبور جریان از بدن می شود . شدت برق گرفتگی در میدان مغناطیسی به شدت میدان و فرکانس مغناطیسی بستگی دارد .

(3) برق گرفتگی در اثر تماس به بدنه

دستگاه هایی که اتصال به بدنه در صورتیکه بدنه دستگاه های برقی به هر دلیلی با سیم فاز اتصالی کند ، بدنه دستگاه در صورت هادی بودن برقرار می شود حال اگر بدن انسان با این دستگاه تماس پیدا کند جریان موجود در بدنه دستگاه از بدن انسان خواهد گذشت و باعث برق گرفتگی خواهد شد .

روشهای حفاظت از برق گرفتگی :

1) استفاده از سیم ارت :

از آنجاییکه بدنه دستگاه های الکتریکی در هنگام اتصال سیم فاز به آن برقرار می شود برای آنکه به راحتی بتوان جریان موجود در بدنه را به زمین انتقال داد از سیم اتصال به زمین یا ارت استفاده می شود که این سیستم یک خطر جداگانه برای اتصال به بدنه دستگاه ها و از طرف دیگر اتصال به زمین در مدار قرار می گیرد

2) حفاظت توسط سیم نول :

از آنجاییکه سیم نول در پست برق به زمین وصل شده است می توان بدنه دستگاه ها را به سیم نول وصل کرد تا جریان اضافی از طریق سیم نول وارد زمین شود اما این روش در شبکه هایی که در آن بارها متعادل نیستند روش مناسبی نیست زیرا در زمان پیک بار نول شبکه برقرار است مگر آنکه خودمان یک چاه ارت کنده و سیم نول را در منزل به زمین وصل کنیم و آنگاه از آن به عنوان سیم حفاظت کننده استفاده کرد . (پیک بار = اوج مصرف)

- سیم PEN یعنی سیم نولی که به ارت وصل است به چاه .

- از آنجاییکه لوله های آب فلزی هستند و در آنها آب نیز جاری هستند نهایتاً در آنها مقاومتی هست که می توان سیم ارت استفاده کرد یا بدنه دستگاه ها را به لوله آب وصل می کنیم و یا سیم نول را به لوله آب وصل کرده و بدنه دستگاه ها را به سیم نول وصل می کنیم .

چاه زمین :

عبارتست از یک صفحه مسی که در عمق زمین دفن می شود حفر چاه باید آنقدر باشد که در آن نم طبیعی به صورت دائم وجود داشته باشد صفحه مسی باید به صورت قائم درته چاه قرار داده شود و در اطراف آن حداقل به ضخامت 20 Cm از هر طرف مخلوط پودر نمک و زغال ریخته و کوبیده شود .

هادی زمینی به صفحه فلزی (مسی) به دو روش انجام میگیرد :

استفاده از کابل شوی مسی نه آهنی با پرس هیدرولیک که با استفاده از پیچ مسی به صفحه مسی محکم می شود .

استفاده از جوش اکسیژن (لحیم سخت).

پس از آنکه صفحه مسی کار گذاشته شد متناوبا با پنج لایه پودر نمک و پنج لایه پودر زغال هر یک به ضخامت 15 Cm درون چاه ریخته و فشرده می شود و از آن به بعد با خاک ----- هم شده پر و لایه به لایه فشرده می شود. به جای صفحه مسی می توان 5 حلقه هادی اتصال به زمین که قطر متوسط طبق های آن 50 Cm باشد کنار هم پیچیده و در زمین قرار داد .

حفاظت الکتریکی :

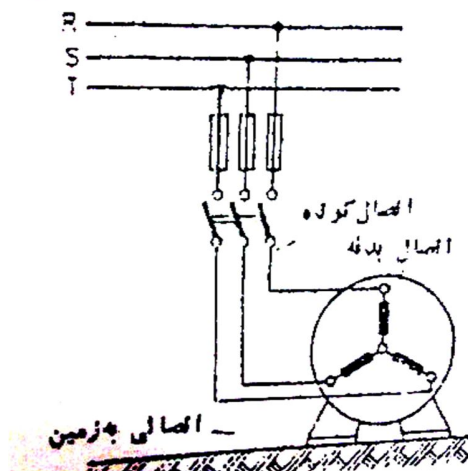
منظور از حفاظت الکتریکی عبارت است از اقداماتی که باید در تاسیسات الکتریکی به عمل آورد تا اینکه خطرات ناشی از جریان برق باعث صدمه زدن به اشخاص ، حیوانات ، دستگاهها ، مولدها ، مصرف کننده ها و سیم های حامل جریان نگردد.

خطاهای ناشی از جریان برق را عمدتا به سه دسته می توان تقسیم نمود .

1. اتصال بدنه که عبارتست از اتصال یکی از سیمهای جریان برق به بدنه دستگاه .

2. اتصال کوتاه که عبارتست از اتصال دو سیم لخت که نسبت به هم دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی میباشند .

3. اتصال زمین که عبارتست از اتصال یکی از سیمهای حامل جریان به زمین (مطابق شکل زیر) .



خطاهای گفته شده در بالا معمولاً به دو صورت کامل و ناقص می تواند اتفاق بیفتد . اگر چنانچه اتصال کامل باشد به این معنی است که در محل اتصالی مقاومت وجود ندارد و جریان زیاد از این نقطه عبور می کند . اگر اتصال ناقص باشد در محل اتصالی مقاومت وجود دارد بنابراین جریان خطا نسبت به حالت قبل کمتر است . این نوع اتصالی اغلب خطرناک می باشد زیرا به راحتی قادر به تشخیص نیست . در هر مورد از خطاهای گفته شده بایستی سیستم حفاظتی خاصی به کار برد.

حال با توجه به مطالب گفته شده به شرح وسایل و طرق مختلف حفاظت دستگاهها و اشخاص می پردازیم.

1. حفاظت سیم ها و کابل ها

کلیه سیمها و کابلها بایستی در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه محافظت شوند برای حفاظت سیم در برابر اضافه بار میتوان از کلیدهای حرارتی (بیمتال و یا فیوزهای ذوب شونده) استفاده نمود .

این وسایل بایستی طوری طراحی و انتخاب شوند که در صورت بروز اتصال کوتاه یا اضافه بار در کوتاه ترین زمان ممکن و قبل از اینکه صدمه ای به سیمها و تجهیزات الکتریکی برسد مدار قسمت معیوب را قطع نمایند .

برای انتخاب صحیح فیوز و یا کلید حرارتی با توجه به جریان مدار سطح مقطع سیم را با استفاده از جدول (1-5) و در نظر گرفتن درصد افت ولتاژ و درجه حرارت محیط پیدا نموده و سپس با مراجعه به جدول (1-5) جریان نامی کلیدها و یا فیوزهای LS مشخص می شود .

برای در نظر گرفتن درصد افت ولتاژ می توان از محاسباتی که در فصل کابل کشی مراکز صنعتی شرح داده خواهد شد استفاده نمود .

جریان مجاز سیمهای روپوش دار مطابق استاندارد VDE

سطح مقطع mm ²	گروه 1 مس آلومینیوم		گروه 2 مس آلومینیوم		گروه 3 مس آلومینیوم	
	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]
0.75	----	----	13	----	16	----
1	12	----	16	----	20	----
1.5	----	----	20	----	25	----
2.5	21	16	27	21	34	27
4	27	21	36	29	45	35
6	35	27	47	37	57	45
10	48	38	65	51	78	61
16	65	51	87	68	104	82
25	88	69	115	90	137	107
35	110	86	143	112	168	132
50	140	110	178	140	210	165
70	----	----	220	173	260	205
95	----	----	265	210	310	245
120	----	----	310	245	365	285
150	----	----	355	280	415	330
185	----	----	405	320	475	375
240	----	----	480	380	560	440
300	----	----	555	435	645	510
400	----	----	----	----	770	605
500	----	----	----	----	880	690

جدول (5-1)

مقدار جریان فیوز برای حفاظت در مقابل جریان اضافی در صورتیکه

درجه حرارت محیط 25 درجه سانتیگراد باشد

سطح مقطع سیم مس آلومینیوم		جریان نامی فیوز حفاظت کننده سیم		
mm ²	mm ²	گروه 1	گروه 2	گروه 3
		[A]	[A]	[A]
0.75	----	----	10(10)	10(15)
1	----	6(10)	10(15)	15(20)
1.5	2.5	10(15)	15(20)	20(25)
2.5	4	15(20)	20(25)	25(35)
4	6	20(25)	25(35)	35(50)
6	10	25(30)	35(50)	50(60)

10	16	35(50)	50(60)	60(80)
16	25	50(60)	60(80)	80(100)
25	35	60(80)	80(100)	100(125)
35	50	80(100)	100(125)	125(160)
50	---	100(125)	125(160)	160(200)
---	70	100()	125(160)	160(200)
70	---	---	160(225)	200(260)
---	95	---	160(200)	100(225)
95	---	---	200(260)	225(300)
---	120	---	225(300)	225(260)
120	---	---	225(300)	260(350)
---	150	---	225(200)	260(300)
150	---	---	260(350)	300(430)
---	185	---	260(300)	300(350)
105	240	---	300(350)	350(430)
240	---	---	350(430)	430(500)
---	30	---	350(---)	430(---)
300	400	---	430(---)	500(---)
400	500	---	---	600(---)
500	---	---	---	700(---)

جدول (1-6)

توضیح راجع به جدول (1-6): اعدادی که در داخل پرانتز نوشته اند حداکثر جریان نامی فیوز می باشند .

در جدولهای فوق (1-5) و (1-6) طبق قوانین VDE گروههای 1 و 2 و 3 در صفحه بعد مشخص شده اند

گروه 1: سیم های تک رشته تا سه سیم در یک لوله - سیمهای رشته ای کابل مانند در لوله .

گروه 2: سیمهای رشته ای کابل مانند خارج از لوله ، سیمهای متحرک.

گروه 3: سیمهای تک لا در فضای آزاد (حداقل فاصله سیمها به اندازه قطر سیم) .

در مواردی که بایستی از کابل استفاده نمود نیز می توان از جداول (1-7.a,b) جریان نامی وسیله

حفاظت بار اضافی را بدست آورد .

باید توجه نمود که جدول انتخاب فیوز برای محیط با درجه حرارت 25 درجه سانتیگراد تهیه شده و در صورت بالا بودن درجه حرارت محیط بایستی از فیوزهایی با نمره کوچکتر استفاده نمود زیرا در درجه حرارتهای بالاتر جریان مجاز سیمها کم می شود و در نتیجه بایستی با توجه به جریان مجاز جدید فیوز انتخاب نمود . جدول (1-7-c) در صد مجاز جریان سیمهای جدول (1-5) را در درجه حرارتهای مختلف نشان می دهد .

جریان نامی حفاظت کننده اضافه بار یک کابل در داخل زمین

سطح مقطع	4×1.5	4×2.5	4×4	4×6	4×10	4×16	mm ²
NYN NYKY	25	35	35	63	80	100	A

جدول (1-7-a)

جریان نامی حفاظت کننده اضافه بار یک کابل در هوای آزاد 20 درجه سانتی گراد

سطح مقطع	4×1.5	4×2.5	4×4	4×6	4×10	4×16	mm ²
NYN NYKY	20	25	35	35	63	80	A

جدول (1-7-b)

درجه حرارت محیط به سانتیگراد	30 ⁰	35 ⁰	40 ⁰	45 ⁰	50 ⁰	55 ⁰
مقدار درصد مجاز جریان سیمهای جدول (1-5)	%92	%85	%75	%65	%53	%38

جدول (1-7-c)

برای کابل های NKBA و NYN می توان از جدول (1-7-d) استفاده نمود .

درجه حرارت	5 ⁰	10 ⁰	15 ⁰	20 ⁰	25 ⁰	30 ⁰	35 ⁰
درصد ضریب جریان مجاز	115	110	105	100	94	88	82

جدول (1-7-d)

در صورت انتخاب فیوز از جداول فوق ، سیمها همزمان در برابر بار اضافی و همچنین اتصال کوتاه محافظت می شوند . در صورتیکه بخواهیم از فیوز فقط برای حفاظت سیم در برابر اتصال کوتاه استفاده کنیم می توانیم فیوزی با جریان نامی تا سه شماره بالاتر را نیز انتخاب نماییم .

در انشعابات ، در صورت کوچک شدن مقطع سیمها باید در محل انشعاب ، سیم با مقطع جدید را نیز در مقابل بار اضافی و جریان اتصال کوتاه حفاظت نمود ولی چنانچه طول سیم از دو متر کمتر بوده و در اطراف آن مواد قابل اشتعال مانند چوب نباشد می توان از حفاظت آن در مقابل اضافه بار صرف نظر نمود .

در صورتیکه دوسیم با یکدیگر به صورت موازی در مدار قرار داشته باشند بایستی هر کدام را جداگانه حفاظت نمود .

سیم های مدارهای فرمان همانطور سیمهایی که مطمئن هستیم جریان اضافی نخواهد داشت مانند سیمهای روشنایی احتیاج به حفاظت در برابر بار اضافی ندارند .

معمولا در محل های مسکونی برای حفاظت سیمهای روشنایی از فیوز 10 آمپر و برای سیم پریزهای یک فاز از فیوز 16 آمپر استفاده می شود .

در کارگاههای صنعتی سیمهای روشنایی را با فیوز 25 آمپر نیز می توان حفاظت نمود .

در سیم کشی داخل کانالها که سیمها و کابلها به صورت گروهی کنار یکدیگر قرار می گیرند جریان مجاز آنها نسبت به حالت عادی کاهش پیدا می کند . مطابق استاندارد اگر سه کابل داخل یک کانال باشد جریان مجاز آنها 0.8 و اگر شش کابل به صورت گروهی در یک کانال باشد جریان مجازشان 0.75 جریان مجاز اولیه خواهد شد .

به عنوان مثال اگر شش سیم نمره 2.5 با جریان مجاز 27 آمپر در داخل یک کانال قرار گیرند جریان مجاز آنها به مقدار زیر کاهش می یابد .

جریان مجاز فعلی $27 \times 0.75 = 20.25 \text{ A}$

در اینصورت فیوز محافظ بار اضافی نیز از 25 آمپر به 20 آمپر تغییر مییابد .
در مورد محافظت سیمهای تخت (شین ها) و یا سیمهای تک لای داخل تابلوها یا اتصالات بین ماشینها و ترانسفورماتورها تا سطح مقطع 50 میلیمتر مربع می توان از گروه سوم جدول (6-1) استفاده نمود .

2. حفاظت مصرف کننده ها و دستگاههای الکتریکی

مصرف کننده ها و دستگاههای الکتریکی بایستی در مقابل خطاهای احتمالی از قبیل اتصال کوتاه و اضافه بار حفاظت شوند . جهت حفاظت این دستگاهها معمولا قبل از مصرف کننده یا دستگاه مورد نظر از فیوزهای ذوب شونده و کلیدهای مغناطیسی یا حرارتی که مطابق با جریان نامی آن دستگاه انتخاب شده استفاده می شود .

در مورد مصرف کننده ها و دستگاههای سه فاز بهتر است وسایل حفاظتی طوری انتخاب شوند که در

صورت بروز هرگونه خطا ، مصرف کننده به طور کلی از شبکه جدا شود.

برای این منظور معمولا از کلیدهای مغناطیسی و یا حرارتی که کنتاکتهای تمام فازها همزمان قطع و یا وصل می گردند استفاده میشود .

قسمت عمده مصرف کننده های سه فاز در مراکز صنعتی را موتورهای الکتریکی تشکیل می دهند از این رو در مورد نحوه حفاظت آنها توضیح بیشتری می دهیم .

معمولا جهت حفاظت موتورهای الکتریکی از کلید حفاظت موتور استفاده می شود .

درحالیکه این کلید وظیفه قطع و وصل موتور را به شبکه به عهده دارد همزمان آن را در برابر بار اضافی و همچنین اتصال کوتاه حفاظت می کند .

بدین صورته که چنانچه در اثر اضافه بار و با دوفاز شدن موتور جریان کمی بیشتر از جریان نامی آن شود ، حرارت عضو حفاظت کننده حرارتی که بیمتال می باشد بالا رفته و در اثر تغییر فرم بیمتال به اهرمی فشار آورده و کلید را قطع می کند و چنانچه خطاهایی مانند اتصال کوتاه دوفاز در موتور پیش آید در اثر عبور جریان زیاد از بوبین حفاظت کننده مغناطیسی کلید اهرم آهنی به سرعت به سمت هسته بوبین جذب شده و کلید را قطع می نماید .

این کلیدها برای موتورهای رتور قفسه ای با جریان نامی تا 10 آمپر بایستی تحمل تا 8 برابر جریان نامی را داشته باشند بدون آنکه کنتاکتهای آنها ذوب شده یا صدمه ای ببینند .

قسمت حفاظت کننده حرارتی این کلیدها که موتور را در برابر اضافه بار حفاظت می کند قابل تنظیم بوده و می تواند در برابر اضافه باری از 1.05 تا 10 برابر جریان نامی موتور قطع نماید . در صورت بروز اتصال کوتاه در مصرف کننده قبل از اینکه قسمت حرارتی این کلید صدمه ای ببیند بایستی مدار قطع شود . در اینجا حفاظت کننده مغناطیسی کلید که در مقابل جریانی از 10 تا 15 برابر بالاترین مقدار قابل تنظیم قطع کننده حرارتی عمل می نماید مدار را به سرعت قطع می کند به همین دلیل به این قسمت از کلید دستگاه قطع کننده سریع نیز گفته می شود .

همانطور که قبلا نیز اشاره شد بهتر است مصرف کننده های سه فاز را با وسایلی حفاظت نمود که پل های آن همزمان قطع گردد . این مطلب در مورد موتورها اهمیت بیشتری دارد زیرا چنانچه از فیوزهای

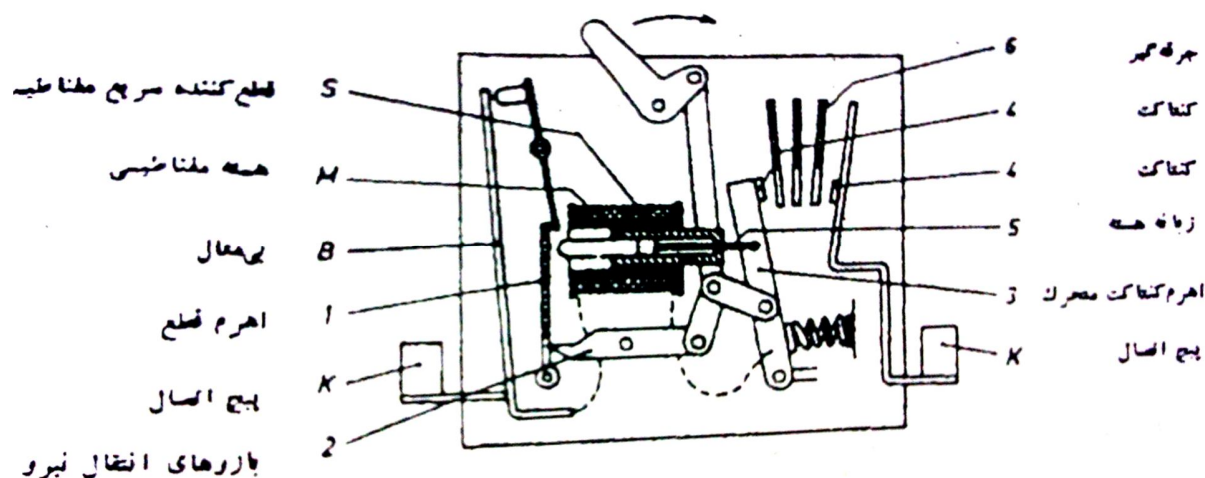
ذوب شونده تکی جهت حفاظت موتورهای سه فازه استفاده شود ، امکان دارد که در صورت اتصالی یک فاز به بدنه فیوز مربوط به آن قطع شده و موتور دوفاز گردد . این موضوع باعث خواهد شد که اولاً قدرت موتور تا 70 درصد کاهش پیدا کند ثانیاً جریان فازهای دیگر از حد مجاز بالاتر رفته و احتمالاً سیم پیچ های موتور بسوزد و ثالثاً در دستگاههایی که احتیاج است تا موتور تغییر جهت گردش دهد این عمل انجام نشده و خود باعث خسارات زیادی گردد .

با توجه به مسایل فوق لازم است که جهت حفاظت موتور از کلید حفاظت موتور استفاده شود . کلید حفاظت موتور را می توان با قطع کردن یک فاز موتور و یا ترمز کردن آن امتحان نمود که در مورد اول بایستی در چند دقیقه و در مورد دوم در چند ثانیه مدار را قطع نماید .

در سالهای اخیر جهت حفاظت موتور از کلیدهای بیمتالی (حرارتی) که مستقیماً روی سیم پیچ های موتور نصب می شوند ، استفاده می کنند. این کلیدها در صورت اضافه جریان و افزایش حرارت سیم پیچ ها توسط یک مدار فرمان موتور را از شبکه جدا می کند .

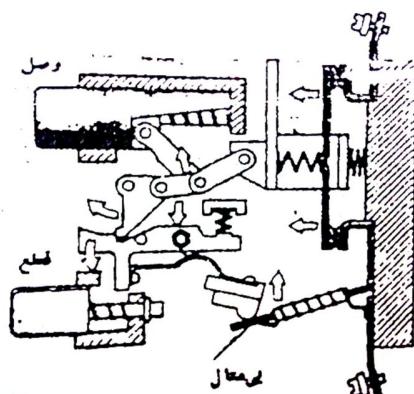
اخیراً از حفاظت کننده های حرارتی نیمه هادی نیز استفاده میشود که به خاطر بالا بودن هزینه در موتورهای بالای (10kw) استفاده می گردد .

استفاده از کلید حفاظت موتور برای کلیه موتورهای دائم کار ، خودکار و یا آنهایی که از دور فرمان می گیرند و یا مستقیماً به پریز وصل می شوند ضروری است .



نمونه ای از ساختمان و طریقه عمل قطع کننده سریع و بیمتالی در یک کلید محافظ شکل (60-1)

در بعضی موارد از یک نوع کلید حفاظتی استفاده می شود که فقط دارای قطع کننده حرارتی بوده و موتور را در مقابل بار اضافی حفاظت می کند . شکل (1-61) در این صورت جهت حفاظت موتور در مقابل اتصال کوتاه بایستی از فیوز استفاده نمود . جدول (1-8) طریقه انتخاب فیوز را بر مبنای جریان تنظیم شده قطع کننده حرارتی نشان میدهد .



کلید حفاظت موتور با قطع کننده حرارتی (شکل 1-61)

جریان نامی فیوز برای کلید حفاظت موتوری بدون قطع کننده سریع

قطع کننده حرارتی	بالاترین مقدار برای فیوز	
	تندکار	کندکار
[A]	[A]	[A]
0.2 تا 0.3	2	----
0.3 تا 0.6	2	----
0.6 تا 1	4	----
1 تا 1.6	6	----
1.6 تا 2.5	10	6
2.5 تا 4	20	10
4 تا 6	25	10
6 تا 10	25	16
10 تا 16	50	25

جدول (1-8)

در صورتیکه برای حفاظت موتور فقط از فیوز استفاده شود میتوان از جدول (9-1) فیوز مناسب را بر مبنای جریان نامی موتور بدست آورد .

جدول انتخاب فیوز کندکار برای موتورهایی که مستقیماً به شبکه وصل می شوند

قدرت نامی موتور	ولتاژ 220 ولت			ولتاژ 380 ولت		
	جریان نامی موتور	جریان نامی فیوز در اتصال ستاره	جریان نامی فیوز در اتصال مثلث	جریان نامی موتور	جریان نامی فیوز در اتصال ستاره	جریان نامی فیوز در اتصال مثلث
KW PS cos ϕ	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]
0.2 0.3 0.69	1.3	4	2	0.7	2	2
0.33 0.45 0.71	1.9	4	2	1.1	2	2
0.5 0.7 0.75	2.5	4	4	1.4	2	2
0.8 1.1 0.78	3.7	6	4	2.1	4	4
1.1 1.5 0.83	4.4	6	6	2.6	4	4
1.5 2.0 0.83	6.0	10	6	3.5	6	4
2.2 3.0 0.83	8.7	16	10	5.0	10	6
3.0 4.0 0.84	11.5	20	16	6.6	10	10
4.0 5.5 0.85	14.5	25	20	8.5	16	10
5.5 7.5 0.85	20	35	25	11.5	20	16
7.5 10 0.85	27	35	30	15.5	25	20
11 15 0.86	39	62		22	35	25
15 20 0.87	52	80	63	30	50	35
22 30 0.88	75	100	80	44	63	50
30 40 0.88	103	100	100	60	80	63
40 55 0.88	136	160	160	79	100	80

جدول (9-1)

در مورد موتورهایی که به صورت ستاره مثلث راه اندازی می شوند اجزای حفاظت کننده روی کلید حفاظت موتور جریان سیم پیچ های موتور را کنترل می کنند .

این جریان 0.58 جریان نامی موتور می باشد که با تنظیم آن روی کلید موتور در موقع راه اندازی نیز حفاظت می شود .

در این طریقه حفاظت اشکالی وجود دارد که وقتی کلید حفاظت موتور مدار را قطع کند سرهای X,Y,Z

موتور هنوز به شبکه وصل است و اگر کسی بخواهد کلید حفاظت را وصل نماید ممکن است توجه نکند که موتور در حالت مثلث می باشد و با وصل کلید به موتور صدمه بزند .

برای جلوگیری از این اشکال کلیدهای ستاره مثلثی همراه با کلید حفاظت موتور ساخته شده که همزمان در صورت قطع رله ، کلید را به حالت صفر می برد و امکان وصل موتور در حالت مثلث از بین می رود .

3.حفاظت اشخاص

یکی از مهمترین نکاتی که باید در قسمت حفاظت الکتریکی بدان توجه نمود مسئله برق گرفتگی انسان است .

در صورت اتصال یک سیم به بدنه هادی دستگاه اختلاف پتانسیلی بین بدنه و زمین بوجود می آید . حال اگر شخصی بدنه دستگاه را لمس نماید بین محل تماس بدن این شخص با زمین ولتاژی بوجود می آید (ولتاژ تماس) که چنانچه مقدار آن از 65 ولت بیشتر شود برای او خطرناک است زیرا معمولاً مقاومت بدن یک شخص حدود (1300الی3000) اهم می باشد و عبور جریان بیش از 50 میلی آمپر از بدن انسان خطر مرگ دربردارد در نتیجه می توان ولتاژی را که برای انسان خطرناک است محاسبه نمود .

$$U_B = R_M \cdot I_M = 1300 \times 0.05 = 65 \text{ v}$$

حال با توجه به مطالب فوق به شرح سیستم های متداولی که انسان را در مقابل ولتاژهای بیش از 65 ولت حفاظت می کند می پردازیم .

(الف)حفاظت توسط سیم زمین

حفاظت توسط سیم زمین نوعی از حفاظت است که در آن قسمتهای هادی دستگاه که با شبکه تغذیه ارتباط الکتریکی ندارند توسط سیم به زمین وصل می شوند . تا موقعی که اتصال بدنه در دستگاه الکتریکی وجود نداشته باشد قسمتهای حفاظت شده دستگاه هم پتانسیل با زمین بوده و اگر قسمتهای الکتریکی دستگاه به بدنه آن اتصالی پیدا کند جریانی از بدنه دستگاه به نقطه صفر ستاره ترانسفورماتور شبکه از طریق سیم وصل شده به زمین و زمین جاری می شود . مقدار این جریان باید به اندازه ای باشد

تا جریان خطا ، باعث قطع سریع وسیله حفاظتی (مثلا فیوز) شده و ولتاژ تماس قطع گردد . این جریان را جریان قطع I_A نامند و مقدار آن بستگی به جریان مجاز فیوزی که در سر راه دستگاه قرار گرفته است دارد و برابر است با :

$$I_A = K \cdot I_N$$

در این رابطه I_N جریان نامی فیوز بوده و K ضریبی است که برای حالات مختلف به شرح زیر می باشد. $K=1.25$ برای کلیدهای محافظ مغناطیسی با قطع سریع به جای جریان نامی جریان تنظیمی قطع کننده را باید منظور کرد .

$K=2.5$ برای کلیدهای محافظ خانگی (HLS) تا 25 آمپر برای کابلها و سیمهای هوایی و تابلوهای منازل و همینطور سیمهای اصلی .

$K=3.5$ برای تمام فیوزهای تندکار (فرز) و برای کلیدهای محافظ خط (LS) تا 25 آمپر و برای فیوزهای کندکار تا 50 آمپر .

$K=5$ برای فیوزهای کندکار از 60 آمپر به بالا .

مقدار جریان قطع که باید باعث قطع فیوز شود بستگی به مقاومت سیم زمین و مقاومت محدود محل تماس سیم با زمین دارد . مجموع این مقاومت نیز از رابطه زیر بدست می آید .

$$R_s \leq 65/I_A$$

اگر چندین مصرف کننده با یک سیم زمین حفاظت شوند باید برای محاسبه مقاومت زمین جریان نامی مصرف کننده با قدرت قطع بیشتر را منظور داشت .

موارد استفاده این سیستم حفاظتی برای مصرف کننده های با قدرت کم می باشد زیرا در صورت بالا بودن جریان مصرف کننده باید مقدار مقاومت زمین خیلی کم باشد که مشکل است .

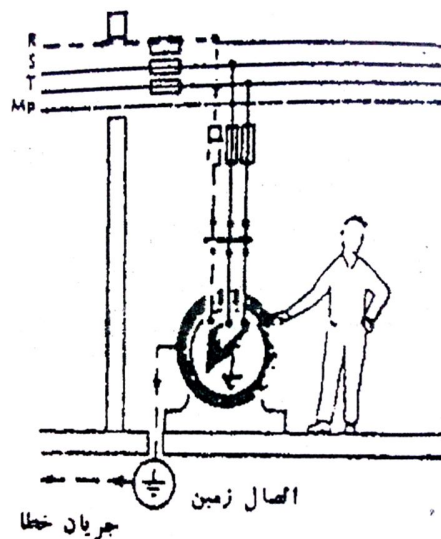
به عنوان مثال اگر مصرف کننده ای با فیوز 50 آمپر حفاظت شود ، چون ضریب K برای فیوز تند کار و کندکار 3.5 می باشد بنابراین جریان قطع

$$I_A = K \cdot I_N = 3.5 \times 50 = 175 \text{ A}$$

شده و مقاومت زمین بایستی $R_s \leq 65/175 = 0.37 \Omega$ باشد .

مقدار مقاومت زمین بایستی حداکثر 0.37Ω باشد تا جریان خطا باعث قطع سریع فیوز شود اما بهتر است که R_s از این مقدار نیز کمتر باشد زیرا تجربه نشان داده است که در طول زمان احتمال افزایش آن وجود دارد .

بدست آوردن مقاومت زمین با این مقدار کم مشکل بوده و میتوان با جانشین کردن سیستمهای حفاظتی اقتصادی تر از خطرات اتصال بدنه مصرف کننده های پر قدرت جلوگیری نمود .

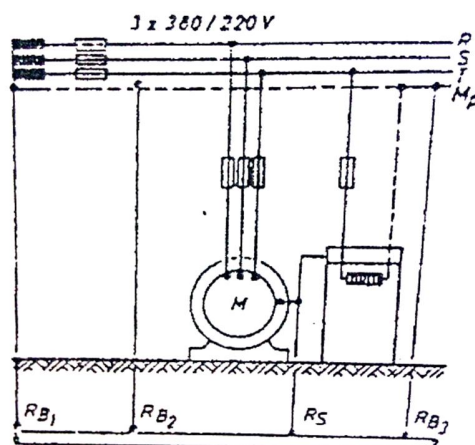


شکل (1-62)

شکل (1-62) طریقه استفاده از سیستم حفاظت زمین را برای مصرف کننده نشان می دهد .

طریقه وصل مصرف کننده به زمین می تواند توسط لوله شبکه آب و یا به طرق دیگر انجام پذیرد .

در تابلوهای تقسیم و یا مصرف کننده هایی که در نزدیکی آنها لوله آب و یا کابلهای شبکه با غلاف فلزی وجود دارد می توان از آنها به عنوان اتصال زمین استفاده نمود و با بست های اتصالی مصرف کننده را به لوله آب و یا غلاف فلزی اتصال داد . (شکل 1-63) بست ها باید قلع اندود شده و سطح تماس آن با لوله به اندازه کافی باشد .



(شکل 63-1)

زمین کردن توسط نوار ، لوله و صفحه نیز امکان دارد . در نوع نواری ، از تسمه فولادی قلع اندود با ضخامت 3 میلیمتر و با سطح مقطع 100 میلیمتر مربع و یا از سیم فولادی بهم تابیده قلع اندود شده که حداقل قطر هر کدام از سیمها 2.5 میلیمتر و سطح مقطع کل 95 میلیمتر مربع است استفاده می شود . در صورت استفاده از تسمه مسی باید سطح مقطع آن حداقل 50 میلیمتر مربع و ضخامت آن 2 میلیمتر و اگر سیم مسی تابیده باشد باید دارای حداقل سطح مقطع 35 میلیمتر مربع باشد . این تسمه باید در عمق نیم تا یک میلیمتری سطح زمین قرار گیرد و هر چقدر طول آن بیشتر باشد به همان اندازه مقاومت محدوده زمین نیز کاهش می یابد . مقاومت محدوده زمین را برای تسمه های با سطح مقطع بیشتر از 50 میلیمتر مربع (3×18) و سیم های با قطر بیشتر از 8 میلیمتر که حداقل در نیم متری از سطح زمین دفن شده و دارای طولی مابین 25 تا 100 متر باشد می توان از رابطه زیر بدست آورد .

$$Re = (2.1 \times \rho) / l$$

که در این رابطه ρ مقاومت مخصوص زمین بر حسب $\Omega.m$ بوده و برای محل های مختلف به شرح زیر است

$\rho=30 \Omega.m$ زمینهای مردابی

$\rho=100 \Omega.m$ زمینهای زراعی

$\rho=200 \Omega.m$ ماسه مرطوب

$\rho=500 \Omega.m$ سنگریزه مرطوب

$\rho=1000 \Omega.m$ ماسه و سنگریزه خشک

$\rho=3000 \Omega.m$ زمین سنگلاخ

$\rho=10000 \Omega.m$ صخره

با توجه به رابطه بالا مقدار مقاومت محدوده زمین بستگی به جنس الکتروود زمین نداشته و نسبت عکس با سطح تماس تسمه با زمین و قابلیت هدایت الکتریکی خاک اطراف فلز دارد .

مثال : مطلوب است محاسبه طول یک تسمه برای ایجاد زمین حفاظتی در صورتیکه مقاومت محدوده زمین حداکثر 3.5 اهم و زمین نیز زراعی باشد .

$$l = (2.1 \times \rho) / Re = (2.1 \times 100) / 3.5 = 60 \text{ m}$$

در مثال بالا برای حفاظت مصرف کننده باید طول نوار 60 متر باشد که به صورت مستقیم در زمین قرار می گیرد .

اگر به دلایلی قرار دادن تسمه در زمین به صورت مستقیم امکان نداشته باشد می توان آن را به صورت شعاعی ، حلقوی یا غربالی قرار داد .

در نوع میله ای یا لوله ای ، برای ایجاد اتصال زمین ، از لوله هایی به قطر یک تا دو اینچ و به طول یک تا 6 متر یا پروفیل قلع اندود شده که به صورت عمودی در زمین قرار می گیرند استفاده می شود می توان به جای یک لوله ، از دو یا چند لوله که به صورت موازی به یکدیگر متصل شده اند نیز استفاده نمود . در اینصورت حداقل فاصله لوله ها از یکدیگر باید به اندازه طول یک متر باشد .

محاسبه مقاومت محدوده زمین در این حالت برای لوله ای به طول 1 از رابطه $Re=(0.9 \times p)/I$ امکان پذیر است .

مثال : مطلوب است طول لوله ای که باید در یک زمین زراعی برای حفاظت به کار رود تا مقاومت محدوده زمین 10 اهم باشد .

$$I=(0.9 \times p)/Re=(0.9 \times 100)/10=9 \text{ m}$$

بنابراین به جای یک لوله 9 متری که قرار دادن آن در زمین مشکل است می توان از سه لوله به طول 3 متر که فاصله آنها نیز از یکدیگر 3 متر می باشد استفاده نمود و به صورت عمودی در زمین قرار داد در این صورت باید هر سه لوله را توسط بست و سیم به یکدیگر متصل نمود .

در نوع صفحه ای ، از یک صفحه آهنی قلع اندود شده که سطح هر طرف آن حداقل نیم مترمربع و ضخامت آن حداقل 3 میلیمتر می باشد استفاده می کنند . این صفحه باید به صورت عمودی در زمین قرار بگیرد و فاصله لبه بالای صفحه از سطح زمین حداقل یک متر باشد.

مقاومت محدوده زمین در اطراف یک صفحه مربع به اضلاع a که به صورت عمودی قرار می گیرد از رابطه $Re= (0.25 \times p)/I$ بدست می آید .

مثال : مطلوب است محاسبه ابعاد صفحه ای که باید برای حفاظت زمین استفاده شود در صورتیکه مقاومت $Re=12.5$ اهم مورد نظر بوده و در زمین گلی قرار گرفته باشد .
حل :

$$I=(0.25 \times p)/Re=(0.25 \times 100)/12.5=2 \text{ m}$$

می توان در اینجا نیز به جای استفاده از یک صفحه از چندین صفحه موازی با رعایت حداقل اندازه ها استفاده نمود در صورتیکه فاصله صفحه ها از یکدیگر از 3 متر کمتر نباشد .

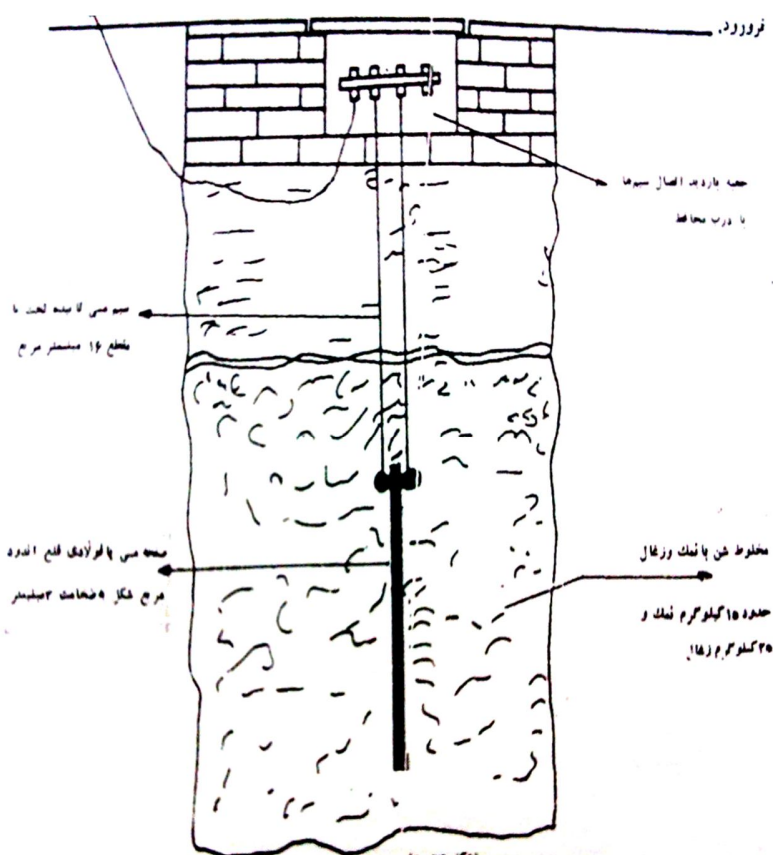
زمین مرطوب جریان الکتریکی را بهتر از آب هدایت می کند لذا نباید صفحه را در آب قرار داد .

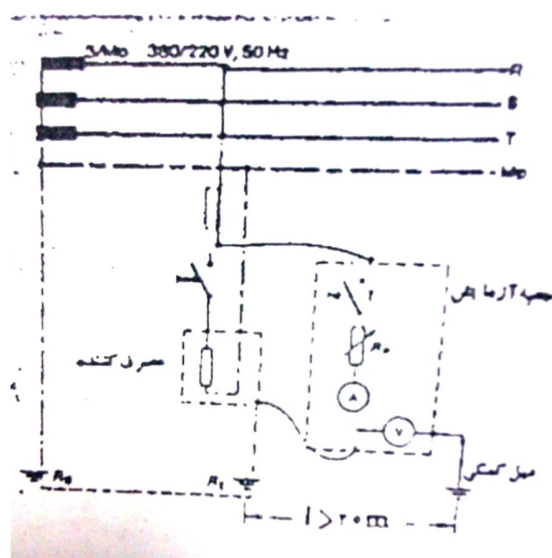
همانطور که گفتیم مقاومت محدوده زمین به جنس تسمه یا صفحه و یا لوله بستگی نداشته و تابعی از سطح آنها و قابلیت هدایت خاک اطراف آن می باشد . لذا می توان به طور مصنوعی نیز قابلیت هدایت خاک را با اضافه کردن نمک طعام و پودر کربن و براده فلزاتی که زنگ نمی زنند و از این قبیل

افزایش داد .

محل مقاومت زمین بایستی هرچند ماه یکبار مورد بررسی قرار گرفته و مقاومت زمین اندازه گیری شود تا در صورت افزایش مقاومت از حد مجاز (مثلا کم شدن رطوبت خاک) تدابیر لازم اتخاذ گردد . مقاومت زمین را می توان توسط دستگاه مخصوص سنجش مقاومت زمین و یا به روش های مختلف دیگر اندازه گرفت . یکی از ساده ترین این روشها که خطای اندازه گیری نیز در آن کم است ، اندازه گیری توسط ولتمتر و آمپر متر با کمک ولتاژ شبکه می باشد .

در این روش برای اندازه گیری مقاومت زمین مطابق شکل (65-1) یکی از فازهای شبکه ، توسط شستی T و یک مقاومت قابل تنظیم R_p (حدود 30 اهم) و یک آمپر متر (رنج بیشتر از 10 آمپر) به سیم زمین مورد نظر وصل می شود . یک ولتمتر نیز با مقاومت داخلی زیاد ، مابین سیم زمین اصلی و یک میل زمین کمکی وصل می شود . میل زمین کمکی باید حداقل در فاصله 20 متری از صفحه زمین اصلی در زمین فرو رود .





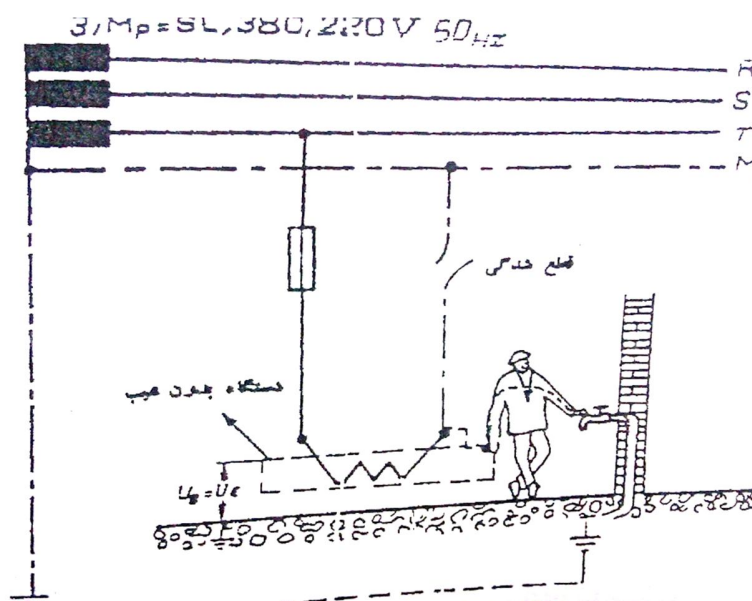
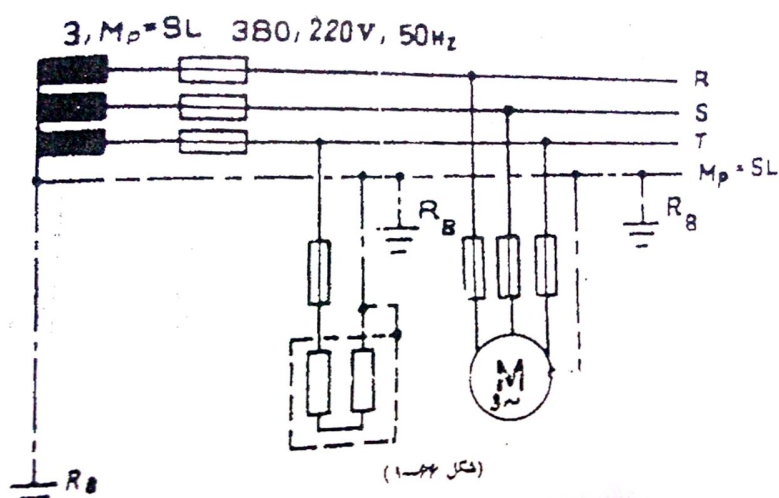
شکل (1-65)

در این اندازه گیری باید توجه داشت که سیم زمین قطع نباشد چون در صورت قطع بودن سیم زمین احتمال خطر برای اشخاص در اثر تماس با وسایل اندازه گیری و یا با میل کمکی وجود خواهد داشت . پس از اطمینان از وصل بودن سیم زمین ابتدا مقاومت متغیر را در ماکسیمم مقدار قرار داده و سپس با فشار روی شستی T ، جریان I از آمپرمتر و اتصال زمین در مسیر نشان داده شده در شکل عبور نموده و ولتمتر مقدار ولتاژ U را نشان خواهد داد که با خواندن آنها و استفاده از رابطه $Re = U/I$ می توان مقدار مقاومت زمین را بدست آورد . در صورت کم بودن مقدار جریان و ولتاژ می توان مقاومت متغیر را تغییر داده و انحراف عقربه ولتمتر و آمپرمتر را بیشتر نموده و بدین ترتیب خطای اندازه گیری را کاهش داد .

ب) سیستم حفاظت نول

در سیستم حفاظت نول به جای سیم زمین از سیم نول (Mp) شبکه استفاده شده که به بدنه دستگاه وصل می شود (شکل 1-66) در اینجا نیز مشابه سیستم حفاظتی زمین برای اینکه در هنگام اتصال بدنه ، وسیله حفاظتی مثلاً فیوز به سرعت قطع کند باید جریان قطع $k \cdot I_n$ از آن عبور کند . ضریب K برابر

با همان ضرابی است که در سیستم حفاظت زمین شرح داده شد .
 در این سیستم اگر سیم صفر به علی قطع شود ، حتی اگر مصرف کننده نیز اتصال بدنه نداشته باشد ،
 باز اختلاف پتانسیل تماس برابر با اختلاف پتانسیل بین فاز شبکه و زمین (U_E) در دستگاه ایجاد می شود.
 (شکل 1-67) به طوری که اگر شخص دستگاه را لمس نموده و در همان حال نیز به هادی دیگری که
 به زمین متصل است (مانند شیر آب) دست بزند ، جریان خطرناکی از بدن او عبور می کند .

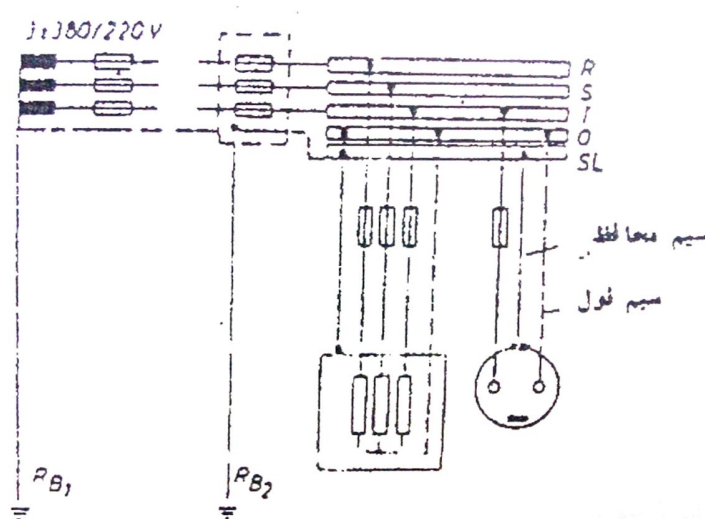


شکل (1-67)

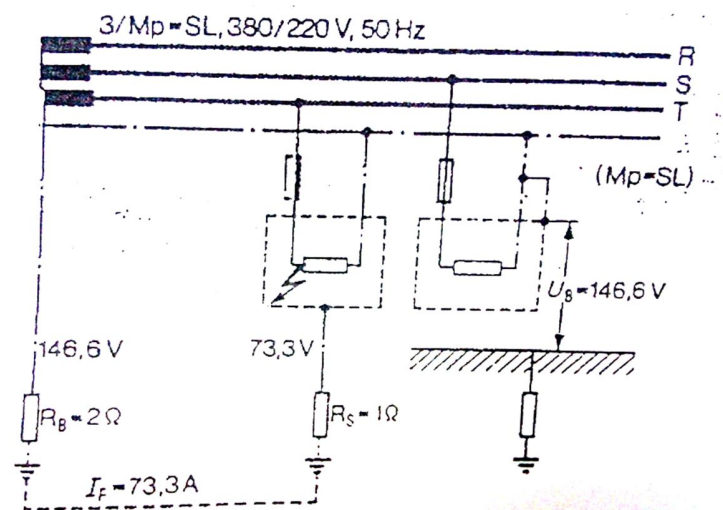
برای حفاظت مطمئن تر بهتر است که حفاظت نول (Mp) توسط یک سیم جداگانه (جدا از (Mp)) انجام پذیرد .

برای این کار سیم نول (Mp) در تابلو اصلی دو قسمت شده و توسط دو سیم مجزا یکی به عنوان سیم نول (Mp) و دیگری به عنوان سیم محافظ تا مصرف کننده کشیده می شود . (شکل 1-68)

در این صورت اگر فقط یک قطع شدگی در سیم محافظ پیش آید ، اختلاف پتانسیل تماس وجود نخواهد داشت اما اگر پس از قطع شدن سیم محافظ اتصال بدنه نیز بشود در این صورت اختلاف پتانسیل تماس وجود داشته و باعث ایجاد خطر خواهد شد .



شکل (1-68)



برای کم نمودن احتمال قطع شدن سیم حفاظت ، در مواردی که سطح مقطع آن از 10 میلیمتر مربع کمتر باشد می توان از سیمهای مخصوص که دارای استقامت مکانیکی بیشتری باشند استفاده نمود . در شبکه ای که دارای یک مصرف کننده با حفاظت توسط سیم زمین و یک سری مصرف کننده های دیگر با حفاظت توسط سیم نول باشد در صورتیکه در مصرف کننده اول (حفاظت شده توسط سیم زمین) یک اتصال بدنه پیش آید ، در همان لحظه در مصرف کننده های دیگر (حفاظت شده توسط سیم نول) نیز یک اختلاف پتانسیل بین بدنه و زمین بوجود خواهد آمد که می تواند باعث خطر شود (شکل 69-1). برای درک بیشتر با توجه به شکل اگر برای مصرف کننده ای که با سیم زمین حفاظت شده اتصال بدنه پیش آید در این صورت جریانی برابر با :

$$I_F = U_E / (R_S + R_B) = 220 / (1 + 2) = 73.3 \text{ A}$$

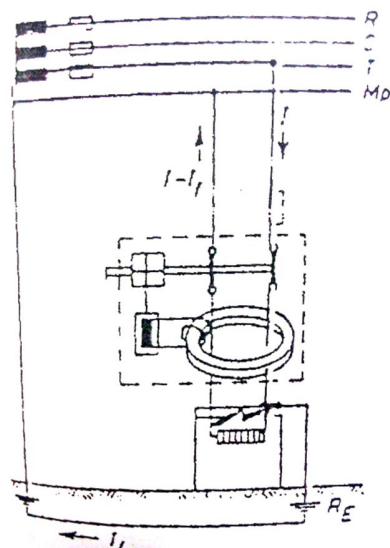
از زمین عبور می کند . اختلاف سطح روی مقاومت R_B برابر خواهد بود با :

$$U_B = I_F \times R_B = 73.3 \text{ A} \times 2\Omega = 146.6 \text{ v}$$

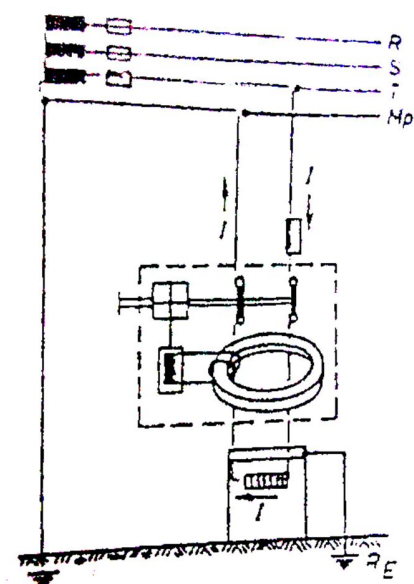
این ولتاژ (146.6 ولت) در روی تمام مصرف کننده های دیگر نیز بین بدنه هادی آنها و زمین بوجود خواهد آمد . بنابراین در تاسیسات الکتریکی که در آنها دستگاه ها به صورت انفرادی به زمین متصل می شوند ، نباید برای دستگاه های دیگر از حفاظت نول (Mp) استفاده نمود .

(ج) حفاظت توسط کلید خطای جریان (FI)

این دستگاه از محفظه ای که در آن یک کلید مغناطیسی و یک مبدل جریان قرار دارد تشکیل شده است . سیم پیچ ثانویه این مبدل جریان رله ی مغناطیسی را تامین می کند . از میان هسته حلقه ای شکل این مبدل مجموع جریان یک یا سه فاز مربوط به دستگاهی که باید محافظت شود عبور می کند . چون در بار غیر متعادل از سیم نول (Mp) نیز جریان عبور می کند لذا این سیم نیز باید از این حلقه عبور کند . اگر از یکی از سیمهایی که در داخل حلقه مبدل قرار گرفته است جریان عبور کند ، (درست مشابه سیم پیچ اولیه یک ترانسفورماتور) باعث ایجاد یک میدان مغناطیسی متغیر در هسته می شود . در حالتی که در مصرف کننده اتصال بدنه وجود نداشته باشد جریان ورودی و خروجی مصرف کننده با یکدیگر برابر و در خلاف جهت یکدیگر بوده و میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط هر یک از جریانه‌ها نیز در هر لحظه برابر و در خلاف جهت یکدیگر می باشند و در نتیجه از هسته مبدل هیچ فوران مغناطیسی عبور نمی کند و بنابراین در سیم پیچ ثانویه نیز هیچ ولتاژی القا نشده و رله مغناطیسی عمل نخواهد کرد (شکل 1-75) در صورت اتصال قسمتهای الکتریکی دستگاه به بدنه آن ، جریانی در مسیر نشان داده شده در شکل (1-71) از زمین به طرف نقطه صفر ترانسفورماتور شبکه عبور خواهد نمود در نتیجه جریانی که از داخل حلقه به سمت مصرف کننده جاری می شود بیشتر از جریانی است که از داخل همان حلقه به شبکه برمی گردد . این تفاوت جریان در هسته یک فوران مغناطیسی متغیری ایجاد نموده و در سیم پیچ ثانویه آن نیروی محرکه القایی ایجاد می شود که باعث عبور جریانی از داخل سیم پیچ رله مغناطیسی می گردد . هرچه مقدار جریانی که از زمین عبور می کند بیشتر باشد ، مقدار جریان عبوری از سیم پیچ رله نیز بیشتر خواهد بود (چرا؟) . در صورتیکه این جریان در حد نامی باشد ، رله عمل نموده و کلید اصلی قطع خواهد شد .



(شکل 1-71)



(شکل 1-75)

مزایای کلید FI

کلید حفاظتی FI ، ولتاژهای تماس خطرناک را در ظرف 0.2 ثانیه قطع می کند. در صورتیکه حفاظت توسط سیم نول (Mp) وحفاظت توسط سیم زمین، یک زمان طولانی قابل ملاحظه ای تا قطع لازم دارد. به عنوان مثال در صورتیکه از یک فیوزکنندکار با جریان نامی 25 آمپر جریانی 3/5 برابر جریان نامی آن

یعنی $3/5 \times 25 = 87/5$ آمپر عبور نماید در حدود 25 ثانیه طول می کشد تا ذوب شده و مدار را قطع کند. در این بازمان قطع فیوز یک صد برابر بیشتر از زمان قطع کلید FI می باشد که می تواند خطراتی را برای اشخاص ایجاد کند.

نصب و سیم کشی کلید FI ساده بوده و از نظر اقتصادی نیز از آن تمام می شود. حفاظت توسط کلید FI، برخلاف سیستم حفاظتی نول و سیستم حفاظتی اتصال زمین وابستگی به جریان نامی فیوز اصلی ندارد و می توان برای اتصال مصرف کننده به زمین از سیم مسی $1/5$ میلیمتر مربع استفاده نمود. بشرط آنکه خود سیم در برابر عوامل جوی و مکانیکی و غیره حفاظت شود و در محل هائی که امکان حفاظت سیم وجود ندارد باید از سیم مسی با سطح مقطع چهار میلی متر مربع استفاده نمود.

(د): حفاظت بوسیله عایق کردن

در حفاظت توسط عایق کردن، تمام قسمت در دسترس مصرف کننده را که در صورت اتصال می توانند نسبت به زمین ولتاژ داشته باشند، عایق می نمایند. برای این کار می توان تمام بدنه دستگاه را عایق نمود یا اینکه تمام قسمت های الکتریکی مانند کلید و ترمینال ها و موتور را توسط جسم عایق از بدنه و چرخ دنده ها و... جدا نمود. جسم عایقی که بدین منظور بکار می رود باید مقاوم بوده، فرسوده نشده و صدمه ای نبیند. دستگاه هائی که بوسیله عایق کردن حفاظت الکتریکی می شوند دارای سیم های رابط بدون سیم حفاظتی می باشند (مانند دستگاه های متحرک خانگی از قبیل جاروی برقی، ریش تراش، رادیو و غیره). میتوان با عایق کردن اطراف محل قرار گرفتن دستگاه، مانند کف زمین و دیوار نیز اشخاص را در برابر ولتاژ تماس نسبت به زمین حفاظت نمود. باید توجه داشت که چنین حفاظتی تنها برای دستگاه هائی که در یک محل ثابت هستند می تواند اجرا شود.

(ه): حفاظت توسط ولتاژ کم

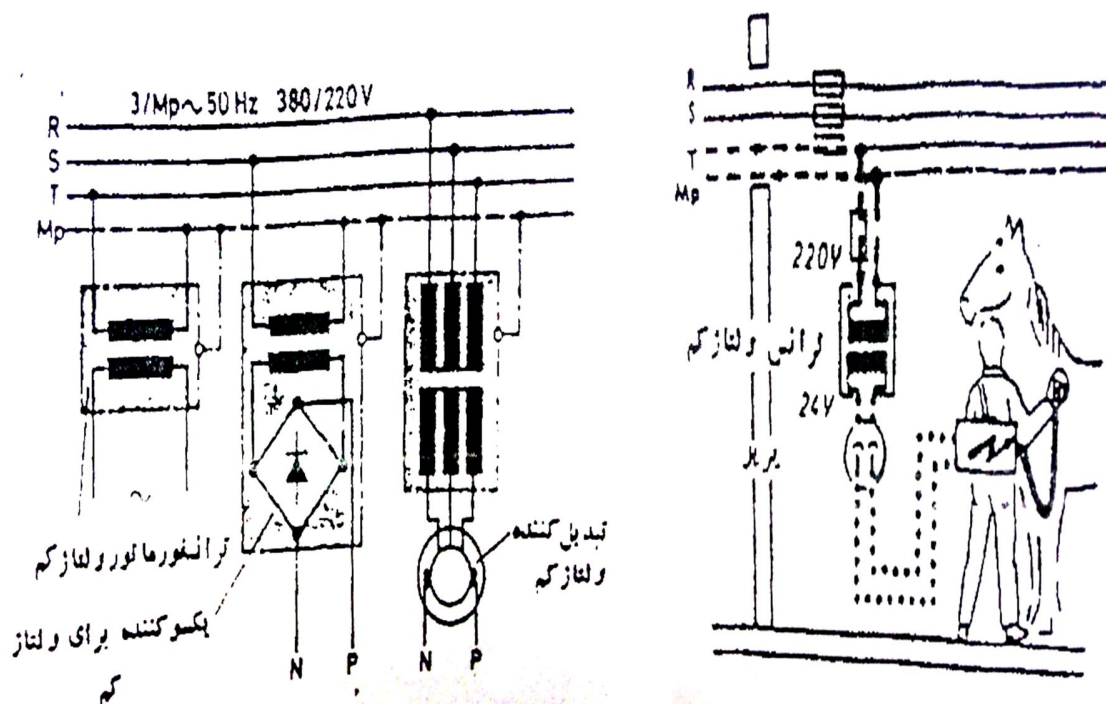
از ولتاژهای کمتر از 42 ولت برای حفاظت استفاده می شود. بدین منظور برای ایجاد چنین ولتاژی،

باید از ترانسفورماتور با دوسیم پیچ جداگانه استفاده نمود و نمی توان از مقاومت های پیش گذار یا ترانسفورماتور های صرفه ای (اتوترانسفورماتور) و یا متد دیگری که ولتاژ کم با ولتاژ شبکه در ارتباط الکتریکی باشد، استفاده نمود.

دستگاه هائی که از این سیستم برای حفاظت آنها استفاده می شود، برای سیم حفاظتی به ترمینال احتیاج ندارند و مدار جریان آنها را نباید به هیچ وجه به زمین یا سیم نول (Mp) و یا دستگاه های دیگر که با ولتاژ بالا کار می کنند وصل نمود.

برای احشام، ولتاژ بیشتر از 24 ولت خطرناک می باشد. بنابراین در محل نگهداری حیوانات باید ولتاژ لامپ ها و یا وسائلی که متحرک هستند، حداکثر 24 ولت باشد چون احتمال اینکه سیم های رابط توسط حیوان جویده شود و یا اینکه توسط سم و یا پنجه حیوان، پاره و یا زخمی شده و برق گرفتگی ایجاد شود وجود دارد.

از این نوع حفاظت می توان برای لامپ های دستی در محل های تنگ، در اتاقک های فلزی، برای اسباب بازی هائی که توسط موتور های الکتریکی حرکت می کنند و موارد مشابه دیگر استفاده نمود. در شکل (1-75) زیر این نوع حفاظت دیده می شود. دو شاخه دستگاه هائی که با ولتاژ کم کار می کنند باید با دو شاخه دستگاه های دیگر فرق داشته باشد. تا نتوان آن را به پریز های با ولتاژ بالا مثلاً 220 ولت وصل کرد.



شکل (1-75)

(و) حفاظت توسط ترانسفورماتور

در این طریقه نیز مشابه حفاظت توسط ولتاژ کم ، ولتاژ تغذیه مصرف کننده را از نظر الکتریکی توسط یک ترانسفورماتور از ولتاژ شبکه جدا می کند . تنها تفاوت آن در این است که در این حالت ولتاژ مصرف کننده از 65 ولت بیشتر بوده و می تواند برابر با ولتاژ شبکه نیز باشد .

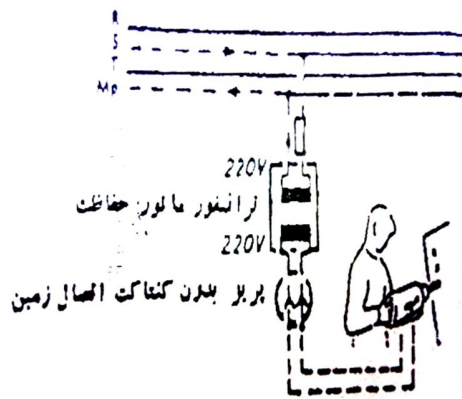
باید توجه داشت که ترانسفورماتور حفاظتی حتما دارای دو سیم پیچ جدا از یکدیگر باشد تا در صورت پیدا شدن اتصال بدنه در مصرف کننده ولتاژ تماسی بین محل تماس و زمین وجود نداشته باشد .

شکل (1-76) یک دستگاه الکتریکی را که توسط ترانسفورماتور حفاظت شده است نشان می دهد .

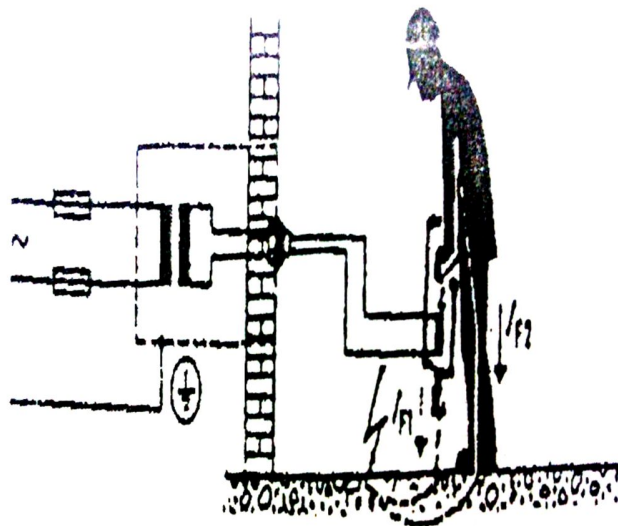
به ثانویه ترانسفورماتورهای حفاظتی تنها یک مصرف کننده مجاز است که وصل شود . زیرا با اتصال بیش از یک مصرف کننده به ثانویه آن ، احتمال خطر برق گرفتگی در صورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف کننده وجود خواهد داشت . علاوه بر آن خطر دیگری که احتمال پیشامد آن در این نوع حفاظت زیاد بوده و باید پیش بینی آن را نمود ، این است که با صدمه دیدن یکی از سیم های رابط و اتصال آن به زمین ، اگر سیم رابط دیگر نیز به بدنه دستگاه اتصال پیدا کند مانند شکل (1-77) باعث عبور جریان

(IF2) از بدن شخص می شود.

اگر خود دستگاه با زمین در تماس باشد (مطابق شکل 1-77) تنها قسمتی از جریان از بدن شخص عبور می کند .



شکل (1-76)



شکل (1-77)

و معمولاً به علت کمتر بودن مقاومت محل تماس دستگاه به زمین از مقاومت بدن شخص ، $IF1 > IF2$ می باشد. اما اگر دستگاه توسط شخص از زمین جدا شود ، جریان زیادی از بدن شخص عبور می کند که

خطرناک می باشد و برای پیشگیری از آن باید مراقبتهای لازم انجام گیرد . به عنوان مثال سیمهای رابط دستگاه نباید بیش از حد طولانی باشند تا مراقبت از آنها توسط شخصی که از دستگاه استفاده می کند راحت تر باشد و علاوه بر آن سیم رابط متحرک باید یک تکه بوده و در صورت امکان آن را از روی زمین عبور داده و توسط قلابهای عایق آن را آویزان نمود . در صورت عبور سیم رابط از بین درب ها ، خصوصا درب های فلزی باید بسیار دقت نمود چون در صورت بسته شدن درب ، خطر قطع شدن و اتصال زمین سیم وجود دارد . ترانسفورماتورهای حفاظتی که معمولا به کار می روند در اندازه و قدرت های مختلف و حداکثر تا 16 آمپر و برای مصرف کننده های یک فاز تا ولتاژ 250 ولت و برای مصرف کننده های سه فاز تا 380 ولت استاندارد شده و ساخته می شوند .

آشنایی با مدارات سری و موازی:

با توجه به اهمیت استفاده از مدارات سری و موازی در قسمت برق ساختمانی و کاربرد آنها در قسمت برق صنعتی به طرق دیگر، لذا آشنایی و تسلط با مدارات سری و موازی لازم و ضروری به نظر میرسد.

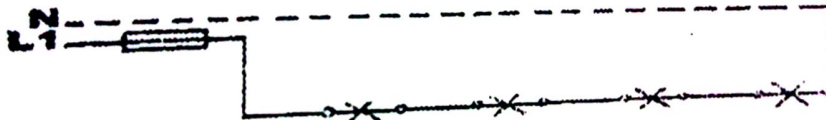
آشنایی با مدارات سری – موازی این امکان را در مدارات می دهد که :

1. امکان توسعه و گسترش مدار و همچنین مانور دادن در مدار افزایش یابد .
2. با مدارات سری – موازی می توان از یک نقطه دلخواه چندین مکان را و یا از چندین مکان یک و یا چندین نقطه را و یا از چندین نقطه چندین مکان را کنترل و روشن و خاموش نمود .
3. امکان صرفه جویی در مسیر سیم ها و قطعات و لوازم و وسایل و کاهش هزینه ها به وجود می آید .

آزمایش (1)

آشنایی با نحوه سری کردن لامپ ها

1. بدون استفاده از کلید یک پل و مستقیماً توسط منبع جریان ، 4 عدد لامپ 100 وات را با هم به صورت سری قرار دهید .

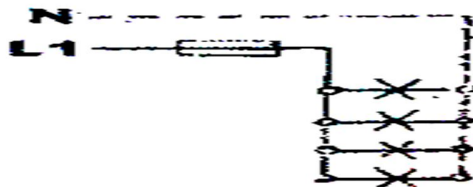


2. همین عمل را یکبار دیگر و با استفاده از کلید یک پل انجام داده، اجرا و آزمایش کنید .
همانطور که میدانید در مدارات سری جریان (I) ثابت و ولتاژ (V) به تعداد مقاومتها در مدار تقسیم میشود.

آزمایش (2)

آشنایی با نحوه موازی کردن لامپ ها

1. بدون استفاده از کلید یک پل و مستقیماً توسط منبع جریان 4 عدد لامپ 100 وات را به صورت موازی قرار داده و متصل کنید .



2. همین عمل را یکبار دیگر و با استفاده از کلید یک پل آزمایش نمایید.
همانطور که میدانید در مدارات موازی :ولتاژ (V) مابین مقاومتها ثابت و جریان (I) در مدار تقسیم میشود.

آشنایی با مدارات ترکیبی سری – موازی بدون استفاده از کلید و مستقیماً توسط منبع جریان

آزمایش (3)

- الف) دو عدد لامپ 100 وات را با هم سری نمایید .
- ب) دو عدد لامپ 100 وات دیگر را با هم موازی نمایید .
- ج) در مجموع کل مدار یک مدار کاملاً موازی را تشکیل دهد و به یک مدار موازی تبدیل شود.

آزمایش (4)

- الف) دو لامپ 100 وات را با هم موازی کنید.
- ب) دو عدد لامپ 100 وات دیگر را نیز با هم موازی ببندید.
- ج) در مجموع کل مدار یک مدار کلاً سری را تشکیل دهد و به یک مدار سری تبدیل شود .

آزمایش (5)

- الف) سه عدد لامپ 100 وات را با هم سری نمایید .
- ب) لامپ چهارم 100 وات را با مجموع فقط دو لامپ (1 و 2 سری فوق) موازی نمایید .
- ج) در نهایت کل مدار بایستی با لامپ سوم سری گردد .

آزمایش (6)

- الف) سه عدد لامپ 100 وات را با هم موازی نمایید .
- ب) لامپ چهارم را با مجموع فقط دو لامپ (1 و 2 موازی فوق) سری نمایید .
- ج) در نهایت کل مدار بایستی با لامپ سوم به صورت موازی قرار گیرد .

آزمایش (7)

- الف) دو لامپ 100 وات را با هم سری نمایید .
- ب) دو عدد لامپ 100 وات دیگر را با هم موازی نمایید .
- ج) در نهایت بایستی کل مدار ، یک مدار کلاً سری را تشکیل دهد .

در سیم کشی اولیه ساختمان سه مرحله اهمیت دارد :

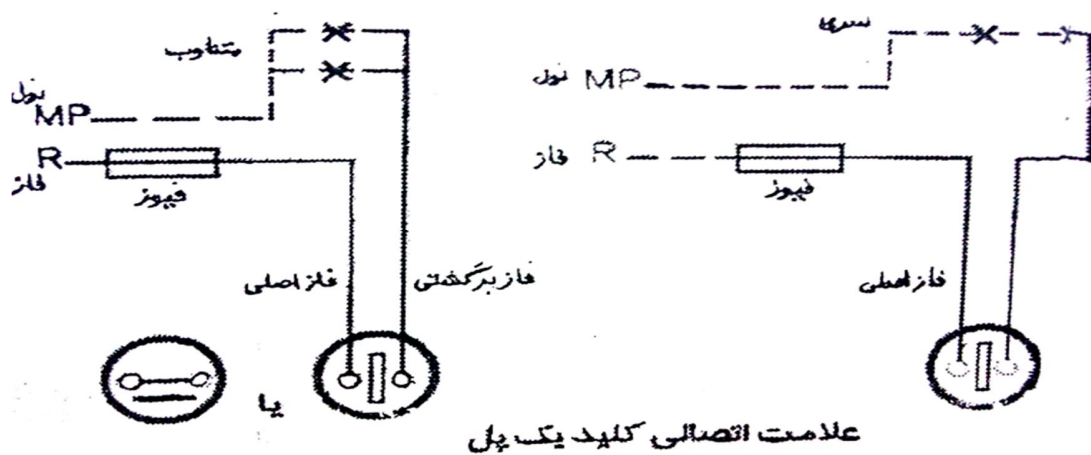
- یک مدار نیز برای معمار ساختمان در نظر گرفته می شود که به طور کلی به 4 قسمت تقسیم میشوند :
1. **نقشه برقی یا معماری:** که جهت نصب وسایل الکتریکی و همچنین محل نصب به معمار داده میشود.
2. **نقشه گسترده یا مسیر جریان:** در این نقشه رابطه بین سیم فاز و نول و همچنین طریقه سیم کشی یاعیب یابی مشخص می گردد .
3. **نقشه مدار تک سیمه ، فنی – مهندسی :** در این مدار محل لوله ها و تعداد سیمهایی که داخل لوله قرار می گیرد مشخص می شود .
4. **نقشه مدار چند سیمه، حقیقی، اجرایی، عملی، تمام شده، انجام شده:** مداری است که پس از انجام کار طبق نقشه تحویل داده می شود.

استانداردهای قدیم و جدید :

نول	سیم زمین	سه فاز	
MP	SL	R.S.T	استاندارد قدیم (VDE)
N	Pe	L1. L2.L3	استاندارد جدید (IEC)

مدار کلید تک پل (استاندارد قدیم)

نقشه (شمای) حقیقی، اجرایی، عملی، چند سیمه یا انجام شده کلید یک پل



آزمایش (8)

مدار کلید تک پل



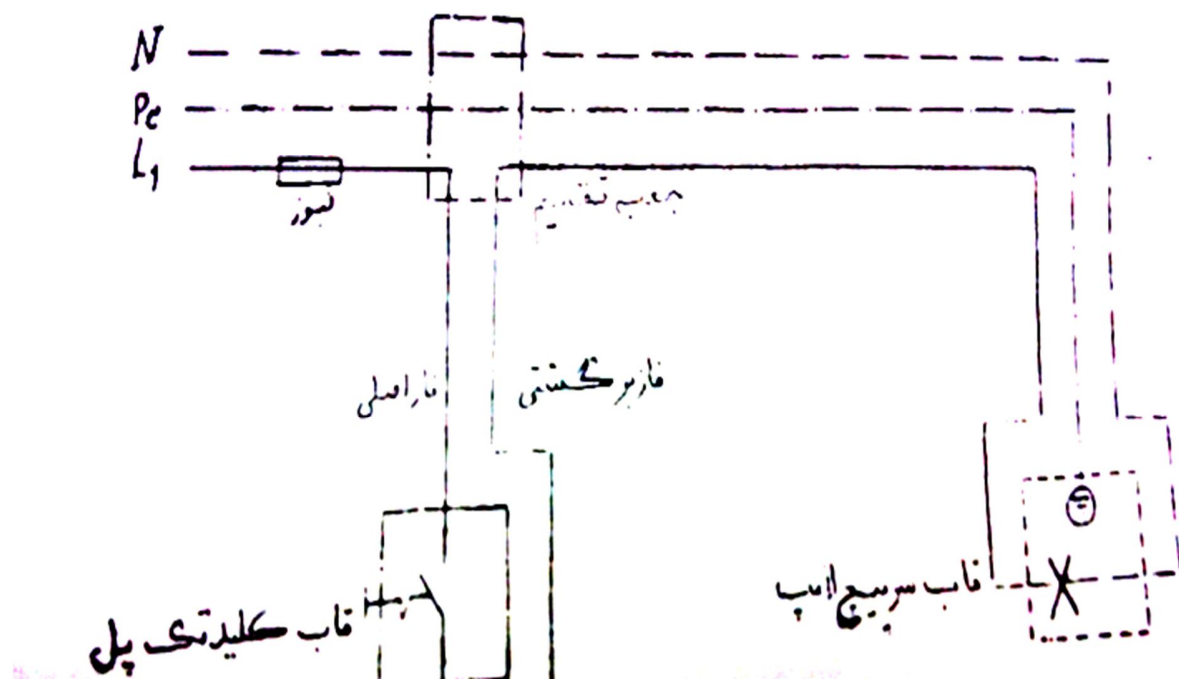
علامت حقیقی کلید یک پل



علامت فنی کلید یک پل

تعریف کلید یک پل: برای کنترل یا روشن و خاموش کردن یک یا چندین لامپ با یک مدار از یک محل (مکان) استفاده میشود.

شمای حقیقی، اجرایی، عملی، چندسیمه یا انجام شده کلید یک پل

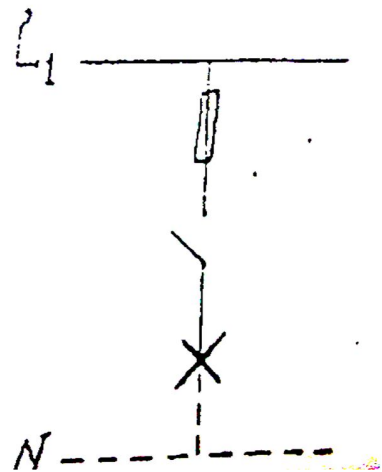
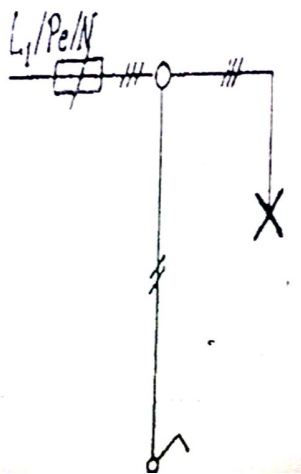


نحوه عملکرد مدار:

با زدن و فشار بر روی کلید یک پل لامپ بطور دائم روشن می شود و با زدن و فشار بار دیگر بر روی کلید یک پل لامپ نیز مجددا خاموش می شود .

شمای فنی- مهندسی یا تک سیمه کلید تک پل

شمای گسترده یا مسیر جریان کلید تک پل



آزمایش (9)

مدار کلید دوپل



علامت حقیقی کلید دوپل

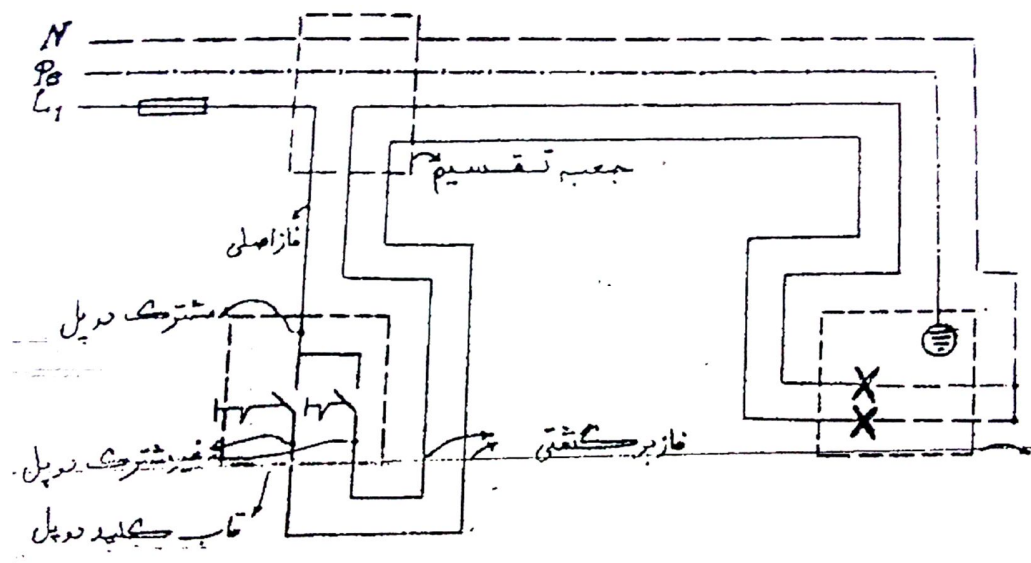


علامت فنی کلید دوپل

تعریف کلید دوپل: برای کنترل یا روشن و خاموش کردن یک و یا چندین لامپ با دومدار از یک محل استفاده می شود .

کاربرد : در لامپهای لوستر یا حمام ، آشپزخانه ، سرویسهای بهداشتی ، اتاقهای تودرتو و...

شمای حقیقی، عملی، اجرایی، چند سیمه کلید دوپل



نحوه عملکرد مدار کلید دو پل در شمای حقیقی :

با زدن فشاربرروی پل سمت راست کلید دوپل، لامپ پایینی روشن می شود و با زدن فشاربرروی پل سمت چپ کلید دوپل ، لامپ بالایی روشن می شود و با زدن فشارمجدد هرکدام از پل های کلید دوپل ، لامپ و یا لامپ های مربوطه خاموش می گردد .

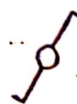


آزمایش (10)

مدار کلید تبدیل



علامت حقیقی کلید تبدیل



علامت فنی کلید تبدیل

تعریف کلید تبدیل: برای کنترل و روشن و خاموش کردن یک یا چندین لامپ با یک مدار از دو محل استفاده می گردد.

کاربرد: در راهروها و راه پله ها می باشد.

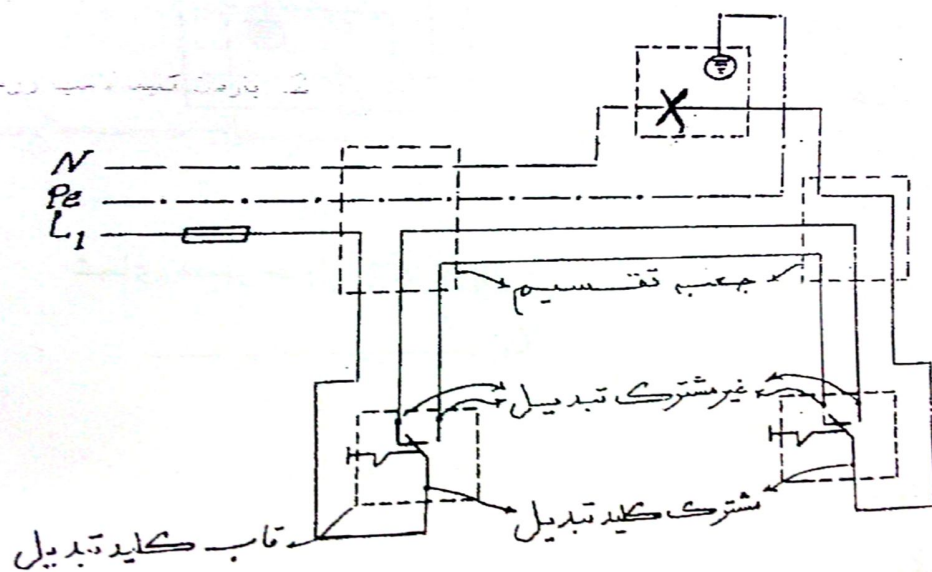
اصولاً کلید تبدیل را به سه طریق اتصال می دهند:

3. صرفه ای

2. بازاری و یا کارگری

1. استاندارد یا مهندسی

شمای حقیقی، اجرائی، انجام شده، عملی، چند سیمه کلید تبدیل

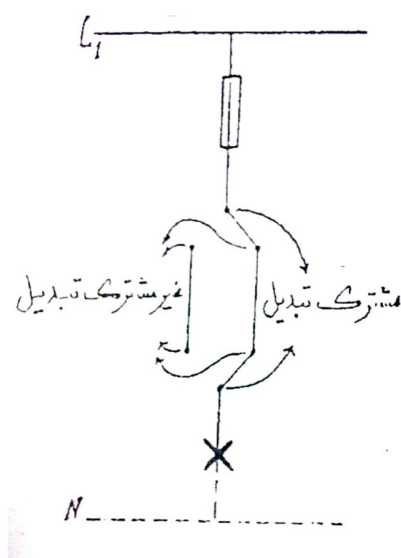
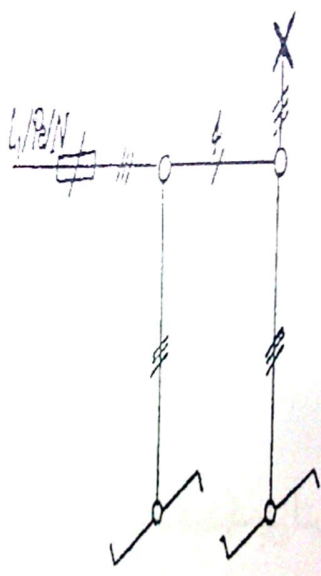


نحوه عملکرد مدار کلید تبدیل:

با زدن فشار بر روی کلید تبدیل اول لامپ روشن می شود و با زدن فشار مجدد همان کلید تبدیل اول و یا کلید تبدیل دوم لامپ خاموش می شود.

شمای فنی - مهندسی یا تک سیمه کلید تبدیل

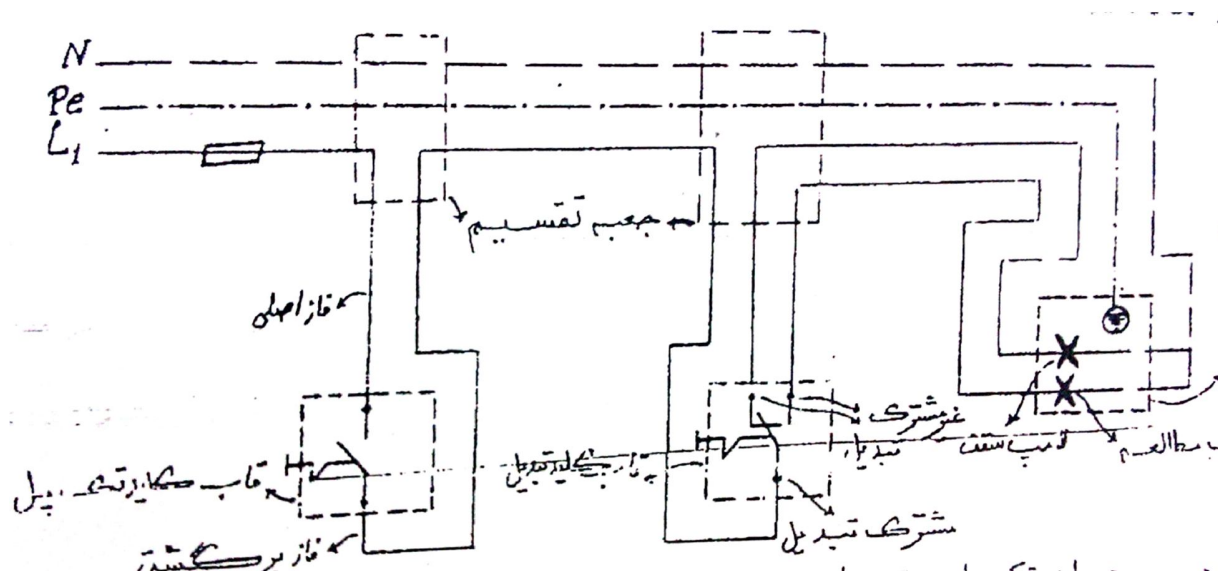
شمای گسترده یا مسیر جریان کلید تبدیل



آزمایش (11)

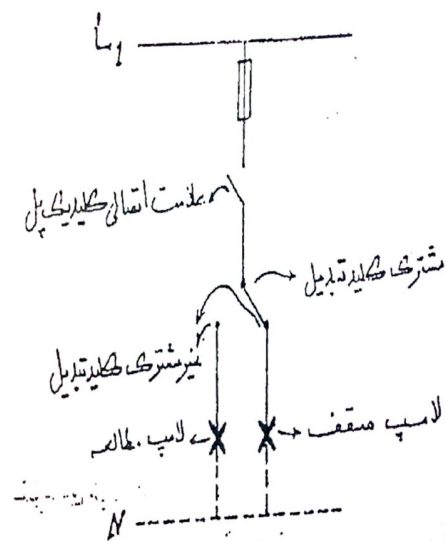
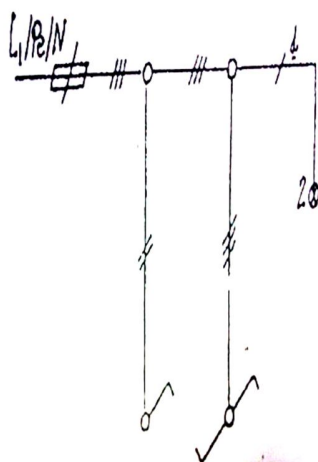
مدار اتاق مطالعه با استفاده از کلیدهای تک پل و تبدیل

شمای حقیقی، عملی، چند سیمه یا اجرایی مدار اتاق مطالعه



نحوه عملکرد مدار اتاق مطالعه :

با وارد شدن به اتاق و زدن فشار بر روی کلید یک پل ابتدا لامپ سقف روشن می شود و با نزدیک شدن به میز مطالعه و زدن فشار بر روی کلید تبدیل همزمان لامپ سقف خاموش شده و لامپ مطالعه روشن می شود. در مدار فوق در هر زمان و همیشه فقط یکی از لامپ ها روشن می شود.



ایراد فنی وارده:

در زمان روشن بودن لامپ میز مطالعه بدلیل اینکه تمرکز نور فقط روی میز مطالعه است احتمال خستگی و ضعیف شدن چشم را قوت میبخشد.

برای رفع مشکل فوق مدار اصلاحیه اتاق مطالعه بایستی اجرا گردد.

در مدار اصلاحیه با زدن هر کدام از کلیدها در هر زمان دو لامپ روشن میگردد لامپ مشترک در هر دو حالت مثلاً لامپ سقف دیگری و یا لامپ دیواری بالای میز مطالعه است.

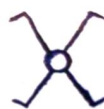
بدین طریق میتوان ایراد فنی وارده را برطرف نمود.

آزمایش (12)

مدار کلید صلیبی (کراکس)



علامت حقیقی کلید صلیبی

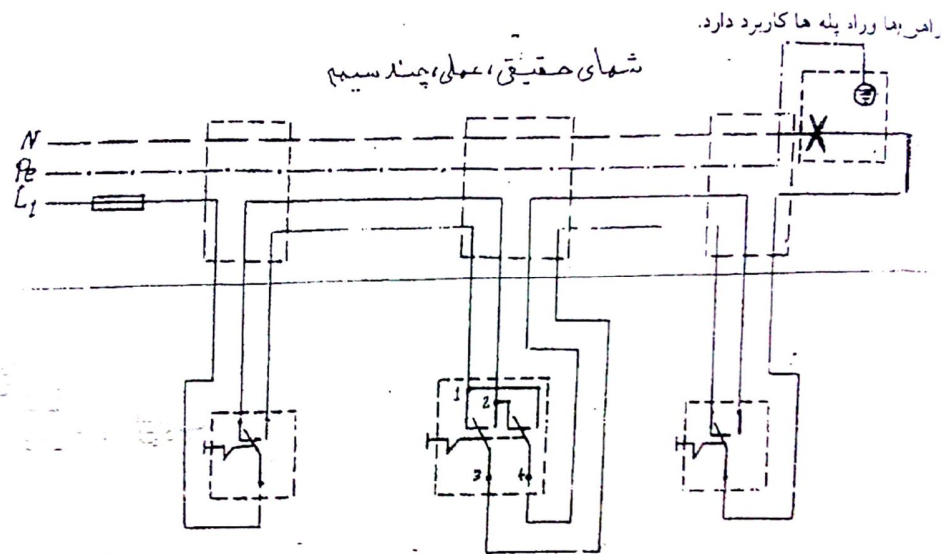


علامت فنی کلید صلیبی

تعریف کلید صلیبی: برای کنترل روشن و خاموش نمودن یک و یا چندین لامپ از چند نقطه (از دو نقطه بیشتر) استفاده می شود تعداد کلیدهای صلیبی در مدار همیشه $(n-2)$ می باشند.

کاربرد: در راهروها، راه پله ها و پارکینگ ها

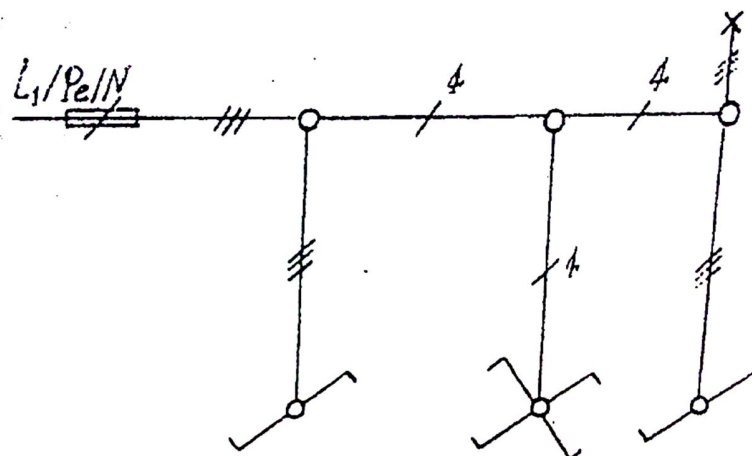
شمای حقیقی، اجرایی، عملی، چندسیمه یا انجام شده کلید صلیبی



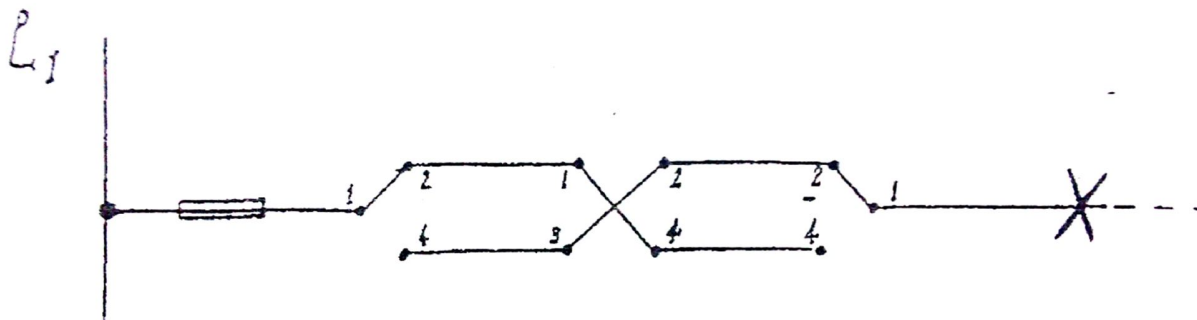
نحوه عملکرد مدار کلید صلیبی:

بازدن و فشار بر روی هر کدام از کلیدها مثل کلید تبدیل اول لامپ روشن می شود و با زدن و یا فشار بر روی همان کلید و یا هر کدام از سایر کلیدها لامپ مجددا خاموش می گردد.

شمای فنی - مهندسی تک سیمه



شمای مسیر جریان یا گسترده کلید صلیبی



نتیجه:

1. برای روشن و خاموش کردن یک و یا چندین لامپ از یک نقطه ، از کلید تک پل استفاده می کنیم .
2. برای روشن و خاموش کردن یک یا چندین لامپ از دو نقطه از کلید تبدیل استفاده می کنیم .
3. برای روشن و خاموش کردن یک یا چندین لامپ از 3 نقطه از دو کلید تبدیل و یک کلید صلیبی استفاده می کنیم .
4. برای روشن و خاموش کردن یک یا چندین لامپ از 4 نقطه از دو کلید تبدیل و دو کلید صلیبی استفاده می کنیم .
5. برای روشن و خاموش کردن یک یا چندین لامپ از 5 نقطه از دو کلید تبدیل و سه کلید صلیبی استفاده می کنیم .

آزمایش (13)

مدار تایمر راه پله



تعریف تایمر راه پله: برای کنترل، روشن و خاموش نمودن اتوماتیک یک و یا چندین لامپ از چندین نقطه و نیز به منظور صرفه جوئی در مصرف برق و همچنین جلوگیری از فراموشی و یا قطع و خاموش نمودن لامپها پس از مدت زمان مشخصی استفاده می شود.

کاربرد: در راه پله های آپارتمان ها

نکته: در تایمر انتخاب صحیح سیم فاز و نول اهمیت دارد در صورت عدم دقت کافی فیوز تایمر می سوزد.

تایمر راه پله دارای سه سربه نامهای (P) ورودی سیم فاز، (N) ورودی نول و (OUT PUT) خروجی است که (OUT PUT) خروجی به همراه نول برای روشنائی لامپهای راه پله استفاده می شود.

آزمایش (14)

مدار فتوسل (فتوسونچ)

تعریف فتوسل: برای روشن و خاموش نمودن اتوماتیک لامپها هنگام غروب و خاموش نمودن اتوماتیک آنها به هنگام طلوع آفتاب استفاده میشود. وسیله ای که تابع نور محیط است و برای اینکه عملکرد درستی داشته باشد.

اصولاً فتوسل بهتر است در جایی که تحت تاثیر نور مستقیم لامپ نباشد نصب گردد.

نکته: در فتوسل انتخاب صحیح سیم فاز و نول اهمیت دارد در صورت عدم دقت کافی فیوز فتوسل می سوزد.

فتوسل دارای سه سیم به رنگهای سفید (W) و سیاه (B) و قرمز (R) می باشد که سیم سفید به نول متصل شده، سیم مشکی به فاز وصل شده و سیم قرمز که در حقیقت فازرله شده می باشد به همراه نول برای تغذیه لامپها و مصرف کننده ها مورد استفاده قرار می گیرد.

برای تست فتوسل پلاستیک مشکی را روی فتوسل قرار دهید بعد از حدود 10 الی 15 ثانیه فتوسل فرمان وصل داده و لامپها را روشن می نماید با برداشتن پلاستیک مشکی و تابش نور به فتوسل بعد از همان زمان فرمان قطع داده و لامپها را خاموش می نماید.

کاربرد فتوسل:

(1) خاموش و روشن کردن اتوماتیک لامپهای درب منازل، پارکینگ، داخل حیاط، باغ، محوطه ها و همچنین روشنایی جشن ها و مراسم و تابلوهای مختلف

(2) روشن نمودن اتوماتیک لامپهای داخل ویتترین فروشگاهها و تابلوها هنگام غروب و خاموش نمودن اتوماتیک آنها به هنگام طلوع آفتاب

(3) استفاده در اتوماسیونهای که شدت روشنایی یکی از پارامترهای مورد نظر باشد. مانند دستگاههایی که به هر دلیل حتما در شب باید روشن باشند

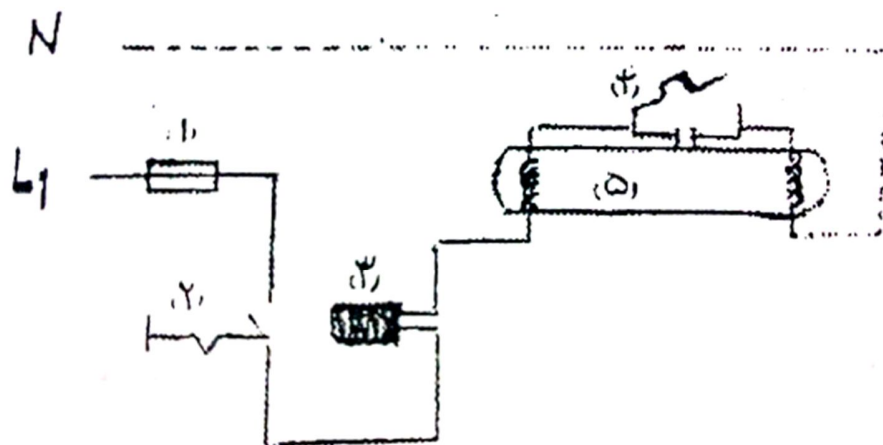
(4) صرفه جویی در مصرف برق و همچنین افزایش عمر لامپهای روشنایی

(5) استفاده در خطوط روشنایی معابر و اماکن عمومی، اتوبان و ...

آزمایش (15)



مدار لامپ فلورسنت (مهتابی)



(1) فیوز (2) کلید یک پل (3) ترانس مهتابی (چک یا سلف) (4) استارتر (5) لامپ فلورسنت (مهتابی)

لامپ فلورسنت (مهتابی) :

تشکیل شده از یک حباب شیشه ای که سطح داخلی آن به وسیله قشر نازکی از ماده فلورسنت پوشیده شده است در داخل لوله بخارجیوه قرار دارد و در دوطرف این لوله دو الکترود از جنس تنگستن موجود است.

طرز کار لامپ فلورسنت :

وقتی کلید را وصل می کنیم بین دو تیغه داخلی استارت ولتاژ 220 ولت ایجاد می شود که در نتیجه این اختلاف پتانسیل جریان از گاز نئون داخل استارت عبور کرده و آن را گرم می کند که در اثر این گرما بی متال منبسط شده و به تیغه اتصال می چسبد بدین طریق در الکترود طرفین لامپ بهم مربوط شده و تولید الکترون میکنند و دیگر تخلیه الکتریکی بین دو تیغه استارت صورت نمی گیرد و بیمتال شروع به میکند که دو اثر سرد شدن بیمتال از تیغه اتصال کنار خود جدا می شود و جریان مدار استارت قطع

میشود این قطع جریانکه دریک لحظه آنی انجام می شود باعث زیاد شدن ولتاژ دو سر سیم پیچ یا چوک می شود که این ولتاژ زیاد در دو سر لامپ قرار می گیرد و باعث ایجاد تخلیه الکتریکی در لوله می شود در نتیجه جریان برق از گاز جیوه درون لامپ عبور کرده و بخار جیوه نورانی شده و به رنگ ماورابنفش در می آید که بابر خورد نور ماورابنفش به پودر فلورسنت نور مرئی تولید می شود یعنی پودر فلورسنت عمل تغییر فرکانس را انجام می دهد از اینرو با تغییر ماده فلورسنت رنگ مهتابی عوض می شود مثلا برای سبز از سیلیکات روی و برای رنگ صورتی از سیلیکات کلسیم و برای رنگ قرمز از برات کادیوم استفاده میشود.

نورمتصاعدشده لامپ مهتابی بستگی به گاز پر شده داخل آن دارد:

مانند: جیوه (سفید)، نئون (نارنجی)، سدیم (زرد)، آرگن (سبز)، هلیوم (بنفش)، کریپتون (نقره ای مایل به سفید)

معایبی که در لامپ های مهتابی بوجود می آید :

1. دو سر لامپ قرمز می شود. (ایراد: در لامپ مهتابی است که نیم سوز شده و باید تعویض شود).
2. با زدن کلید لامپ روشن نگردد. (ایراد: در سیم کشی، لامپ مهتابی، ترانس (چک) و استارتر است).
3. در هنگام تاریکی و در زمان قطع بودن کلید به نظر می رسد لامپ روشن است (ایراد: استفاده از کلید های چراغدار در مدار لامپ مهتابی و یا عبور سیم نول از داخل کلید یک پل است که باعث کاهش عمر مفید لامپ مهتابی و مصرف اضافی برق می شود که با قطع یکی از پایه های لامپ کلید چراغدار و یا با جابه جایی فاز و نول و عبور سیم فاز از داخل کلید مشکل برطرف می شود).

تشخیص سالم بودن لامپ مهتابی :

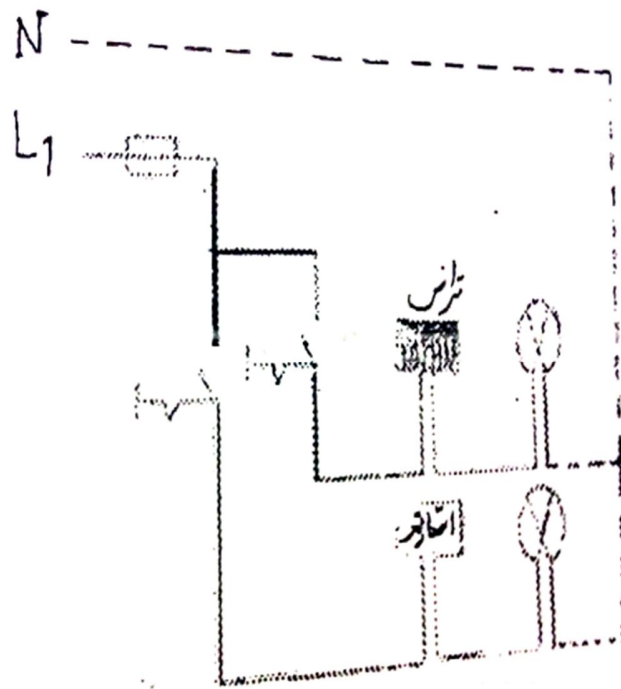
برای این کار اهم متر را به دو سر فیلمان لامپ وصل می کنیم . در صورت سالم بودن لامپ ، اهم متر عبور جریان را نشان می دهد و در صورت خرابی لامپ، اهمتر عبور جریانی را نشان نمی دهد.

تشخیص سالم بودن ترانس (چک) و استارتر:

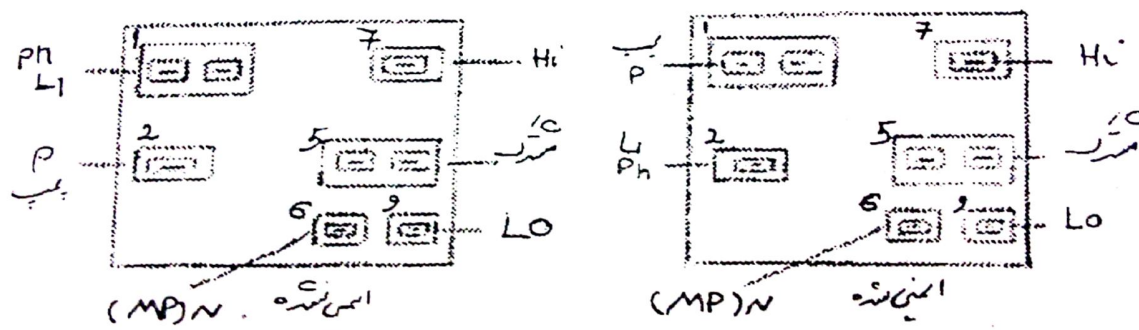
مداری را مطابق زیر یک لامپ رشته ای (100 وات) را با ترانس و استارتر بصورت سری می بندیم.

در صورت ایجاد اتصال کوتاه دو سر ترانس چنانچه نور لامپ بیشتر شود نشاندهنده سالم بودن ترانس است و در غیر این صورت چنانچه نور لامپ تغییری نکند ترانس ایراد دارد که باید تعویض گردد.

در صورت سالم بودن استارتر لامپ چشمک می زند و در غیر این صورت چنانچه استارتر معیوب باشد لامپ روشن می ماند و یا اصلا لامپ روشن نمی شود (مطابق شکل زیر)



کلیدکولر:



عواملی که باعث سوختن موتور کولر می شوند :

1. موتور بدون آب و پمپ کار کند .
2. موتور گیرپاژ کند یعنی محور آن نچرخد .
3. کلید گریز از مرکز عمل نکند. (کلید گریز از مرکز نتواند سیم پیچ راه انداز را از مدار خارج کند)

مزایا و معایب سیم پیچ راه انداز در مدار موتورهای تک فاز (موتورکولر) :

مزایا و حسن قرار داشتن سیم پیچ راه انداز در مدار این است که باعث می شود هنگام کار از گشتاور الکتریک موتور کاسته نشود و موتور در مقابل شوک های مکانیکی بیرونی به کار خود همچنان ادامه دهد .

معایب قرار داشتن آن در مدار این است که موجب مصرف برق اضافی ، تلفات توان و همچنین زودتر گرم شدن موتور می شود .

نکته :

هر موتور کولر دردمای 70 تا 80 درجه سانتی گراد می تواند بدون پمپ و آب کار کند . دردمای بیشتر

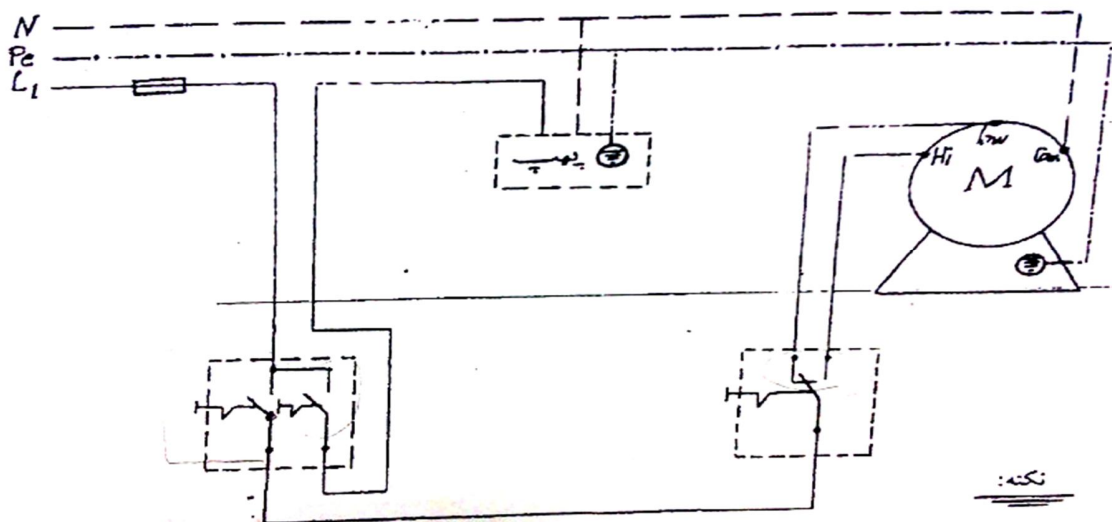
از این احتمال آسیب رسیدن به موتور وجود دارد .

مدارکلید کولر با استفاده از کلیدهای ساختمانی (دوپل و تبدیل)

آزمایش (16)

مدار غیر ایمنی کلید کولر با (دوپل و تبدیل)

در مدار ترسیم شده زیر احتمال سوختن موتور وجود دارد زیرا موتور کولر را می توان قبل از پمپ روشن نموده و در نتیجه موتور آسیب می بیند .



نکته:

برای اجرا و انجام آزمایش شبیه سازی از سه عدد لامپ 100 وات استفاده نمایید.

لامپ 1 به جای پمپ (Pump) - لامپ 2 به جای دور کند (Low) موتور - لامپ 3 به جای دور تند (Hi) موتور.

نحوه عملکرد مدار:

بازدن یکی از پل های کلید دوپل پمپ روشن می شود و با زدن پل دیگر کلید دوپل ابتدا موتور با دور کند روشن می شود و با زدن کلید تبدیل موتور از دور کند (Low) به دور تند (Hi) تبدیل می شود .

نکته: برای اجرا و انجام آزمایش شبیه سازی از سه عدد لامپ 100 واتی استفاده نمایید.

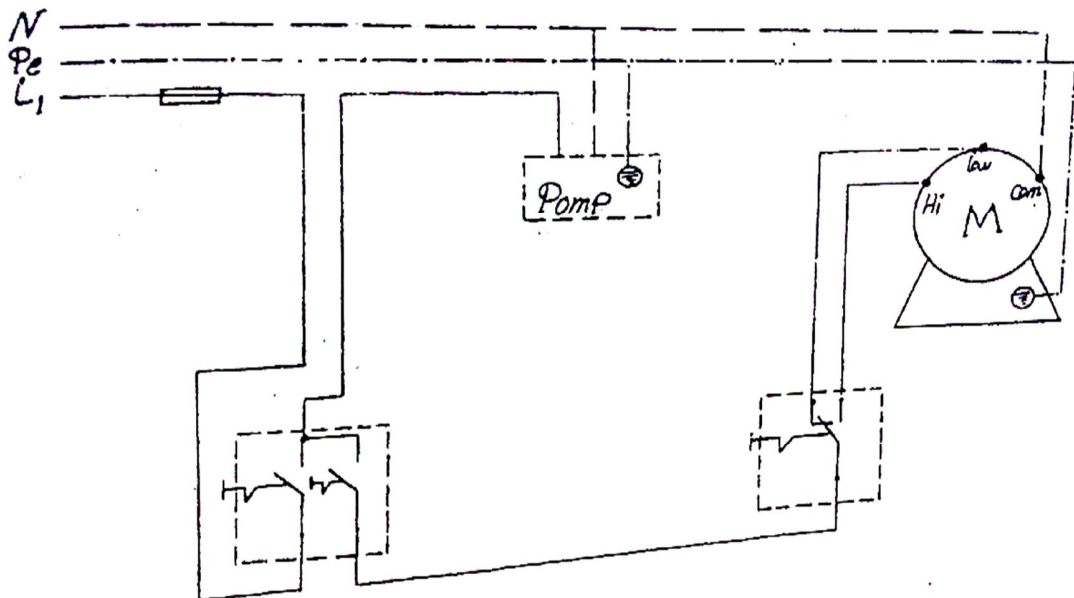
لامپ 1 به جای پمپ (Pump) – لامپ 2 به جای دور کند (Low) موتور – لامپ 3 به جای دور تند (Hi)

موتور

آزمایش (17)

مدار ایمنی شده کلید کولر با (دوپل و تبدیل)

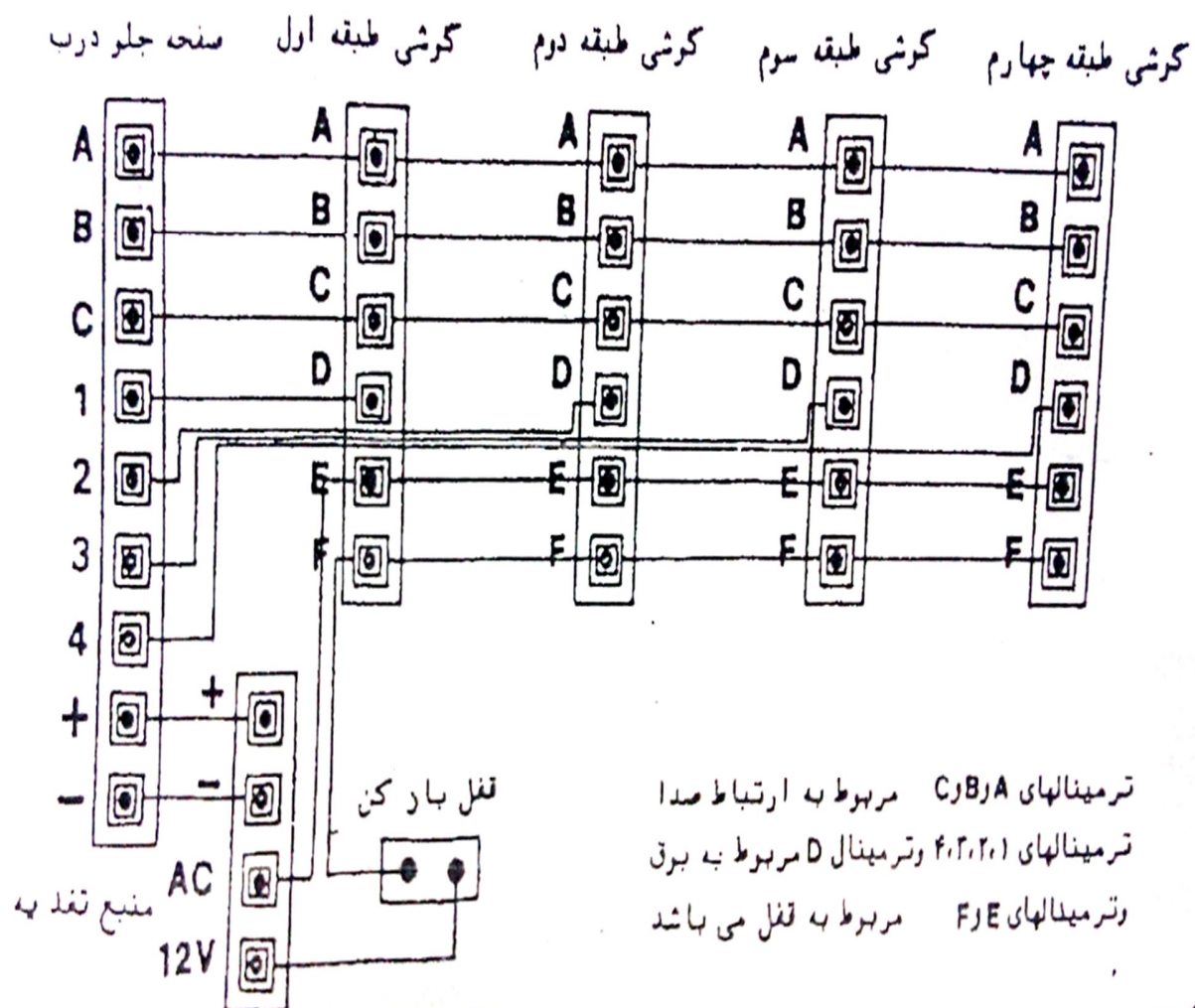
در مدار زیر پمپ تا زمانی که روشن و شروع به کار ننموده است به هیچ وجه عنوان نمی توان موتور را روشن نمود.



دربازکن الکترونیکی (آیفون صوتی)

آزمایش (18)

طریقه نصب دستگاه دربازکن با مکالمه



مشخصات فنی:

1. برای جلوگیری از نفوذ آب و مقاوم بودن صفحه جلو درب در مقابل تغییرات جوی از ورق آلومینیوم و شاسی پلاستیکی که از بهترین نوع مواد ABS می باشد استفاده شده است .
2. سیستم خبردهی (بوق) از مدار اسیلاتور الکترونیکی که دارای دو نوع طنین (بوق معمولی و ملودی می باشد استفاده شده که با تغییر دادن کلیدی که در پشت صفحه جلو درب (روی برد صفحه) قرار داده شده می توان بوق دلخواه را انتخاب نمود و علاوه بر شنیدن صدای بوق در داخل واحد مسکونی در جلوی درب نیز شنیده می شود .
3. در زیر پلاک جا اسمی چراغی تعبیه شده است که در هنگام شب به راحتی نام نوشته شده در روی پلاک جا اسمی قابل خواندن می باشد .
4. مدار به گونه ای طراحی شده است که به جای استفاده از کپسول گوشی و دهنی تلفن در داخل گوشی از بلندگو و کپسول میکروفن استفاده شده که به مراتب کیفیت صدا و دوام آن بیشتر می باشد .
5. طراحی مدار الکترونیکی جهت تقویت صدا بین واحد جلو درب و گوشی باعث گردیده که این درب بازکن از کیفیت صدای خوبی برخوردار باشد .

برقگیرها (L.A):

صاعقه یا جرقه ها جریانها یا الکتریسیته ای هستند که از ابری به ابر دیگر و پایین ابر و زمین جریان می یابند و از مسیری که حداقل مقاومت را دارند عبور می کند . این مسیر لازم نیست حتما مستقیم باشد ممکن است به صورت زیگزاگ نیز باشد . درختان ، ساختمان های بلند ، دکل های خطوط فشار قوی ، پایه ها ، تجهیزات پستهای فشار قوی مسیرهایی هستند که مقاومتشان از هواکتر است و اکثرا صاعقه به آنها اصابت می کند و از طریق آنها به زمین تخلیه می شود . رعد و برق مابین دو ابر و یا ابر و زمین بوجود می آید . در اثر برخورد ابرها با هم و یا ابر با زمین و قطعات الکتریکی دیگر جرقه و بار الکتریکی تولید می گردد . به این طریق که ابرهای یونیزه شده به عنوان یک جسم هادی ظاهر می شوند که دارای بار الکتریکی معینی هستند و به این جهت دارای اختلاف پتانسیل معینی نیز می باشند و در صورتیکه چنین ابرهای بار داری به زمین با یک قطعه الکتریکی نزدیک شوند وجود پتانسیل بین دو عنصر فوق جرقه یا صاعقه را بوجود می آورد . $E=VD$ در صورتیکه ابر یا بار منفی به یک سیستم هوایی یا قطعه الکتریکی دیگری نزدیک شود در آن تولید بار مثبت معینی می کند . این بار به این صورت بوجود می آید که درست به اندازه تعداد بارهای منفی ابراز طریق القا در جسم مقابل بار مثبتی را بوجود می آورد . حال اگر بار منفی ابر توسط جرقه یا صاعقه تخلیه شود ، بارهای مثبتی که در سیم یا دکل بوجود آمده است به یک باره آزاد می شود و در نتیجه آن قطعه سیم یا دکل نسبت به زمین یک پتانسیلی پیدا می کند که نتیجتا برای مدت کوتاهی ناگهان ولتاژ بالا رفته و این افزایش ولتاژ ناگهانی کافی است که بر مقره ها یا ایزولاتورها و سیم پیچ های ترانس و دیگر وسایل پستهای فشارقوی که به دکل یا خط فوق مرتبط می باشند صدمه وارد شود . لذا جهت حفاظت مدارهای الکتریکی در مقابل ولتاژهای غیر عادی از سیستم زمین و برقگیرها استفاده می شود . برقگیر ها در حقیقت یک ایزولاسیون ناقص می باشند که تخلیه الکتریکی در اثر اختلاف سطح ذره ای دریا حتما انجام می گیرد و بارهای

موجود در موج سیاران از طریق (برقگیر) از تاسیسات فشارقوی خارج می شود بدون اینکه هیچگونه مزاحمتی را برای شبکه ایجاد کند .

انواع برقگیر:

الف) برق گیر جرقه ای ب) برق گیر آماتور ج) برقگیر لوله ای د) برقگیر بافنتیل ه) برقگیر از نوع اکسید

اتصال زمین:

هدف از اتصال زمین تامین حفاظت جانی برای انسانها و حیوانات و همچنین تامین حفاظت دستگاه های برقی در برابر خراب شدن است . منبع خطر ممکن است از عیب سیستم برقی با رعد و برق باشد . استفاده از اتصال زمین باعث می شود که جریان اضافی ناشی از رعد و برق به زمین رد شده و شبکه به حالت تعادل برگردد و حدود قطع شدن جریان برق از 15 بار در سال به یکبار کاهش یابد . سیم زمینی همواره مقدار تولید شده را در حدود صفر ولت نگه می دارد . در منازل و مناطق مسکونی از شیر آب به جای سیم زمین می توان استفاده کرد . این عمل باعث می شود که اگر اتصالی کم باشد مقدار ولتاژ تولید شده را در حدود صفر ولت نگه می دارد و در صورتی که اتصالی جدید و زیاد باشد باعث پریدن فیوز خواهد شد و در نتیجه احتمال برق گرفتگی از بین می رود.

به طور کلی اتصالات زمین عبارتند از :

1. زمین کردن (مدارات) حفاظتی 2. زمین کردن الکتریکی

1. **زمین کردن حفاظتی:** عبارت است از زمین کردن کلیه قطعات فلزی تاسیسات الکتریکی که در ارتباط

مستقیم (فلز به فلز) با مدار الکتریکی قرار ندارد . به عبارت دیگر قطعات فلزی که در کار اصلی دستگاه ها دخالتی نداشته باشند. این زمین کردن به خصوص برای حفاظت اشخاص در مقابل اختلاف سطح تماس زیاد به کار برده می شود. بدین منظور در کارخانجات و در پست های فشار قوی باید تمام

قسمتهای فلزی دستگاه ها که در نزدیک سیمهای فشار قوی قرار گرفته اند و امکان تماس عمدی یا سهوی با آنها موجود است به تاسیسات زمینی که برای این منظور احداث شده است متصل گردند . این قسمتها عبارتند از ستونها و پایه های فلزی ، دربها و نرده های فلزی ، قسمتهای فلزی تابلوها ، ایزولاتورها یا مقره ها و غیره . زیرا در این قسمتها در اثر عبور جریان خیلی کم نیز عضلات دست به طوری منقبض می شوند که رهایی و باز کردن و رهایی از آن غیر ممکن است و عاقبتی وخیم و اسفناک به بار خواهد آمد . بدین منظور و برای جلوگیری از هر حادثه ای باید زمین حفاظتی را به هر نحوی تاسیس کرد که قسمتی از جریان که توسط اعضای بدن اتصالی می شود (دست و پا یا دو دست و دو پا) دارای تفاوت پتانسیل یا افت ولتاژ زیاد نباشد . افت ولتاژ بستگی به شدت جریان و مقاومت مسیر جریان دارد و لذا برای کوچک نگه داشتن افت ولتاژ مقاومت مسیر جریان حتی الامکان کوچک نگه داشته شود .

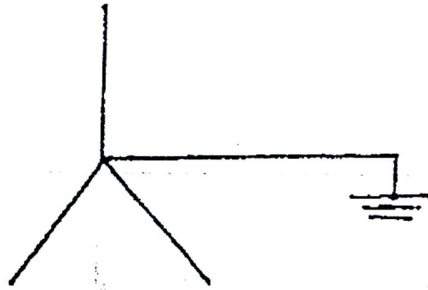
به طور مثال : اگر یک مقره عبور که در دیوار مرطوبی نصب شده است بشکند و سیم فشار قوی با دیوار تماس یابد و جریان اتصال زمین را در این حالت 25 آمپر و مقاومت هر متر دیوار 10 اهم باشد ، مابین دو نقطه از دیوار که انسان با آن تماس دارد و فاصله متوسط دست و پا را 2 متر فرض می کنیم اختلاف سطحی برابر 500 ولت خواهیم داشت که مسلماً برای انسان خطرناک است .

$$V=25 \times 2 \times 10 = 500 \text{ v}$$

ولی اگر پایه فلزی مقره که به دیوار متصل شده به توسط سیم نسبتاً ضخیم به زمین وصل شود در موقع اتصال بدنه یا اتصال زمین به قسمت عمده جریان اتصالی از این سیم عبور کرده و کلیه قسمتهای دیوار هم پتانسیل سیم در آن نقطه خواهد شد . لذا افت ولتاژ در امتداد دیوار ناچیز شده و برای انسان خطری ایجاد نخواهد شد .

2. زمین کردن الکتریکی: یعنی زمین کردن نقطه ای از دستگاه های الکتریکی و ادوات برقی که جزیی از مدارات الکتریکی می باشند . مانند زمین کردن مرکز ستاره سیم پیچی ترانسفورماتور و یا ژنراتور و

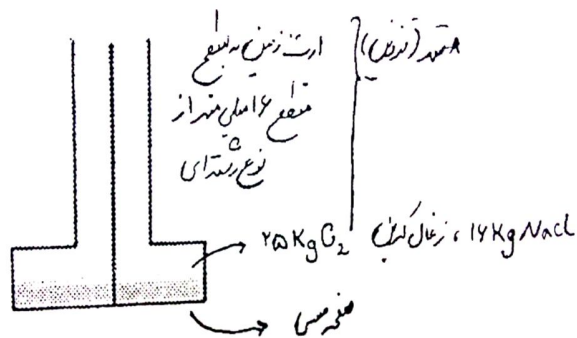
یا سیم مشترک یا وسط دو ژنراتور جریان دایمی سری نشده .



زمین کردن الکتریکی دستگاه ها به خاطر کار صحیح دستگاه ها و جلوگیری از ازدیاد فشار الکتریکی فازهای سالم نسبت به زمین ، در مواقع تماس یکی از فازها به زمین می باشد . مثل وصل کردن مستقیم نقطه صفر ترانسفورماتور (نول ترانسفورماتور) یا نقطه ای از سیم ثابت بین دو ژنراتور جریان دایمی به زمین .

چاه ارت :

مخلوط ماسه ، نمک 16 کیلوگرم NaCl ، 25 کیلوگرم زغال کربن C2.



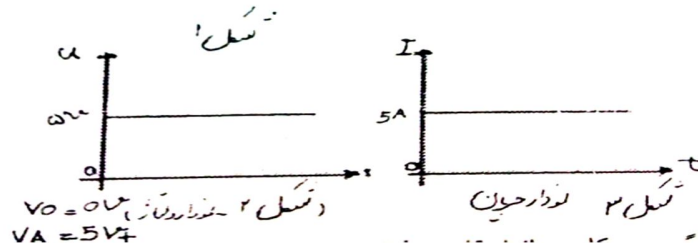
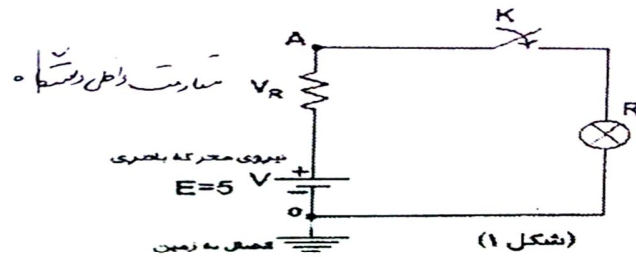
خلاصه ای از جریان مستقیم :

ساده ترین مدار الکتریکی از اجزای زیر تشکیل شده است :

1. منبع تغذیه (منبع جریان) 2. کلید 3. مقاومت 4. سیم های رابط

با بسته شدن کلید K جریان از قطب مثبت باتری به طرف قطب منفی جریان می یابد . به همین دلیل آن

را جریان مستقیم یا Direct Current می گویند .



همانطوری که مشاهده می گردد در کلیه زمان ها مقادیر ولتاژ جریان همواره مقداری ثابت است .

نکته:

یکی از دلایل و عللی که باعث خالی شدن یک باتری و یا مولد می گردد زیاد شدن مقاومت داخلی دستگاه می باشد .

$$V_R \gg R$$

مقاومت داخلی دستگاه

مصرف کننده (بار الکتریکی)

از ابتدا زمانی که باتری یا مولد پر است مقاومت داخلی دستگاه بسیار ناچیز است .

$$V_R \gg 0$$

توجیه صنعتی:

بارهای مثبت و منفی از مولد خارج می شوند و در داخل بار یا مصرف کننده خنثی می گردند .

توجیه فیزیکی:

بار منفی از مولد خارج و از مصرف کننده عبور می کند و به سمت قطب مثبت می رود .

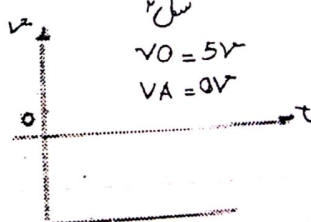
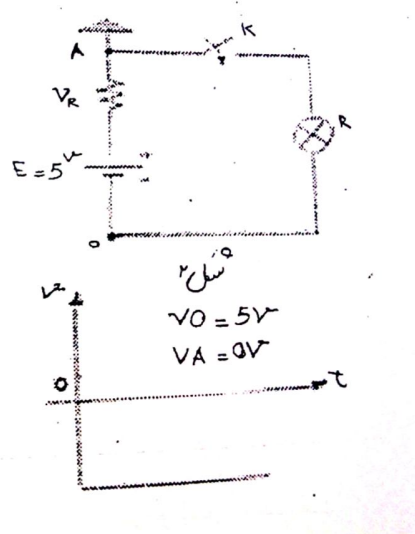
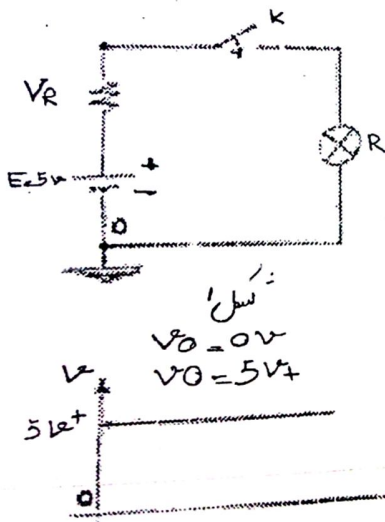
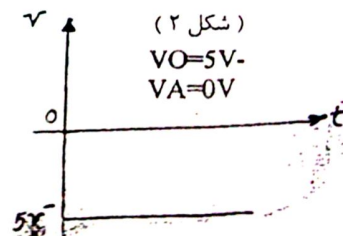
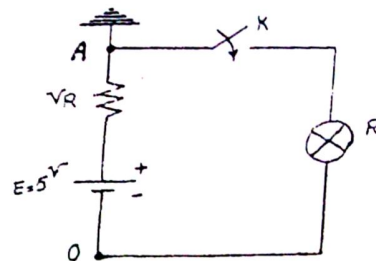
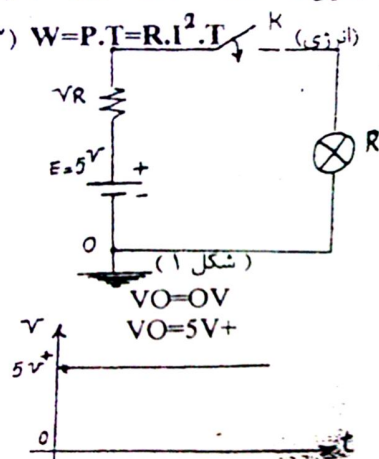
تجمع الکترون همیشه در قطب منفی وجود دارد و جهت جریان الکتریکی از قطب منفی به قطب مثبت است .

فرمولهای مورد استفاده در جریان DC :

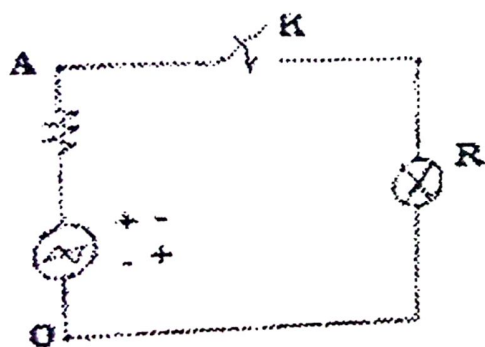
۱) $V = R \cdot I$ (قانون اهم)

۲) $P = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$ (توان)

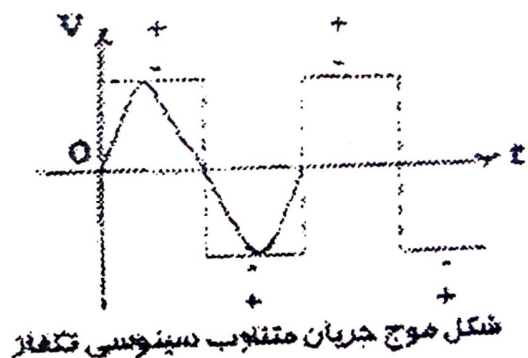
۳) $W = P \cdot T = R \cdot I^2 \cdot T$ (انرژی)



همانطوری که از شکلها و نمودارهای مربوطه مشخص است زمانی که یکی از نقاط (A یا O) را به دلخواه به زمین متصل نماییم ولتاژ نقطه ای که به زمین متصل است برابر صفر ولت می گردد و با عنایت به اینکه جهت جریان الکتریکی از قطب منفی به قطب مثبت می باشد لذا در شکل 1 ولتاژ نقطه A برابر 5V خواهد شد .



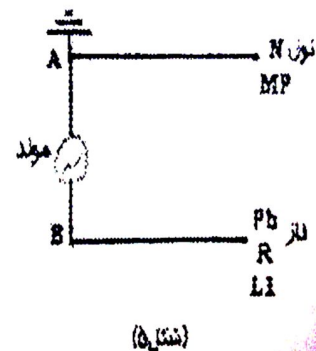
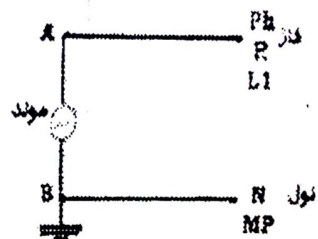
(شکل 3)



شکل موج جریان متناوب سینوسی تکفاز

همانطوریکه از شکل 3 و نمودار مربوطه مشخص است چنانچه در شکل مولدی قرار دهیم در آن به طور مداوم جای قطبهای مثبت و منفی عوض می گردد . زمانیکه قطب مثبت بالا و قطب منفی پایین قرار گیرد نمودار بالا محور T و زمانی که قطب منفی بالا و قطب مثبت پایین قرار گیرد نمودار پایین محور T تشکیل می گردد . در آن صورت جریان متناوب ایجاد می گردد و شکل موج ایجاد شده شبیه شکل موج سینوسی خواهد شد . این عمل جابه جایی قطبهای مثبت و منفی 50 بار در ثانیه صورت می گیرد.

نکته: در آلترناتور (مولد) که جریان متناوب تک فاز تولید می کند اساسا تفاوتی بین سیم نول و سیم فاز وجود ندارد بلکه سیستمی که در خارج آلترناتور به زمین متصل می گردد را سیم نول می گوئیم چرا که سیم نول با زمین اختلاف پتانسیل الکتریکی ندارد و سیم فاز سیم دیگر می باشد که با زمین دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی است . ضمنا لازم به ذکر است که سیم فاز فازمتر را روشن می کند و با زمین اختلاف پتانسیل الکتریکی دارد و سیم نول فازمتر را روشن می کند . در شکل 4 سیم A فاز و سیم B نول است و در شکل 5 سیم A نول و سیم B فاز است .



مولدهای جریان متناوب:

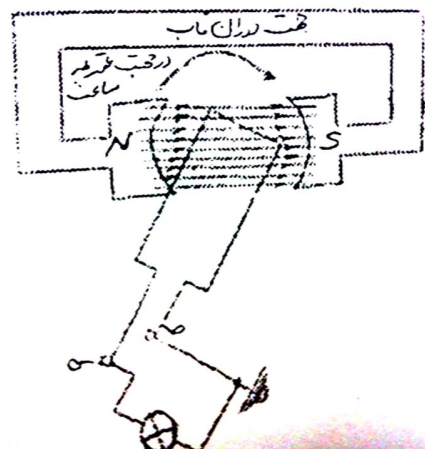
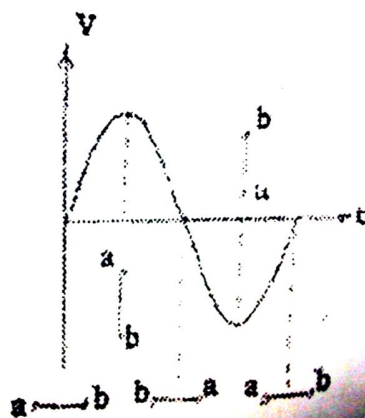
انرژی مکانیکی را دریافت نموده و به انرژی الکتریکی متناوب (AC) تبدیل می نماید (دینام) به مولدهای جریان متناوب آلترناتور نیز می گویند .

موتورهای جریان متناوب:

انرژی الکتریکی متناوب را به انرژی مکانیکی تبدیل می کند .

اصول کار:

اصول کار مولدهای جریان متناوب بر اساس القای الکترومغناطیس می باشد . بدین ترتیبکه هرگاه یک سیم هادی را به شکل قاب در بیآوریم و در میدان مغناطیسی S.N قرار دهیم و آنگاه این قاب را حول محور خود به حرکت درآوریم ملاحظه می شود که در این هادی نیروی محرکه ای القا شده حال اگر دو سر را که به صورت قاب می باشد به دو حلقه برنجی که نسبت به هم و نسبت به محور عایق هستند متصل نماییم و دو حلقه را توسط حلقه برنجی که نسبت به هم و نسبت به محور عایق هستند متصل نماییم حال چون مدار بسته شده و جاروبک و سیم های رابط به باری (مثلا لامپ) متصل نماییم حال چون مدار بسته شده و به واسطه ی نیروی محرکه ی القایی در داخل (قاب) و در خارج (بار) جریان برقرار می شود این جریان متناوب می باشد.



a : ابتدای قاب (کلاف سیم پیچ)

a-b قرار گرفتن قاب درون قطبهای آهنربا به صورت افقی و موازی خطوط قوای مغناطیسی

a : قرار گرفتن قاب درون قطبهای آهنربا (N.S) به صورت عمودی و عمود بر خطوط قوای

مغناطیسی جهت دوران قاب درون قطبهای آهنربای (N.S)

زمانیکه قاب را به صورت افقی درون آهنربا قرار می دهید هیچگونه خطوط قوای مغناطیسی را قطع نمی کند لذا فوران ایجاد شده صفر خواهد شد و در این حالت هیچگونه ولتاژی به دو سر لامپ نخواهد رسید و لامپ خاموش است .

زمانیکه قاب به صورت عمودی و عمود بر خطوط قوا را قطع خواهد کرد و بیشترین ولتاژ به دو سر لامپ خواهد رسید و لامپ کاملاً روشن است .

جهت و مقدار نیروی الکتروموتوری القایی :

تولید نیروی الکتروموتوری به 3 صورت ایجاد می گردد.

الف) مفتول یا میله متحرکی خطوط قوای مغناطیسی را قطع نماید (اساس کار مولد).

ب) خطوط قوای میدان مغناطیسی متحرکی مفتول یا میله ساکن را ببرد (اساس کار مولد).

ج) مفتول و میدان مغناطیسی هر دو در فضا حرکت کرده و نسبت به یکدیگر تغییر مکان دهند در آن

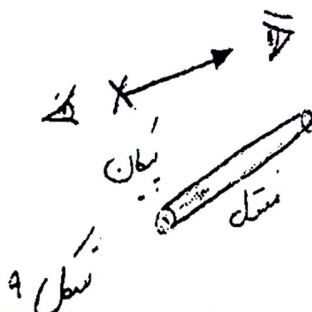
مفتول نیروی محرکه القا می گردد (اساس کار موتور آسنکرون)

جهت نیروی محرکه ی القایی به جهت حرکت میله و جهت خطوط میدان بستگی دارد که از قانون دست راست باز می توان آن را تعیین کرد: چنانچه دست راست باز خود را در امتداد مفتول قرار دهیم و خطوط قوای مغناطیسی از طرف قطب شمال به کف دست وارد شود نسبت باز جهت حرکت مفتول نشان دهد در اینصورت 4 انگشت کشیده جهت جریان القایی را در مفتول مشخص خواهد نمود (شکل 8)



علامت پیکان :

مشخص نمودن جهت جریان در مفتول به وسیله علامت پیکان مشخص می گردد . بدین ترتیب که چنانچه از طرف شخصی پیکانی پرتاب شود همان شخص پشت پیکان را که علامت $\times$ است خواهد دید یعنی پیکان از آن شخص دور می شود و چنانچه در جهت مخالف بایستد پیکان به او نزدیک شده و نوک آن را که علامت صفر است خواهد دید . می توان از همین علایم برای جهت جریان در یک مفتول استفاده کرد.



خلاصه ای از جریان متناوب :

تولید نیروی محرکه متناوب جیبی یا سینوسی :

استوانه ای را در نظر می گیریم که کلافی در شیارهای آن قرار دارد و آن را در میدان مغناطیسی ثابت S.N در جهت حرکت عقربه ساعت به حرکت در می آوریم طبق آنچه قبلا به آن اشاره شد مفتول ضمن حرکت خود چون خطوط قوای مغناطیسی را قطع می کند یا می برد در آن نیروی محرکه القا می گردد که به عوامل زیر بستگی خواهد داشت .

الف) شدت میدان مغناطیسی یا آندوکسین B

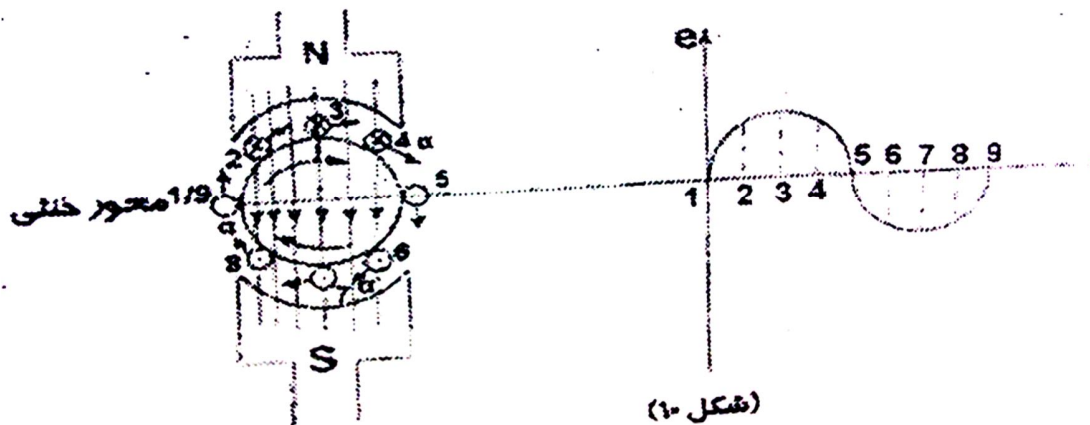
ب) سرعت حرکت مفتول در میدان مغناطیسی V

ج) طول مفتول در میدان مغناطیسی l

د) جیب زاویه a با زاویه ای که امتداد میدان با جهت حرکت مفتول می سازد .

معمولا B.V.L ثابت هستند و بنابراین مقدار نیروی محرکه القایی در کلاف تنها به جیب زاویه برش a بستگی خواهد داشت . محوری که عمود بر میدان مغناطیسی است و در آنجا خطوط میدان وجود ندارد محور خنثی مینامند . طبق (10) ابتدا مفتول در محور خنثی (نقطه 1) قرار دارد و چون موازی خطوط میدان مغناطیسی حرکت می کند پس آنها را نمی برد و پس از طی 45 درجه مفتول در نقطه 2 تحت همان زاویه خطوط قوا را قطع می نماید . (توجه کنید که قانون دست راست در اینجا صدق می کند) و پس از طی 45 درجه بعدی مفتول در نقطه 3 خواهد بود که زاویه برش 90 درجه است و بیشترین جریان در مفتول القا می گردد دوباره پس از طی 45 درجه بعدی در نقطه 4 جریان القایی رو به کاهش می رود و در نقطه 5 در محور خنثی دوباره جریان القایی صفر می گردد و در نقطه 6 مفتول در مقابل قطب دیگر که جنوب باشد قرار می گیرد و چون مفتول از سمت راست به سمت مخالف حالت قبلی متوجه می شویم که جریان القایی به ما نزدیک می شود . (4 انگشت کشیده) و همان نیروی محرکه که لحظه ای در لحظات بعدی ایجاد می گردد ولی با جهت مخالف که جریان تولیدی متناوب را نشان می دهد و رابطه به صورت زیر خواهد شد :

$$e = B \cdot L \cdot V \cdot \sin \alpha$$



رابطه ریاضی مورد استفاده در جریان AC تکفاز :

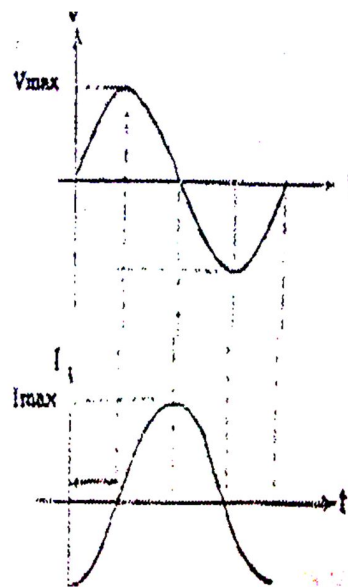
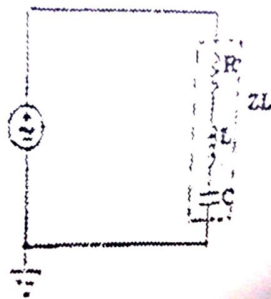
$$V_{(t)} = V_{\max} \sin(\omega t) \quad (\text{ولتاژ زاویه ای})$$

$$\omega = 2\pi f \quad (\text{سرعت زاویه ای})$$

در یک سلف جریان نسبت به ولتاژ به میزان t تاخیر فاز دارد .

$$I_e = I_{\max} / \sqrt{2} \quad (\text{جریان موثر})$$

$$P = U \cdot I = \sqrt{P} a^2$$



$$ZI = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$U = Z.I \quad X_L = I \quad X_C = 1/C\omega$$

$$\text{Power factor (p.f.)} = \cos \phi = R/Z$$

توان راکتیو (توان حرارتی) (ضریب توان با ضریب قدرت)

$$P = U.I \cos \phi = RI^2 \quad (\text{W, KW, MW}) \quad \tan \phi = (X_L - X_C)/R$$

$$P_a = P_r = U.I \sin \phi = (X_L - X_C) . I^2 \quad (\text{V.A.R, KVAR, MV.AR}) \quad \text{توان راکتیو (آهنربا)}$$

VAR مخفف ولت ، آمپر و اکتیو است (وار)

$$P = U.I = \sqrt{P_a^2 + P^2} \quad (\text{VA, KVA, MVA})$$

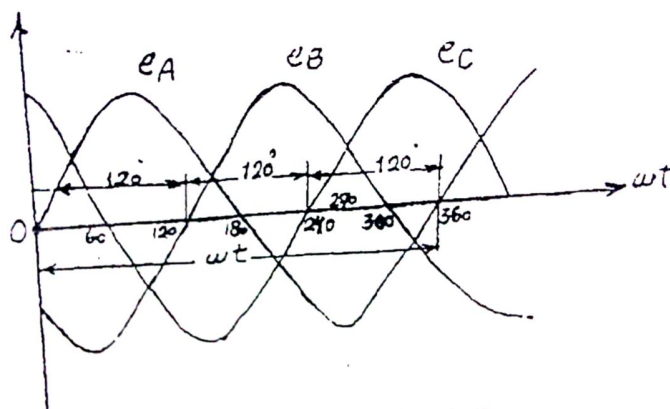
توجه: در یک موتور بدون روتور اگر به برق وصل کنیم فقط توان راکتیو داریم اگر روتور در موتور قرار گیرد تعدادی توان به اکتیو تبدیل شده و اگر باری نیز روی موتور قرار گیرد توان بیشتری به اکتیو تبدیل می شود توان اکتیو یا (واته) یا توان حرارتی است که به صورت گرمایی در مقاومت R تلف می شود.

توان راکتیو یا (دواته) یا توان حرارتی که به صورت گرمایی در مقاومت R تلف می شود.

توان راکتیو یا (دواته) توان غیر فعال است که صرف ایجاد سیلان مغناطیسی و یا مدار الکتریکی می گردد و تا وقتی که از این میدانها کار گرفته نمی شود توان راکتیو است و در صورتی که کار گرفته شود توان راکتیو به راکتیو

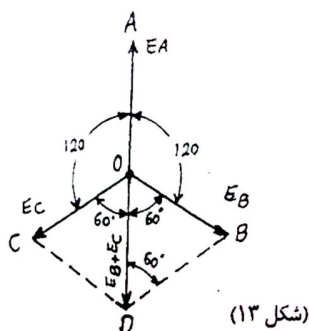
جریانهای سه فازه :

هرگاه سه کلاف سیم پیچ را که نسبت به هم زاویه 120° درجه دارند در میدان مغناطیسی به گردش درآوریم در این سه کلاف سه نیروی محرکه بوجود می آید که نسبت به هم اختلاف فاز دارند . در شکل (12) منحنی نمایش نیروی موتوری سه فازه نشان داده شده است .



شکل 12

و دیاگرام نیروهای این سه محرکه به صورت شکل زیر است :



(شکل 13)

همانطوری که از شکل بالا پیداست جمع $BC+EB$ از مبدا صفر می گذرد و یا بردار EA کاملاً مساوی و در خلاف جهت آن می باشد بدین ترتیب جمع سه بردار EA, EC, EB برابر صفر می شود .

در زیر معادله سینوسی نیروی محرکه تولیدی EC, EB, EA نوشته شده است .

$$EA = EM \sin \omega t$$

$$EB = EM \sin$$

$$EC = EM \sin(\omega t + 120) = EM \sin(\omega t - 240)$$

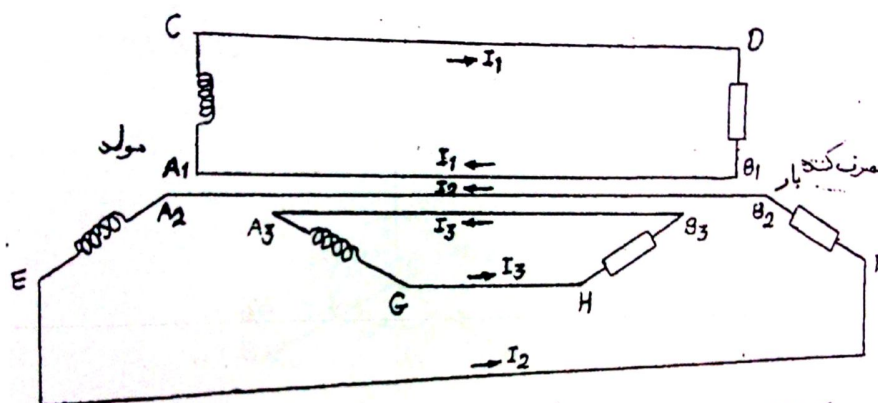
طریقه متداول اتصالات سه فاز :

مدارهای سه فاز را به سه طریق معمول زیر می بندند :

1. اتصال ستاره 2. اتصال مثلث 3. اتصال مختلط

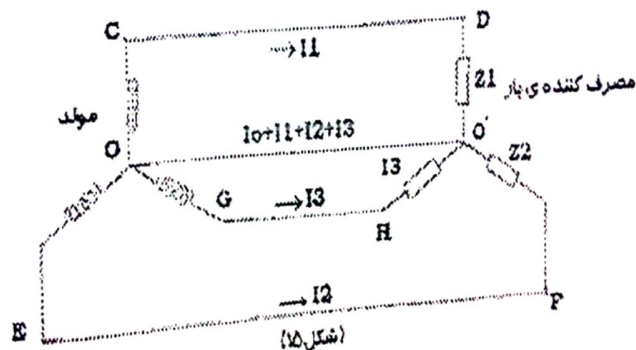
اتصال ستاره :

در شکل 14 یک مدار 6 سیمه سه فاز نشان داده شده است .



هر یک از کلافها توسط دو سیم به بار مربوط به خود متصل می باشد در نتیجه اگر تغییراتی در یکی از کلافها به وجود آید در کلافهای دیگر تاثیر نخواهد داشت . اصولاً در عمل برای انتقال جریان سه فاز از شش سیم استفاده نمی شود زیرا هزینه این عمل زیاد خواهد بود در نتیجه به جای سه سیم برگشت از یک

سیم استفاده می کنند بنابراین دستگاه 6 سیمه به 4 سیمه تبدیل می شود. برای این منظور نقاط A_3, A_2, A_1 را به هم و نقاط B_3, B_2, B_1 را به هم متصل کرده و در نتیجه همانطور که از شکل (15) پیداست دیگر احتیاج به دو سیم اضافی نیست.



(شکل 15)

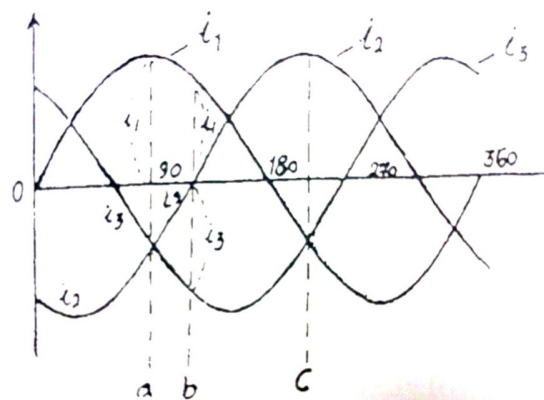
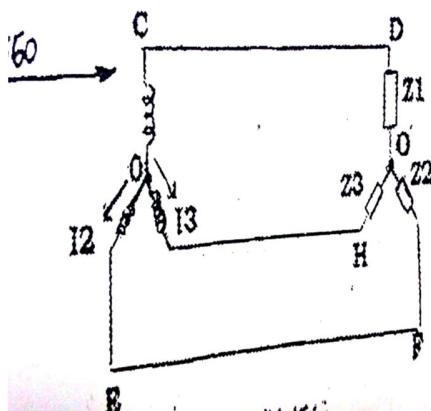
سیمهای EF, GH, CD را سیمهای فاز و سیم OO' را که مشترک بین این سه سیم است و حامل مجموع جبری جریانهای 11 و 12 و 13 می باشد به نام سیم صفر و یا سیم خنثی نامیده می شود.

هرگاه بار سه فاز مولد متعادل باشد بنابه قانون اول کیرشلف مجموع جبری جریانهایی که به یک نقطه

میریزند صفر است و در نتیجه از سیم وسط جریانهایی نمی گذرد بنابراین در این حالت به سیم هم

احتیاجی نیست این طریقه اتصال فازها را اتصال ستاره می نامند شکل (16) منحنی جریانهای سینوسی

سه فاز در بار متعادل در شکل (17) رسم شده است.



(شکل 17)

(شکل 16)

همانطور که گفته شد مجموع جبری جریانهای که در بار متعادل از سیم صفر عبور می کند صفر است. در لحظه a جریان i_1 مثبت و مقدار حداکثر خود را دارا می باشد ولی جریانهای i_2, i_3 منفی بوده و دارای مقدار مساوی می باشند در اینصورت دامنه جریان i مساوی مجموع جریانهای i_2, i_3 می باشند. زیرا در جریانهای متعادل سه فاز در هر لحظه مجموع جریانهها باید صفر باشد.

$$\begin{array}{lll} i_1 = i_2 + i_3 & i_1 = -(i_2 + i_3) & \text{در هر لحظه} \\ i_1 > 0 \quad i_2 + i_3 < 0 & i_1 + i_2 + i_3 = 0 & \text{در هر لحظه a} \end{array}$$

بنابراین در این لحظه همانطوری که از رابطه (1) مشاهده می شود مجموع جبری جریانهای سه فاز صفر می باشد. در لحظه b شدت جریان i_2 مساوی صفر می باشد ولی در همین لحظه جریانهای i_3, i_1 دارای مقدار مساوی بوده ولی مختلف جهت می باشند.

$$\begin{array}{l} I = 0 \\ \sum I = 0 \\ I_2 = 0 \\ I_1 = -i_3 \\ I_1 + i_2 + i_3 = 0 \end{array}$$

بنابراین در لحظه b مجموع جبری جریانهها صفر می باشد. در لحظه c مقدار جریان i_2 مثبت و دارای مقدار ماکسیمم می باشد ولی جریانهای i_3, i_1 دارای مقدار مساوی و منفی بوده و در نتیجه مانند لحظه a داریم:

$$\begin{array}{ll} i_2 = i_1 = i_3 & i_2 > 0 \\ i_1 + i_3 < 0 & i_2 = -(i_1 + i_3) \end{array}$$

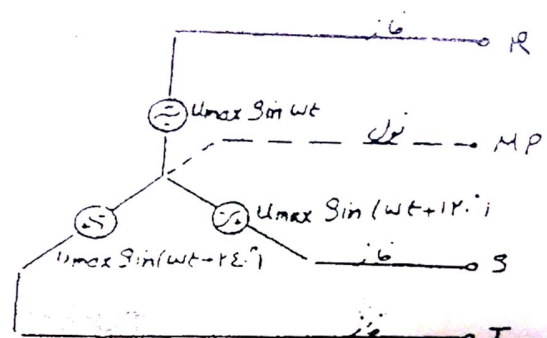
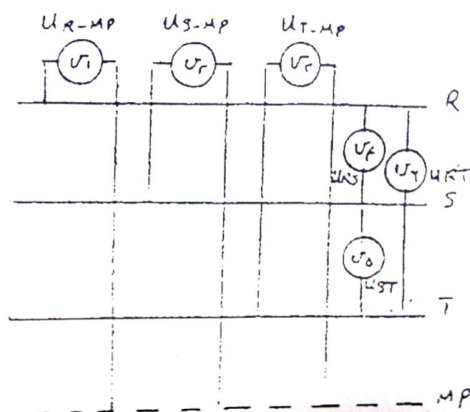
$$\sum I = 0$$

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0$$

در این لحظه هم ملاحظه می شود که مجموع جبری جریانها صفر است . اگر به همین ترتیب برای لحظه های دیگر منحنی پیش برویم ملاحظه می شود که مجموع جبری جریانها صفر نیست . سیستم های اتصال ستاره سه سیمه و 4 سیمه موارد استعمال فراوانی دارد . در روشنایی و مصرف کننده های یک فازه از سیستم 4 سیمه استفاده می شود و برای بارهای متعادل یا سه فازه مانند موتور سه فازه از سیستم سه سیمه استفاده می شود . در شبکه سه فاز یا بار متعادل نقطه صفر را به زمین متصل می کنند در نتیجه زمین به جای سیستم صفر به کار می رود . ولی اگر بارها متعادل نباشند نمیتوان از زمین به عنوان سیستم صفر استفاده کرد چون در این حالت جریان زیادی از زمین می گذرد و این جریان زیاد اثر القایی روی خطوط تلفن خواهد گذاشت .

خلاصه ای از جریان متناوب سه فازه :

مولد سه فازه همانند مولد تک فاز است که در یک نقطه به یکدیگر متصل شده اند و این سه مولد با اختلاف فاز 120 درجه نسبت به همدیگر در حال کار هستند . اختلاف پتانسیل بین هر دو فاز را ولتاژ خط گویند ولتاژ فاز را با U_1 نشان می دهند . در صورتیکه اختلاف پتانسیل فازها را به وسیله ولتمتر اندازه گیری کنیم خواهیم دید که :



اختلاف پتانسیل هر فاز نسبت به نول را اختلاف پتانسیل فازی می گویند

$$U_{ph} = (V_1, V_2, V_3)$$

اختلاف پتانسیل هر فاز نسبت به فاز دیگر را اختلاف پتانسیل خطی می گویند .

$$U_l = (V_4, V_5, V_6)$$

جهت بدست آوردن این اختلاف پتانسیل ها از وسیله ای به نام اهم متر استفاده می شود .

توجه : T,R,S نسبت به هم توالی دارند :

RST,TRS,STR

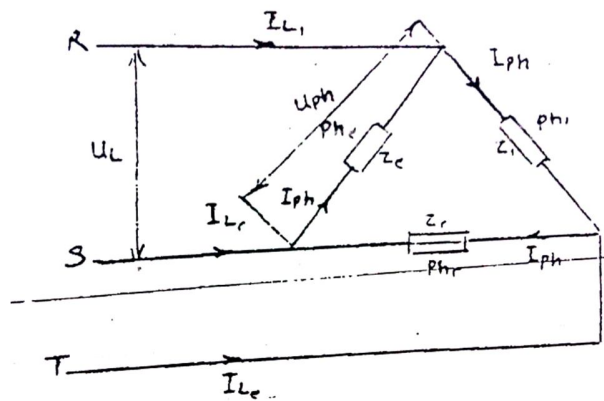
(در ایران)

$$I_{UR} \cdot M_{PI} = I_{US} \cdot M_{PI} = I_{UT} \cdot M_{PI} = U_{ph} = 220 \sim 230$$

تا ولتاژ فازی می آید و این روش برای اندازه گیری موتورهای سنگین به کار می رود تا در ابتدای امر از فشار زیاد به وسیله مورد نظر جلوگیری شود .

بار مثلث سه فازه متعادل و نامتعادل :

اتصال بار سه فازه مثلث به صورت شکل 10 است در صورتیکه $z_1 = z_2 = z_3$ باشد بار مثلث متعادل است در غیر این صورت نامتعادل است تعدادی از الکتروموتورهای سه فازه به این صورت بسته می شوند.



از این مدار می توان برای راه اندازی موتورهای سبک استفاده نمود .

فرمولهای مورد استفاده در مدارهای سه فازه متعادل :

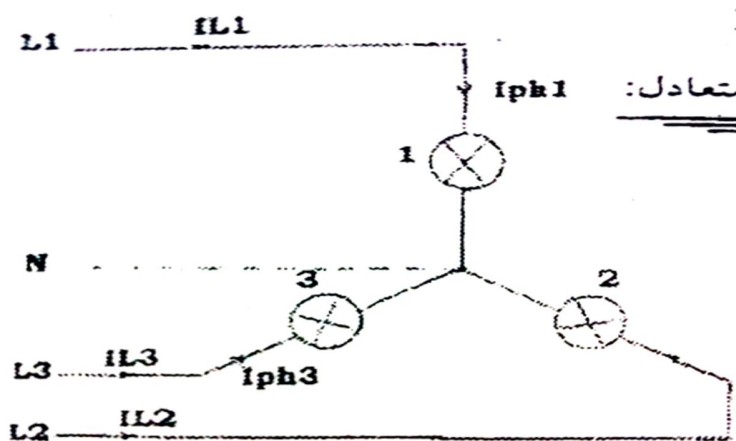
$$P = UI \cos \phi \text{ (W, KW, MW)}$$

$$P_d = UI \sin \phi \text{ (VAR, KVAR, MVAR)}$$

$$P = +P_d = 3UI \text{ (VA, KVA, MVA)}$$

آزمایش (19)

اتصال سه فازه ستاره متعادل



$$I_L = I_{ph}$$

$$U_L = \sqrt{3} U_{ph}$$

سوالات آزمایش (19)

1. چنانچه سیم نول متصل و در این حال یکی از فازها مثلا L1 قطع شود چه اتفاقی می افتد و چرا ؟
2. چنانچه همچنان سیم نول متصل باشد و همزمان دو فاز L2, L1 را با هم قطع نماییم چه اتفاقی می افتد و چرا ؟
3. چنانچه سیم نول را از نقطه مشترک اتصال ستاره قطع نماییم چه اتفاقی می افتد و چرا ؟ (اثبات از

طریق رسم شکل و نمودار)

4. پس از قطع سیم نول چنانچه یکی از فازها مثلا $L1$ را قطع نماییم چه اتفاقی می افتد و چرا ؟

5. پس از قطع سیم نول از نقطه مشترک ستاره چنانچه در این حال همزمان دو فاز $L2, L1$ را نیز قطع

نماییم چه اتفاقی می افتد و چرا ؟

در ولتاژ پایین تر از ولتاژ بالا ، موتورهای کمپرسوردار می سوزد ولی لامپها نمی سوزد و در ولتاژ

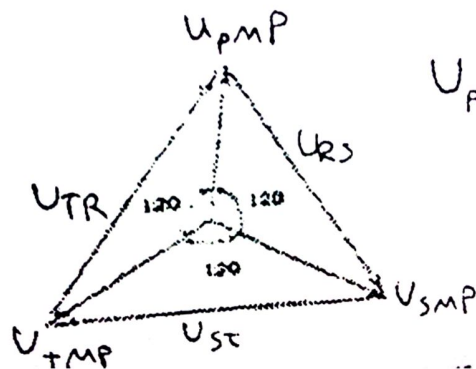
بالا تر از ولتاژ بالا وسایل المنت دار (مانند لامپ ، اطو و ...) و موتور دار می سوزد . در ایران :

$$I_{UR.SI}=I_{US.TI}=I_{UT.RI}=U_I=380\sim 400$$

ولتاژ خطی اختلاف پتانسیل الکترونیکی 3 فاز را می توان به صورت برداری نیز نشان داد (شکل 8)

همان ضررهایی که ولتاژ فازی می تواند به وسایل الکتریکی بزند ولتاژ خطی نیز می تواند این ضررها

را بزند چون تابعی خطی از ولتاژ فازی است .



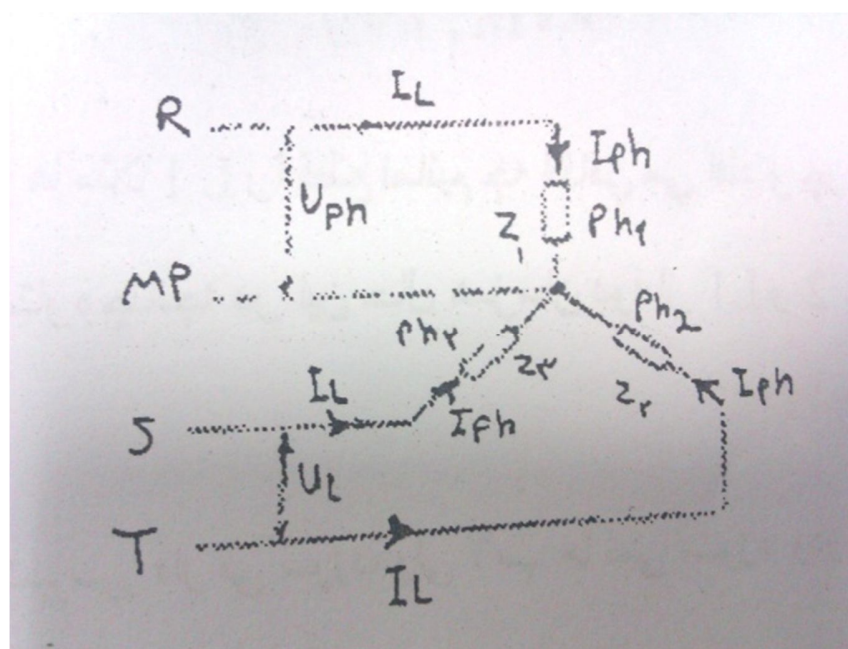
جریان متناوب سه فازه اغلب اوقات جهت تغذیه بارهای سه فازه و یا سه بار تک فاز مورد استفاده قرار

می گیرد بارهای تک فاز غالبا به صورت اتصال ستاره با سیم نول استفاده می شود . در حالیکه بارهای

سه فازه ممکن است به صورت ستاره یا مثلث استفاده شود .

بارهای سه فازه ستاره متعادل :

این بار به صورت شکل (9) در مدار قرار می گیرد ، شرط تعادل بار $z_1=z_2=z_3$ در این اتصال می توان از سیم نول استفاده نکرد و مرکز ستاره آزاد باشد تعدادی از الکتروموتورها به صورت سه فاز ستاره در مدار قرار می گیرند الکتروموتورها در آزمایشگاه نیز می توانند به صورت بالا مورد استفاده واقع شوند .



$$U_{ph} = U_L / \sqrt{3} \quad , \quad I_L = I_{ph}$$

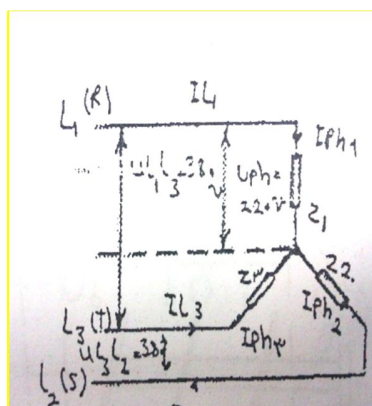
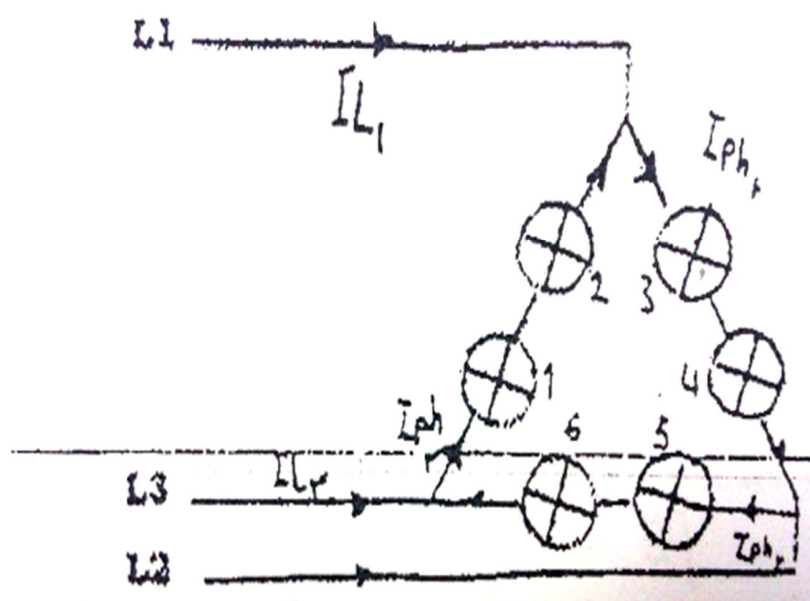
$$U_L = 380V \quad , \quad U_{ph} = 220V$$

$$U_L = U_{ph} \times \sqrt{3}$$

$$U_L = 220 \times \sqrt{3}$$

آزمایش (20)

اتصال سه فاز مثلث متعادل



سوالات آزمایش (20)

1. چنانچه 3 عدد لامپ 100 واتی را به شبکه 3 فازه 380 ولتی به صورت مثلث متعادل متصل نماییم چه اتفاقی می افتد و چرا ؟
2. برای جلوگیری از مورد پیش آمده در سوال 1 چه راه منطقی و اصولی پیشنهاد می کنید ؟
3. در مدار شکل بالا چنانچه یکی از فازها مثلا L2 را قطع نماییم چه اتفاقی می افتد و چرا ؟
4. با قطع دو فاز چه اتفاقی می افتد و چرا ؟

پلاک خوانی الکتروموتورها :

مشخصاتی را که روی پلاک الکتروموتورها می نویسند برای استفاده بهینه در طراحی و راه اندازی صحیح به کار می رود و شامل نکاتی می شود که گاهی بی توجهی به آن باعث بهره بری کمتر و خسارت به تجهیزات الکتریک می گردد . پلاک خوانی الکتروموتورها کمک زیادی به طراح و راه انداز برای طرح مدار مربوطه و انتخاب صحیح کنتاکتور و بیمتال و مینماید .

NO شماره ساخته شده توسط کارخانه

Type شامل کلیه مشخصات فنی الکتروموتور که در کاتالوگ کارخانه باید به آن اشاره شود و یا در هنگام خرید مشابه

A : حداکثر جریان مجاز الکتروموتور را نشان می دهد که میزان جریان نباید بیشتر از مقدار فوق و بلکه همیشه الکتروموتور طوری انتخاب شود که زیر مقدار فوق کار کند .

V = ولتاژ کاری الکتروموتور می باشد که نباید ولتاژ بیشتر و یا کمتر به سیم پیچ های الکتروموتور اعمال گردد .

50 Hz : الکتروموتور باید در فرکانس 50 هرتز کار کند (برق ایران)

60 Hz : الکتروموتور باید در فرکانس 60 هرتز کار کند (فرکانس برق برخی از کشورها)

نکته : دور الکتروموتورها با فرکانس ارتباط دارد لذا الکتروموتوری که در فرکانس 50 هرتز مثلا

1500 دور می باشد همین الکتروموتور در فرکانس 60 هرتز دورش دیگر 1500 نیست .

RPM = نشان دهنده دور الکتروموتور در یک دقیقه در روی شفت خروجی می باشد

KW = مقدار توان الکتروموتور را نشان می دهد.

نکته : اگر روی الکتروموتور نوشته شده بود $V=220/380$ یعنی اینکه این الکتروموتور در شبکه

برق 110 ولت که برخی از کشورها استفاده می شود باید به صورت مثلث و در کشورهایی که ولتاژ

220 ولت (ولتاژ بین یک فاز و نول) دارند مثل ایران باید به صورت ستاره بسته شود .

IP = میزان حفاظت الکتروموتور در مقابل گرد و غبار و ... و طبق زیر می باشد .

انواع حفاظت ها طبق استاندارد دین 40050

P00 = باز بدون حفاظت در مقابل تماس با اجسام خارجی و آب

P10 = محفوظ در مقابل تماس دست و اجسام بزرگ خارجی – محفوظ در مقابل آب

P11 = محفوظ در مقابل تماس دست و اجسام بزرگ خارجی – محفوظ در مقابل آب

P20 = محفوظ در مقابل تماس انگشت و اجسام با وزن متوسط بدون حفاظ در مقابل آب

P21 = محفوظ در مقابل تماس انگشت و اجسام با وزن متوسط – ضد آب

P22 = محفوظ در مقابل تماس انگشت و اجسام با وزن متوسط – محفوظ در مقابل ترشح آب بطور

عمودی یا مایل با زاویه بیشتر از 30 درجه نسبت به افق

P30 = محفوظ در مقابل تماس با ابزارها و غیره و اجسام خارجی سبک وزن – بدون محافظت در

مقابل آب

P31 = محفوظ در مقابل تماس با ابزارها و غیره و اجسام خارجی سبک وزن – ضد آب

P32 = محفوظ در مقابل تماس با ابزارها و غیره و اجسام خارجی سبک وزن – محفوظ در مقابل

ترشح آب بطور عمودی یا مایل با زاویه بیشتر از 30 درجه نسبت به افق

P40 = در مقابل کلیه .

سازنده		
Typ	DA 80	
D-MOTOR	Nr	7660
$\Delta 380$	V	187 A
100 kW	S3	cos φ 0,89
1460	/min	50 Hz
Läufer Y	245 V	248 A
Isot-KLB	IP 44	1.1 t
VDE 0530	1.1.72	

با توجه به پلاک ، موتور سه فاز روتور سیم پیچی شده ساخت کارخانه با قدرت اسمی 100 کیلووات و شرایط کار آن S₃ (مدت زمان کار کم با فواصل کم) است . موتور با اتصال مثلث به شبکه 380 ولت ، 50 هرتز وصل می شود و جریان اسمی آن 187 آمپر است . ضریب قدرت آن در کار نامی 89٪ و تعداد دورش 1460 دور در دقیقه است . سیم پیچهای روتور به صورت ستاره وصل شده اند و در حالت سکون رتور دارای ولتاژ خط 245 ولت است جریان نامی رتور 248 آمپر است . کلاس عایقی آن B (حداکثر حرارت مجاز آن 130 درجه سانتی گراد) و وزنش 1.1 تن است این موتور در مقابل اشیا با قطر بزرگتر از 1 میلیمتر و پاشیده شدن آب در تمام جهات حفاظت شده است (1p44) و مطابق شکل استاندارد VDE 0530 در ماه یازده سال 1972 ساخته شده است .

عواملی که باعث سوختن موتورهای سه فازه میگردند :

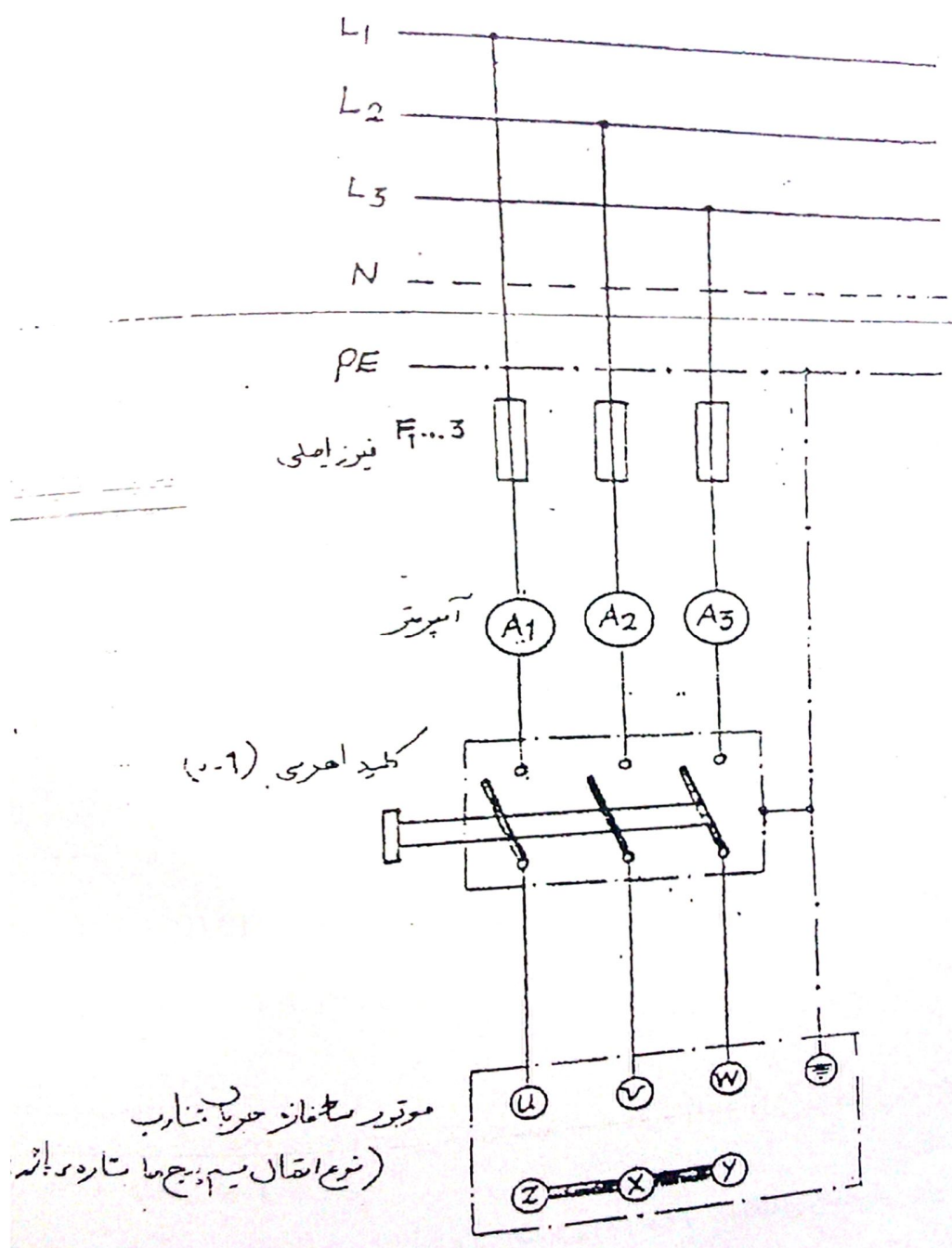
1. الکتروموتور گیرپاچ کند یعنی محور آن نچرخد
2. از الکتروموتور توانی بیشتر از توان نامی آن گرفته شود .
3. آب به داخل الکتروموتور وارد گردد.

4. دو فاز شدن الکتروموتور سه فازه .

5. مورد 4 در این کارگاه آزمایشگاه شایع است. لذا به منظور جلوگیری از آسیب دیدن موتور بیشتر دقت شود و در موقع تغییر صدای کارکرد موتور و یا کاهش قدرت آن سریعاً فیوز اصلی قطع گردد.

آزمایش (21)

راه اندازی موتور سه فازه توسط کلید اهرمی و بکاربردن آمپر متر در مدار

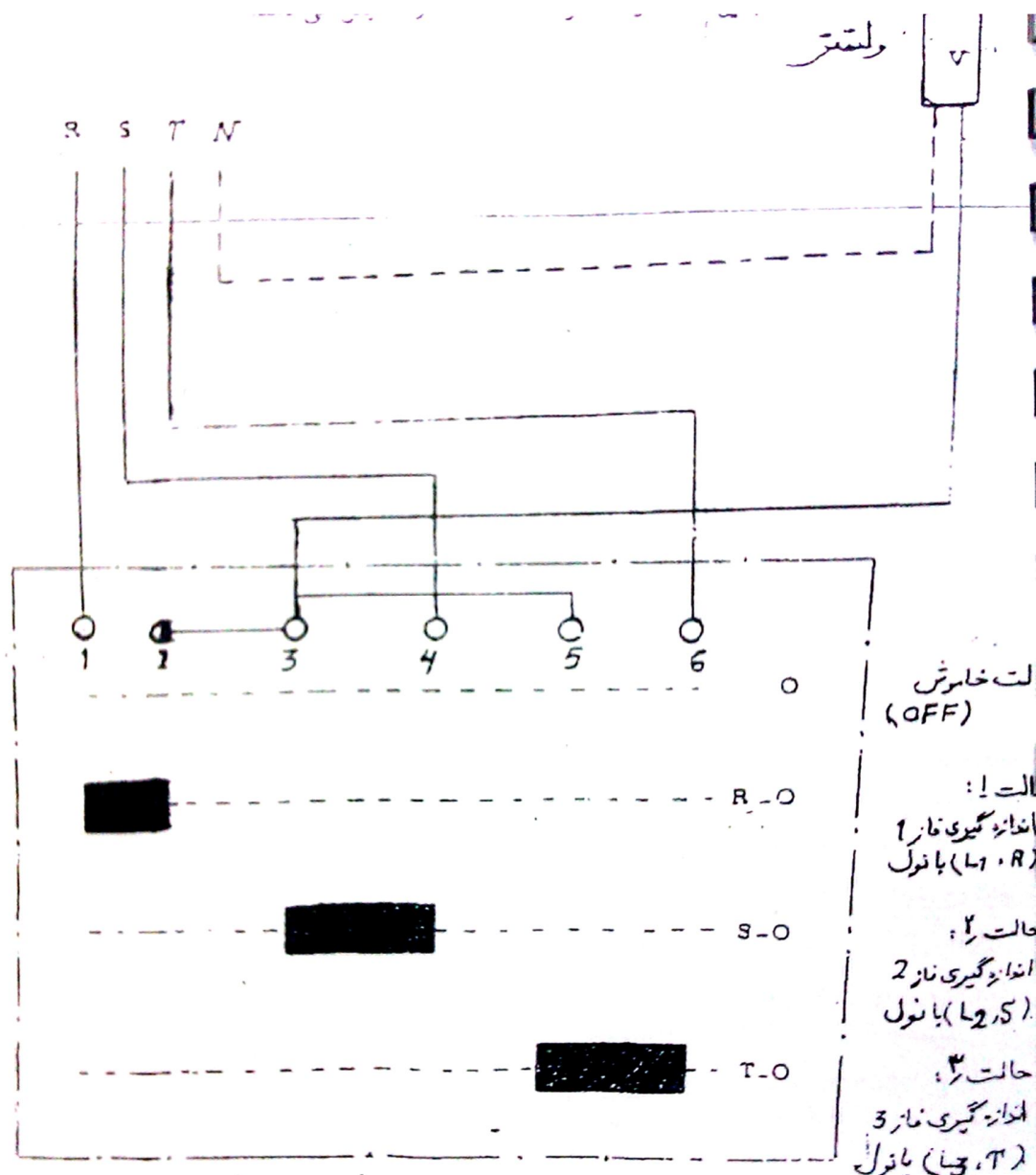


آزمایش (22)

اندازه گیری ولتاژهای سه فازه توسط ولت‌متر با استفاده از کلید سلکتوری

الف) اندازه گیری یک فاز با نول

در این حالت ولت‌متر عدد 220 ولت را نمایش می‌دهد



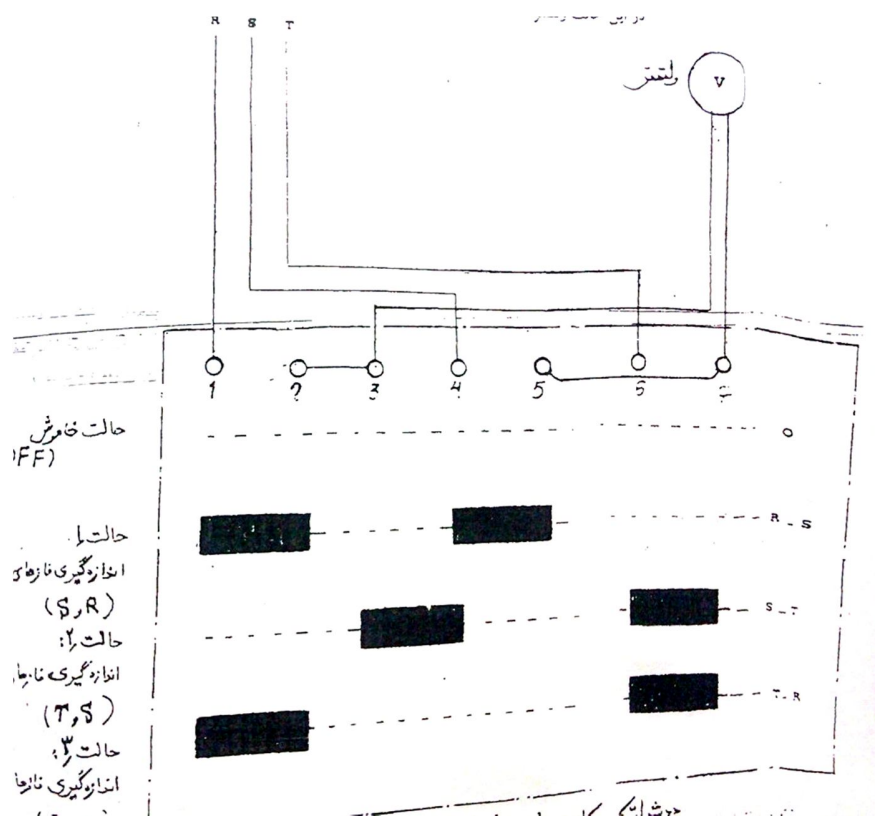
شماتیک کلید ولتمتریک یا سلکتوری

آزمایش (23)

اندازه گیری ولتاژهای سه فازه توسط ولتمتر با استفاده از کلید سلکتوری

(ب) اندازه گیری دو فاز با یکدیگر

در این حالت ولتمتر عدد 380 ولت را نمایش می دهد

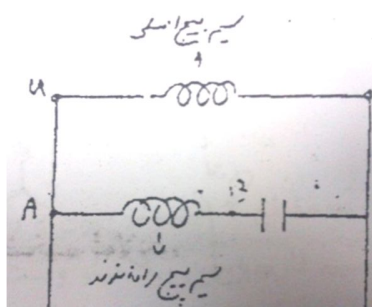


شماتیک کلید ولتمتریک یا سلکتوری

راه اندازی الکتروموتورهای تک فاز

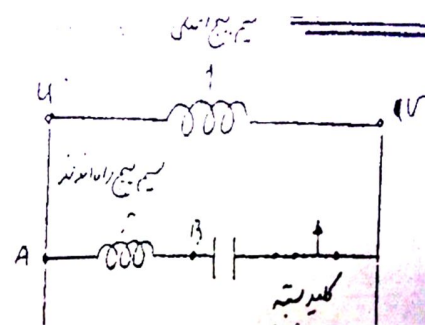
الکتروموتورهای تک فاز را به دو صورت خازنی و مقاومتی راه اندازی می کنند .

الف) راه اندازی خازنی



راه اندازی خازنی به صورت

اتصال دائم

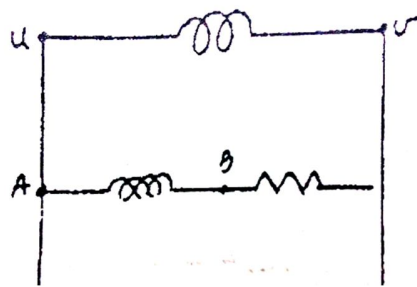


راه اندازی خازنی به صورت اتصال موقت

با استفاده از کلید گریز از مرکز

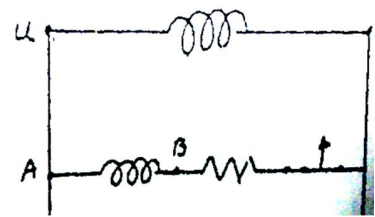
این روش راه اندازی برای الکتروموتورهای بزرگ قابل استفاده است . موتور کولر سیستم راه اندازی به مانند این حالت دارد . در این حالت به محض روشن شدن ، کلید گریز از مرکز عمل نموده و سیم پیچ راه انداز از مدار خارج می شود . در بعضی از مواقع که موتورهای کولر می سوزد به این علت است که کلید گریز از مرکز عمل نمی کند و در نتیجه جریان بیشتری از موتور گذشته و در نهایت سیم پیچ های موتور می سوزد .

(ب) راه اندازی مقاومتی



راه اندازی مقاومتی

بصورت اتصال دائم

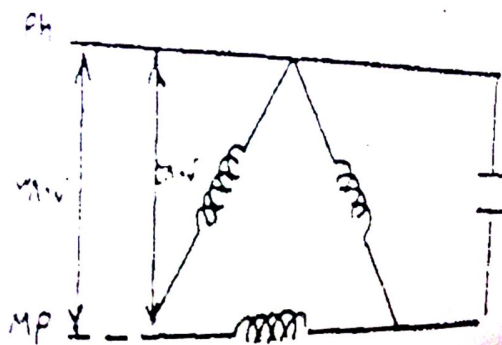


راه اندازی مقاومتی بصورت اتصال

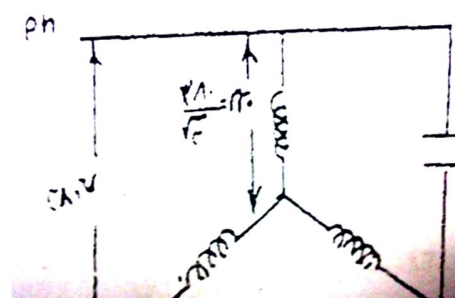
موقت با استفاده از کلید گریز از مرکز

آزمایش (24)

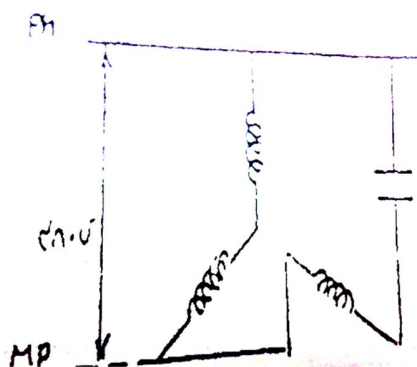
راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز با استفاده از برق تک فاز



خازن با اتصال مثلث



خازن با اتصال ستاره کامل



خازن و ستاره ناقص

الکتروموتورهایی سه فازه که روی

شناسنامه آنها نشان ستاره وجود دارد

قابلیت استفاده از برق تک فاز را نیز دارند .

ولی اگر نشان ستاره موجود نباشد ، در اینصورت به صورت مثلث است که اگر به موتور ولتاژ 380

ولت اعمال کنیم در این صورت به هر کدام از خطها می بایست ولتاژ 380 اعمال شود که این امر

امکان ندارد . برای مثال الکتروموتورهای موجود در آزمایشگاه در حالت ستاره می بایست ولتاژ 660

اعمال شود تا در حالت مثلث 380 ولت به هر خط برسد و نمی توان به برق 270 ولت وصل کرد .

برای تبدیل موتورهای سه فازه به تک فاز ، به ازای هر کیلووات قدرت در ولتاژ 110 ولت ، خازن به

ظرفیت 250 میکرو فاراد ، برای ولتاژ 220 ولت خازن به ظرفیت 70 میکرو فاراد و برای ولتاژ 380

ولت ، خازن به ظرفیت 22 میکرو فاراد احتیاج است در نتیجه موتور با 80٪ قدرت قبلی کار می کند و

گشتاور اولیه بسته به نوع اتصال از 25٪ تا 60٪ قابل تغییر است .

تعریف کلی کلید : وسیله ای است که با تغییر وضعیت باعث قطع و وصل مدارات می شود .

چند نوع کلید داریم ؟

دو نوع : الف) کلید های ساده ب) کلیدهای مرکب

تعریف کلیدهای ساده : کلیدهایی هستند که برای تغییر وضعیت فقط از نیروی دست انسان استفاده می شود و مستقیماً توسط نیروی دست قطع و وصل می شود . کلیدهای ساده خود نیز بر دو نوع اند :

1. کلیدهای ساده دائم کار 2. کلیدهای ساده لحظه ای کار

کلیدهای ساده دائم کار: دایم کار به معنی اینکه کلید در هر وضعیت قرار بگیرد وضعیت آن ثابت باقی می ماند و برای تغییر وضعیت مجدداً بایستی کلید زده شود.

کلیدهای ساده دایم کار نیز بر دو نوع اند : 1. کلیدهای ساده و دایم کاری که در برق ساختمانی کاربرد دارند مانند : دوپل ، تبدیل ، صلیبی و 2. کلیدهای ساده دایم کار که در برق صنعتی کاربرد دارند مانند : 1. کلیدهای اهرمی (0-1) 2. کلیدهای زبانه ای مانند : چپگرد – راست گرد ، ستاره - مثلث 3. کلیدهای غلطکی .

کلیدهای ساده لحظه ای کار :

لحظه ای کار به معنی این است که کلید در هر وضعیت قرار بگیرد وضعیت آن تا زمانی که انرژی و نیروی دست بر کلید است ثابت باقی می ماند و مدار متصل است و به محض برداشتن دست از روی کلید ، کلید مجدداً به حالت اولیه بازگشته و مدار قطع می گردد .

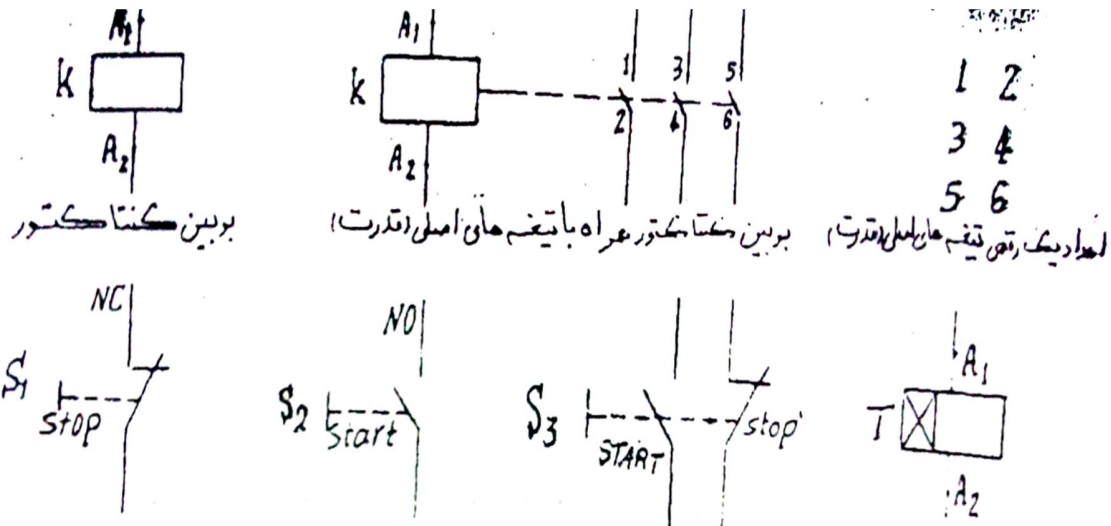
کلیدهای ساده لحظه ای کار نیز بر دو نوع اند :

1. کلیدهای ساده لحظه ای کار که در برق ساختمانی کاربرد دارند مانند: شستی های زنگ اخبار و ...
2. کلیدهای ساده لحظه ای کار که در برق صنعتی کاربرد دارند مانند شستی های start , stop

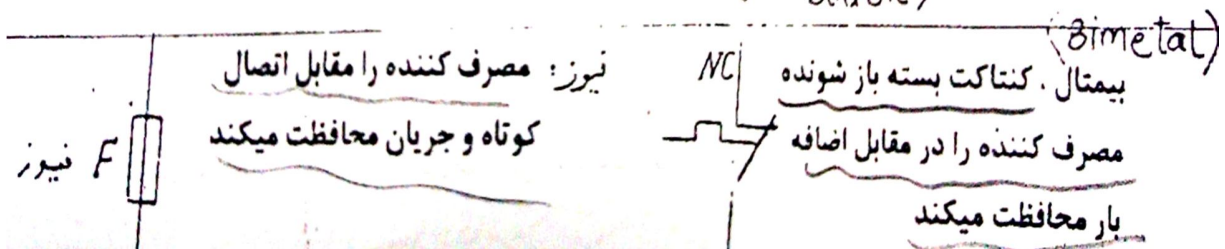
ب) کلیدهای مرکب :

کلیدهایی هستند که برای تغییر وضعیت علاوه بر نیروی دست به یک انرژی و نیروی واسطه ای مانند انرژی الکتریکی نیاز دارند مانند : رله ها و کنتاکتورها .

آشنائی با علائم برق و قطعات صنعتی:



بوین تایمر استوپ - استارت شروع کننده متوقف یا خاموش کننده
 (Timer) دابل مشکی یا سبز رنگ استاندارد (قرمز-آبی)
 (Stop-START Double) (START) (STOP)



مدار قدرت : به کلیه سیم‌هایی که باعث انتقال انرژی از شبکه به مصرف کننده می شود را مدار قدرت می گوئیم .

مدار فرمان : به مدار هایی می گویند که تجهیزات برقی را به روشهای ساده یا کنترل شونده و حفاظت شونده ایجاد می کند .

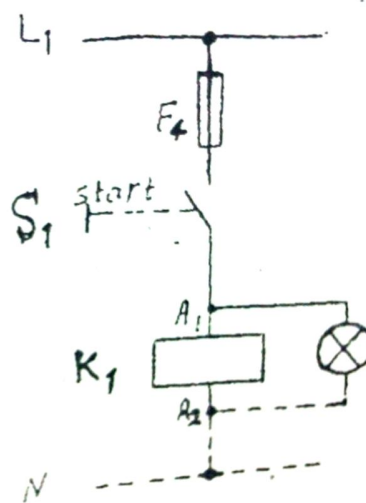
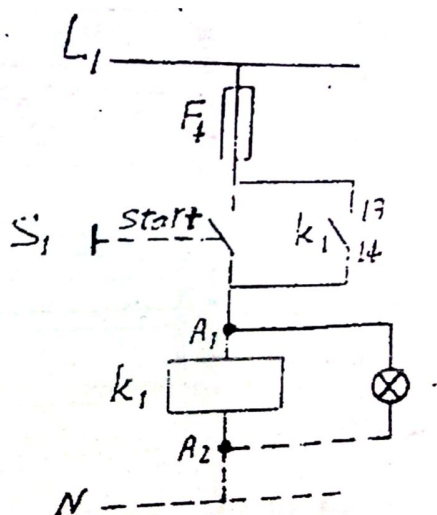
- (الف) کنترل و فرمان از راه دور ماشین توسط کنتاکتور اقتصادی تر و ایمنی تر می باشد .
- (ب) از خطر ناشی از راه افتادن مجدد ماشینهایی که در اثر قطع ناگهانی برق شبکه از کار افتاده اند جلوگیری می شود .
- (ج) توسط کنتاکتورها امکان قطع و وصل مصرف کننده از چندین محل عملی می باشد .
- (د) عمر مکانیکی کنتاکتور نسبت به سایر کلیدها خیلی بیشتر است .
- (ه) امکان مدار فرمان اتوماتیک توسط کنتاکتورها مقدور می باشد .
- (و) با طراحی مناسب می توان سرعت قطع و وصل مدار را توسط کنتاکتور خیلی بالا برد .
- (ز) حفاظت دستگاه ها توسط کنتاکتور مناسب تر و مطمئن تر است .

آزمایش (25)

مدار فرمان START لحظه ای

آزمایش (26)

مدار فرمان START دائم بدون قطع



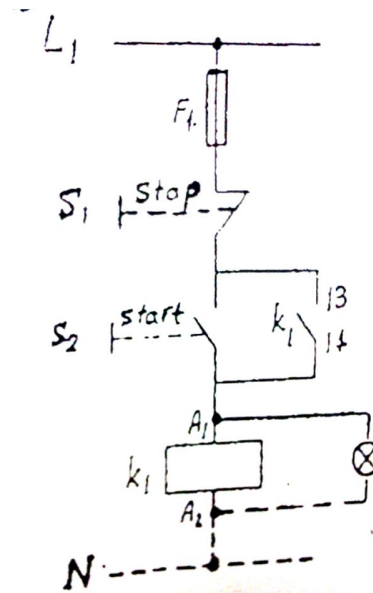
سوال آزمایش (26):

تیغه باز و بسته شونده K1 در مدار چه نقشی دارد ؟

آزمایش (27)

مدار فرمان کنترل از یک نقطه

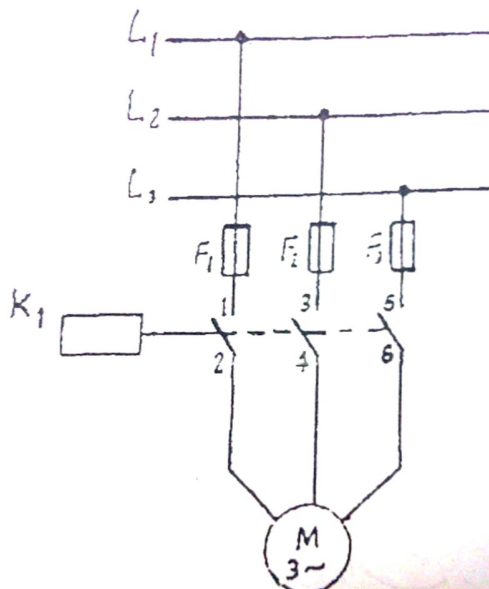
یا مدار فرمان stop, start از یک نقطه



آزمایش (28)

مدار قدرت راه اندازی موتور سه فاز

جریان متناوب توسط کنتاکتور



نحوه عملکرد آزمایش (27):

با زدن شستی فشاری S2 (START) کنتاکتور K1 روشن شده و به صورت دایم باقی می ماند و با زدن STOP مجددا خاموش می شود .

نکته مهم: مدارات فرمان و قدرت مکمل هم می باشند و مدارات فرمان جهت راه اندازی تجهیزات برقی و کنتاکتورها با برق تکفاز می باشند و مدارات قدرت جهت راه اندازی موتور ها با برق سه فاز می باشند .

نکته : برای روشن و خاموش نمودن یک مدار از چندین نقطه کافیهست که :
START ها را با هم موازی و STOP ها را با هم سری نمود .

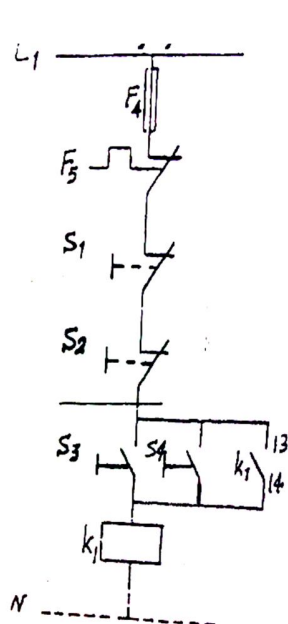
نکته: برای روشن و خاموش نمودن یک مدار از بادو دست کافیتست که :

STARTها را با هم سری و **STOP**ها را با هم موازی نمود .

آزمایش (29)

راه اندازی مدار فرمان کنترل از دو نقطه

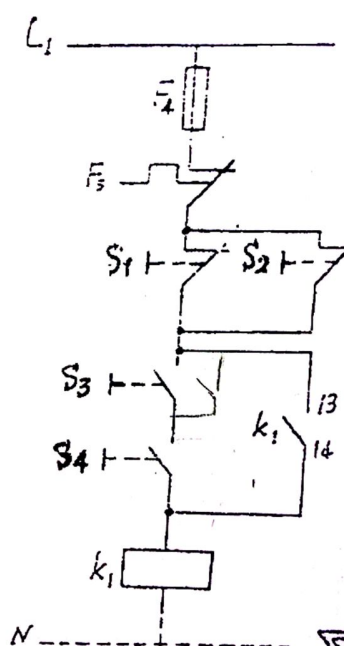
یا مدار فرمان (start و stop) از دو نقطه



آزمایش (30)

راه اندازی مدار فرمان (start)

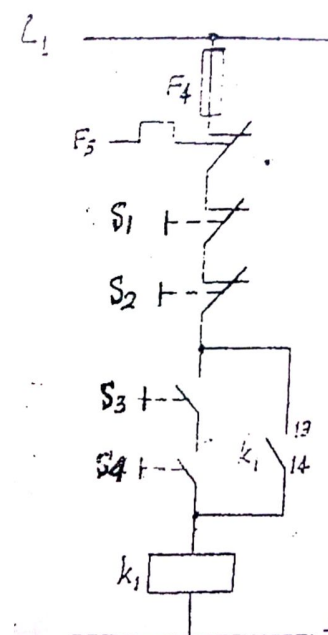
و (stop) هر دو با دو دست



آزمایش (31)

راه اندازی مدار فرمان پرس

یا (START) با دودست و (stop) از دو نقطه



نحوه عملکرد آزمایش (29)

با زدن هر کدام از **START**ها کنتاکتور K1 به صورت دائم روشن می شود و با زدن هر کدام از

STOPها کنتاکتور خاموش می گردد .

نحوه عملکرد آزمایش (30):

با زدن همزمان هر دو **START** کنتاکتور K1 به صورت دائم روشن می شود و با زدن همزمان **STOP**ها

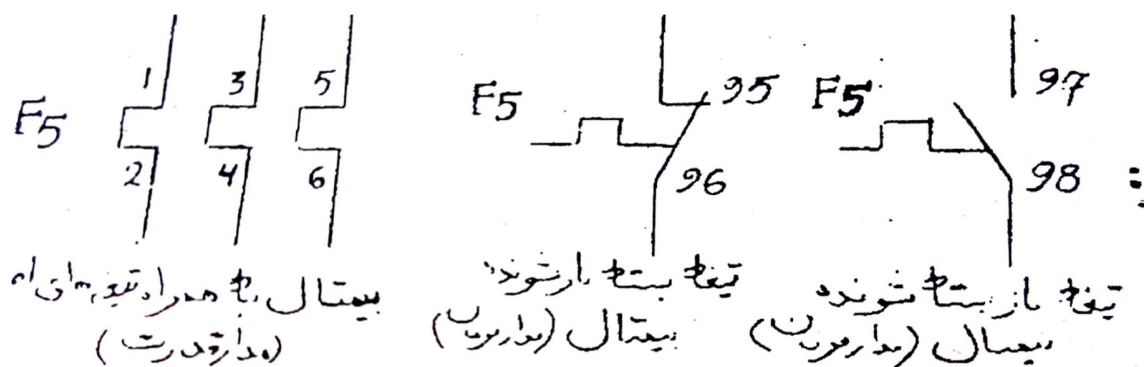
کنتاکتور خاموش می شود .

سوالات آزمایش (30)

1. نقش تیغه K1 (تیغه باز و بسته شونده) در مدار زیر چیست؟
2. در صورت موازی نمودن تیغه K1 با یک START در مدار چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟

نحوه عملکرد مدار آزمایش (31)

با زدن همزمان هردو START کنتاکتور K1 به صورت دائم روشن می شود و با زدن هرکدام از STOP ها خاموش می شود.



بیمتال (BIMETAL) :

BI پیشوند زوج کننده

Bimetal : زوج فلز حرارتی

بیمتال دارای دو قسمت مدار قدرت و مدار فرمان همچون کنتاکتورها می باشد و هنگام عبور جریان زیاد از مدار قدرت آن در صورتیکه مقدار آن از مقدار تنظیم شده از روی بیمتال بیشتر باشد باعث قطع و وصل کنتاکت های قسمت فرمان بیمتال خواهد شد .

بیمتال در ابعاد 2 تا 4 آمپر ، 4 تا 6 ، 6 تا 10 ، 10 تا 16 ، 16 تا 25 ، 25 تا 40 ، 40 تا 75 ، 75 تا 90 آمپر است . مثلاً بیمتال موجود در کارگاه برق از نوع 16 تا 25 آمپر است . ضمناً بین اعداد فوق قابل تنظیم است .

شباهت و تفاوت های فیوز و بیمتال :

شباهت ها : هر دو وسیله حفاظت کننده مدار می باشند .

تفاوت ها : (1). سرعت عمل فیوز نسبت به بیمتال خیلی بیشتر است زیرا در عملکرد بیمتال از خاصیت انبساط و انقباض در مقابل تغییر دمای ناشی از عبور جریان استفاده شده است . (2). فیوز قابل تنظیم نیست و در صورتیکه بیمتال قابل تنظیم است . (3). فیوز مصرف کننده را در مقابل جریان زیاد و اتصال کوتاه محافظت می نماید در صورتیکه بیمتال مصرف کننده را در مقابل اضافه بار احتمالی محافظت می نماید .

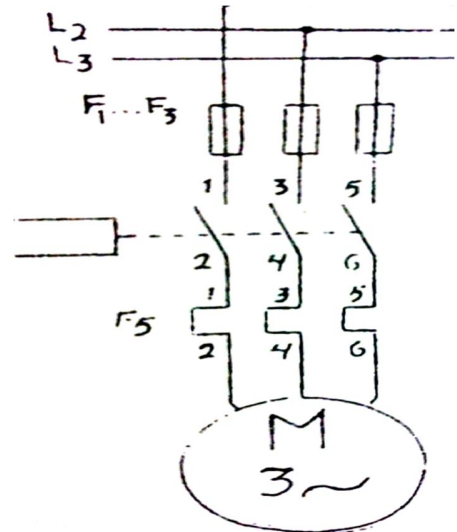
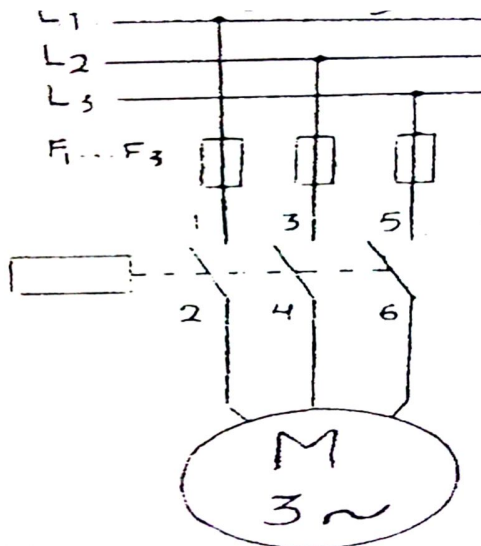
آزمایش (33)

نحوه اتصال دادن شبکه سه فاز به موتور

با استفاده از کنتاکتور ویی متال

آزمایش (32)

نحوه اتصال دادن شبکه سه فاز به موتور سه فاز با استفاده از کنتاکتور

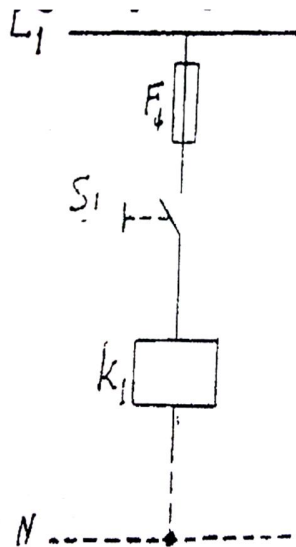


در آزمایش (33) همانطوریکه در شکل نیز مشخص است خروجی کنتاکتور دیگر به موتور مستقیماً متصل نمیشود بلکه خروجی کنتاکتور به ورودی بیمتال متصل می شود سپس خروجی بیمتال به موتور وصل می گردد .

آزمایش (34)

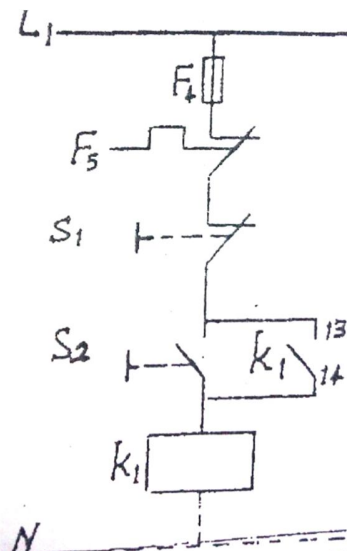
مدار فرمان لحظه ای یا استارت

یا راه انداز لحظه ای



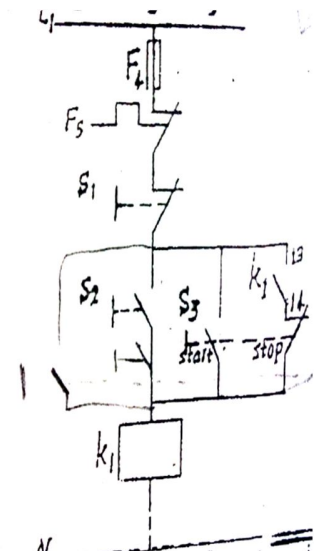
مدار فرمان دائم یا استارت دائم

با قطع یا راه انداز دائم



مدار فرمان لحظه ای- دائم

یا راه انداز لحظه ای- دائم

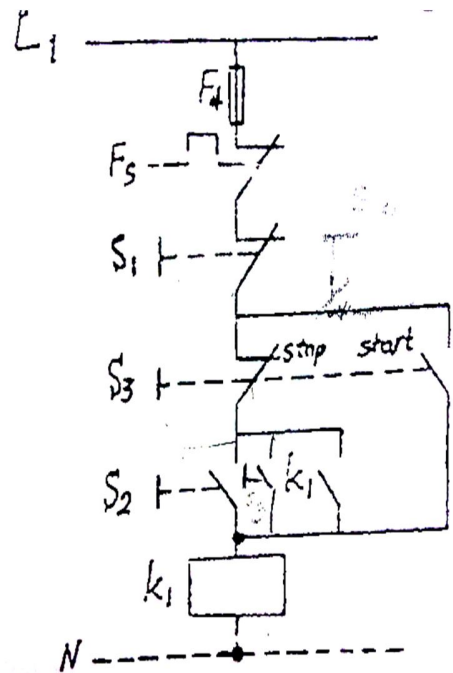


نحوه عملکرد آزمایش (34):

با زدن و فشردن شستی S2 کنتاکتور به صورت دائم روشن می شود با زدن شستی S3 کنتاکتور به صورت لحظه ای کار می کند و با زدن S1 کنتاکتور کاملاً خاموش می شود.

آزمایش (35)

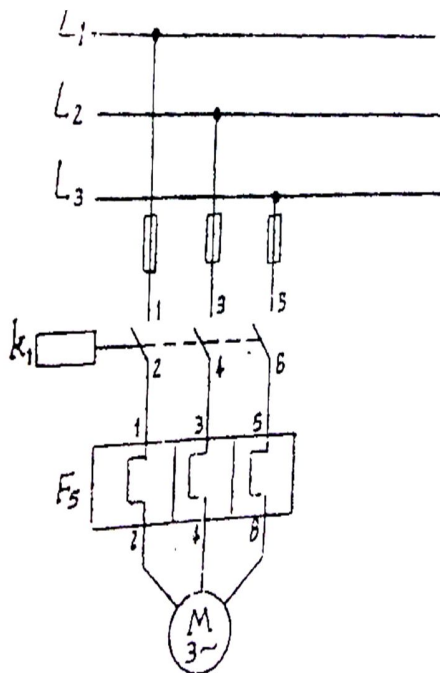
مدار فرمان لحظه ای - دائم



آزمایش (36)

مدار قدرت راه اندازی موتور سه فاز

جریان متناوب به توسط کنتاکتور



نحوه عملکرد آزمایش (34 و 35)

دقیقا شبیه به هم می باشند . تفاوت این دو مدار در نحوه سیم کشی است و در هر دو مدار با زدن شستی

S2 کنتاکتور به صورت دائم روشن می شود با زدن شستی S3 کنتاکتور به صورت لحظه ای کار می

کند و با زدن S1 کنتاکتور کاملا خاموش می شود .

کاربرد مدار لحظه ای - دائم : دستگاه سنگ زنی ، قیچی چوب بری و ...

تغییر جهت گردش در موتورهای سه فازه :

در صنعت در خیلی از موارد لازم است که یک ماشین یا یک موتور تغییر جهت گردش بدهد **مانند:**

دستگاه های تراش ، نقاله ، جرثقیل صفحه تراش و

برای تغییر جهت در بعضی از دستگاه ها و ماشینها از مبدل مکانیکی استفاده می شود مانند مانند صفحه

تراش که الکتروموتور فقط در یک جهت حرکت می نماید . عمل تغییر جهت حرکت به صورت

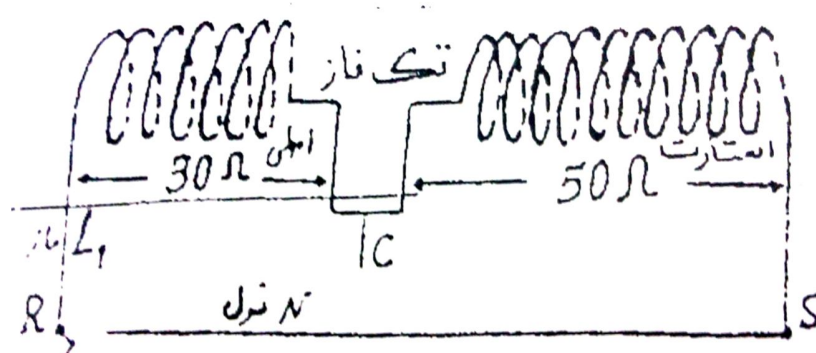
مکانیکی انجام می پذیرد ولی در اکثر موارد بهتر است که الکتروموتور تغییر جهت گردش بدهد . **برای**

تغییر جهت گردش در موتورهای سه فازه باید جهت گردش میدان دوار را تغییر داد و این عمل با عوض

کردن جای دوفاز در ورودی الکتروموتور سه فازه امکانپذیر است . برای تغییر گردش جای استارت و

اصل را عوض می کنیم و برای تغییر گردش الکتروموتورهای سه فاز کافی است جای دوفاز آنها را با

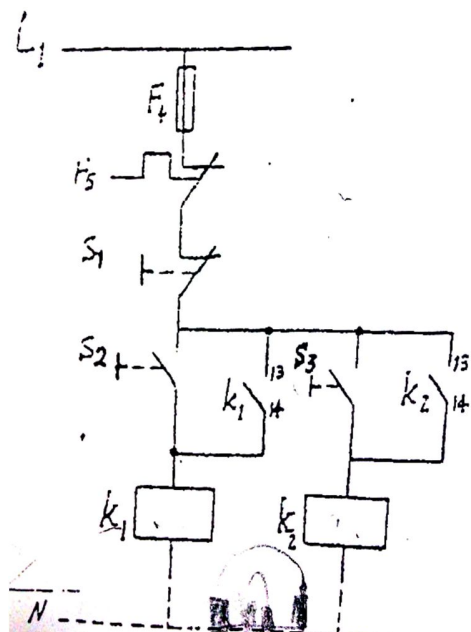
هم عوض کنیم .



راه اندازی مدار فرمان چپگرد - راستگرد غیر سریع

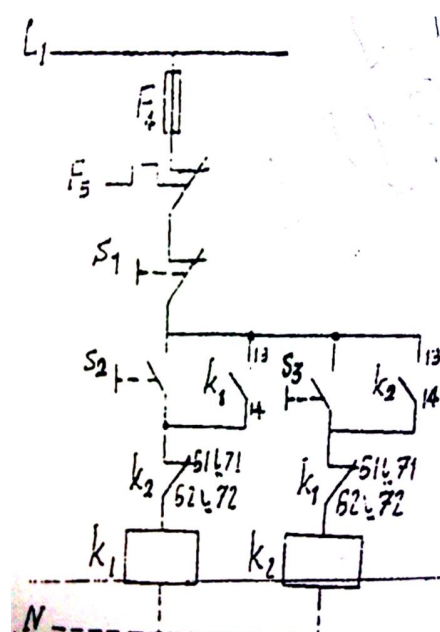
آزمایش (36)

بدون ایمنی لازم



آزمایش (37)

دارای ایمنی لازم



نحوه عملکرد مدار چپگرد-راستگرد غیر سریع (36)

با زدن هر کدام از START ها کنتاکتور مربوطه روشن می شود و قبل از زدن START بعدی حتما باید STOP کرد .

سوالات مدار آزمایش (36)

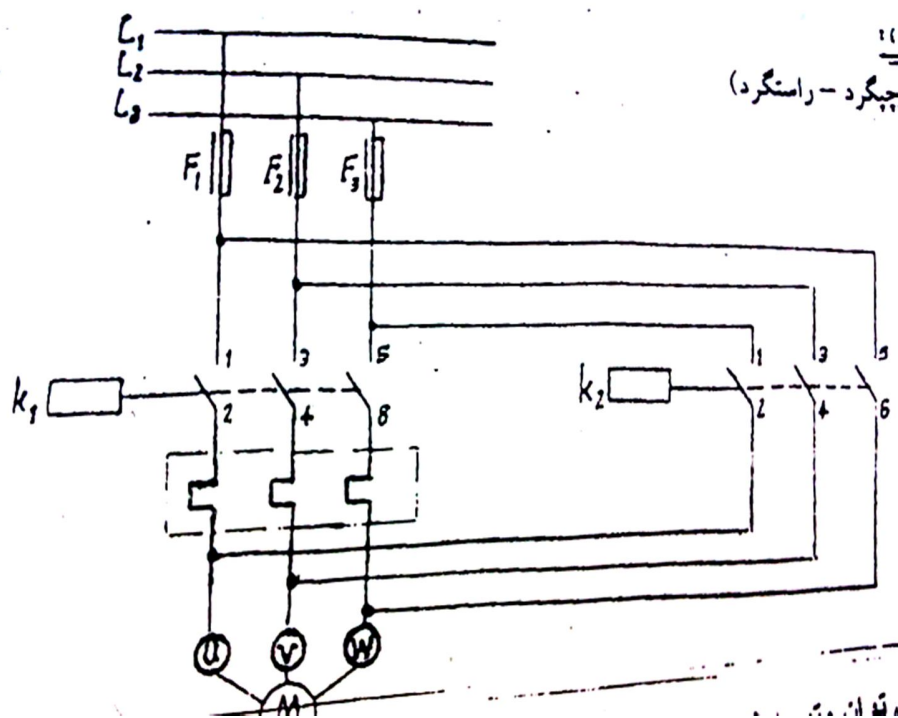
1. چنانچه همزمان دو start با هم زده شوند چه اتفاقی می افتد؟ و چرا؟
در صورتیکه مدار قدرت هم متصل باشد از نظر مکانیکی و الکتریکی بررسی نموده و توضیح دهید.
2. در صورت عدم وصل مدار قدرت و زدن هر دو start باهم چه اتفاقی می افتد؟ و چرا؟

سوالات مدار آزمایش (37)

1. منظور از ایمنی در مدار مذکور چیست ؟
2. ایمنی در مدار فوق توسط چه وسیله و یا المانی برقرار و تامین شده است ؟

آزمایش (38)

راه اندازی مدار قدرت (چپگرد-راستگرد)



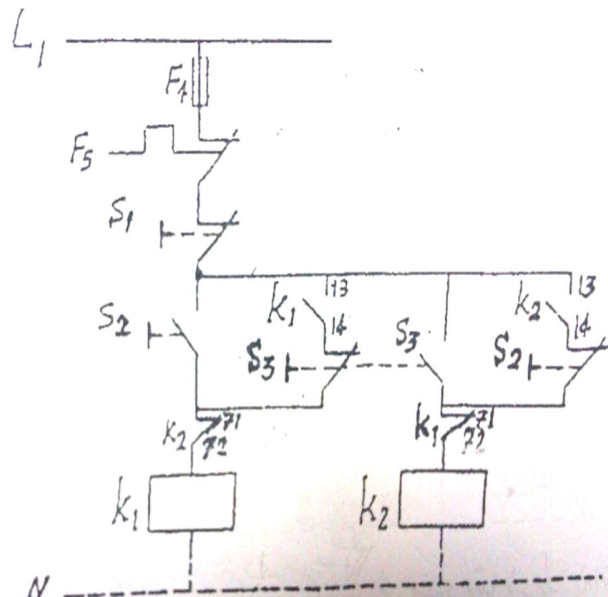
سوالات آزمایش (38):

1. از طریق کدامین مدار می توان متوجه شد که موتور راستگرد کار می کند یا چپگرد ؟ (مدار فرمان یا قدرت)

2. وظیفه کنتاکتورهای K1 و K2 در مدار فوق چیست ؟

آزمایش (39)

راه اندازی مدار چپگرد-راستگرد سریع با ایمنی کامل از دو نقطه



ایمنی در آزمایش (39) از دو نقطه می باشد :

1. توسط تیغه بسته و باز شونده هر دو کنتاکتور

2. توسط شستی های START - STOP Double

سوال آزمایش (39):

در مدار آزمایش (39) آیا می توان یکی از موارد و نکات ایمنی را حذف کرد یا خیر ؟ بدون اینکه هیچ تغییری در نحوه عملکرد و کارکرد مدار فوق بوجود آید .

ترمز در موتورهای آسنکرون

گاهی لازم میشود تا در یک ماشین صنعتی، پس از قطع موتور از شبکه، بلافاصله یا پس از زمان کمی موتور از حرکت بایستد. برای این منظور از ترمز الکتریکی یا ترمز مکانیکی استفاده میشود. در دستگاههایی که بخواهند در حالت خاموش بودن موتور، ترمز وجود داشته و روتور در اثر گشتاور حاصل از بار نچرخد، باید از ترمزهای مکانیکی استفاده نمود. خصوصاً در وسایل حمل و نقل و بالابرنده ها مانند نقاله و چرثقیل باید این موضوع رعایت شده و برای حفاظت از ترمز مکانیکی استفاده کرد. در موتورهای آسنکرون، برای از حرکت بازداشتن سریع موتور، میتوان از ترمز الکتریکی استفاده نمود. این نوع ترمز تنها تا زمان از حرکت ایستادن موتور موثر بوده و پس از آن مقدار گشتاور ترمز کننده صفر خواهد شد. در اینجا به بررسی دو روش متداول ترمز الکتریکی، یعنی ترمز جریان مخالف و ترمز با جریان مستقیم می پردازیم.

الف- ترمز بوسیله اعمال جریان مخالف- با تعویض جهت گردش موتور توسط تعویض جای دو فاز میتوان یک موتور آسنکرون سه فاز را خیلی سریع ترمز نمود.

مثلاً اگر در حالت عادی، R به U و S به V و T به W متصل باشد، میتوان R را به V و S را به U و T را به W اتصال داده تا جهت میدان دوار در نتیجه جهت گشتاور موتور عوض شده و محور موتور از حرکت بایستد. در این طریقه ترمز باید با طراحی مناسب مدار، بلافاصله پس از ایستادن موتور، جریان موتور را قطع نمود. در غیر این صورت موتور در جهت مخالف میچرخد که این عمل را میتوان توسط یک کلید تابع دور و در بعضی موارد توسط یک تایمر انجام داد.

بعلت سادگی اتصال و مخارج کم، ترمز بوسیله اعمال جریان مخالف، در صنعت موارد استفاده زیادی دارد.

ب- ترمز بوسیله اعمال جریان مستقیم- اگرسیم پیچ استاتور ماشین آسنکرون، توسط جریان مستقیم تغذیه شود، در آن میدان مغناطیسی ثابتی (غیر دوار) که از نظر مکانی بفرم سینوسی می باشد ایجاد خواهد شد. در صورتیکه روتور در این میدان مغناطیسی بچرخد، در داخل هادیهای اتصال کوتاه آن، جریان القایی بوجود

آمده و باعث گشتاور ترمز کننده میشود.

از این خاصیت میتوان برای ایجاد ترمز، در موتور آسنکرون استفاده نمود.

سیم پیچهای سه فاز استاتور موتور آسنکرون را میتوان یکی از چهار صورت زیر نشان داد.

بعلت کم بودن مقاومت سیم پیچ ها، ولتاژ منبع تغذیه DC باید مقدار کمی باشد.

در این روش ترمز، باید برای حفاظت موتور، باطراحی مناسب پس از ایستادن کامل موتور، جریان DC

را قطع نمود تا گرمای ایجاد شده در موتور باعث صدمه دیدن آن نشود.

زمان لازم برای توقف موتور در ماشینهای مختلف متفاوت بوده و بستگی به بار کوپل شده با موتور و وجود

چرخ لنگر در آن داشته و میتوان زمان لازم را با آزمایش بدست آورد.

چون اتصال سیم پیچ های موتور بصورت ستاره می باشد، لذا برای حالت ترمز آنها را مطابق شکل

زیر اتصال داده تا گرمای ایجاد شده نیز در تمام سیم پیچ ها تقسیم شود.

در این صورت جریان DC مورد نیاز برابر با $I_d = 1/41 I_N = 1/41 * 15/2 = 21/4 \text{ A}$ خواهد شد. ولتاژ منبع

DC نیز باید برابر با $U_d = 2/12 R_1 I_N = 2/12 * 0.59 * 15/2 = 19 \text{ V}$ باشد.

آزمایش (40)

ترمز بوسیله اعمال جریان مستقیم در موتورهای آسنکرون

آزمایش (41)

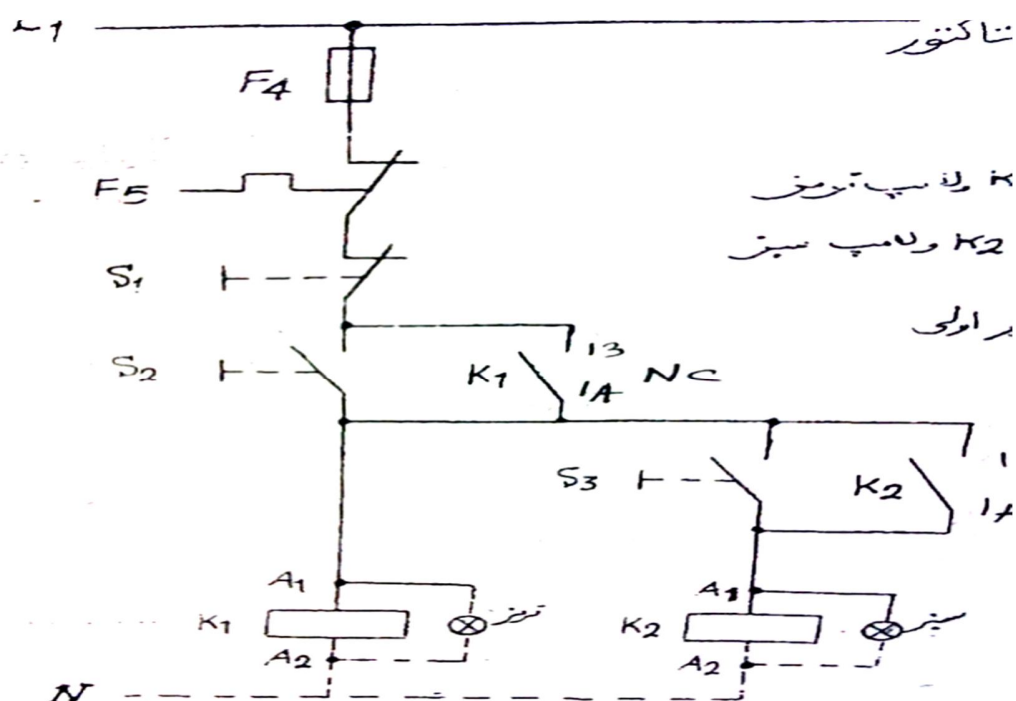
راه اندازی مدار فرمان یکی پس از دیگری برای دو کنتاکتور با استفاده از سه شستی

کاربرد: در ماشینهای تراش، دریل و اره برقی می باشد.

S1: قطع کامل

S2: جهت روشن نمودن کنتاکتور K1، لامپ قرمز و موتور اول (پمپ روغن)

S3: جهت روشن نمودن کنتاکتور K2، لامپ سبز و موتور دوم (تراش، دریل یا اره برقی)



نحوه عملکرد آزمایش (41):

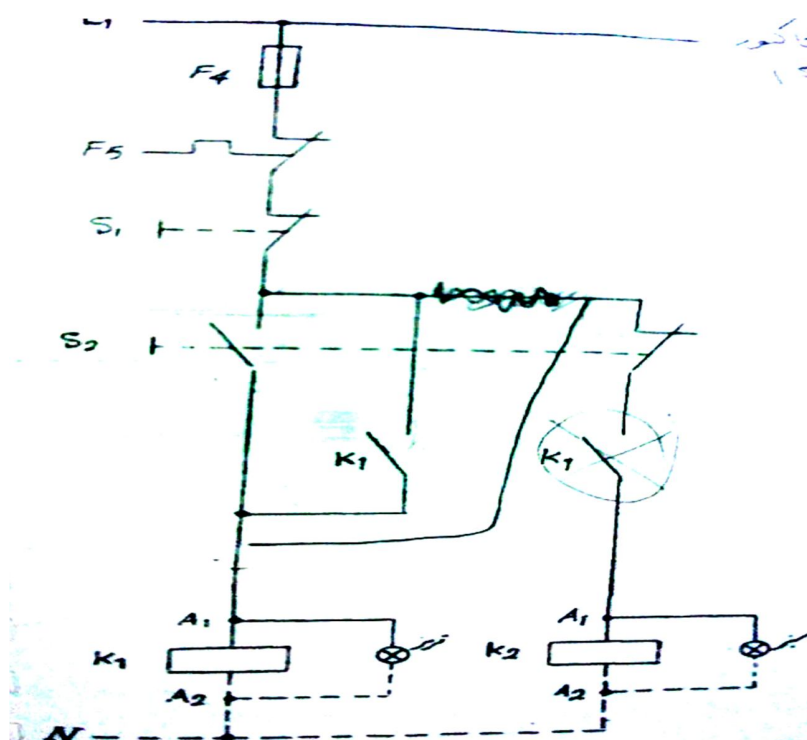
در این آزمایش تا زمانی که کنتاکتور اولی روشن نشود به هیچ عنوان نمی توان کنتاکتور دومی را روشن

نمود .

نکته: در مدارات یکی پس از دیگری به الویت و همچنین ترتیب روشن شدن کنتاکتورها حتما توجه شود.

آزمایش (42)

مدار فرمان یکی پس از دیگری برای دو کنتاکتور با استفاده از شستی (stop – start double)



نحوه عملکرد مدار آزمایش (42)

کنتاکتور K2 خاموش است به محض برداشتن دست از روی شستی S2 کنتاکتور K2 نیز روشن می گردد .

سوال: تفاوت و مزیت های آزمایش (41) و (42) را بنویسید ؟

سوالات آزمایش (42)

1. تیغه باز و بسته شونده دوم K1 سری با کنتاکتور دوم چه نوع تیغه ای است ؟ فرمان یا قدرت ؟ سپس شماره آن را بنویسید (ورودی و خروجی آن را مشخص نمایید)
2. اگر تیغه باز و بسته شونده دوم K1 را یکی از تیغه های اصلی (قدرت) کنتاکتور K1 در نظر بگیریم و همزمان مدار قدرت نیز متصل باشد چه اتفاقی می افتد و چرا ؟

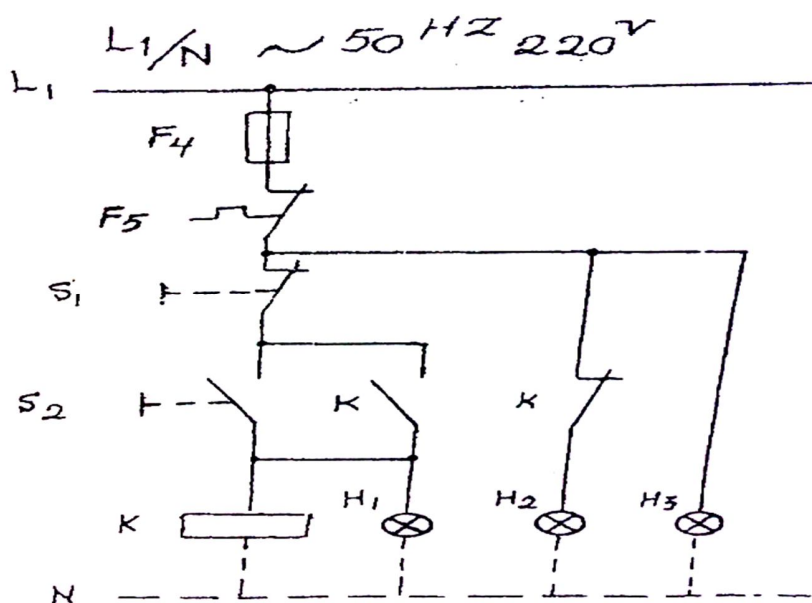
سوال : مداری طراحی نمایید که تا زمانیکه کنتاکتور K1 روشن نشده کنتاکتور K2 به هیچ عنوان نتواند روشن گردد .

نشان دادن وضعیت مدار توسط لامپهای سیگنال و کنتاکتور :

شرایط مدار :

1. درحالیکه موتور و کنتاکتور خاموش باشد لامپ H2 روشن و لامپ H3 روشن و لامپ H1 خاموش است .
2. درحالیکه موتور و کنتاکتور روشن باشد لامپ H2 خاموش و لامپ H3 روشن و لامپ H1 روشن است .
3. زمانی که موتور جریان بکشد یعنی جریان عبوری از موتور زیاد گردد ، بی مثال عمل نموده و کلیه لامپها خاموش می گردند .

آزمایش (43)



سیستم های انتقال خبر و مدارهای فرمان و کنساکتور :

رله :

همانطور که در اصول الکتریسیته وجود دارد هرگاه از سیم پیچی که دارای هسته آهنی است جریان الکتریکی عبور کند هسته سیم پیچ آهنربا می شود از این خاصیت برای قطع و وصل مدارها استفاده می گردد . جزئی (المانی) که این عمل را انجام می دهد **رله** نام دارد .

رله ها به دو دسته تقسیم می شوند :

(1) رله های ساده (2) رله های زمانی

1. رله های ساده :

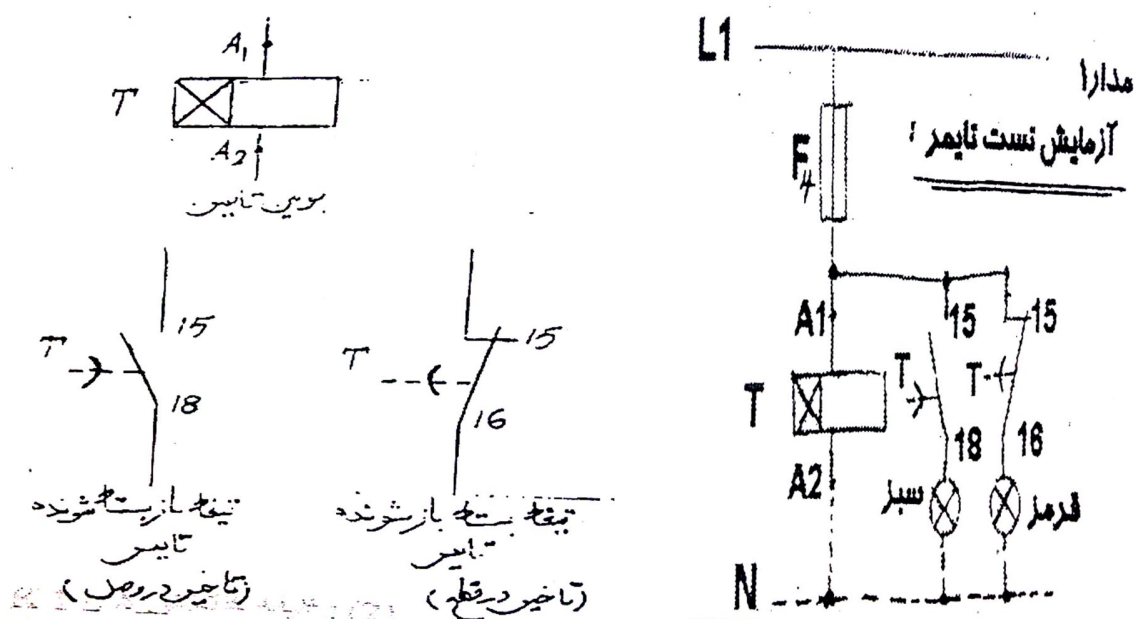
این نوع رله دارای انواع بسیاری است و به صورتهای یک فاز ساخته می شود و به آنها کنتاکتور نیز گفته می شود . یکی از انواع رله های ساده ، رله ضربتی است که از آن به جای کلیدهای تبدیل و صلیبی استفاده می شود .

2. رله های زمانی یا تایمر :

این رله ها طوری ساخته شده اند که بعد از مدت زمان معینی مدارات را قطع و یا وصل می نمایند و مدت زمان قطع یا وصل رله ها متفاوت می باشد (ثانیه ، دقیقه ، ساعت، ماه، سال و ...) این رله ها در ابتدای مدارهای فرمان موتورها ، چراغ راهنما ، مدارهای تأخیری و راه پله ها به کار می روند .

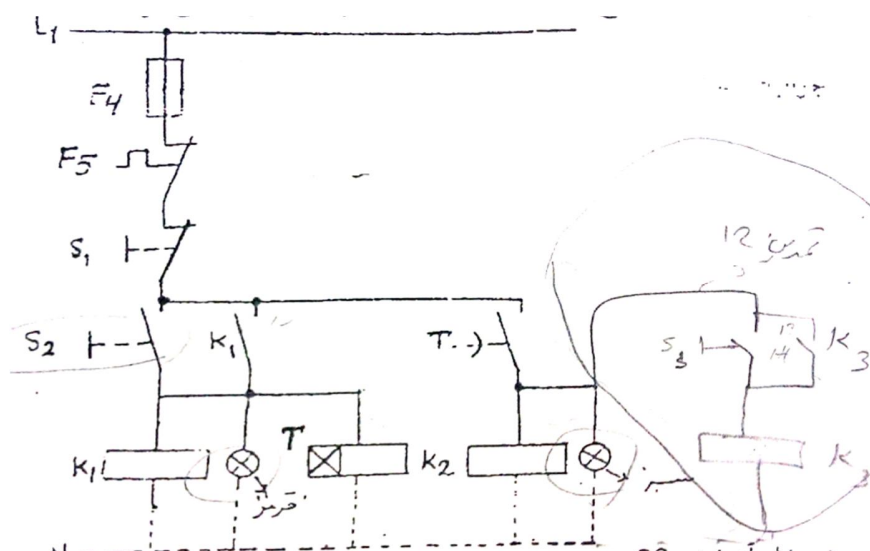
آزمایش (44)

آزمایش تست تایمر (Timer) و اطمینان از سالم بودن تیغه های تایمر



آزمایش (45)

مداری طراحی نمایید که با زدن **Start** کنتاکتور **K1**، لامپ قرمز و تایمر روشن شده و شروع به کار نمایند و پس از **10** ثانیه موتور و همزمان لامپ سبز نیز روشن شده و شروع به کار نمایند.



درمدار آزمایش (45) به دلیل اینکه تایمر بعد از زدن start (S2) روشن می شود و بعد از شروع به کار کنتاکتور دومی (K2) موتور همچنان روشن باقی می ماند و خاموش نمی شود لذا از عمر مفید آن به مرور زمان کاسته می شود .

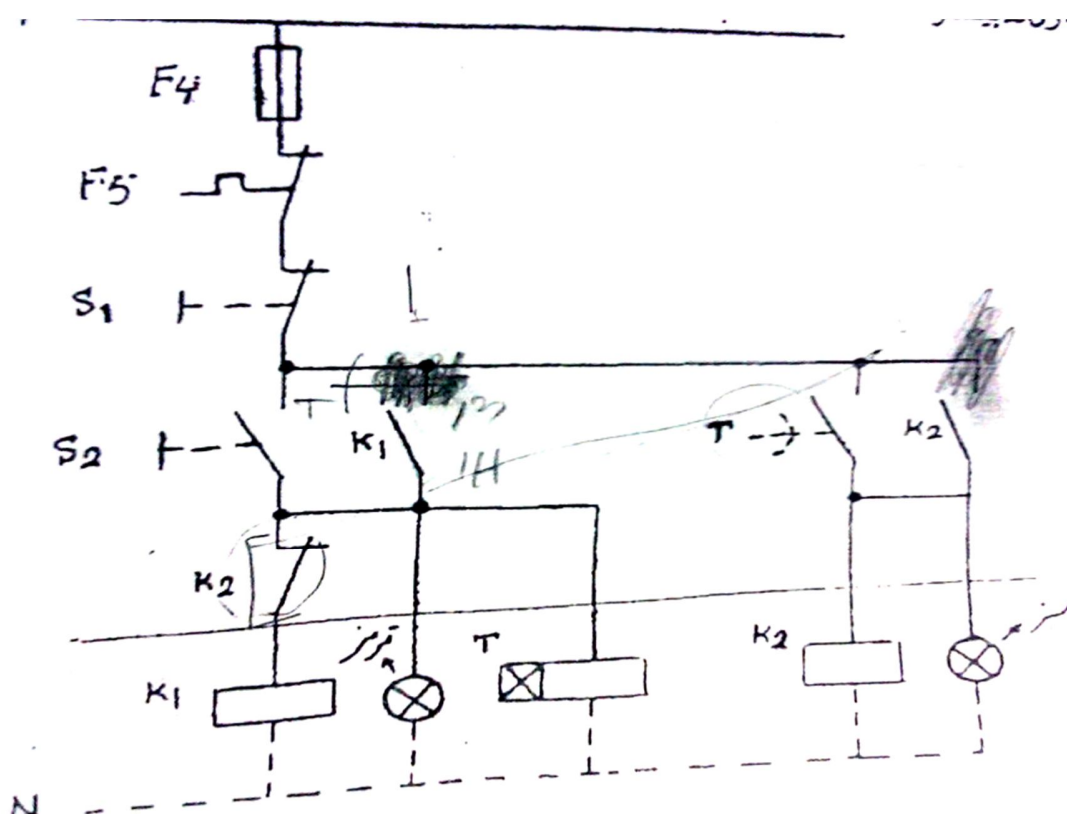
سوال آزمائش (45)

1. آیا استفاده از تیغه باز- بسته شونده K2 موازی با تیغه باز- بسته شونده تایمردر آزمایش (45) لازم و ضروری می باشد ؟ و چرا؟

2. نقش تیغه باز - بسته شونده تایمر در مدار فوق چیست ؟

آزمایش (46)

مداری طراحی نمایید که با زدن Start کنتاکتور K1 لامپ قرمز و تایمر روشن و شروع به کار نمایند و پس از 10 ثانیه موتور و همزمان لامپ سبز نیز روشن شده و شروع به کار نمایند و همچنانکه در این زمان موتور در حال کارکردن می باشد همزمان K1 ، لامپ قرمز و تایمر خاموش گردند .



مزایای آزمایش (46) نسبت به آزمایش (45)

در مدار فوق با توجه به اینکه تایمر با زدن Start (S2) روشن می شود و به دلیل اینکه بعد از شروع به کار کنتاکتور دومی (K2) و موتور، همزمان تایمر خاموش شده و از کار می افتد لذا عمر تایمر مدار

(46) نسبت به تایمر مدار (45) بیشتر است .

سوال آزمایش (46)

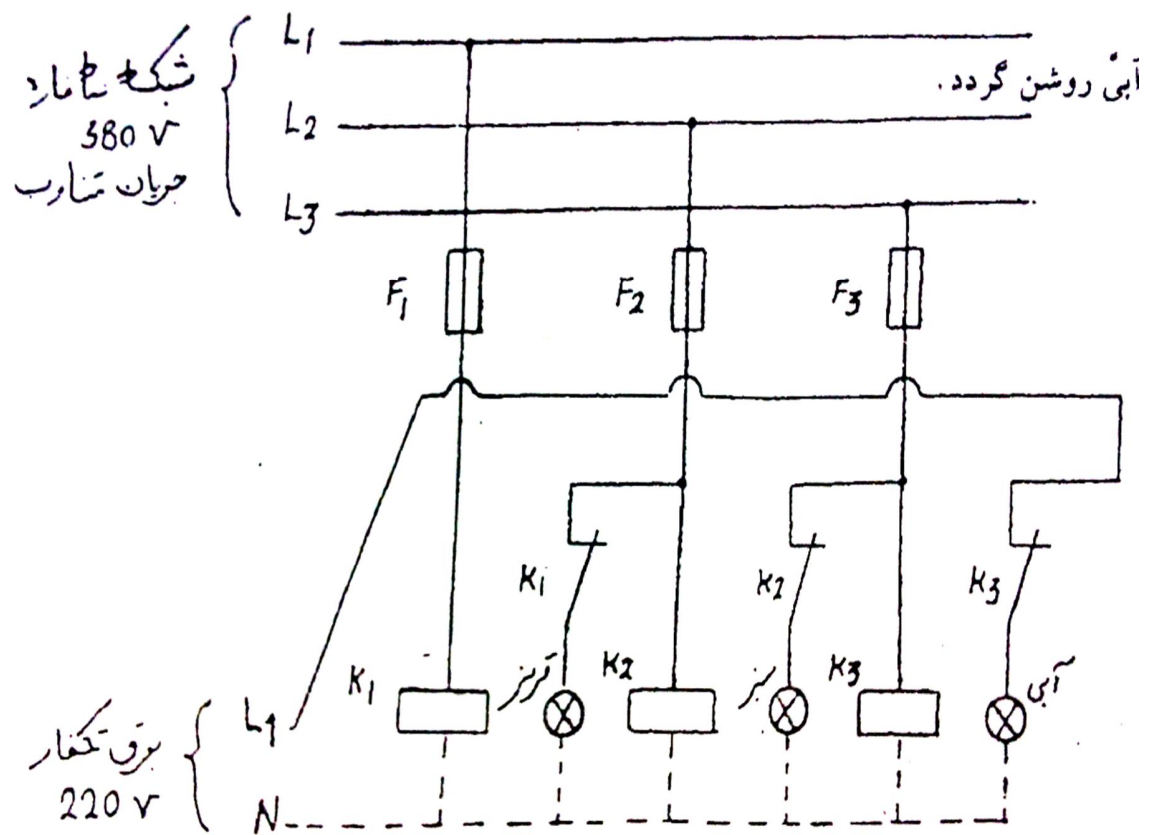
1. نقش تیغه باز و بسته شونده K2 در مدار فوق چیست ؟
2. نقش تیغه باز و بسته شونده K2 در مدار فوق چیست ؟
3. آیا می توان تیغه باز و بسته شونده K2 را در مدار فوق حذف نمود یا خیر ؟ بدون اینکه هیچ گونه تغییری در نحوه عملکرد و کارکرد مدار مذکور بوجود آید ؟
4. آیا می توان ورودی تیغه باز و بسته شونده تایمر را به خروجی تیغه باز و بسته شونده K1 متصل نمود یا خیر ؟ در صورت وصل مطابق شکل موجود چه اتفاقی می افتد و چرا ؟ در چنین حالتی جا و محل قرار گرفتن تیغه باز - بسته شونده K2 را در مدار مذکور مشخص نمایید ؟

آزمایش (47)

مداری طراحی نمایید که با قطع هر فاز در مدار لامپ مربوط به آن فاز روشن گردد .

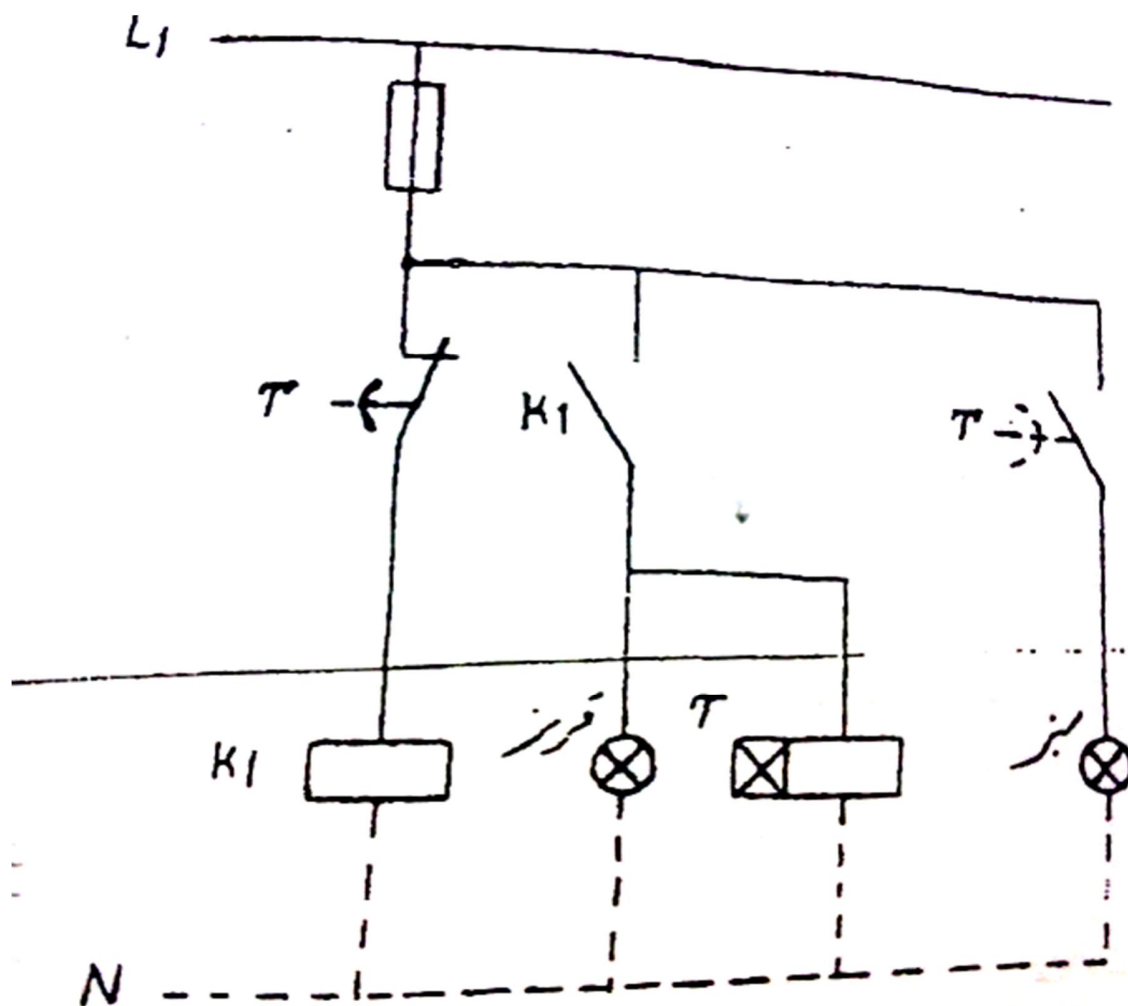
شرایط مدار :

1. با قطع فاز L1 لامپ قرمز روشن گردد .
2. با قطع فاز L2 لامپ سبز روشن گردد .
3. با قطع فاز L3 لامپ آبی روشن گردد .



آزمایش (48)

راه اندازی مدار چشمک زن با استفاده از یک کنتاکتور و یک تایمر

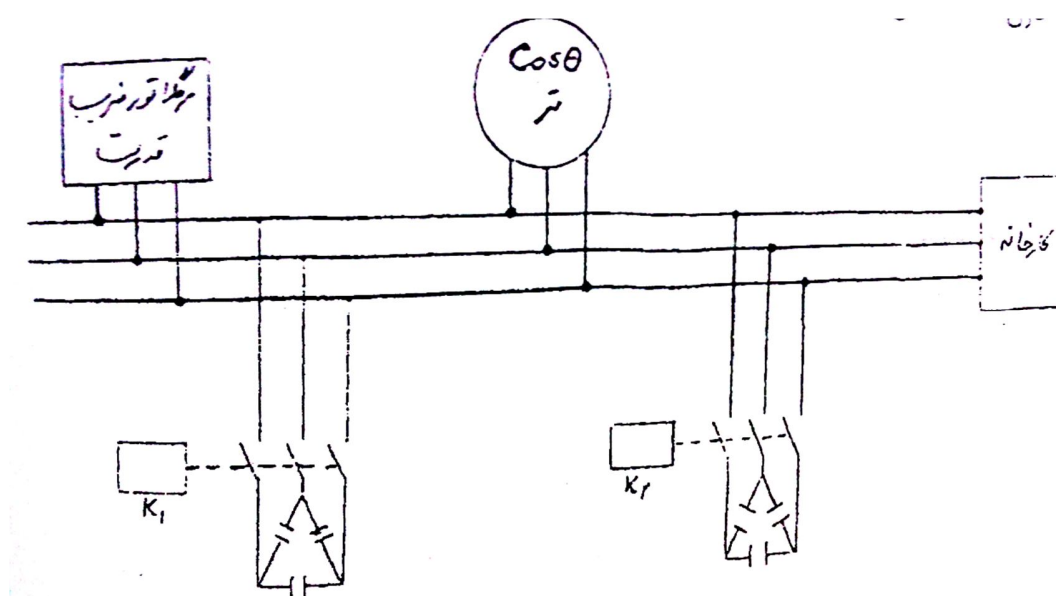


اصلاح ضریب قدرت :

میزان خازنی که برای جبران مولفه راکتیو استفاده می کنیم باید تقریباً برابر راکتیو باشد برای مثال اگر ما 200 کیلو وار مصرف راکتیو داشته باشیم باید مثلاً 5 خازن 40 کیلوواری استفاده کنیم .

نحوه نصب خازن :

خازن حالت اتصال مثلث دارد ، تعداد خازن متغیر است .

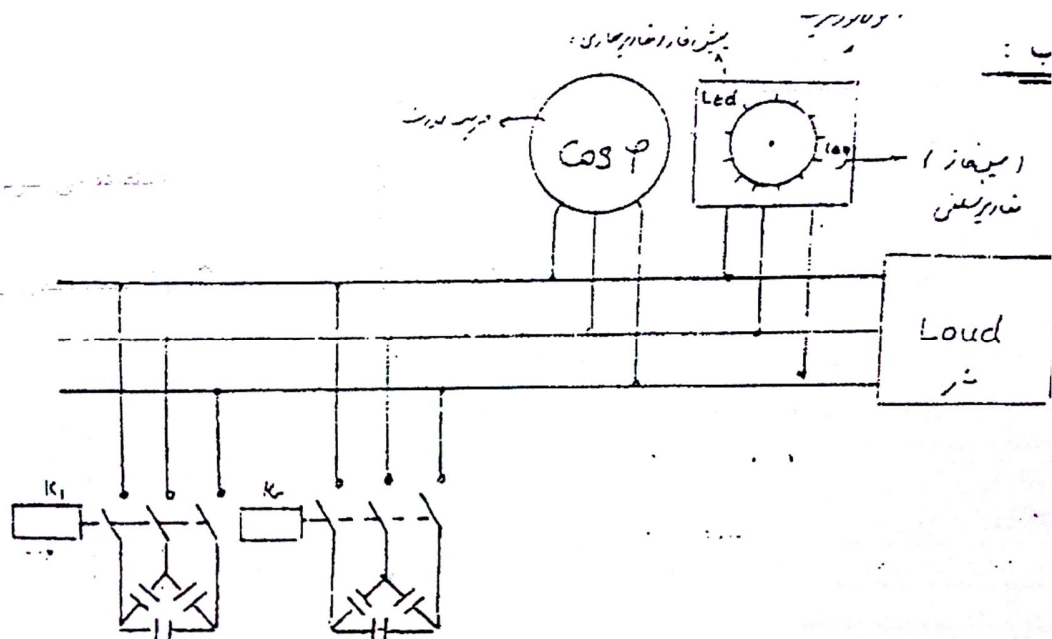


خازنها موقعی باید کار کنند که وسایل در کارخانه روشن باشند و به تناسب استفاده از وسایل در کارخانه از خازن استفاده می کنیم . برای این کار از رگلاتور ضریب قدرت بهره می جوییم و درجه را در حالت 0.9 پیش فاز قرار می دهیم .

$$-1 < \cos \theta < 1$$

دستگاه (متر $\cos \theta$) وضعیت را به ما نشان می دهد و با رگلاتور ضریب قدرت را با آن تست می کنیم .

اصلاح ضریب قدرت:



برای مقابله (کاستن) با توان راکتیو از خازن در مدارات استفاده می شود. خازنها در ابعاد 50 kvar, 40 kvar, 25kvar, 20kvar, 10kvar, 5kvar, 2.5kvar ساخته شده اند و در بازار موجود است.

خازنهای صنعتی عموماً به شکل مثلث در مدار قرار می گیرند. نحوه نصب خازنها در مدار به صورت شکل فوق است و کنتاکتورهایی که این خازنها را وارد مدار می کنند از دستگاه رگلاتور ضریب قدرت فرمان می گیرد. به این ترتیب که دستگاه رگلاتور ضریب قدرت، ضریب قدرت مدار را مورد سنجش قرار داده و ضمن مقایسه با مقدار تنظیم شده بر روی آن فرمان مناسب جهت بسته شدن کنتاکتورهای k1, k2 را صادر می نماید بدین ترتیب ضریب قدرت اصلاح می گردد.

نحوه طراحی و محاسبه تعداد خازن مورد نیاز در مدار و تعیین پله های مورد نیاز رگلاتور

برای اصلاح ضریب قدرت ابتدا توان راکتیو کل مصرف کننده های مدار را بدست آورده و سپس با توجه به توان راکتیو کل نسبت به خرید خازنهای مورد نیاز اقدام می نماییم . فرمولهای مورد نیاز جهت محاسبه توان راکتیو مدار عبارتند از :

$$P_d = P \tan \phi \quad , \quad P_d = \sqrt{3} U_{L-L} I \sin \phi$$

باید توجه نمود که تعداد پله های رگلاتور ضریب قدرت حتی الامکان در حدود 5 تا 7 پله انتخاب شود .
برای مثال در صورتیکه توان راکتیو کل مدار 1~kvar گردید از خازن 20kvar استفاده می شود .
مثال: کارخانه ای دارای 20 الکتروموتور 50kw با ضریب قدرت 0.7 و 40 الکتروموتور 15kw با ضریب قدرت 0.6 و 250 مهتابی 80 واتی با ضریب قدرت 0.6 می باشد :

$$\cos \phi = 0.7 \rightarrow \phi = 0.45 \rightarrow \sin \phi = 0.7$$

الف) توان راکتیو کل مصرفی این کارخانه را حساب کنید.

$$P_d = P \tan \phi = P = 50 \text{ kw}$$

$$50 \text{ kw} \times 20 = 1000$$

ب) مدار اصلاح ضریب قدرت این کارخانه را طراحی کنید .

$$\cos \phi = 0.6 \quad \tan \phi = 0.04$$

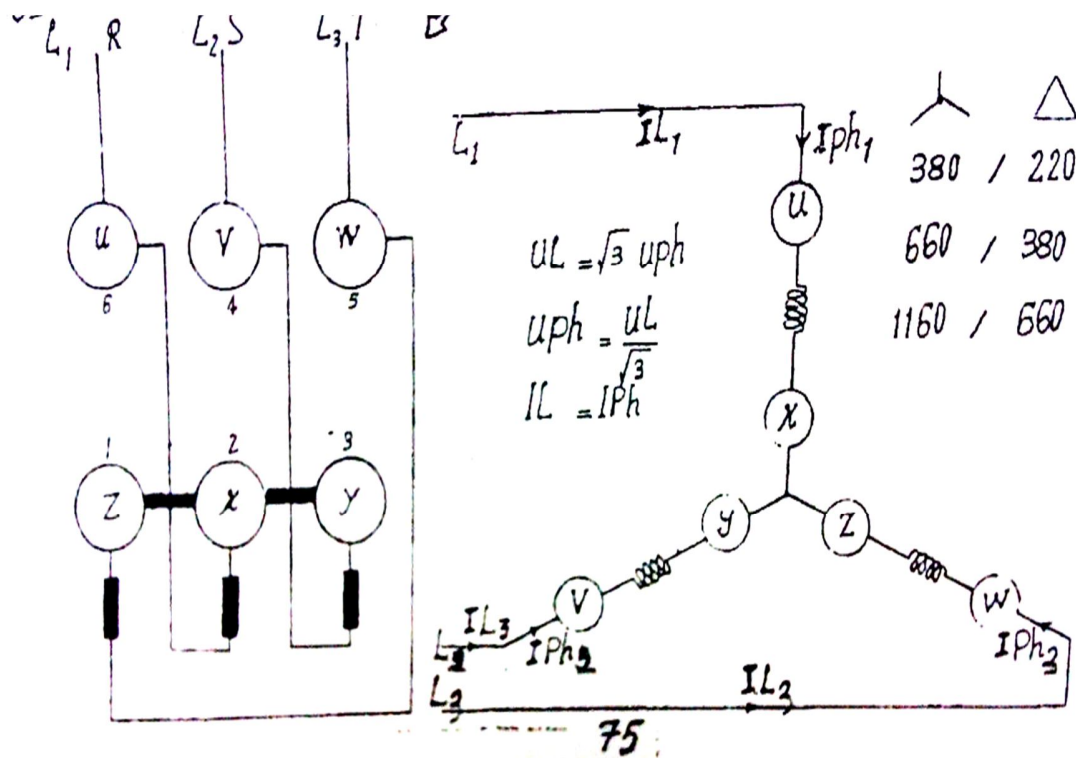
$$P_d = 40 \times 0.04 \times 15 = 24$$

$$\cos \phi = 0.6 \quad 8 \sim + 24 + 1000 = 1824$$

$$P_d = 250 \times 80 \times 0.04 = 800$$

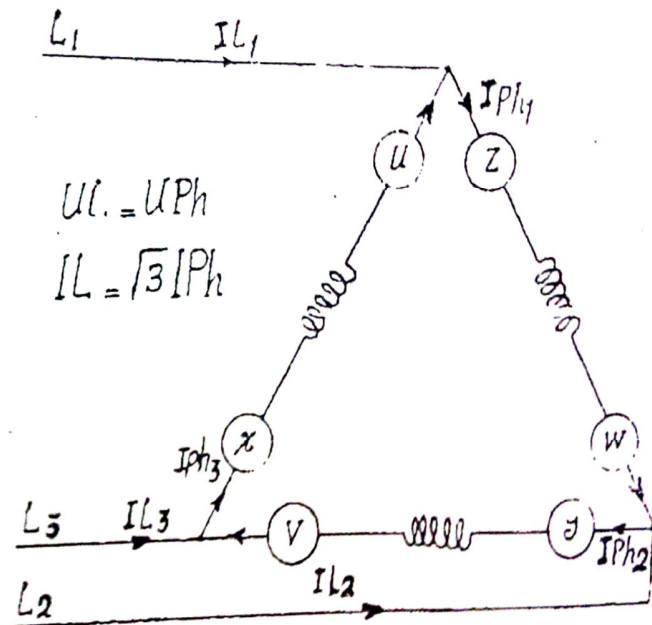
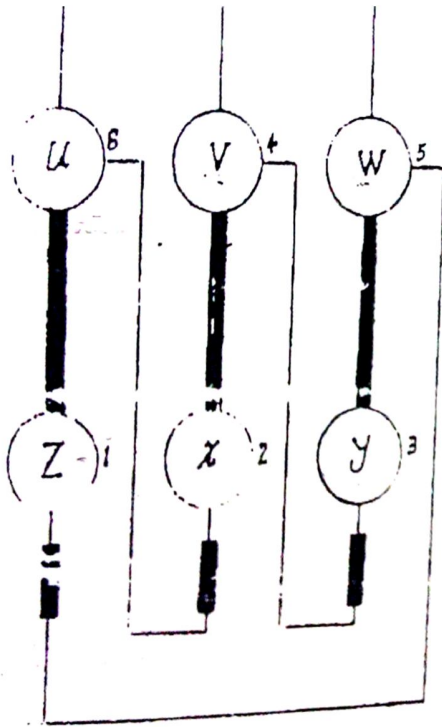
آزمایش (49)

طریقه اتصال دادن الکتروموتور سه فاز به صورت اتصال ستاره



اگر الکتروموتور بدون باری را به ولتاژی بیشتر از ولتاژ نامی وصل نماییم ابتدا سرعت آن زیاد شده و پس از مدتی موتور خواهد سوخت. و اگر الکتروموتور بی باری را به ولتاژی کمتر از ولتاژ نامی وصل نماییم سرعت موتور کم شده و همچنان به کار خود ادامه خواهد داد. اگر الکتروموتور بارداری را به ولتاژی بیشتر یا کمتر از ولتاژ نامی وصل نماییم در هر دو حالت به موتور آسیب خواهد رسید و موتور خواهد سوخت. منتها در حالت اول ابتدا سرعت موتور زیاد شده و سپس موتور می سوزد و در حالت دوم ابتدا سرعت موتور کم شده سپس می سوزد.

طریقه اتصال دادن الکتروموتور سه فاز بصورت اتصال مثلث



راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز :

الکتروموتورهای سه فاز به سه صورت راه اندازی می شوند :

1. راه اندازی مستقیم : که جهت الکتروموتورهای با توان پایین و حداکثر تا 10 کیلو وات استفاده میشود.
2. راه اندازی ستاره - مثلث : که جهت الکتروموتورهای 10 کیلو وات تا 70 کیلو وات استفاده می شود .
3. راه اندازی مقاومتی : که جهت الکتروموتورهای بالاتر از 70 کیلو وات استفاده می شود .

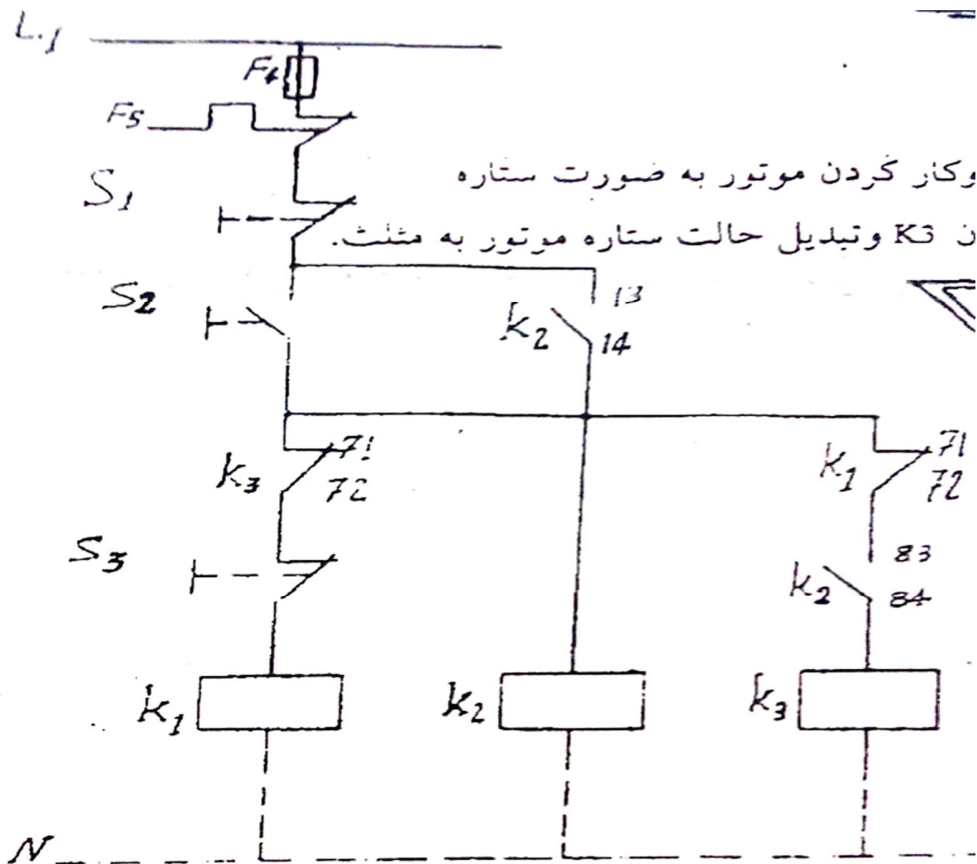
آزمایش (51)

راه اندازی مدار فرمان ستاره - مثلث دستی

S1 : جهت قطع کامل مدار

S2 : جهت روشن نمودن همزمان K1,K2 و کارکردن موتور به صورت ستاره

S3 : جهت خاموش نمودن K1 و روشن نمودن K3 و تبدیل حالت ستاره موتور به مثلث



نحوه عملکرد مدار فرمان ستاره- مثلث دستی

با زدن استارت (S2) همزمان K1,K2 (on) میشوند و در این مرحله K3 (off) می باشد و با زدن stop

(S3) ، K1 (off) و همزمان K2,K3 (on) می گردند . با زدن stop (S1) کلا مدار (off) میشود .

سوال آزمائش (51)

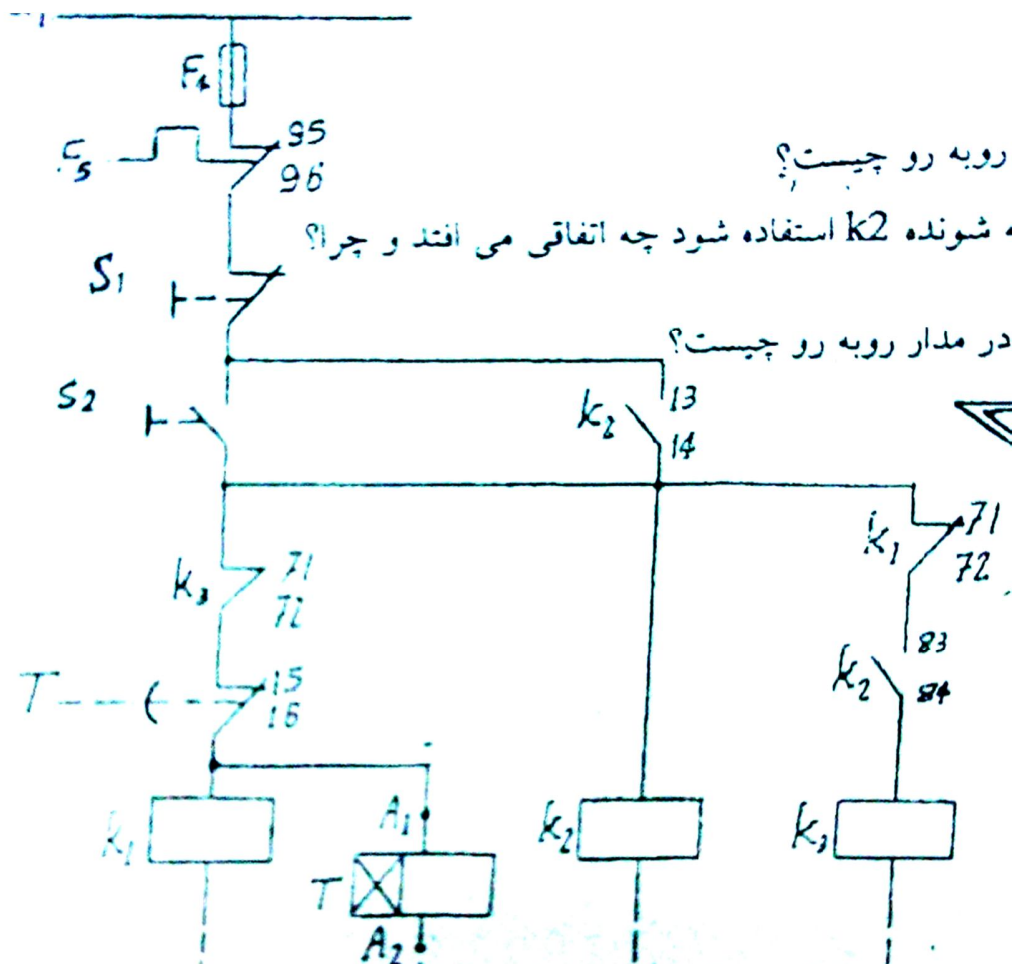
1. نقش دو تیغه باز و بسته شونده K2 در مدار فوق چیست ؟

2. اگر در مدار فوق فقط از 1 تیغه باز و بسته شوند K2 استفاده شود چه اتفاقی می افتد و چرا؟

3. نقش تیغه های باز و بسته شونده K1, K3 در مدار فوق چیست ؟

آزمایش (52)

راه اندازی مدار فرمان ستاره – مثلث تایمردار

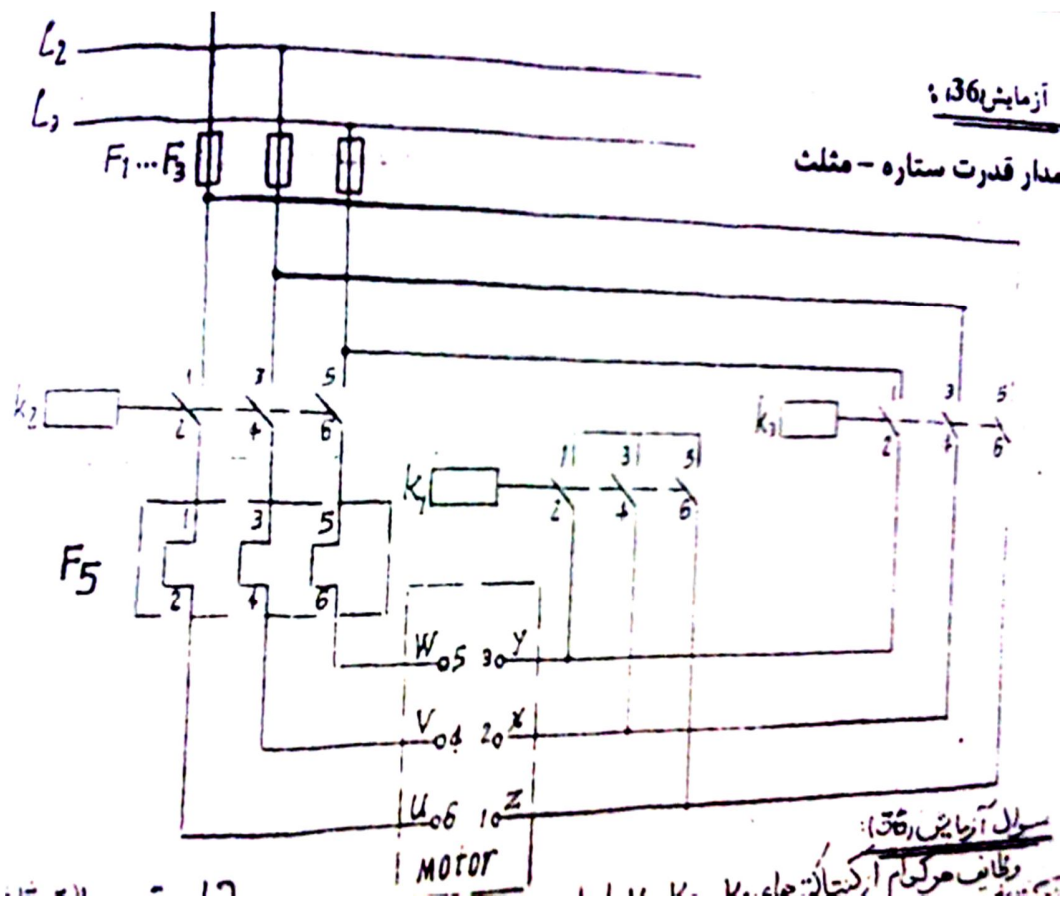


نحوه عملکرد مدار فرمان ستاره - مثلث تایمر دار

با زدن start (S2) همزمان K1, K2 و تایمر (on) میشوند و در این مرحله K3 (off) می باشد و پس از مدت زمانی که از قبل تنظیم شده است تایمر (K3) را برقرار و (on) می کند و در این مرحله K2, K3 (on) می شوند و همزمان K1 و تایمر (off) می شود . و با زدن stop (S1) کل مدار (off) میشود .

آزمایش (53)

راه اندازی مدار قدرت ستاره - مثلث



سوال آزمایش (53)

وظایف هر کدام از کنتاکتورهای K1, K2, K3 را بیان نمایید ؟

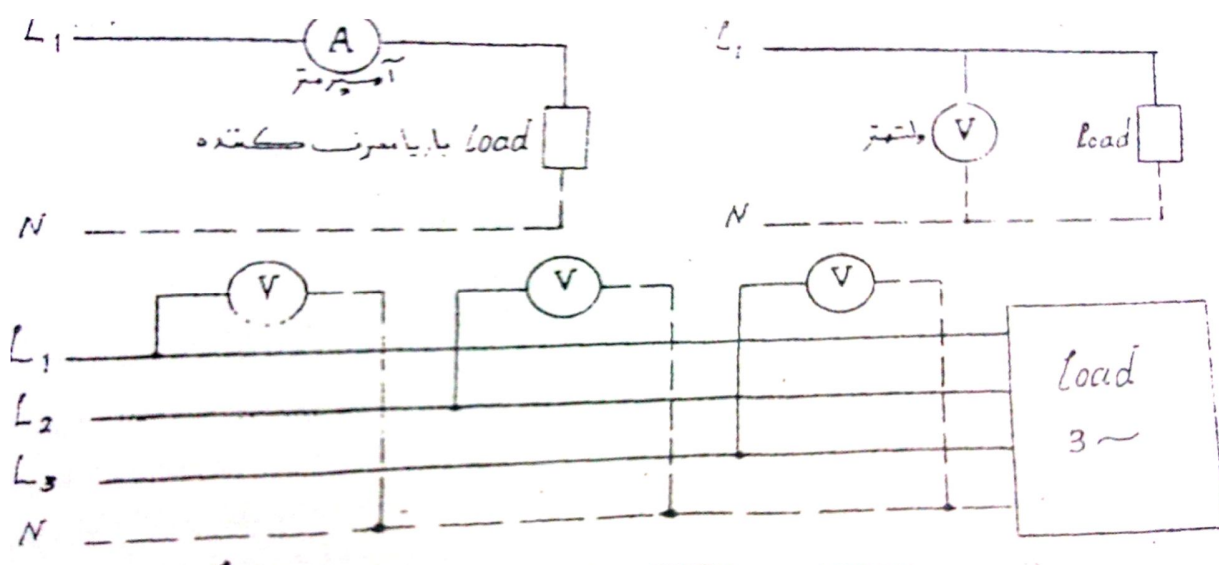
نکته: در اتصال کنتاکتورها به مدار قدرت دقت کافی را به عمل آورید زیرا در صورت عدم دقت کافی

در زمان وصل:

1. موتور در حالت مثلث قفل می کند 2. موتور در حالت مثلث خاموش می شود 3. در موتور اتصال کوتاه بوجود می آید.

روش نصب دستگاه های اندازه گیری در مدار:

ولت متر در مدار به صورت موازی قرار می گیرد. آمپر متر در مدار به صورت سری قرار می گیرد.



اندازه گیری ولتاژ با استفاده از سه ولت متر در مدار سه فازه ↑

اندازه گیری جریان با استفاده از

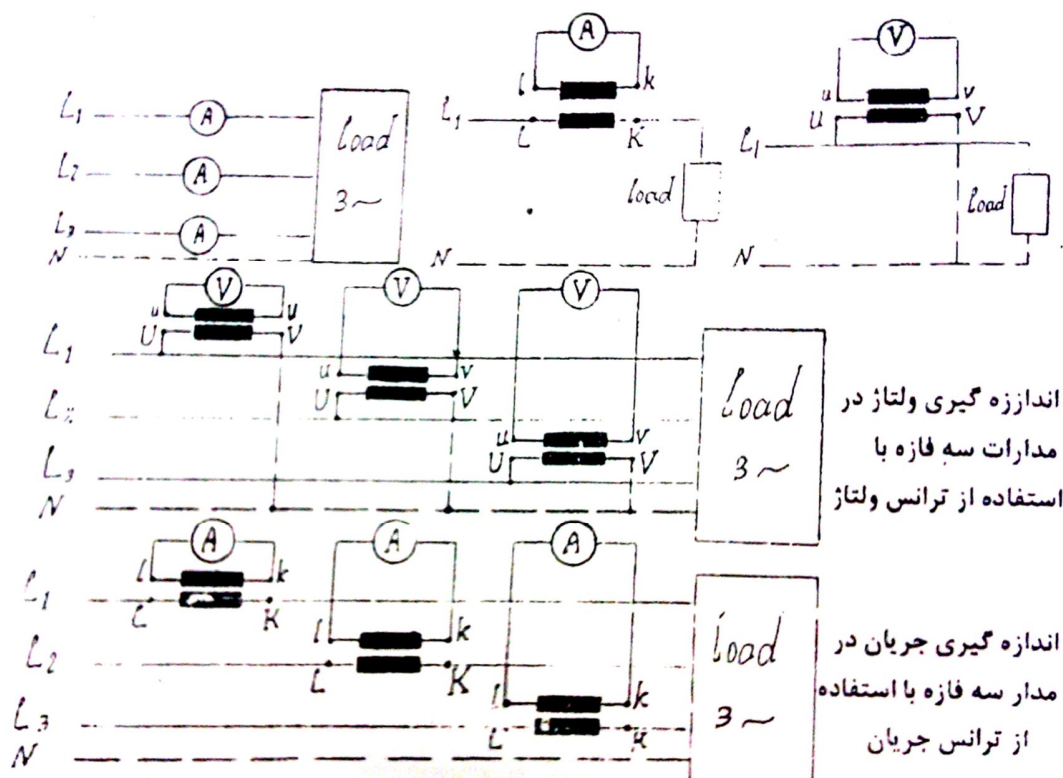
سه آمپر متر در مدار سه فازه

اندازه گیری جریان با

استفاده از ترانس جریان

اندازه گیری ولتاژ با

استفاده از ترانس



استفاده از ترانس ولتاژ و ترانس جریان:

ترانس ولتاژ یک ترانس کاهنده ولتاژ است و در مداراتی که ولتاژ آنقدر بالا باشد که نتوان مستقیماً ولتمتر را به مدار متصل کرد از یک ترانس ولتاژ استفاده می شود. سر اولیه ترانس را به موقعیت مورد سنجش و سر ثانویه آن را به ولتمتر متصل می کند. به عبارت دیگر ترانس ولتاژ در واقع یک ترانس کاهنده می باشد که ولتاژ زیاد فشار قوی را به ولتاژی برابر با وسایل اندازه گیری تبدیل می کند. تعداد دور اولیه ترانس ولتاژ زیاد و تعداد دور ثانویه آن کم است. نسبت تبدیل ترانسهای ولتاژ عبارت است از:

5000/500 , 5000/1000 , 10000/500 , 10000/1000 , 20000/500 , 20000/1000

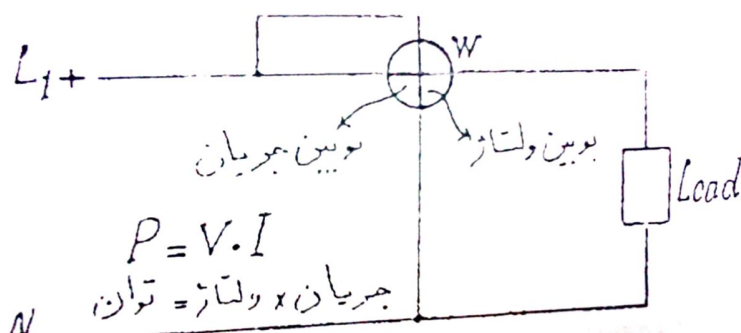
ترانس جریان یک ترانس کاهنده جريان است که در مداراتی که دارای جريان زيادی هستند و نمی توان آمپر متر را مستقيماً جهت سنجش استفاده کرد به کار می برند و پس از کاستن جريان آمپر متر را جهت سنجش استفاده می کنند . ترانس جريان تعداد دور اوليه آن کم و تعداد دور ثانويه آن زياد است . بيشترين جريانی را که یک آمپر متر می تواند اندازه گيري کند حداکثر 100 آمپر است . جريان بيش از اين (100 آمپر) را بايد با ترانس جريان اندازه گرفت . ترانس جريان وسيله ای است جهت کاهش جريان و جريان را به مقادير قابل اندازه گيري توسط آمپر متر تبديل می کند . نسبت تبديل ترانسهای جريان عبارتست از :

$$2000/5, 2000/2, 1000/5, 1000/2, 500/5, 500/2, 200/5, 200/2, 100/5, 100/2$$

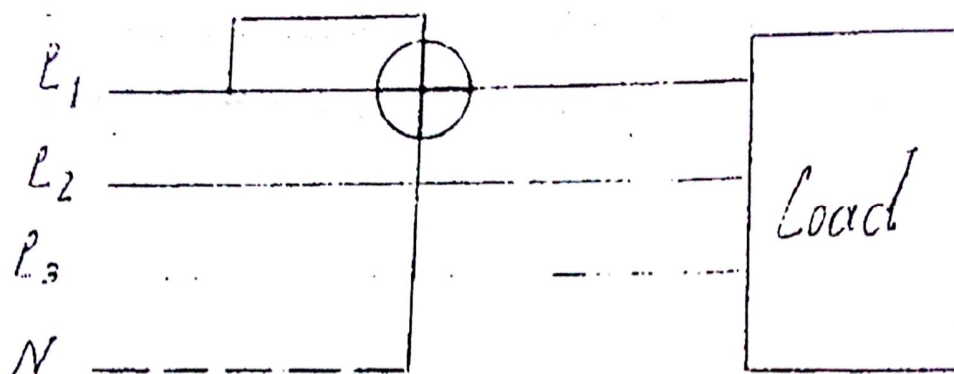
تذکر: هرگز نبايد ثانويه ترانس جريان را به صورت مدار باز قرار داد . زيرا در اين صورت موجب اشباع شدن هسته آن و خطای شديد در اندازه گيري می گردد و ضمناً نسبت تبديل ترانس تغيير خواهد کرد . برای خارج کردن ترانس از حالت اشباع ترانس را به ژنراتور وصل می کنند و به تدريج از ولتاژ نامی ولتاژ آن را به ولتاژ صفر می رسانند .

نحوه اتصال واتمتر در مدار :

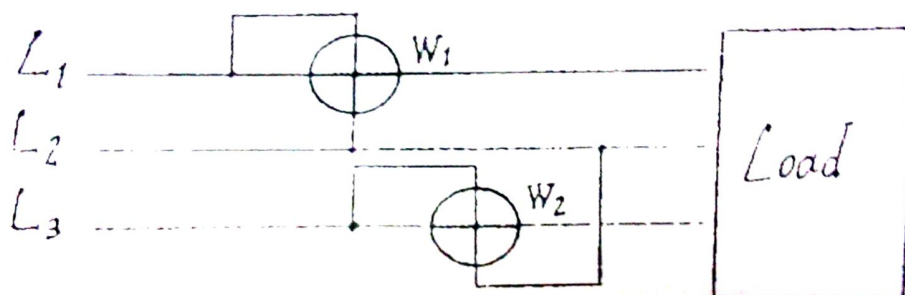
نحوه اتصال واتمتر در مدار DC , AC يکسان است با اين تفاوت که در مدار DC از واتمتر DC و در مدار AC از واتمتر AC استفاده می شود .



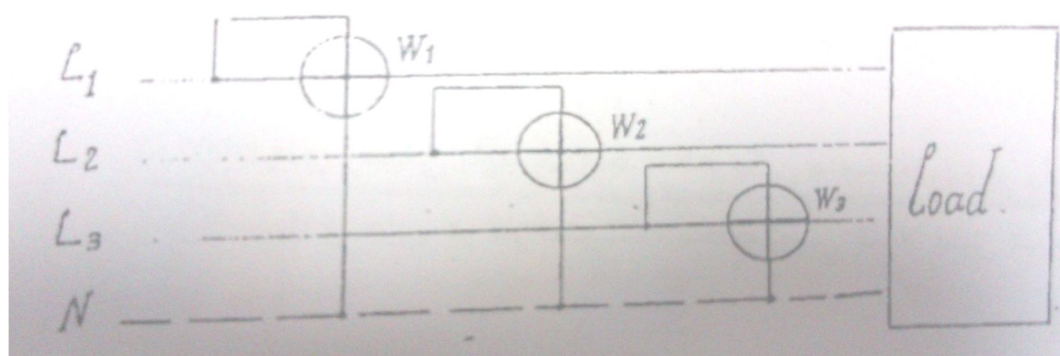
اندازه گیری توان در مدار سه فاز متعادل با استفاده از یک واتمتر امکان پذیر خواهد بود .



اندازه گیری توان در مدار سه فاز سه سیم نامتعادل روش دو واتمتری (اتصال آرون) :

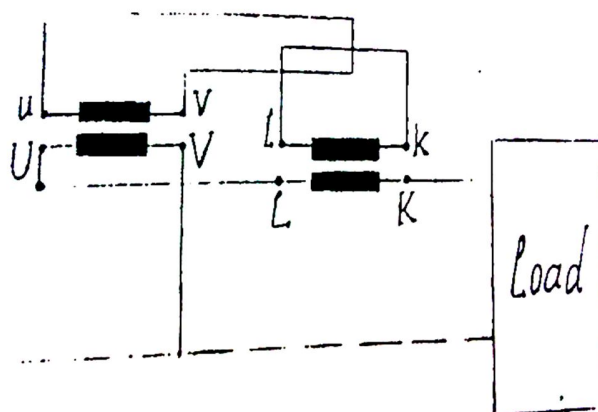


اندازه گیری توان در مدار سه فاز نامتعادل :



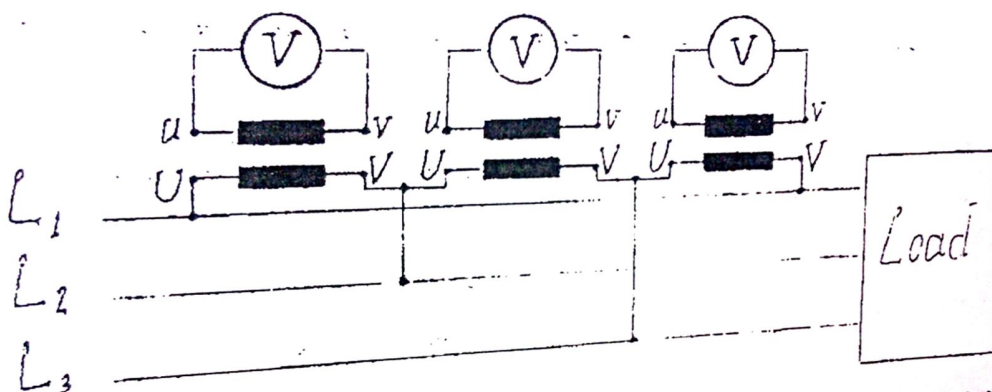
نحوه اتصال واتمتر در مدار تک فاز با استفاده از ترانس ولتاژ و ترانس جریان زمانیکه ولتاژ جریان

زیاد باشد :



زمانیکه ولتاژ و جریان زیاد باشد
و نتوان ولت‌متر و آمپر‌متر را مستقیماً
در مدار قرارداد از ترانس ولتاژ و ترانس
جریان استفاده می‌نماییم .

نحوه قرار دادن ولت‌متر در مدار با استفاده از ترانس ولتاژ زیاد باشد
(اندازه‌گیری ولتاژ بین دو فاز با استفاده از ترانس ولتاژ)



کابل :

موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد ، به طوریکه ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر و روی سطح سیم یا هادی نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد کابل نامیده می شود . به بیان ساده تر می توان گفت : به هر هادی که دارای نوعی عایق باشد کابل گفته می شود .

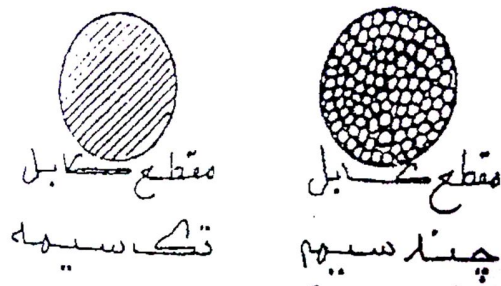
کابل‌های زمینی باید شرایط الکتریکی و محیطی زیر را داشته باشند :

1. هادی های هر فاز نسبت به سطح زمین کاملاً عایق شده باشند
2. هادی های هر فاز نسبت به همدیگر کاملاً عایق شده باشد .
3. تحت تاثیر عواملی مانند رطوبت ، زنگ زدگی و سایر عوامل شیمیایی قرار نگیرد
4. در مقابل ضربات مکانیکی کاملاً حفاظت شده باشد .

در شبکه زمینی برای انتخاب هادی پارامترهای زیر وجود دارد :

1. بالا بودن ضریب هدایت الکتریکی 2. داشتن مقاومت مکانیکی خوب 3. داشتن استقامت شیمیایی 4. پایین بودن وزن

عایق کردن کابل بدین جهت است : چون کابل در زیر زمین نصب می شود باعث اتصال هادی به زمین نشده و ولتاژ روی بدنه عایق صفر می باشد . در مورد سیم های هوایی ذکر کلمه ولتاژ در مورد مشخصات سیم ضروری نیست ولی در مورد کابل‌های زمینی علاوه بر مشخصات فنی کابل شامل سطح مقطع و نوع عایق و جنس آن از نظر مقاومت مکانیکی باید ولتاژ کابل هم ذکر گردد و همچنین یک یا چند رشته بودن آن مشخص گردد . برای عایق کردن کابل‌های الکتریکی بسته به نوع مصرف از مواد مختلفی استفاده می شود که مهمترین آن کاغذهای آغشته به روغنهای مخصوص ، مواد پلاستیکی و P.V.C (پلی وینیل کلراید) و مواد مختلف دیگری می باشند که بعداً به آن اشاره خواهد شد . همچنین چون کابل‌های زمینی در معرض انواع فشارهای مکانیکی قرار میگیرند دارای قسمتهای محافظ مانند نوارهایی فلزی بوده و برای جلوگیری از نفوذ آب به داخل کابل یک غلاف سربی بر روی تمام نوارهای محافظ و عایق قرار داده و برای محافظت این غلاف نیز از لایه های قیرگونی استفاده می شود .



ساختمان کابل :

معمولا کابل از سه قسمت زیر تشکیل شده است : 1. عایق کابل 2. قسمت هادی کابل 3. غلاف کابل هادی دارای پوشش عایقی است که برای مقطع تا 16 میلیمتر مربع هم چند سیم و هم تک سیم ساخته میشود و برای مقاطع ضخیمتر عموما چند سیمه ساخته می شوند .

انواع کابلها :

کابلها را با نام عایقشان نام گذاری می کنند مانند : کابلهای کاغذی ، کابلهای لاستیکی و پلاستیکی ، کابلهای روغنی و کابلهای گازی

انواع عایق های کابل :

عایق کابل ها به صورتهای طبیعی و مصنوعی می باشند :

عایق های طبیعی :

بعضی از عایقهای طبیعی عبارتند از : چینی، استاتیت Steatit که مثل چینی است ولی با استحکام مکانیکی بهتر می باشد و در ساخت مقره ها از آن استفاده می شود شیشه ، کاغذ آغشته به روغن معدنی پرس اشپان معروف به کاغذ پرشمان که در موتور و ترانس پیچی مصرف می شود ، کاغذ فشرده ، طلق نسوز Glimmer ، فیبر ، مقوای نسوز معروف به اسبست Asbest ، کائوچو

عایقهای مصنوعی :

P.V.C (پلی وینیل کلراید) که به نام تجاری پروتودور معروف است .

P.E.T پلی اتیلن که قابل اشتعال است .

Poly Styrol پلی استیرول .

Silicon سیلیکون

SF6 هگزا فلوراید سلفور .

گاز ازت تحت فشار که بهترین گاز برای عایق ها می باشد. هیدروژن و هوا .

مزایای کابل پروتودور :

استفاده از کابل‌های پروتودور دارای مزایای زیادی می باشد از قبیل کابل کشی با شعاع خمش کم ، وزن کم ، چون مواد مذاب روغنی ندارند و در موقع تغییر ارتفاع ایجاد ناراحتی نمی کنند کابل پروتودور قابل اشتعال نیست و در صورت آتش سوزی باعث هدایت آتش نمی شود . در مقابل مواد شیمیایی پایداری و ثبات عمیقی دارد . در مقابل اثرات جوی پایدار است . روی آن کپک نمی زند حتی برای مناطق حاره نیز مناسب است و به همین دلیل موارد استفاده آن در انتقال انرژی و تولید نیرو امروزه خیلی زیاد است . به طوریکه در فشار ضعیف و کارخانجات برق از کابل‌های NYJ در مصارف داخلی و شبکه و در اندازه گیری و مراقبت و محافظت استفاده می شود .

کابل‌های پروتودور در فشار ضعیف ($V=0.6/1 \text{ Kv}$) در موقع استفاده در داخل ساختمان احتیاج به سر کابل ندارد . از کابل‌های پروتودور در شبکه های محلی و پست ترانسفورماتور به عنوان رساندن برق به منازل و شبکه های روشنایی نیز از آن استفاده می شود .

در کابل‌هایی که عایق آنها P.V.C می باشد توجه به دو نکته لازم است :

اول اینکه این کابل در دمای زیر 3درجه سانتی گراد شکننده می شود و باید با احتیاط حمل و نصب

شود .

دوم اینکه در حرارت بالای 70 درجه سانتی گراد استقامت الکتریکی آن کاهش می یابد . قبلا اشاره شد که متداولترین عایقها P.V.C است که آن را پروتودور نیز می نامند .
نوع دیگری از عایق نیز وجود دارد که P.E.T یا پلی اتیلن نامیده می شود . مواد اولیه P.V.C از ذغال ، اسید کلریدیک ، آهک ، کربیت و استیلن تشکیل شده است . که این مواد با هم ترکیب شده و P.V.C را که به شکل پودر است بوجود می آورد . جنس P.V.C نمی سوزد ولی P.E.T قابل اشتعال است . ماده P.V.C که برای پوشش خارجی سیم و یا به عنوان غلاف پوشش خارجی کابل از آن استفاده می شود دارای ترکیبات مختلفی است زیرا روکش هادی و کابل باید استقامت الکتریکی خوب و استقامت مکانیکی کافی داشته باشد .

کابل نوع P.V.C نباید در زمستان که درجه حرارت کمتر از صفر است کابل کشی شود . در صورت سرد بودن می توان قبلا قرقره کابل را در اتاق یا انبار قرار داد تا گرم شود و سپس فوراً آن را مورد استفاده قرار داد یا به وسیله دیگری غیر از حرارت دادن مستقیم آن را گرم کنیم . البته پس از نصب کابل درجه حرارت محیط می تواند 30 درجه سانتی گراد هم برسد بدون اینکه به کابل صدمه بزند . در کابل کشی باید دقت کرد که هوا خیلی سرد نباشد . مثلا در یخبندان نباید کابل کشی کرد زیرا روپوش قیری کابل خورده می شود و می ترکد . کابلها از نظر استحکام مکانیکی در دو نوع مسلح و غیر مسلح ساخته می شوند . کابل مسلح به کابلی گفته می شود که دارای غلاف فلزی باشد به عبارت دیگر کابلهای مسلح کابلهایی هستند که برای تحمل ضربه ها و فشار همچنین نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای نوارهایی از فولاد و غلاف های سربی می باشند . ولی کابلهای غیر مسلح فاقد این نوع ساختمان بوده و فقط از نقطه نظر الکتریکی عایق شده اند . کابلهای P.V.C که برای اختلاف سطح تا 1 kv ساخته می شوند بدون غلاف فلزی ساخته می شوند و سه لایه عایق سیم ، ماده پر کننده و پوشش خارجی تشکیل می شود و معمولا چون این کابل در فشار ضعیف مصرف می شود رنگ پوشش خارجی آن معمولا سیاه رنگ می باشد .

رنگ های متداول در کابل‌های فشار ضعیف با استاندارد V.D.E به شرح زیر می باشد :

تعداد سیم‌های کابل	رنگ‌های جدید برای سیم کابل با سیم محافظ	رنگ‌های جدید برای کابل بدون سیم محافظ	رنگ‌های قدیم برای سیم کابل
سیم 2	-----	مشکی - آبی	مشکی - خاکستری روشن
سیم 3	سبز و زرد - قهوه ای - آبی	مشکی - آبی-قهوه ای	مشکی - خاکستری روشن - قرمز
سیم 4	سبز و زرد - مشکی- قهوه ای - آبی	مشکی - آبی-قهوه ای - مشکی	مشکی - خاکستری روشن - آبی - قرمز
سیم 5	سبز و زرد - مشکی- قهوه ای - آبی-مشکی	مشکی - آبی-قهوه ای - مشکی - مشکی	مشکی - خاکستری روشن - آبی - قرمز - مشکی
6 سیمه و بیشتر	سبزوزرد وبقیه مشکی با شماره حک شده	تمام سیمها مشکی و روی آنها به ترتیب از 1 شماره خورده	-----

توضیح جدول :در مورد کابل‌های فشار ضعیف سیم آبی همیشه به جای سیم خنثی و سیم زرد و سبز برای محافظت به کار می رود در صورتیکه در کابل فقط یک رشته سیم رنگی وجود داشته باشد آن رشته را برای سیم خنثی انتخاب می نمایند .

انواع کابلها از نظر ساختمان و موارد استفاده آنها

کابلها از نظر ساختمان و مشخصات فنی (ولتاژ و جریان) دارای انواع بسیاری است که به شرح تعدادی از آنها می پردازیم :

- 1.کابل پروتودور : موارد استعمال آن در انتقال و توزیع انرژی - کارخانجات - شبکه های تا 1 کیلو ولت .
- 2.کابل با عایق کاغذی : موارد استعمال آن در ساختمانها - شبکه ها و غیره
- 3.کابل با روکش آلومینیوم : موارد استعمال آن جهت انتقال انرژی به زمین
- 4.کابل با عایق بندی لاستیکی : چندین سال است که دیگر ساخته نمی شود و جهت مصرف در کشتی ها از کابل‌های مخصوص لاستیکی استفاده می شود .
5. کابل دریایی : تاانتقال 10 کیلو ولت از رودخانه و دریا معمولا از کابل‌های پروتودور استفاده می شود.

6. کابل با غلاف سربی یا کابل کاغذی با غلاف سربی : برای پمپ بنزین و مناطق ذخیره نفت و تصفیه خانه .

علامت شناسایی کابل‌های P.V.C و P.E.T

N : کابل نرمال با هادی مسی

NA : کابل نرمال با هادی سیم آلومینیومی

Y : حرف اول بعد از N یا NA : عایق پوشش هادی از عایق P.V.C

2Y : حرف اول بعد از N یا NA : عایق پوشش هادی از عایق P.E.T

2X : حرف اول بعد از N یا NA : عایق پوشش هادی از عایق نوع دیگر P.E.T

H : ورق متالیزه محدود کننده حوزه های الکتریکی (کابل H)

C : غلاف مسی مورب پیچیده شده به عنوان سیم صفر یا حفاظ (سیم نقطه وسط با سیم حفاظ)

G : حرف اول بعد از N : پوشش هادی از لاستیک

G : دومین حرف بعد از N : پوشش خارجی کابل از لاستیک

G : سیم ضخیم فولادی

CW : سیم هادی مسی نازک که دور عایق بندی کابل به طور مارپیچ صورت گرفته و یک تسمه مسی آن را نگه داشته است .

CE : پوشش غلاف مسی مورب دور تک تک هادی ها

S : حفاظ تسمه مسی پهن و نازک که دور عایق بندی کابلها پیچیده می شود که عمل لایه H را انجام می دهد .

SE : حفاظ تسمه مسی پهن و نازک که دور عایق در تک تک هادیهای کابل پیچیده شده است .

T : سیم حماله (نگه دارنده) فولادی که در کابل‌های هوایی مانند سیم بوکسید در مجاور کابل قرار دارد .

(سیم عمل کننده در کابل‌های هوایی)

F : زرهی فولادی با مقطع گرد قلع اندود شده که در مقابل ضربات مکانیکی استفاده می شود . (کابل مسلح با سیم تخت)

R : زرهی فولادی با مقطع گرد قلع اندود شده که در مقابل فشارهای کششی می باشد . (کابل مسلح با سیم گرد)

Z : کابل مسلح با سیم پروفیلی

GB : تسمه فولادی قلع اندود شده برای نگه داری زرهی های F,R می باشد (حفاظ فولادی نوار مشکی)

K : غلاف سربی A : غلاف خارجی دابل A : نوع هادی از جنس آلومینیوم

SM : هادی کابل با سطح مقطع مثلثی چند رشته (چندلا سلکتوری)

Y : عایق پوشش خارجی از P.V.C برای فشار ضعیف سیاه‌رنگ و فشار قوی قرمز رنگ .

Re : هادی کابل با سطح مقطع گرد و یک رشته

Rm : هادی کابل با سطح مقطع گرد با سیم های نازک به طور چند رشته .

Sa : هادی کابل با سطح مقطع مثلثی یک رشته (توپر سلکتوری)

چند مثال :

کابل $NY\bar{Y} \times 4 \times 4re\ 0/6/1\ Kv$ را شناسایی کنید .

یعنی کابل زمینی ، نرمال 4 سیم به مقطع گرد ، تک رشته به مقطع 4 میلی متر مربع با روپوش و عایق پرودوتور و برای فشار یا ولتاژ 0.6 کیلو ولت بین سیم فاز و زمین ، 1 کیلوولت بین دوفاز .

کابل $NAY\bar{Y} \times 4 \times 50sc\ 0/6/1\ Kv$ را شناسایی کنید .

کابل زمینی نرمال ، 4 سیم با مقطع سکتور (مثلی) تک رشته به مقطع 4 میلیمتر مربع و برای ولتاژ 0.6 کیلووات بین سیم فاز و زمین و 1 کیلووات بین دوفاز با عایق روپوش پرودوتور .

کابل NYFGBY3×50sm 3.6/6 kv را شناسایی کنید .

کابل نرمال پرودوتور ، سه سیم با مقطع سکتور و سطح مقطع 50 میلیمتر مربع ، چند رشته و حفاظت کابل با نوارهای تخت که جنس نوارهای تخت فولادی می باشد و حفاظت این نوارها به وسیله بانداژ تخت فولادی ، در جهت عکس پیچش نوارهای تخت پیچیده شده است سیم فولادی F معمولا قلع اندود شده است .

کابل YTY4×4re 0.6/1 kv را شناسایی کنید .

کابل پرودوتور با سیم تحمل کننده و روپوش پرودوتور ، 4 سیمه ، گرد ، تک رشته با مقطع 4 میلیمتر مربع برای فشار 0.6 کیلووات بین سیم فاز و زمین و یک کیلو ولت بین دو فاز ، بدون محافظ فلزی.

کابل NYCWY3×50sm 0.6/1 kv را شناسایی کنید .

کابل نرمال با مقطع سکتوری برای ولتاژ 0.6 کیلووات بین فاز و زمین و 1 کیلووات بین دوفاز ، دارای غلاف مثلی شکل دور سیمها سیم متحدالمرکز و روکش خارجی از جنس پرودوتور می باشد سیم متحدالمرکز می تواند به عنوان سیم نول یا حفاظت استفاده شود .

کابل :

چند نکته مهم و کوتاه :

مقاومت :

عبارت است از عکس العملی که هر عنصر با توجه به ساختمان اتمی و تعداد الکترون لایه آخر در مقابل عبور جریان یا حرکت الکترونها از خود نشان میدهد . مقاومت با طول هادی نسبت مستقیم و با سطح مقطع نسبت عکس دارد . برای اندازه گیری مقاومت فلزات یک متر از آن را به سطح مقطع 1میلیمتر مربع انتخاب کرده و مقاومت آن را اندازه گیری می کنند (جداول آماده برای همه فلزات وجود

دارد) که به آن مقاومت مخصوص می گوئیم و بر حسب اهم است .

وقتی میگوئیم مقاومت یک فلز با طول آن نسبت مستقیم دارد یعنی هرچه طول بیشتر باشد مقاومت هم بیشتر است و برعکس

$$L_1 < L_2 \quad R_1 < R_2$$

و وقتی میگوئیم مقاومت با سطح مقطع نسبت عکس دارد یعنی هرچه سطح مقطع بزرگتر باشد مقاومت کمتر است و برعکس

$$R_1 < R_2 \rightarrow L_1 = L_2 \rightarrow S_1 < S_2$$

واحد مقاومت اهم می باشد که با حرف یونانی Ω (امگا) نمایش می دهند . هدایت الکتریکی عکس مقاومت است هرچه مقاومت بیشتر باشد هدایت کمتر است و برعکس و واحد آن مو می باشد .

$$G = 1/R$$

مثال : مقاومت یک سیم به طول 100 متر و به سطح مقطع 2 میلیمتر مربع :

$$R = A \times L / S = 0.0175 \times 100 / 2$$

مقاومت مخصوص $A =$ طول $L =$ سطح مقطع $S =$ مقاومت مخصوص مس $= 0.0175$

کمیت نام	کمیت علامت	واحد
مقاومت	R	اهم
طول	L	متر
سطح مقطع	C یا A	میلیمتر مربع
مقاومت مخصوص	ρ	متر/میلیمتر مربع $\times$ اهم
هدایت الکتریکی	G	زیمنس یا مو
هدایت مخصوص	X	میلیمتر مربع $\times$ اهم/متر
مقدار الکتریسیته	Q	کولن
شدت جریان	I	آمپر
زمان	T	ثانیه
جریان	J	میلیمتر مربع/آمپر

ساختمان کابلها:

هر نوع هادی که جریان برق را از خود عبور داده و توسط موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد را کابل می نامند .

مهمترین و بیشترین عایقی که در ساختمان کابل ها به کار می رود عبارتند از P.V.C (پلی وینیل کلراید) که پرتو دور یا پلاستیک نامیده می شود .

P.V.C عایقی غیر قابل اشتعال است و این مزیت خوبی در کابلها می باشد دارای انعطاف پذیری زیاد میباشد . تنها عیب آن این است که در درجه حرارت حدود صفر و زیر صفر نمی توان آن را برای عملیات کابل کشی مورد استفاده قرار داد موادی مانند ارزانی تولید انبوه و سادگی ساخت باعث شده که بیش از 90 درصد کابلهای فشار ضعیف از این عایق درست شوند .

نوعی عایق دیگر بنام PET (پلی اتیلن) برای کابلها به کار می رود که آتشنا بوده و در مکانهای اختصاصی به کار می رود .

در بعضی از کابلها از عایق لاستیکی استفاده می شود که کاربرد زیادی ندارند . هادیها از جنس مس یا آلومینیوم می باشند . در صورتیکه بخواهیم از کابلی با هادی آلومینیوم برای کابل کشی هوایی استفاده کنیم باید یک رشته آن فولاد باشد .

برای شناسایی کابلها از حروفی استفاده می شود که روی کابلها نوشته شده است برخی از این حروف طبق استاندارد المان V.D.E به شرح زیر می باشند :

N کابلی با هادی مسی - NR کابلی با هادی آلومینیوم - Y علامت عایق پرتو دور میباشد - H علامت ورق متالیزه میباشد - T سیم تحمل کننده در کابل کشی هوایی - R حفاظت فولادی نواری شکل - Y روکش کمربندی پرتو دور - R هادی دایره ای شکل می باشد - E هادی یک رشته و دایره ای می باشد - M هادی چند رشته - S هادی به شکل مثلث

مثال : روی کابلی نوشته شده Nyyre-0.6/1kv مشخصات آن چیست ؟

N هادی از جنس مس - Y روکش هادی از جنس PVC - Y روکش کمربندی از جنس PVC - R هادی به شکل دایره می باشد (سطح مقطع کابل) - E هادی یک رشته و مفتولی می باشد . و حداکثر ولتاژ مجاز بین فاز و نول 600 ولت و حداکثر ولتاژ بین دو فاز 1000 ولت می باشد .

شناسایی کابلها:

سایز سیمها و کابلها بر حسب سطح مقطع طبقه بندی شده و طبق جدول زیر است :

500-400-300-240-185-150-120-95-70-50-35-25-16-10-6-4-2.5-1.5-1-0.75-0.5

برای مشخص نمودن یک کابل یا سیم ابتدا تعداد رشته و سپس سطح مقطع سیم از هادیها را ذکر می کنند
مانند کابل 2×4 که یعنی کابلی که دو رشته هادی به سطح مقطع 4 دارد . در کابلها چند رشته و از سایز
16 به بالا سیمهای فاز و نول دارای مقاطع مختلفند در اکثر کابلها سیم نول به اندازه دو مرتبه از سیم
فاز کمتر است اما در کابلهای با سطح مقطع بالا این اختلاف تا سه هم می رسد سایز کابلها با هادی چند
رشته به شرح زیر می باشد .

3×120+70 3×50+25 3×35+16 3×25+10 4×16 4×10 4×6 4×4 4×25 4×1.5
3×240+120 3×180+95 3×150+70

قابلیت تحمل بار کابل ها:

مقادیر فوق برای دمای 20 درجه سانتی گراد می باشد و در صورتیکه دما افزایش پیدا کند و یا تعداد
کابلها زیاد شود باید در ضرایب جداول زیر مقدار بازدهی کابلها ضرب شود.

قابلیت تحمل کابلها ی یک رشته یا چند رشته در صورت قرار گرفتن گروهی در زمین

سه رشته	دو رشته	یک رشته	سطح مقطع
25	30	35	1.5
35	40	50	2.5
45	50	65	4
60	65	85	6
80	90	110	10
110	120	155	16
135	155	200	25
165	185	250	35
200	235	310	50
245	280	380	70
295	335	460	95
340	380	535	120
390	435	610	150
445	490	685	185

تعداد کابلها در گودال	2	3	4	5	6	8	10
ضریب کاهش	0.90	0.80	0.70	0.70	0.65	0.62	

بستگی مقدار کابل با درجه حرارت محیط

درجه حرارت محیط (سانتیگراد)	5	10	15	20	25	30	35
ضریب بار	1.2	1.13	1.07	1.0	0.93	0.85	0.76

نمونه سوالات کارگاه برق و آزمابنی برق

طراحی و تمرین (1) :

در مدار اتاق مطالعه (آزمایش 11) به دلیل اینکه در هر زمان فقط یکی از لامپ ها روشن باقی می ماند (زمانیکه لامپ سقف ON است لامپ مطالعه OFF و بالعکس) که این کار و این عمل باعث خستگی و تنبلی و احتمالاً ضعیف شدن چشم می شود و از لحاظ پزشکی ایراد فنی دارد. لذا مدار اصلاحیه اتاق مطالعه را به نحوی طراحی نمایید که در هر زمان همیشه 2 لامپ روشن باشد.

خلاصه عملکرد مدار : ابتدا پس از ورود به اتاق و با زدن کلید یک پل دو عدد لامپ سقف به نام های

A,B روشن شوند و پس از نزدیک شدن به میز مطالعه و زدن کلید تبدیل همزمان لامپ سقف A

خاموش شده و لامپ سقف B و لامپ مطالعه C روشن شوند.

طراحی و تمرین (2) :

کنترل و روشن و خاموش نمودن یک لامپ را از 4 نقطه با استفاده از 4 عدد کلید صلیبی بدون استفاده از کلیدهای تبدیل اجرا نمایید. شمای حقیقی - فنی و مهندسی و مسیر جریان مدنظر است.

راهنمایی: استفاده از آزمایش (12)

طراحی و تمرین (3) :

مدار فرمان لحظه ای - دائم (آزمایش 34 یا 35) را به نحوی طراحی و تغییر دهید که :

الف) هیچگونه تغییری در عملکرد و کارکرد مدار بوجود نیاید.

ب) حالت لحظه ای با دو دست کار کند

ج) حالت دائم نیز از دو نقطه کار کند. قطع کامل مدار همچنان از یک نقطه باشد.

طراحی و تمرین (4):

مدار فرمان چپگرد- راستگرد سریع ایمنی کامل از دو نقطه (آزمایش 39) را به نحوی تغییر و طراحی نمایید که :

الف) هیچگونه تغییری در عملکرد و کارکرد مدار فوق بوجود نیاید .

ب) حالت چپگرد با دو دست کار کند

ج) حالت راستگرد از دو نقطه کار کند و قطع کامل مدار همچنان از یک نقطه باشد .

طراحی و تمرین (5):

مدار فرمان چپگرد – راستگرد سریع با ایمنی کامل از دو نقطه (آزمایش 39) را به نحوی طراحی و تغییر دهید که :

الف) هیچگونه تغییری در عملکرد و کارکرد مدار فوق بوجود نیاید .

ب) یکی از موارد و نقاط ایمنی را حذف نمایید .

راهنمایی : نقاط در موارد ایمنی در (آزمایش 39) عبارتند از : 1. تیغه های بسته باز شونده هر دو کنتاکتور 2. شستی های stop-start double

طراحی و تمرین (6):

اگر در مدار یکی پس از دیگری (آزمایش 42) تیغه باز بسته شونده دوم K1 به جای طبقه دوم کنتاکتور و تیغه های فرمان کنتاکتور K1 از همان تیغه های اصلی (قدرت) کنتاکتور K1 استفاده نموده و در نظر بگیریم و همزمان مدار قدرت نیز متصل باشد چه اتفاقی می افتد و چرا ؟

طراحی و تمرین (7):

مدار فرمان یکی پس از دیگری (آزمایش 42) را به نحوی طراحی و تغییر دهید که :

الف) هیچگونه تغییری در عملکرد و کارکرد مدار فوق بوجود نیاید .
ب) تیغه باز بسته شونده دوم K1 سری با کنتاکتور دوم را حذف نماید .
پ) هر دو کنتاکتور یک طبقه باشند .

طراحی و تمرین (8) :

در مدار فرمان یکی پس از دیگری با تایمر (آزمایش 46) نقش و وظیفه تیغه باز بسته شونده K2 و همچنین تیغه بسته باز شونده K2 در مدار فوق چیست ؟

طراحی و تمرین (9) :

مدار فرمان یکی پس از دیگری (آزمایش 46) را به نحوی طراحی و تغییر دهید که :
الف) هیچگونه تغییری در عملکرد و کارکرد مدار فوق بوجود نیاید .
ب) هر دو کنتاکتور یک طبقه باشند .
ج) تیغه بسته و باز شونده K2 را حذف نمایید .
د) از تیغه های بسته و باز شونده تایمر در کدام قسمت مدار می توان استفاده نمود که همان عملکرد قبلی حاصل شود .
ه) راهنمایی: تیغه بسته و باز شونده تایمر را نمی توان دقیقا جای تیغه بسته - باز شونده K2 قرار داد زیرا

طراحی و تمرین (10) :

آزمایش مدار فرمان ستاره - مثلث دستی (آزمایش 51) را به نحوی طراحی و تغییر دهید که :
الف) هیچگونه تغییری در عملکرد و کارکرد مدار فوق بوجود نیاید .
ب) حالت ستاره با دو دست کار کند
ج) حالت مثلث نیز از دو نقطه کار کند و قطع کامل مدار هم با دو دست انجام گیرد .

طراحی و تمرین (11):

در مدار فرمان ستاره - مثلث تایمردار (آزمایش 52) نقش و وظایف 2 تیغه باز و بسته شونده K1, K2 چیست ؟

چنانچه در مدار فوق فقط از یک تیغه بسته باز شونده K2 استفاده شود چه اتفاقی می افتد و چرا ؟

طراحی و تمرین (12):

مدار فرمان یکی پس از دیگری (آزمایش 41 و 42) را مطابق جدول زیر و با کمک گرفتن از مدار (آزمایش 46) به نحوی تغییر و طراحی نمایید که :

الف) هیچگونه تغییری در عملکرد و کارکرد مدار فوق بوجود نیاید .

ب) دقت شوند که کنتاکتورها حتما به ترتیب اولویت یعنی ابتدا K1 و لامپ قرمز 1 و سپس K2 و لامپ قرمز 2 و بعد از آن K3 و لامپ سبز روشن شوند.

	K1 لامپ قرمز 1	K2 لامپ قرمز 2	K3 لامپ سبز
در لحظه اول Start اول	ON	OFF	OFF
در لحظه دوم 10 ثانیه بعد توسط تایمر	ON	ON	OFF
در لحظه سوم با Start جدید	ON	ON	ON

طراحی و تمرین (13):

مدار فرمان کنترل از سه نقطه را طراحی و اجرا نمایید :

راهنمایی : استفاده از مدار فرمان کنترل از دو نقطه (آزمایش 29، stop, start از دو نقطه)

طراحی و تمرین (14):

مدار فرمان کنترل با سه دست را طراحی و اجرا نمایید .

راهنمایی : استفاده از مدار فرمان کنترل با (آزمایش 30، stop, start هر دو با دو دست) .

طراحی و تمرین (15):

در مدار فرمان یکی پس از دیگری (آزمایش 45) آیا استفاده از تیغه باز - بسته شونده K2 ضرورت دارد یا خیر ؟ و نقش تیغه باز - بسته شونده k2 در مدار مذکور چیست ؟