ایران عرضه
فروشگاه کالاهای دانلودی
IRANARZE.IR

جزوه خلاصه کتاب

کابل کشی و سیم پیچی ماشین های الکتریکی

پایه یازدهم دوره متوسطه (کد ۲۱۱۲۶۴)

تالیف مهر ۱۴۰۲

توضیحات:

- هنرآموز برق (الکترونیک الکتروتکنیک مکاترونیک)
- ویژه آزمون آموزش و پرورش
- خلاصه شده در ۲۵ صفحه
- حیطه تخصصی

برای دانلود رایگان جدیدترین سوالات استخدامی هنرآموز برق، اینجا بزنید

برای دانلود رایگان مرجع این جزوه، کتاب کابل کشی و سیم پیچی ماشین های الکتریکی یازدهم اینجا بزنید

« انتشار یا استفاده غیر تجاری از این فایل، بدون حذف لوگوی ایران عرضه، مجاز می باشد »

@iranarze @iranarze

پودمان ۱

شبکه برق ومصرف کننده های سه فاز

مقدمه

شبکه های الکتریکی که برای تأمین ولتاژ و جریان مورد نیاز مصرف کننده ها مورد استفاده قرار می گیرند به دو صورت:

۱ـ تک فاز

۲ـ سه فاز

از آنجایی که شبکه تکفاز جزئی از شبکه سه فاز است و از طرفی دیگر تولید ولتاژ و جریان AC به صورت سه فاز انجام میشود، به همین دلیل در ابتدا ساختار کلی شبکه های الکتریکی و سپس چگونگی تولید آن ارائه می شود.

ساختار شبکه های الکتریکی

می توان ساختار شبکه های الکتریکی را در قالب سه گروه به صورت زیر معرفی کرد:

۱- تولید (Generation)

۲- انتقال (Transmission)

۳- توزیع (Distribution)

تولید انرژی الکتریکی

در بخش تولید انرژی، نیروگاه ها قرار دارند که وظیفه آنها تولید انرژی الکتریکی AC است که با بهره گیری از ژنراتورها صورت میگیرد. ولتاژ خروجی ژنراتورها در محدوده ۱۰KV تا ۲۰KV است. میزان جریان دهی ژنراتورها به مقدار توان ظاهری (S) آنها بستگی دارد. مقدار توان ظاهری را از رابطه زیر میتوان محاسبه کرد.

$$S = \sqrt{۳}\, V_c\, I_c$$

چگونگی تولید جریان های سه فازه: ژنراتورهای تولید کننده جریان الکتریکی سه فاز از دو بخش اصلی تشکیل شده اند.

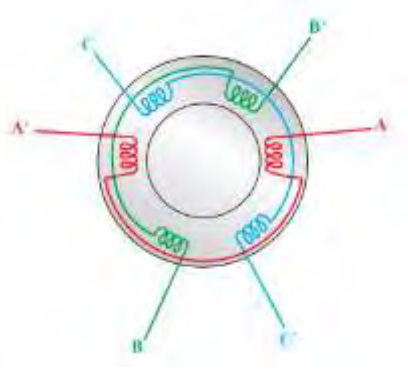
۱ـ بخش ساکن (استاتور)

۲ـ بخش متحرک (روتور)

استاتور ژنراتورها مشابه موتورهای سه فاز دارای یک هسته از جنس آهن نرم است که ورق ورق بوده و از کنار هم قرار گرفتن این ورق ها هسته ای به صورت استوانه ای شیاردار پدید می آید در داخل شیارهای استاتور از سه گروه سیم پیچی که نسبت به هم ۱۲۰° اختلاف فاز مکانی دارند، استفاده می شود که نحوه اتصال سیم پیچی بر پایه اصول سیم پیچی است و در نهایت سه سیم به عنوان سرهای سیم پیچی از استاتور خارج می شود. برای حفاظت سیم پیچی و ورق های استاتور، کل مجموعه در داخل یک پوسته چدنی قرار می گیرد.

روتور ژنراتورها ازطریق یک محور به توربین محرک مکانیکی متصل است که به واسطه وارد شدن نیروی مکانیکی به توربین مانند: جاری شدن آب در نیروگاه های آبی، برخورد بخارآب پرفشار در نیروگاه های حرارتی، برخورد باد با پره های بزرگ در نیروگاه های بادی و... شروع به چرخش کرده و درنتیجه روتورکه دارای خاصیت مغناطیسی است شروع به حرکت می کند در اثر چرخش روتور میدان مغناطیسی اطراف آن در هرلحظه از زمان که در مقابل یک سیم پیچی استاتور قرار می گیرد طبق قانون فاراده نیروی محرکه القایی در آن پدید می آید.

برای آشنایی با چگونگی تولید ولتاژ القایی در سیم پیچی‌های سه فاز ژنراتورها، تصاویر ساده ای از سیم پیچی های استاتور به همراه وضعیت قرار گرفتن روتور در چند لحظه نشان داده شده است.



در مولد سنکرون سیم پیچ روتور به جریان DC متصل میشود. با عبور جریان از داخل سیم پیچی روتور میدان مغناطیسی ثابتی در فضای اطراف هسته پدید می آید که سبب میشود تا هسته به صورت یک آهنربا دارای خاصیت مغناطیسی شود.

مزایای برق سه فاز نسبت به تک فاز

الف) توان الکتریکی در مصرف کننده های سه فاز، هیچوقت به صفر نمیرسد. همانطوری که در شکل مشخص است هرگاه دریکی از لحظات دامنه یکی از فازها به صفر برسد دامنه دو فاز دیگر صفر نبوده و به مصرف کننده انرژی میدهند. به همین دلیل بازده ماشین های سه فاز نسبت به تک فاز بیشتر است.

ب) در صورت یک سو کردن (تبدیل AC به DC) هر دو موج سه فاز و تکفاز (حذف نیم سیکلهای منفی موج) ضربان موج یک سو شده سه فاز(ریپل) نسبت به موج یک سو شده تک فاز کمتراست.

ج) برای چرخش موتورهای سه فاز نیاز به ایجاد میدان مغناطیسی دواری است که در سطح استاتور پدید آید. در راه اندازی موتورهای سه فاز این کار بدون واسطه انجام میشود چراکه با اتصال موتور به برق سه فاز میدان دوار ایجادشده و موتور شروع به چرخش میکند. درصورتیکه موتورهای تک فاز بدون وجود سیم پیچ استارت یا وسیله خارجی، قادر به راه اندازی نیستند. این موضوع باعث میشود، که موتورهای تکفاز نسبت به موتورهای سه فاز دارای قیمت بیشتر بوده در بحث تعمیر و نگهداری نیز به تخصص بالا نیاز داشته باشند.

انتقال انرژی الکتریکی

در شبکه برق رسانی سراسری، نزدیک بودن محل تولید انرژی با محل مصرف دیگر ضروری نبوده و مطرح نمی باشد چراکه احداث نیروگاه ها و تولید انرژی الکتریکی دارای محدودیت هایی است. لذا در اینجا است که اهمیت خطوط انتقال انرژی مشخص می شود. در شبکه برق رسانی برای انتقال انرژی الکتریکی در فاصله بین نیروگاه ها تا شهرها محل مصرف از خطوطی استفاده می شود که دارای سطح ولتاژ بالایی هستند و معمولا از پایه های فلزی و یا تیرهای بتونی بزرگ استفاده می شود چرا که توان انتقالی زیاد بوده و به دلیل بالا بودن جریان انتقالی و بزرگ بودن سطح مقطع یا زیاد بودن تعداد رشته سیم ها و همچنین افزایش وزن سیمی که پایه سیم ها باید تحمل کنند از پایه های محکم فلزی به نام "دکل" استفاده می شود.

توزیع انرژی الکتریکی

در بخش توزیع انرژی الکتریکی اندازه ولتاژها نسبت به ولتاژهای بخش انتقال کمتر می باشد. مقادیر ولتاژهای بالای خطوط انتقال در قسمت توزیع توسط ترانسفورماتور ها به ولتاژ های ۴۰۰V سه فاز و۲۳۰V تکفاز تبدیل می شوند تا در مصرف کننده های سه فاز و تک فاز مورد استفاده قرار گیرد. در بخش توزیع، مصرف کننده های مختلفی می توانند وجود داشته باشند که در اینجا، موتورهای القایی سه فاز را به عنوان مصرف کننده های سه فاز و مصارف خانگی، به عنوان مصرف کننده های تک فاز در نظر گرفته می شود.

خطوط برق در شبکه های توزیع: برق مصرف کنندگان سه فاز و تک فاز با خطوط ولتاژ پایین (خطوط فشار ضعیف ـ LV) تأمین میشود. برای تأمین ولتاژ شبکه فشار ضعیف از ترانسفورماتور سه فاز توزیع 20KV/400V استفاده میشود.

ولتاژها و جریانها در شبکه های سه فاز توزیع

در شبکه (خلاصه شده توسط ایران عرضه) سه فاز توزیع، ولتاژها و جریان ها با عناوینی به شرح زیر معرفی شده و به کار میروند:

الف) ولتاژ خطی (V_L)

ب) ولتاژ فازی (V_p)

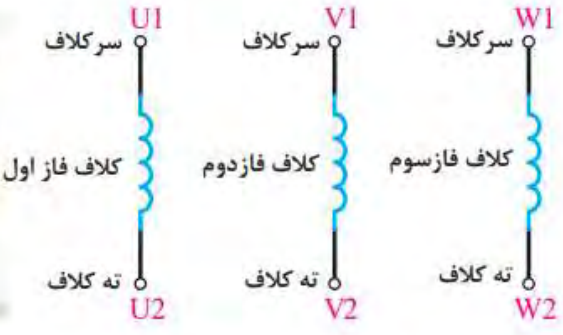
ج) جریان خطی (I_L)

د) جریان فازی (I_p)

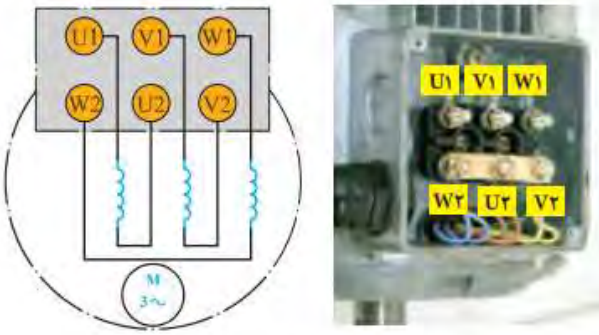
موتورهای الکتریکی سه فاز

موتورهای القایی سه فاز نیز مشابه مولدها از دو بخش استاتور و روتور تشکیل شده است. استاتور از سه گروه سیم پیچی کلاف تشکیل شده که در داخل شیارهای موتور قرار می گیرند. هسته روتور موتورهای سه فاز از جنس آهن نرم بوده که در داخل شیارهای آن از میله های آلومینیومی به عنوان هادی استفاده شده است.

برای اتصال سیم پیچهای موتور سه فاز سروته کلاف های موتور از داخل پوستهٔ موتور به یک محفظه یا ترمینال هدایت میشوند که اصطلاحا به آن "تخته کلم" موتور گویند.



شکل ۲۰ـ نام گذاری کلاف‌های استاتور



شکل ۲۱ـ اتصال کلاف‌ها

تعریف اتصال ستاره

تعریف:هرگاه انتهای سیم پیچهای (W 2,V 2,U 2) را به یکدیگر وصل کرده و به ابتدای سیم پیچها (W 1,V 1,U ۱) به ترتیب شبکه سه فاز (L 2,L 1,L ۳) وصل کنیم، این اتصال را "اتصال ستاره" گویند. گفتنی است بر روی پلاک موتورها یا در مواردی که نیاز به خلاصه نویسی است از علامت (λ) برای نشان دادن اتصال ستاره استفاده میشود.

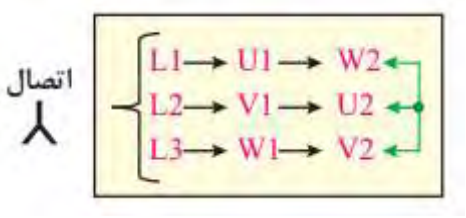
راه اندازی موتورهای الکتریکی با کلیدهای سه فاز

در مدارهای سه فازه از کلیدهای مختلفی استفاده میشود.

نام کلید	تصویر
قطع و وصل ساده (۰ـ۰۱)	
معکوس کنندهٔ جهت گردش موتور (چپ گرد، راست گرد) (۲ـ۰ـ۱)	
ستاره ـ مثلث (۵ ـ ۸ـ۰)	
ستاره ـ مثلث چپ‌گرد، راست گرد	
چند سرعته (۲ـ۱ـ۰) و (۳ـ۲ـ۱ـ۰)	
راه‌اندازی موتورهای تکفاز	
انتخاب کنندهٔ فاز (برای دستگاه‌های اندازه‌گیری) (مانند کلید ولت‌متر)	

راه اندازی موتور سه فاز در اتصال ستاره با کلید قطع و وصل (۱-۰)

درعمل و به جهت اختصار نوشتن عملکرد کلید ۱ـ۰ میتوان آن را به صورت شکل زیر نشان داد.



تذکر: توصیه میشود برای اندازه گیری ولتاژها و جریان های خطی مدار از وسایل اندازه گیری دیجیتالی که به صورت یک مجموعه هستند استفاده شود. چرا که علاوه بر بالا بودن درجه دقت در این وسایل، فضای کمتری را اشغال کرده و در صنعت نیز کاربرد بیشتری دارند.

تذکر: توصیه میشود برای اندازه گیری ولتاژها و جریان های فازی مدار از وسایل اندازه گیری دیجیتالی تکی استفاده نمائید.

اتصال مثلث سیم پیچی موتورسه فاز

اتصال مثلث

تعریف: هرگاه (تهیه شده توسط سایت ایران عرضه)انتهای سیم پیچی اول (U ۲) را به ابتدای سیم پیچی دوم (V ۱)؛ انتهای سیم پیچی دوم (V ۲)را به ابتدای سیم پیچی سوم (W ۱) و انتهای سیم پیچی سوم (W ۲) را به ابتدای سیم پیچی اول (U ۱) متصل کرده و به ترتیب شبکه سه فاز L 3L 2,L,۱ را به ابتدای هر سیم پیچی وصل کنیم این اتصال را "اتصال مثلث" گویند.

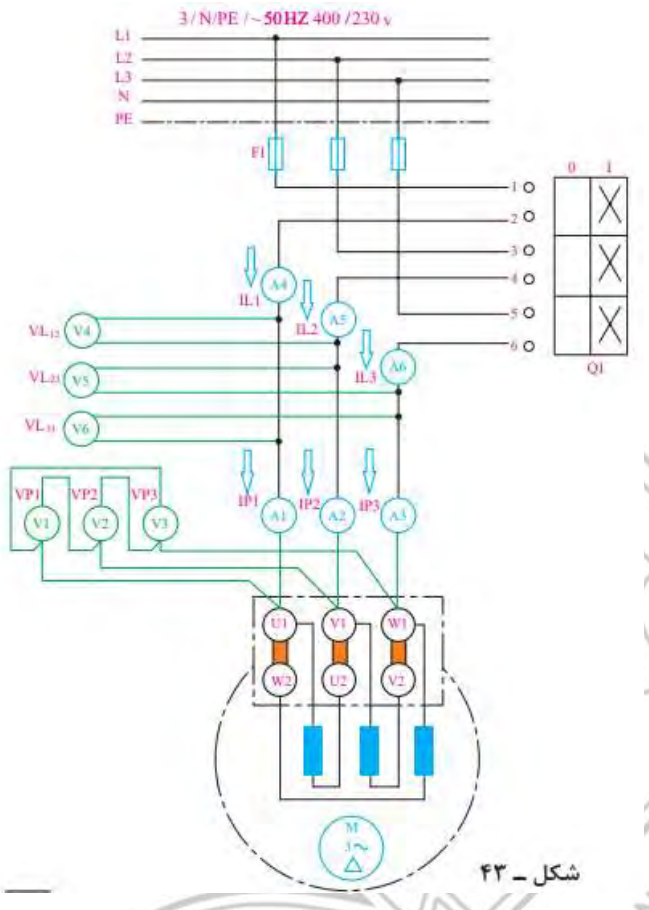
مشابه اتصال ستاره بر روی پلاک موتورها یا در مواردی که نیاز به خلاصه نویسی است از علامت (Δ) برای نشان دادن اتصال مثلث استفاده میشود.

راه اندازی موتور سه فاز در اتصال مثلث با کلید قطع و وصل (۰ ـ۱)

با کلید قطع و وصل امکان راه اندازی موتور سه فاز در یک حالت (ستاره یا مثلث) امکانپذیر است به همین دلیل ضروری است روی تخته کلم موتور اتصال موتور به صورت ثابت ایجاد شود.

مداردرشرایط کار طبیعی (نرمال)

۱ـ مدار راه اندازی موتور سه فاز اتصال مثلث ثابت را با استفاده از وسایل اندازه گیری مطابق نقشه نشان داده شده در شکل زیر روی تابلو اتصال دهید.



شکل ـ ۴۳

۲ـ پس از سیم کشی و کابل کشی بین قطعات، با حضور مربی فیوز را وصل و کلید را در حالت ۱ قرار دهید. ۳ـ مقادیر ولتاژها و جریان های خطی و فازی که توسط وسایل اندازه گیری نشان داده میشود را قرائت نموده و در جدول زیر ثبت کنید.

	مقادیر فازی						مقادیر خطی					
ولتاژها و جریان‌ها	$I_{P۱}$	$I_{P۲}$	$I_{P۳}$	$V_{P۱}$	$V_{P۲}$	$V_{P۳}$	$I_{L۱}$	$I_{L۲}$	$I_{L۳}$	$V_{L۱}$	$V_{L۲}$	$V_{L۳}$
وسایل اندازه‌گیری	$A_۱$	$A_۲$	$A_۳$	$V_۱$	$V_۲$	$V_۳$	$A_۴$	$A_۵$	$A_۶$	$V_۴$	$V_۵$	$V_۶$
مقادیر اندازه‌گیری												

توان الکتریکی در مدارهای سه فاز

به طورکلی میتوان در مدارهای سه فاز بر پایه مقادیر خطی از روابط زیر توان کل مدار را محاسبه کرد:

توان ظاهری $S = \sqrt{۳}\, V_L\, I_L$

توان مفید (حقیقی) $P = \sqrt{۳}\, V_L\, I_L \cos\varphi$

توان غیرمفید(غیرحقیقی) $Q = \sqrt{۳}\, V_L\, I_L \sin\varphi$

بر پایه توان های فازی روابط توان های ظاهری، مصرفی و غیرمصرفی کل مدار را از روابط زیر میتوان محاسبه کرد.

بار متعادل و نامتعادل

P_1 & Q_1 ـ توان اکتیو و راکتیو فاز اول

P_2 & Q_2 ـ توان اکتیو و راکتیو فاز دوم

P_3 & Q_3 ـ توان اکتیو و راکتیو فاز سوم

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$
$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$
$$S = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

بار متعادل

P_Tـ توان اکتیو کل مدار

Q_Tـ توان راکتیو کل مدار

$$P_T = 3P_1$$
$$Q_T = 3Q_1$$
$$S = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

مقایسه توان مصرفی اتصال های ستاره و مثلث

از مقایسه روابطه نهایی توان در اتصالات ستاره ـ مثلث میتوان به ارتباط بین آنها پی برد.

$$\frac{P_\lambda}{P_\Delta} = \frac{\frac{V_L^2}{Z}.\cos\varphi}{\frac{3V_L^2}{Z}.\cos\varphi} = \frac{V_L^2.\cos\varphi.Z}{3V_L^2.\cos\varphi.Z} \Rightarrow \frac{P_\lambda}{P_\Delta} = \frac{1}{3}$$

از مقایسه توان موتور در حالت ستاره با توان موتور در حالت مثلث و محاسبه مقدار نسبت این توان ها میتوان به نتیجه ای مطابق رابطه زیر دست یافت.

$$P_\lambda = \frac{1}{3}P_\Delta$$

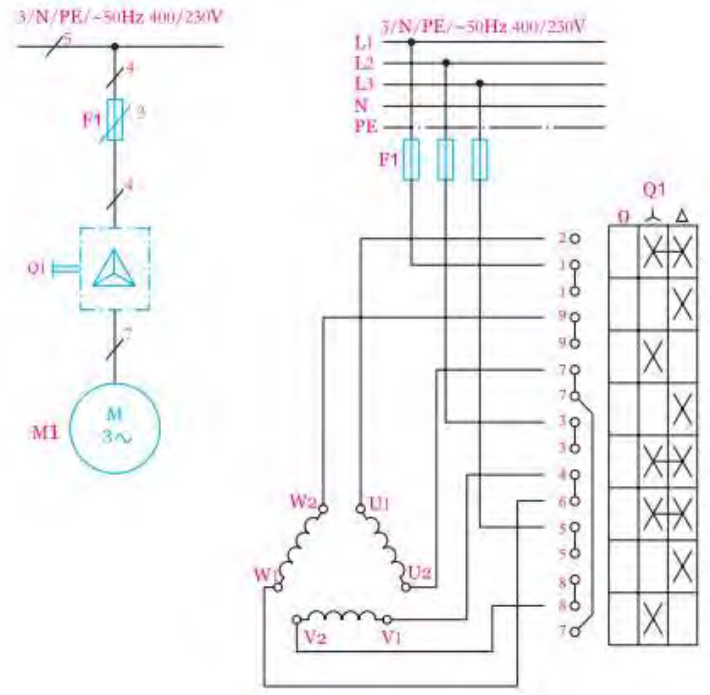
برای اینکه یک موتور از حالت سکون به دور نامی برسد، آن را با وسایلی که "راه انداز" نامیده می شود به کار می اندازند. اگر موتور های الکتریکی با قدرت بالا را مستقیما به شبکه وصل کنیم، جریان راه اندازی حدود ۴ تا ۷ برابر جریان نامی از شبکه دریافت می کنند؛ در نتیجه احتمال دارد سیم های رابط و وسایل حفاظتی صدمه ببینند به همین دلیل است که موتورهای با قدرت پایین را مستقیما به شبکه وصل میکنند اما موتورهای دارای جریان بالا و قدرت زیاد را توسط روش هایی راه اندازی می کنند تا بتوان جریان راه اندازی آن ها را کنترل و محدود کرد. یکی از این روش های راه اندازی موتورهای سه فاز اتصال ستاره مثلث است. این روش را در موتور هایی می توان استفاده کرد که امکان وصل اتصال مثلث در شبکه را داشته باشند.

کلید ستاره ـ مثلث

با توجه به مطالبی که در خصوص راه اندازی موتور های سه فاز ستاره و مثلث بیان شد می دانیم که برای ایجاد تغییر قدرت در موتورهای سه فاز لازم است ابتدا موتورها را با اتصال ستاره راه اندازی نمود و پس از گذشت مدت زمانی به حالت مثلث تغییر وضعیت داد تا موتور با قدرت نامی خود، کار کند.

راه اندازی موتور سه فاز با کلید ستاره ـ مثلث (۰ ـ ۸ ـ ۵)

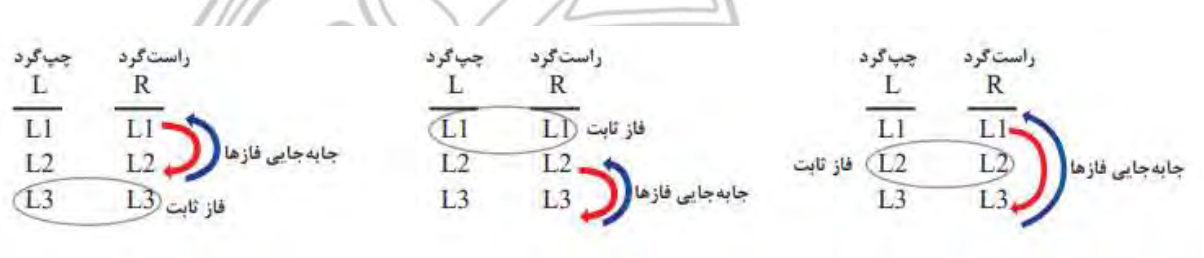
برای راه اندازی موتور سه فاز به صورت ستاره ـ مثلث از نقشه شکل زیر می توان استفاده کرد.



تغییر جهت گردش در موتورهای الکتریکی سه فاز

به طور کلی در تجهیزات صنعتی مختلف مواردی وجود دارد که لازم است تا جهت گردش موتور سه فاز نصب شده روی آن عوض شود. از جمله این موارد ماشین های تراش، نوار نقاله ها و جرثقیل های سقفی کارخانجات را می توان نام برد. در صنعت به این تغییر جهت گـردش مـوتور "چپگرد ـ راستگرد" شـدن مـوتور گفته می شود. برای ایجاد تغییر جهت گردش در موتورهای سه فاز لازم است تا جهت گردش میدان مغناطیسی در فضای داخلی اطراف موتور عوض شود، به همین خاطر ضروری است در یکی از حالات (تنظیم توسط سایت ایران عرضه)چپگرد یا راستگرد تا جای دو فاز را با هم عوض کنیم.

بر پایه این مطلب پس این کار را به سه صورت میتوان انجام داد که در شکل زیر مشاهده میکنید.



کلید چپگرد ـ راستگرد

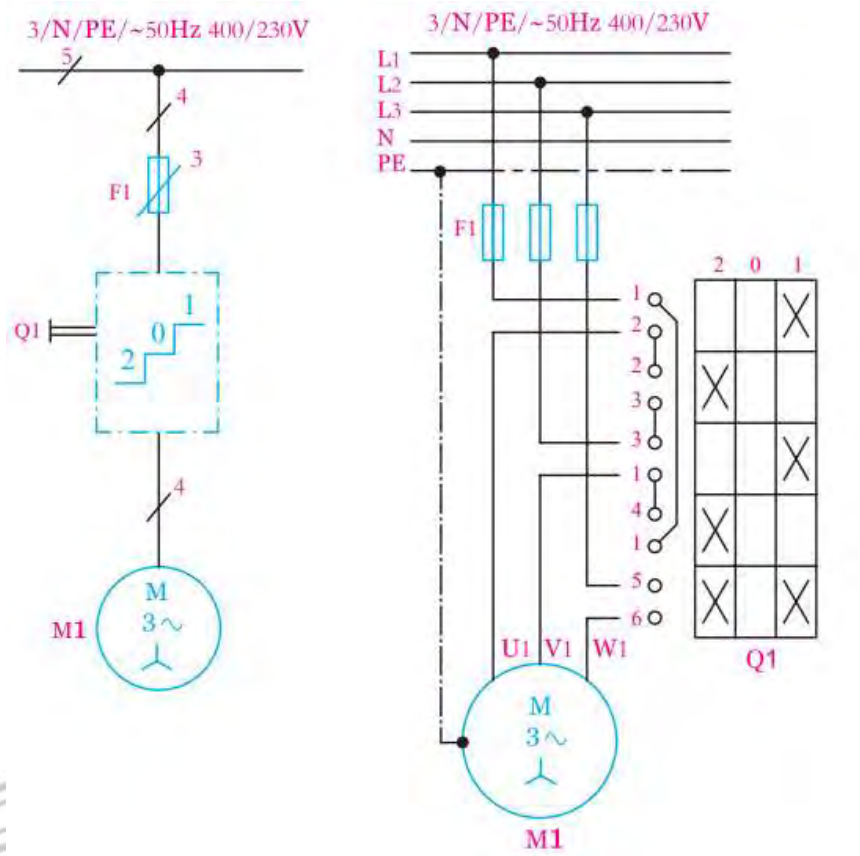
(۱ـ ۰ ـ ۲) یا (L ـ 0 ـ R)

برای تغییر جهت موتور لازم است تا موتور سه فاز روی تخته کلم موتور دارای اتصال ثابت ستاره یا مثلث باشد.

شکل زیر تصویر دو نمونه کلید چپگرد ـ راستگرد (گردان تابلویی و اهرمی) را نشان میدهد.

راه اندازی موتور سه فاز با کلید چپگرد ـ راستگرد (۱ ـ ۰ ـ ۲)

برای راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپگرد ـ راستگرد از نقشه شکل زیر میتوان استفاده کرد.



حالت ۱ کلید

وقتی کلید در حالت یک قرار می گیرد چون در سطر های اول، سوم و پنجم عالمت X قرار دارد پیچ ۱ به ۲ـ ۳ به ۴ و ۵ به ۶ اتصال می یابد و درنتیجه فاز L۱ به U۱ ،فاز L۲ به V۱ و فاز L۳ به W۱ متصل شده و موتور به صورت راستگرد شروع به کار می کند.

حالت ۲ کلید

وقتی کلید در حالت دو قرار می گیرد چون در سطرهای دوم، چهارم و پنجم عالمت X قرار دارد پیچ ۲ به ۳ ـ ۴ به ۱ و ۵ به ۶ اتصال می یابد و درنتیجه فاز L۱ به V۱ ،فاز L۲ به U۱ و فاز L۳ به W۱ متصل می شود و موتور به صورت چپگرد کار خواهد کرد.

از مقایسه علامت های X که در سطرهای مختلف کلید قرار گرفته می توان دریافت که چون در سطر پنجم دو حالت ۱ و ۲ کلید که فاز سوم اتصال داده شده علامت X ثابت بوده و جای X در سطرهای اول تا چهارم تغییر کرده است. به همین دلیل می توان نتیجه گرفت که در این کلید برای تغییر جهت گردش موتور جای دو فاز اول L۱ و دوم L۲ عوض شده و فاز سوم L۳ ثابت بوده است.

نکته

در هیچ یک از سطرهای حالت ۰ کلید علامت X وجود ندارد، لذا جریانی از شبکه به سرهای موتور نمی رسد و موتور در حالت خاموش خواهد بود.

بررسی مفاهیم بارهای متعادل و نامتعادل در مصرف کننده های سه فاز

در یک مصرف کننده سه فاز هرگاه مشخصات هر سه شاخه که در مسیر سه فاز قرار میگیرد با یکدیگر ازنظر نوع، مقدار اندازه و زاویه اختلاف فاز مساوی باشند آن اتصال را " اتصال متعادل" گویند.

در صورتیکه مقادیر اندازه، زاویه اختلاف فاز و نوع حتی یک مورد با یکدیگر برابر نباشند آن اتصال را " اتصال نامتعادل" گویند.

اتصال ستاره

الف- بار متعادل: در این حالت چون مقدار مقاومت R یا راکتانس X هر سه فاز یکسان است لذا جریان عبوری از هر فاز I_P و جریان عبوری از خطوط شبکه سه فاز I_L برابر است.

توضیح ۱ـ اصطلاحا به مقاومت معادل، عناصر اهمی خالص (R) و عناصر مقاومت القایی و خازنی (X) "مقاومت ظاهری" یا " امپدانس ـ Z" گفته میشود.

توضیح ۲ـ در اتصال ستاره میتوان محل اتصال انتهای سیم پیچها (نقطه N) را به سیم نول شبکه اتصال داد.

ب- بار نامتعادل: در این حالت مشخصات هر شاخه اتصال ستاره که در مسیر سه فاز قرار می گیرند از نظر نوع، اندازه یا زاویه اختلاف فاز با یکدیگر مساوی نیستند به همین خاطر این اتصال را اتصال ستاره نامتعادل گویند.

در اتصال ستاره نامتعادل چون مشخصات مقاومتی (امپدانسی) فازها با یکدیگر یکسان نیست. لذا جریانهایی که از هر فاز عبور میکند با یکدیگر مساوی نخواهد شد.

از آنجایی که جریانهای فازی در اتصال ستاره نامتعادل یکسان نیستند در نتیجه جمع برداری جریان جاری در سیم نول (مسیر برگشت جریان فازها) برابر صفر نیست.

اتصال مثلث

الف) بار متعادل: در اتصال مثلث هم مشابه اتصال ستاره هرگاه هر سه شاخه مثلث که در مسیر سه فاز قرار میگیرد با یکدیگر از نظر نوع، مقدار (اندازه) و زاویه اختلاف فاز مساوی باشند اتصال "اتصال مثلث متعادل" گفته می شود. در اتصال مثلث متعادل جریانهای فازی (IP) سه فاز با هم و جریان های خطی (IL) نیز با یکدیگر برابر هستند.

در شرایط مثلث متعادل چون مقاومت های ظاهری (امپدانس ها) هر سه فاز مساوی است پس جریان های فازی و خطی هر سه فاز برابر است.

$$I_{P_1} = I_{P_2} = I_{P_3} \Rightarrow I_{L_1} = I_{L_2} = I_{L_3}$$

ب) بار نا متعادل: درصورتیکه مشخصات هر شاخه اتصال مثلث که در مسیر سه فاز قرار میگیرند از نظر نوع، اندازه یا زاویه اختلاف فاز با یکدیگر مساوی نباشند این اتصال را "اتصال مثلث نامتعادل" گویند.

در اتصال مثلث نامتعادل نیز مشابه اتصال ستاره نامتعادل چون مشخصات امپدانسی (مقاومتی) یکسان نیست لذا جریانهای فازی مساوی نبوده و در نتیجه جریان های خطی که از جمع جبری جریانهای فازی در نقاط گره A، B و C حاصل میشوند نیز دارای مقادیر برابر نخواهند بود.

کلید ولت متری و لامپ سیگنال

در مدارهای سه فاز یا تک فاز و تابلو های برق کلید ولت متری و لامپ های سیگنال کاربرد زیادی دارند.

توجه: لامپ های سیگنال در تابلو های برق به ترتیب رنگ از سمت چپ، قرمز، زرد و سبز قرار می گیرند.

از کلید ولت متری برای اندازه گیری ولتاژ های خطی، فازی و یا هر دو در تابلو های برق استفاده می شود که به کمک آن می توان از وجود یا عدم وجود و همچنین مناسب بودن سطح ولتاژ موجود در مولد اطلاع حاصل کرد.

از لامپ های سیگنال در تابلو های برق به عنوان نشان دهنده، وصل و یا قطع بودن برق تابلوها استفاده می شود. لامپ های سیگنال از نوع لامپ های گازی بوده و از ابعاد و توان مصرفی کمی برخوردار هستند. لامپ های سیگنال تکرنگ رنگ سفید هستند. پس از قرار دادن لامپ در پایه خود، با انتخاب طلق های رنگی مختلفی که وجود دارند سبز ـ زرد ـ نارنجی ـ قرمز می توان لامپ های سیگنال با رنگ های مختلف را ایجاد کرده و در تابلوهای برق به کار برد.

نقشه خوانی و بررسی عملکرد کلیدهای ولت متری

این کلید دارای سه پیچ به عنوان ورودیهای برق سه فاز (پیچهای ۱، ۵) است. دو پیچ شماره ۲ و ۴ نیز به دوسر ولت متر بسته میشوند. در داخل کلید ارتباطاتی بین پیچ ها پدید می آید تا بتواند مقدار ولتاژ بین هر دو فاز را اندازه گیری نماید. طبق استاندارد IEC در نقشه کلیدها تعداد ستونها نشان دهنده تعداد حالت کاری آنها است.

بر همین اساس پس نتیجه میگیریم که این کلید دارای ۳ حالت کاری است. با کمی دقت میتوان مشاهده کرد که در بالای هر حالت ستون نام دو فاز نوشته شده که ولت متر ولتاژ بین آن دو را اندازه گیری میکند.

حالت ۱ـ ولتاژ بین L1 , L2
حالت ۲ـ ولتاژ بین L2 , L3
حالت ۳ـ ولتاژ بین L3 , L1

پودمان ۲

کابل کشی

مقدمه

یکی از مواردی که در طراحی و اجرای تأسیسات برقی باید در نظر گرفته شود نحوه برق رسانی است. یکی از کاربرد های متداول کابل کشی در برقراری انشعاب برق منازل است، کابل باعث می شود تا انشعاب برق کمتر در معرض آسیب توسط عوامل خارجی قرار گیرد، در سال دهم با تفاوت کابل و سیم آشنا شده اید. از نظر قیمت هر متر کابل تفاوت قابل توجهی نسبت به سیم دارد. بنابراین همیشه سعی شده تا آنجا که ممکن است از سیم برای برق رسانی استفاده شود و حتی اگر کابل کشی انجام شود، نوعی از کابل کشی در اولویت قرار گیرد که هزینه کمتری را به لحاظ نصب به عهده مشتری گذارد. البته نباید ایمنی برای کابل کشی و احتمال آسیب دیدگی کابل را فدای هزینه کمتر و نصب ساده تر آن کرد.

کابل

اندازه و سطح مقطع کابل به مقدار جریان عبوری از کابل بستگی دارد. برخی از کابل ها به دلیل جریان الکتریکی بالایی که از آنها میگذرد سطح مقطع بالایی دارند. در نتیجه عبور جریان بیش از ظرفیت، کابل گرم خواهد شد که در برخی مواقع برای خنک شدن کابل در داخل آن از روغن استفاده می شود. گاهی هم چندین لایه حفاظتی دارد. نوعی از کابل کشی در برق شهری و روستایی استفاده می شود که روی پایه های بتنی و فلزی تحت فشار کششی قرار دارد و در داخل آن برای این منظور سیم بکسل استفاده می شود، به این کابل خود نگهدار می گویند. هر هادی روکشدار با مقطع ۱۰ میلی متر کابل نامیده می شود. البته اگر یک یا چند سیم هم در یک غلاف قرارگرفته و روکش دیگری داشته باشند صرف نظر از سطح مقطع هادی، کابل محسوب می شود در این صورت اندازه کابل، اندازه سطح مقطع هریک از هادی ها خواهد بود.

کابلشو

برای اتصال هادی های فشار ضعیف به کلید، فیوز یا در تابلوها و یا موتورها و تجهیزات باید از کابلشو استفاده شود. کابلشو ارتباط دهنده میان هادی کابل و محل اتصال هست و باید ظرفیت جریانی مطابق با هادی کابل را دارا باشد. کابلشو در اندازه های مختلف از ۶ میلی متر مربع تا ۱۰۰۰ میلی متر مربع تولید می شوند.

برای اتصال کابل های افشان از مقطع یک میلی متر به بالا و کابل های مفتولی از مقطع ۱۰ میلی متر به بالا از کابلشو استفاده می شود. کابلشو ها از نظر برقراری نوع اتصال به سه دسته تقسیم می شوند:

۱- پرسی

۲- پیچی

۳- لحیمی

مقایسه انواع کابلشو

از نظر فنی و استقامت استفاده از کابلشو های پرسی نسبت به کابلشو های پیچی و کابلشو های پیچی نسبت به کابلشو های لحیمی ارجحیت دارد.

کابلشو های پرسی انواع مختلفی دارند:

۱ـ کابلشو بی متال ۲ـ کابلشو تک فاز

۱ـ کابلشو بی متال

هنگامی که جنس هادی و محل اتصال متفاوت باشد به منظور جلوگیری از عمل خوردگی در اتصال الکتریکی از این کابلشوی با دو جنس فلزی مختلف استفاده می شود. برای اتصال کابل آلومینیوم به شینه مس و یا بالعکس از این کابلشو استفاده می شود. جنس این کابلشو از آلومینیوم و مس است. و از نظر قیمت گرانتر از انواع دیگر کابلشو است. این دو نوع کابلشو در دو مدل برای انتقال جریان از کابل ها و سیم های آلومینیومی دارای سطح مقطع نیم دایره در شبکه ها و ابزارهای الکتریکی انتقال مناسب است و خلوص مس و آلومینیوم به کار رفته در آنها ٪۹۹/۵ میباشد. این کابلشوها در اندازه های ۱۰ تا ۸۰۰ میلی متر مربع تولید می شود. این کابلشو بی متال در دو نوع ساخته میشود:

الف) کابلشو بی متال ۱ـDTL

ب) کابلشو بی متال ۲ـDTL

۲ـ کابلشو تک فلز (مسی)

کابلشو تک فلز از یک فلز ساخته میشود، کابلشو مسی متداولترین نوع کابلشو تک فلز است و در چند مدل استاندارد، دو سوراخه و زاویه دار ساخته میشود.

الف) کابلشو مسی استاندارد

ب) کابلشو مسی دوسوراخه

ج) کابلشو مسی زاویه دار

کابل لخت کن

ابزاری است که از آن برای روکش برداری عایق روی کابل استفاده می گردد و برای کابلشو زدن آماده می شود. این ابزار دارای پیچ تنظیمی در قسمت انتهایی است که به وسیله آن می توان ارتفاع تیغه روکش بردار کابل لبه برنده را با توجه به ضخامت عایق کابل تنظیم نمود. بازوی فنری که برای نگهداری کابل روی تیغه می باشد، برای حرکت دورانی به دور کابل نیز تکیه گاه مناسبی است. مراحل روکشبرداری کابل به اختصار شرح داده شده است.

پرس کابلشو

این وسیله برای اتصال کابلشو به کابل استفاده می شود. این کابلشو در دو نوع دستی و هیدرولیکی در بازار موجود است. نوع هیدرولیکی آن خود به دو نوع دستی و برقی تقسیم می شود.

برای انجام کابلشو زن، ابتدا روکش کابل به اندازه استوانه کابلشو برداشته می شود، به صورتی که بعد از قرار گرفتن قسمت روکش برداری شده کابل هادی کابل در کابلشو، هیچ قسمتی از هادی معلوم نباشد. در ادامه با استفاده از عایق حرارتی، محل اتصال کابل به کابلشو را عایق کاری کنید.

عایق حرارتی

عایق حرارتی نوعی عایق است که تحت تأثیر حرارت منقبض شده و یک لایه خارجی روی اجسام هادی ایجاد می کند. عایق در سایزهای مختلفی برای مصارف مختلف مانند عایق کاری شینه ها در تابلوهای برق، کابلشوها و غیره تولید می شود. در رنگ های مشکی، قرمز، شفاف، زرد، آبی، سبز، سفید و سبز زرد در بازار موجود می باشد. در اصطلاح (طراحی شده توسط ایران عرضه)بازار به این عایق حرارتی، شیرینگ گفته می شود.

کابل کشی

انواع کابل کشی را با توجه به سطحی که کابل کشی روی آن انجام میشود به صورت زیر میتوان تقسیم بندی کرد:

۱ـ کابل کشی روی دیوار

۲ـ کابل کشی در ترانکینگ فلزی

۳ـ کابل کشی با سینی کابل

۴ـ کابل کشی با نردبان کابل

۵ـ کابل کشی زمینی

حمل و نقل و تخلیه قرقره کابل از مسائلی است که در صورت بی توجهی به آن ممکن است به کابل آسیب برسد و کابل کشی را با مشکل مواجه سازد. رعایت حداقل دمای زمان نصب کابل و حداقل شعاع خمش کابل از دیگر نکات ایمنی نصب کابل است.

زاویه خمش کابل

در کابل کشی بر روی دیوار باید به شعاع خمش کابل در زاویه ها و سرپیچ ها برای کابل های PVC دقت کرد. همچنین در صورتی که چند کابل کنار هم قرار می گیرند حداقل اندازه قطر کابل بین آنها فاصله داشته باشد فاصله بست ها باید به گونه ای باشد که کابل انحنا پیدا نکند و اصطلاحا شکم ندهد. در موقع کابل کشی در داخل یا روی دیوار باید دقت شود که کابل پیچیده نشود، تا نشود، جمع نشود و در ضمن بیش از حد تحت فشار کششی قرار نگیرد.

توجه: کابلهای با غلاف و عایق پلاستیکی را نباید هیچگاه در درجه حرارت زیر -۵ درجه سانتیگراد نصب و کابل کشی کرد، چون عایق و غلاف خارجی کابل در حال خم شدن صدمه خواهد دید. در ضمن باید به تناوب قرقره در جهت نشانگر مشخصشده جهت چرخش، گردانده شود تا تمام قسمتهای کابل گرم شود. دمای کابل نباید از ۴۰ درجه سانتیگراد بیشتر شود.

کابلکشی روی دیوار با استفاده از بست

کابلکشی روی دیوار:

کابلها با توجه به پوشش بیرونی مناسبی که دارند درصورتی که در معرض ضربات مکانیکی احتمالی قرار نگیرند میتوان آنها را بهراحتی و با هزینه کم روی دیوار با بستهای مناسب نصب کرد. به همین خاطر کابل کشی روی دیوار با بست یکی از روشهای مرسوم در کابل کشی است. در کارگاه های موقت و یا اماکنی که قرار نیست برای یک بازه زمانی دراز مدت چندین ساله بهره برداری از آنها صورت گیرد کابل کشی روی دیوار با بست گزینه مناسبی برای برقرسانی است از طرف دیگر باید توجه داشت فقط کابل کشی برای کابلهای با مقاطع پایین و مسیرهای کوتاه با بست منطقی به نظر میرسد.

در این روش کابل توسط بستهای فلزی یا پلاستیکی بهوسیله رول پلاک بر روی دیوار نصب میشود. بست کابل هم روی دیوار و هم روی سقف قابلاستفاده است و فقط در این نوع کابل کشی ها استفاده میشود، برای انتخاب بست کابل باید به نکات زیر توجه شود:

۱ـ اندازه کابل قطر خارجی کابل

۲ـ انواع کابل کشی از نظر قابل دید روی دیوار و یا غیرقابل دید بین سقف

۳ـ موقعیت مکانی کابل کشی

۴ـ محل بست

۵ـ قیمت بست

۶ـ امکان بستن ساده کابل

نحوه بست زدن کابل

کابل و نوع بست کابل بستگی دارد. این مقدار نباید از ۱/۵ متر بیشتر شود. با توجه به شکل حداکثر فاصله مابین دو بست برای کابل های زره دار روی دیوار ۵۰ برابر قطر کابل و روی سقف حداکثر فاصله ۳۵ برابر قطر کابل است؛ لازم به ذکر است فاصله بست از کنج دیوار حداقل برابر ۱۰ سانتی متر است. حداکثر فاصله مابین دو بست برای کابل های معمولی روی دیوار ۳۰ برابر قطر کابل و روی سقف حداکثر فاصله ۲۰ برابر قطر کابل است. لازم به ذکر است فاصله بست از کنج دیوار حداقل برابر ۱۰ سانتی متر است.

توجه: حداقل فاصله مابین دو کابل مجاور هم به اندازه دو برابر قطر کابل بزرگتر می باشد.

بست کابل

الف- بسته ای قابل تنظیم:

بست پلاستیکی لوله و کابل برای اتصال کابل یا لوله های انتقال کابل به دیوار و یا سقف طراحی شده است. بست پلاستیکی از جنس پلی آمید و پلیپروپیلن مواد ترموپلاستیک تولید شده است قطر دهانه این نوع بست قابل تنظیم بوده و لوله و کابل را در خود قفل می نماید. از ویژگی های این نوع بست می توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف_ ظرفیت بارگذاری بسیار زیاد

ب_ ماکزیمم پایداری

ج_ نصب بسیار آسان

د_ دهانه قفل شونده

ه- دارای شیارهای نصب

و_ مناسب برای انتقال کابل در مسافت های طولانی

ب) بست کابل نایلونی: برای بستن کابل روی دیوار و سقف استفاده میشود. جنس این بست پلاستیک میباشد. دارای یک فک پایین و یک فک بالا و یک عدد پیچ میباشد که فک پایین با پیچ و رول پلاک به سطح مورد نظر بسته میشود و فک بالایی با پیچ برای نگهداشت کابل به فک پایینی بسته میشود.

ج) بست ریلی و ریل مربوطه: این نوع بست که روی ریل بسته میشود برای نگهداری کابل و لوله روی سطوح مختلف بسته میشود. این نوع بست دارای یک پیچ تنظیم از بالا و یک مهره تثبیت کننده روی ریل در قسمت پایین آن میباشد. ریل این نوع بست در طولهای یک متری عرضه میشود. این کار دریل کاری را کمتر می کند.

کابل کشی با سینی و نردبان کابل

یکی از روشهای کابل کشی استفاده از سینی کابل و نردبان کابل است. در تأسیسات صنعتی مانند دستگاه های نورد، کارخانه های پتروشیمی و نظایر آن سیمها و کابلها برای تأمین انرژی و کنترل تأسیسات بر روی سینی حمل کابل نصب میشود. همچنین در ساختمانهای بلند به دلیل عدم استفاده از کابلهای زمینی از سینی کابل استفاده میشود. در مکانهایی که نیاز به کابل کشی دارند معمولا استفاده از سینی اولین و بهترین گزینه است، زیرا هم تحمل وزن کابل را دارد و هم برای نظم دادن به کابل ها از روشهای قدیمی بهتر است.

سینی کابل

هنگام اجرای کابل کشی معمولا ولین و بهترین گزینه استفاده از سینی کابل است. سینی کابل هم تحمل وزن کابل را دارد و هم برای نظم دادن به کابلها از روشهای قدیمی بهتر است. انواع سینی کابل عبارت است از:

۱ـ سینی کابل مشبک: این نوع سینی کابل دارای حفره هایی است که برای عبور هوا و تهویه کابل کاربرد دارد. ضمنا در صورت نفوذ غبار و رطوبت از داخل آنها عبور داده میشود.

۲ـ سینی کابل با کف یکپارچه: در محلهایی که حفاظت کابلها اهمیت باالیی دارد و یا برای جلوگیری از تداخل امواج الکترومغناطیسی و رادیویی مورداستفاده قرار میگیرد

مزایای استفاده از سینی کابل

۱ـ حفاظت از کابل در تمام طول مسیر کابل

۲ـ نصب آسان و سریع

۳ـ مقرون به صرفه

۴ـ کاربرد سینی کابل

۵ـ در صورت عیب به راحتی تعویض و جایگزین میشود.

۶ـ طول عمر بیشتر کابل

۷ـ تهویه مناسب

۸ـ زیبایی ظاهری

۹ـ درصورتی که پروژه در طول زمان دستخوش تغییرات شود، بستر مناسبی از قبل آماده شده و به راحتی می توان کابل ها را کم و زیاد کرد.

۱۰ـ تحمل حجم بالای کابل کشی

نردبان های کابل

نردبان کابل برای کابل کشی در محلهای روباز کاربرد دارد. اگر گردوغبار و ریزش آب در محل کابل کشی زیاد باشد، معمولا روی نردبان درپوش محکمی به شکل شیروانی نصب میشود تا برف یا ذرات گردوغبار روی نردبان باقی نماند.

مزایا و ویژگی های نردبان کابل

۱ـ در نوع بدون درپوش، بیشترین میزان جریان هوا را از خود عبور می دهد. این کار سبب پایین آمدن دمای کابل های موجود در نردبان می شود. در نتیجه به عمر کابل افزوده می شود.

۲ـ در کابل کشی روی نردبان ضروری است کابل ها را با بست محکم کرد. این کار روی نردبان به سهولت امکان پذیر است. با بستن کابلها امکان پرتاب کابل ها اتصال به بیرون در اثر بروز خطا یا اتصال کوتاه از بین میرود.

۳ـ عدم وجود رطوبت در نردبان کابل به دلیل گردش حجم بالای هوای اطراف کابل ها

۴ـ به دلیل فضای باز داخل نردبان ورود و خروج کابل به راحتی امکان پذیر است

۵ـ در محیطی که محدودیت فضای نصب وجود دارد در صورت استفاده از نردبان می توان از زیر نیز به کابل های داخل نردبان دسترسی داشته و عیب یابی راحتتر انجام می شود

۶ـ فاصله مابین پله های نردبان به طور معمول ۲۵ سانتیمتر است. این فاصله برای کابل های ریز امکان بستزنی در فواصل ۲۵ سانتی متری را می دهد، این ویژگی مناسب برای کابل کشی های ابزار دقیق باعث می شود کابل ها در طول نردبان دچار افتادگی و بیرون زدگی از نردبان نشوند.

۷ـ ازنظر اقتصادی مقرون به صرفه تر است.

۸ـ محدودیتی بابت محل نصب ندارد.

۹ـ ضمن راحتی نصب در مسیرهای مستقیم، انعطاف خوبی در برخورد با موانع را دارا می باشد.

۱۰ـ از آنجا که اتصالات نردبان کابل روی بدنه خود نردبان قرار می گیرند، نیاز به اتصال جانبی نیست. که این امر هزینهٔ نصب و اتصالات نردبان کابل را کاهش می دهد.

۱۱ـ سرعت اجرای آن بالا می باشد.

جداکننده سطح سینی کابل و نردبان کابل

هرگاه چند کابل با ولتاژهای مختلف در یک سینی کابل یا نردبان کابل قرار گیرند (مانند: کابلهای شبکه های کامپیوتری و کابلهای توزیع برق) جهت جداسازی سطح داخلی سینی از این وسیله استفاده میشود.

کلمپ نردبان

کلمپ برای محکم نگهداشتن نردبان روی دسته (براکت) ساپورت مورد استفاده قرار میگیرد. ساپورت، تکیه گاه و محل نصب نردبان است.

ساپورتها (نگهدارنده ها)

برای نگهداری سینی کابل زیر سقف و یا روی دیوار یا در رایزرها از ساپورت استفاده میشود. اندازه نگهدارنده ها با توجه به عرض سینی و شرایط نصب، متفاوت است. ساپورتها در انواع زیر سقفی، دیواری و زمینی ساخته و با استفاده از پیچ و مهره محکم به بدنه بسته میشوند. معمولا ضخامت آنها از ورق ۲ میلیمتر بوده و به شکل یک طبقه، دو طبقه، سه طبقه و چهار طبقه ساخته میشوند.

انواع ساپورتها

انواع و کاربرد ساپورتها بستگی به محل قرارگیری کابل و موقعیت مسیر کابل کشی دارد.

پیچ و مهره

این پیچ و مهره ها برای اتصال تجهیزات به همدیگر و به سایر اتصالات، مورد استفاده قرار می گیرد. از آنجا که رولپالک تحمل وزن زیاد را ندارد، برای نصب ساپورت های نگهدارنده سینی و نردبان روی دیوار یا سقف از رول بولت استفاده می شود.

در برخی موارد برای نصب ساپورت روی دیوار و سقف از قبل صفحات ورق فلزی را در داخل دیوار و سقف نصب می کنند تا ساپورت ها جهت تحمل وزن سینی یا نردبان به این صفحات جوش داده شود یا پیچ شود.

کابل کشی زمینی

کابل کشی زمینی نوعی از کابل کشی است که در آن کابل ها از کف و داخل زمین عبور داده می شود به طور کلی اگر در جایی بتوان از کابل کشی هوایی استفاده نمود کمتر از کابل کشی زمینی استفاده می شود زیرا کابل کشی زمینی ۵ تا ۷ برابر گرانتر از کابل کشی هوایی تمام می شود.

مفصل (Cable joint)

اتصالاتی که در کابل ها بیشتر با آن روبه‌رو می شویم عبارت است از اتصال انتهایی، اتصال سربه سر، اتصال سه راهی و اتصال چهار راهی. به منظور اتصال کابل ها از ابزارآلات مختلفی استفاده می شود که محل اتصال در برابر رطوبت و انواع فشارهای مکانیکی و الکتریکی از حفاظت کافی برخوردار شود، به این وسایل اصطلاحا مفصل و سرکابل گفته می شود این نوع مفصل دارای یک قالب پلاستیکی دو تکه و مقداری ماده رزین ریختگی میباشد و نوار عایق بندی و موف می باشند. مفصل های رزینی یکی از ایمن ترین عایق های کابل محسوب می شوند. برای اتصال دو سرکابل به یکدیگر، دو نوع مایع را با یکدیگر مخلوط می کنند که بعد از ۱۰ الی ۱۵ دقیقه مواد حاصل سخت میشود و ضد آب و ضد ضربه می گردد. به همین دلیل از این نوع مفصل بیشتر در زیر زمین و دریا استفاده می شود.

انواع مفصلهای رزینی

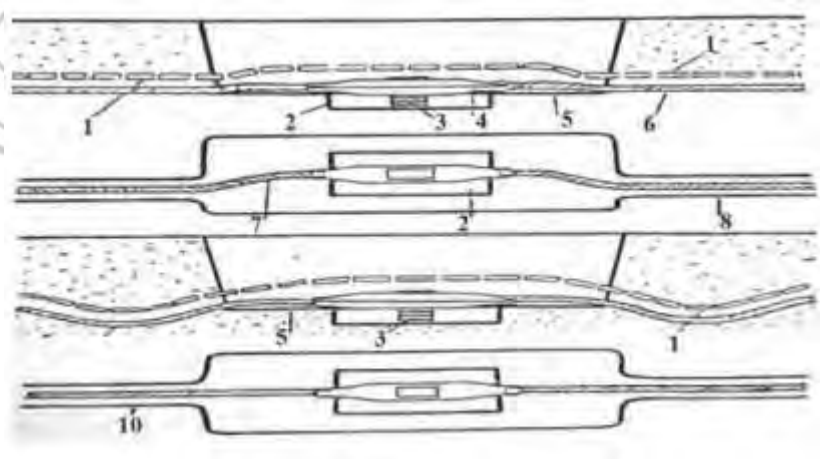
۱ـ مفصل های دوراهه

۲ـ مفصل های T شکل

۳ـ مفصل های Y شکل کابل

چگونگی نصب و قرار دادن مفصل در داخل کانال

قبل از اینکه مفصل را در داخل کانال، در زمین قرار دهیم باید زیر آن آجر گذاشته و مفصل را به صورت کاملا مستقیم و در جهت مسیر کابل بخوابانیم. سپس بر روی مفصل مقداری شن یا ماسه نرم ریخته و به منظور حفاظت بیشتر روی آن را آجر می چینیم. سپس روی آجر را نیز با خاک می پوشانیم. شکل زیر چگونگی نصب و قرار دادن مفصل را در کانال نشان میدهد.



۱ـ آجر جهت حفاظت

۲ـ چاله تورفتگی داخل زمین

۳ـ ستون نگهدارنده از آجر

۴ـ مفصل

۵ـ بعد از قرار دادن مفصل در این منطقه خاک را محکم بکوبید.

۶ـ کانال

۷ـ طول اضافی انحنای کابل

۸ ـ کانال کابل

۹ـ انحنا در جهت پایین

۱۰ـ کانال کابل

پودمان ۳

سیم پیچی ترانسفورماتور

مقدمه

ترانسفورماتورها مبدل هایی هستند، که انرژی الکتریکی را بدون تغییر نوع انرژی، با مقادیر مختلف در اختیار مصرف کننده قرار می دهند. این خصوصیت به مهندسین برق این امکان را می دهد تا وسایل الکتریکی را در انواع مختلف با جریان ها و ولتاژ های گوناگون طراحی کنند. بدین طریق در مواقعی که احتمال خطر برق گرفتگی وجود داشته باشد وسایلی را با ولتاژ کم طراحی کنند که خطر برق گرفتگی نداشته باشد. در مواقعی مانند "جوشکاری" که نیاز به جریان زیاد است، با تغییر در مقدار ولتاژ، می توان جریان زیادی برای جوشکاری فراهم کرد.

ترانسفورماتورها در انتقال توزیع انرژی الکتریکی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار هستند. معمولا در ابتدای خطوط ولتاژ افزایش داده میشود که به واسطه آن اولا : امکان انتقال را با ولتاژ بالا ممکن میسازند. ثانیا به دلیل افزایش ولتاژ جریان عبوری از خطوط انتقال کاهش یافته و درنتیجه تلفات خطوط انتقال بسیار کاهش می‌یابد. در انتهای خطوط که محل توزیع برق است با کاهش ولتاژ به اندازه ای که برای مصرف مناسب باشد، در نتیجه میزان جریان افزایش یافته و این امکان را فراهم می آورد تا جریان دهی به تعداد زیادی مصرف کننده افزایش یابد. ضمنا ترانسفورماتورها در موارد دیگری همچون صنعت خودروسازی، کوره های القایی، وسایل روشنایی و روشنایی های تزیینی، اندازه گیریها و حفاظت های الکتریکی بسیار مورد استفاده قرار میگیرند.

ساختمان ترانسفورماتورها

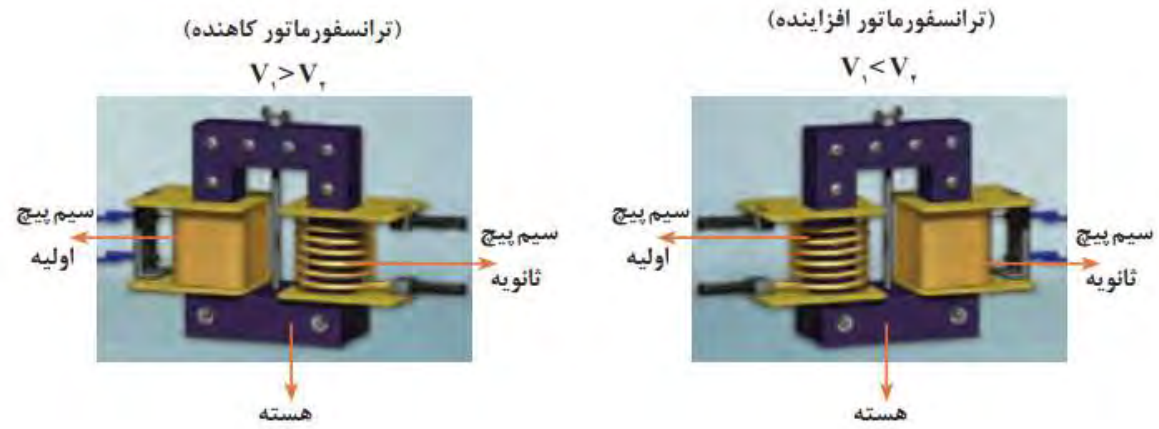
ترانسفورماتور از دو قسمت تشکیل شده است.

۱ـ هسته آهنی

۲ سیم پیچی

سیم پیچی ترانسفورماتورها در ساده ترین حالت به دو دسته تقسیم میشوند. به سیمپیچی که به ولتاژ ورودی متصل میشود اصطلاحا "سیم پیچی اولیه" و به سیم پیچی که از آن ولتاژ موردنظر (پس از عمل تبدیل ترانسفورماتور) به دست می آید "سیم پیچی ثانویه" گفته میشود. تمامی کمیتهای الکتریکی و فیزیکی اولیه با اندیس (۱ یا P) و کمیتهای ثانویه با اندیس (۲ یا S) نشان داده میشود.

با توجه به توضیحات داده شده پس میتوان نتیجه گرفت که ترانسفورماتورها به دو صورت تقسیم بندی میشوند.



القای مغناطیسی دو سیم پیچ

اگر دو سیم پیچ در مجاورت هم قرار بگیرد، چنانچه به یکی از آنها اولیه ولتاژ متناوب وصل شود، جریان متناوب متغیر در داخل سیم پیچ اولیه جاری می شود. این جریان، بر اساس قانون اورستد شار مغناطیسی متغیر تولید می‌کند و شار مغناطیسی متغیر، مدار خود را از درون و اطراف سیم پیچ اولیه می بندد.

اگر همه یا قسمتی از این شار از سیم پیچ دومی ثانویه عبور کند، به علت متغیر بودن شار، بر اساس قانون فاراده، در این سیم پیچ نیروی محرکه الکتریکی القا خواهد شد، که با آهنگ تغییر شار و تعداد دور سیم پیچ ثانویه متناسب خواهد بود. شار متغیر در سیم پیچ اولیه نیز، نیروی محرکه القا می‌کند. این نیروی محرکه براساس قانون لنز با عامل به وجود آورنده آن، یعنی تغییرات شار مخالفت می‌کند. علامت منفی در روابط ۱ـ۳ و ۲ـ۳ به خاطر قانون لنز است.

$$E_2 = -N_2 \frac{\Delta\varphi_2}{\Delta t} \qquad (۳_۱)$$

$$E_1 = -N_1 \frac{\Delta\varphi_1}{\Delta t} \qquad (۳_۲)$$

اساس کار ترانسفورماتورها

اگر سیم پیچ اولیه یک ترانسفورماتور، با جریان متناوب سینوسی تغذیه کند، جریان متناوب سینوسی در سیم پیچ اولیه برقرار میشود. این جریان بر اساس قانون اورستد شار مغناطیسی متغیری در سیم پیچ اولیه ایجاد می‌کند. به علت مقاومت مغناطیسی کم هسته، شار مغناطیسی، مدار خود را از طریق هسته میبندد. دو سیم پیچ اولیه و ثانویه ترانسفورماتور با شار متغیر ϕ مواجه میشوند. در سیم پیچ اولیه نیروی محرکه **E1** و در سیمپیچ ثانویه نیروی محرکه **E2** بر ساس قانون فارادی القا میشود.

$$E_1 = ۴/۴۴ \times f \times \varphi \times N_1 = ۴/۴۴ \times f \times B \times A \times N_1 \qquad (۳\text{-}۴)$$

$$E_2 = ۴/۴۴ \times f \times \varphi \times N_2 = ۴/۴۴ \times f \times B \times A \times N_2 \qquad (۳\text{-}۵)$$

کولیس

کولیس وسیله اندازه گیری، فاصله بین دو نقطه، با دقت اندازه گیری یک دهم میلی متر می باشد. کولیس از یک خطکش مدرج، یک ورنیه، دوفک بیرونی، دوفک درونی و یک تیغه تشکیل می شود.

وارنیش

معمولاً برای محکم کردن اتصال سیم های الکی با یکدیگر و یا اتصال سیم های الکی با سیم های افشان که از داخـل وسیله سیم پیچی شده مانند ترانسفورماتورها و الکتروموتورها خارج می شود از روش لحیم کاری استـفاده می شود. برای عایق کاری این نقاط اتصال از عایق های حرارتی به نام وارنیش ماکارونی استفاده می شود. در زمان سیم پیچی یک

طرف این روکش ها باید در داخل قرقره و زیر سیم پیچ ها قرار گرفته و محکم شود. وارنیشها به صورت لوله ای در قطر های مختلف و با طول های یک متر وجود دارند که می توان متناسب با ضخامت محل اتصال دو سیم شماره وارنیش را انتخاب کرد.

کاغذ پرشمان

کاغذهای عایقی الکتریکی هستند که از آنها در بین طبقات سیم پیچیها و روی سیم پیچیهای اولیه و ثانویه برای جدا کردن این سیم پیچیها از یکدیگر و همچنین حفاظت از سیم پیچی در مقابل ضربات خارجی استفاده میشود.

سرسیم

برای اتصال سیمهای ترانسفورماتور به شبکه یا مصرف کننده میتوان از سر سیم استفاده کرد.

ترانسفورماتور ایده آل

ترانسفورماتوری که تمام شار مغناطیسی تولید شده در سیم پیچ اولیه از سیم پیچ ثانویه عبور می کند ایده آل نامیده می شود. در این ترانسفورماتورها هیچ گونه تلفات وجود ندارد و راندمان آن صد در صد می باشد. این نوع ترانسفورماتورها یک تعریف ذهنی است و در عمل امکان دستیابی به چنین ترانسفورماتورهایی امکان پذیر نیست.

در ترانسفورماتورهای ایده آل به علت نادیده گرفتن مقاومت اهمی سیم پیچها و تلفات پراکندگی میتوان نوشت :

$$E_1 = V_1 \quad , \quad E_2 = V_2 \quad (۳-۴) \quad , \quad P_1 = P_2 \quad (۳-۵)$$

با توجه به روابط ۴ـ۳ و ۵ ـ۳ میتوان نوشت:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{۴/۴۴ \times f \times B \times A \times N_1}{۴/۴۴ \times f \times B \times A \times N_2} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad (۳-۶)$$

$$P_1 = V_2 \times I_1 \qquad P_2 = V_2 \times I_2 \qquad P_1 = P_2$$

$$V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} \qquad (۳-۷)$$

ولتاژ اتصال کوتاه

اگر سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور اتصال کوتاه شود، و از سیم پیچ اولیه ترانسفورماتور جریان نامی عبور کند، در این حالت ولتاژی که در اولیه ترانسفورماتور اعمال شده است ولتاژ اتصال کوتاه گفته و آن را با V_{SC} نشان میدهند. (**VShort Circuit**)

ولتاژ اتصال کوتاه نسبی

نسبت ولتاژ اتصال کوتاه به ولتاژ نامی اولیه را "ولتاژ اتصال کوتاه نسبی" میگویند و آن را با **UK** نشان میدهند. معمولا آن را به درصد بیان می کنند و یکی از مشخصات ترانسفورماتور میباشد و معمولا در پلاک ترانسفورماتور آورده میشود.

$$U_k\% = \frac{V_{SC}}{V_{1n}} \times ۱۰۰ \qquad (۳_۱۱)$$

ولتاژ اتصال کوتاه معیاری برای اندازهگیری مقدار امپدانس ترانسفورماتورها است. هرچقدر ولتاژ اتصال کوتاه بیشتر باشد امپدانس ترانسفورماتور زیادتر، تلفات آن بیشتر و راندمان کمتری دارد اما در مقابل اتصال کوتاه مقاومتر است.

محاسبات عملی ترانسفورماتورهای تک فاز

هسته های آهنی مورد استفاده در ترانسفورماتورها باید دو ویژگی بسیار مهم داشته باشند.

۱ـ داشتن حداقل تلفات هیسترزیس مربوط به جنس هسته می شود.

۲ـ داشتن حداقل تلفات فوکو مربوط به شکل هسته می شود.

تعیین قطر سیم مربوط به سیم پیچ اولیه و ثانویه

قطر سیم در سیم پیچ های ترانسفورماتور باید به گونه ای انتخاب شود، که حداقل بتواند اهداف زیر را برآورده کند.

الف_ حداقل تلفات مسی را داشته باشد.

ب_ حداقل وزن را داشته باشد.

ج_ جریان مدار را به راحتی تحمل کند.

با توجه به ویژگی های فوق پس میتوان نتیجه گرفت که قطر سیم متأثر از توان ترانسفورماتور و چگالی جریان می باشد.

چگالی جریان

چگالی جریان، بزرگی شدت جریانی است که هر میلی مترمربع از یک سیم، آن را تحمل می کند. واحد آن آمپر بر میلی مترمربع است و آن را با J نشان میدهند.

طراحی قرقره ترانسفورماتور تک فاز

سیم پیچهای هر ترانسفورماتور، ابتدا روی یک قرقره پیچیده میشود. پس از آماده شدن سیم پیچیها، ورقهای هسته در درون قرقره ها قرار داده میشوند. قرقره ها متناسب با ابعاد هسته انتخاب میشوند. این قرقره ها در توانهای پایین، ازمواد ترموپلاست به صورتیک پارچه درقالبهای استاندارد ساخته میشوند، یا از برش ومونتاژ کاغذهای برشمان درست میشوند. در توانهای بالا و دمای کار زیاد قرقره ها را از فیبرهای استخوانی می سازند. فیبرهای استخوانی از استحکام مکانیکی بالا برخوردارند ودماهای زیادی را تحمل می‌کنند.

اتو ترانسفورماتور

در مواردی که از ترانسفورماتور به عنوان وسیله ای حفاظت ترانسفورماتور جداکننده و ترانسفورماتور ولتاژ کم استفاده نمی شود یا اصولاً الزامی برای جدا بودن سیم پیچهای اولیه و ثانویه آن وجود ندارد، مانند ترانسفورماتورهای راه اندازی موتورهای آسنکرون میتوان از اتوترانسفورماتور استفاده کرد. به علت صرفه جویی در حجم آهن هسته و همچنین مقدار سیم مصرفی، به این ترانسفورماتورها، ترانسفورماتور صرفه ای نیز گفته می شود.

تفاوت ترانسفورماتورهای معمولی با اتوترانسفورماتور در این است که ترانسفورماتورهای معمولی دو سیم پیچ اولیه و ثانویه مجزا از یکدیگر دارند اما در اتوترانسفورماتور سیم پیچ مربوط به ولتاژ کمتر حذف شده است و به جای آن از قسمتی از سیم پیچ مربوط به ولتاژ بیشتر استفاده میشود.

تعیین دور سیم پیچ اولیه و ثانویه

برای محاسبه تعداد دور سیم پیچ های اولیه و ثانویه در اتوترانسفورماتورها مشابه ترانس های معمولی از همان روابط قبلی می توان استفاده کرد.

مثال : اتوترانسفورماتوری به مشخصات V110_V220 به جریان خروجی ۱۰ آمپر مورد نیاز است این دستگاه در شبکه با فرکانس ۵۰ هرتز کار می کند وهسته آن از جنس مرغوب با چگالی میدان ۱۲۰۰۰ گوس ساخته میشود، مراحل طراحی آن را انجام دهید.

$V_1 = ۲۲۰V \ , \ V_2 = ۱۱۰V \ , \ B_m = ۱۲۰۰۰Gs \ , \ f = ۵۰Hz$

حل:

$P_2 = V_2 \times I_2 = ۱۱۰ \times ۱۰ = ۱۱۰۰ \quad V.A$

$P_T = \frac{V_H - V_L}{V_H} \times P_2 = \frac{۲۲۰ - ۱۱۰}{۲۲۰} \times ۱۱۰۰ = ۵۵۰ \quad V.A$

$S = ۱/۲\sqrt{P_T} = ۱/۲\sqrt{۵۵۰} = ۲۸/۱۴ cm^2$

$N_V = \frac{۳۷/۵}{S} = \frac{۳۷/۵}{۲۸/۱۴} = ۱/۳۳۲$ دور بر ولت

$N_1 = V_1 \times N_V = ۲۲۰ \times ۱/۳۳۲ = ۲۹۳$ دور

پودمان ۴

سیم پیچی الکتروموتورهای سه فاز

مقدمه

موتورهای آسنکرون سه فاز القایی، بخش اعظم انرژی مکانیکی کارخانه ها و کارگاه های تولیدی را تأمین می‌کنند، بالابرها، آسیاب ها، تسمه نقاله ها، فن ها و نظایر آن از این دسته است، الکتروموتورها از دو جزء اصلی ساکن استاتور و متحرک رو تور تشکیل می شوند. این الکتروموتورها براساس تولید حوزه دوار مغناطیسی در سطح استاتور و القای جریان الکتریکی، در مفتول های روتور توسط حوزه دوار ایجاد شده با برق سه فاز، در سطح استاتور کار می‌کنند. در این الکتروموتورها جریان مفتول ها از طریق القای الکترومغناطیسی تأمین می شود، به این علت به آنها موتورهای القایی گفته می شود. برای تأمین جریان لازم است گردش روتور کمی به تأخیر افتد، تا تغییر شار مغناطیسی در مفتول ها امکان پذیر شود. لذا سرعت روتور کمی از سرعت حوزه دوار عقب می افتد به این علت به این الکتروموتورها، الکتروموتورهای آسنکرون غیر همزمان گفته می شود.

ساختمان داخلی موتورهای آسنکرون

قسمت متحرک یا رتور با یک فاصله هوایی کم توسط در پوشها و یاتاقان ها در درون قسمت ثابت یا استاتور نصب میشود.

استاتور

استاتور از ورقه های آهن سیلیس دار ساخته میشود (اصطالحاً به این نوع ورق ها دینامولبش گفته میشود). این ورقه ها وقتی روی هم قرار میگیرند، شیارهایی را پدید می ورند.

روتور

روتور موتورهای القایی از میله ها یا کلاف هایی از جنس مس یا آلومینیوم تشکیل میشود. این میله ها یا کلاف ها در داخل شیارهای ایجاد شده با ورقه های دینامولبش، قرارمیگیرد. میله ها یا کلاف های روتور وقتی در داخل تغییر شار مغناطیسی، میدان دوار استاتور قرار میگیرند. براساس قانون فارادی در آنها جریان القایی جاری میشود، به این علت، این موتورها را موتورهای القایی میگویند. از آنجایی که برای تغییر شار در مفتول های روتور الزم است تا اختالف سرعت بین میدان دوار و سرعت حرکت روتور وجود داشته باشد معمولاً سرعت روتور از سرعت میدان دوار کمتر است به همین دلیل به این موتورها آسنکرون غیر همزمان می گویند. در واقع روتور، قسمت القا شونده موتور آسنکرون است. روتورهای موتورهای القایی آسنکرون به صورت یک پارچه روتور قفسی یا روتور سیم پیچی شده روتور رینگی ساخته می شوند.

سرعت میدان دوار (سرعت سنکرون)

هنگام بررسی وضعیت قطبها، با تغییر موقعیت فازها مشخص شد که در یک سیکل کامل تغییرات هر فاز، قطبها یک دور کامل سطح استاتور را میپیمایند. با توجه به فرکانس جریان متناوب، که در هر ثانیه f سیکل کامل دارد، میدان مغناطیسی دوار نیز در هر ثانیه f بار سطح استاتور را خواهد پیمود. به عبارت دیگر سرعت گردش میدان مغناطیسی دوار با فرکانس f رابطه مستقیم دارد.

از طرف دیگر بین دو قطب متوالی S , N اختلاف فاز الکتریکی ۱۸۰ درجه الکتریکی وجود دارد اگر موتور دو قطب داشته باشد قطب های S , N در یک سیکل یک دور کامل سطح استاتور را می پیمایند و اگر موتور چهار قطب داشته باشد با وجود ۳۶۰ درجه الکتریکی قطب های S , N درسطح استاتور نیم دور یعنی ۱۸۰ درجه مکانیکی جابه‌جا می شوند و هر چه تعداد قطب ها بیشتر شود جابه‌جایی مکانیکی کمتر خواهد شد. به عبارت دیگر سرعت میدان مغناطیسی دوار با تعداد نصف قطب ها رابطه معکوس دارد.

اساس کارموتورهای آسنکرون

تصور کنید یک صفحه آلومینیومی قادر است حول محور خود گردش کند، این صفحه در داخل دو قطب مغناطیسی قرار داده شده و قطبهای مغناطیسی به گردش درآورده میشود. مشاهده می شود صفحه آلومینیومی، نیز به دنبال قطبها، ولی با سرعت کمتر از سرعت قطبها به گردش می آید.

سرعت کم صفحه آلومینیومی باعث می شود تا صفحه آلومینیومی با تغییر شار مغناطیسی مواجه شود و در آن جریان القا شود. جریان القا شده در صفحه آلومینیومی در میدان حوزه دوار گشتاور ایجاد نموده و صفحه حول محور خود به گردش درمی آید. پس میتوان نتیجه گرفت :

۱ـ جریان داخل صفحه آلومینیومی ازطریق القای مغناطیسی تأمین میشود به همین دلیل این موتورها را، موتورهای القایی می گویند.

۲ـ صفحه آلومینیومی لازم است اندکی از حوزه دوار عقب بیفتد تا با تغییر شار مواجه شود، در آن جریان القا شود بنابراین سرعت صفحه آلومینیومی با سرعت حوزه دوار برابر نیست به این نوع موتورها موتورهای آسنکرون غیر هم زمان می گویند.

سرعت لغزش

اختالف سرعت حوزه دوار (N_s) با سرعت روتور (N_r) را سرعت لغزش میگویند و با Δn نشان میدهند.

$$\Delta n = N_S - N_r$$

لغزش

نسبت سرعت لغزش به سرعت سنکرون را لغزش یا ضریب لنگی میگویند و آن را با S نشان داده و برحسب درصد بیان می کنند.

$$\%S = \frac{\Delta n}{N_S} \times ۱۰۰ = \frac{N_S - N_r}{N_S} \times ۱۰۰$$

خارج کردن و مونتاژ کردن قطعات الکتریکی و مکانیکی در موتور های الکتریکی

قطعات الکتریکی و مکانیکی ماشین های الکتریکی، بیشتر به سه طریق از هم جدا و سپس به همدیگر مونتاژ می شوند.

۱ـ روش گرم کردن

۲ـ روش بریدن سیم پیچ ها و پرچ ها

۳ـ روش پرس کردن

علامت گذاری قطعات هنگام پیاده کردن قطعات مکانیکی توصیه می شود، بهتر است بین قسمت های جدا شونده قسمت اصلی علامت گذاری شود تا در مونتاژ این قطعات با تطبیق علائم مشابه بین قسمت اصلی و قطعات جدا شده، سرعت عمل بالا رفته و از جایگذاری اشتباه قطعات جلوگیری شود برای علامت گذاری بیشتر از سنبه نشان استفاده می شود.

باز پیچی موتور

مرحله اول: باز کردن قطعات مکانیکی و آماده کردن استاتور

۱ـ ابتدا با پولی کش، پولی موتور را از محور جدا کنید

۲ـ بعد با سنبه در پوش بدنه را علامت گذاری کنید. سپس پیچ های موتور را با انتخاب آچار مناسب باز کرده و پس از باز کردن جعبه اتصالات با قلم درپوش ها را جدا کنید.

۳ـ قطعات بازشده را، در یک وان آب گرم قرار داده و آنها را کاملا شستوشو دهید. پس از بازکردن و شست و شوی قطعات، قطعات باز شده را جمع آوری کنید، مجموعه را تا وصل مجدد آنها، به استاتور، در یک محل امن قرار دهید، تا از آسیب دیدن قطعات و گم شدن آنها جلوگیری شود.

۴ـ در این مرحله باید با قلم و چکش سیم های داخل استاتور را از یک سمت ببرید تا آماده خارج شدن از داخل شیار باشد. در زمان ضربه به قلم دقت کنید تا نوک قلم به ورق دینامو‌بلش استاتور صدمه وارد نکند.

۵ـ برای خارج کردن راحت تر سیم پیچی و عایق روی شیارها، بهتر است استاتور را به مدت لازم در داخل کوره حرارتی قرار دهید یا اینکه آن را در داخل وان حلال لاک سیم پیچی غوطه ور کنید تا سیم ها و عایق های داخل استاتور نرم شده و به راحتی از داخل شیار خارج شوند.

۶ـ چون سیم پیچی گرم و انعطاف پذیر شده است.

۷ـ پس از خارج کردن عایق ها می توانید سیم پیچ های سوخته داخل موتور را داخل استاتور خارج کنید.

۸ـ برای سیم پیچی مجدد داخل استاتور لازم است تا داخل آن را به طور کامل تمیز کرد.

۹ـ در این مرحله باید اولاً : قطر سیم های خارج شده از استاتور را توسط میکرومتر اندازهگیری کرده و ثانیا تعداد دور یک بازو از پیچکی را شمارش نموده و سپس مقدار آنها را به پرونده موتور انتقال دهید.

۱۰ـ در این قسمت طول و قطر داخلی استاتور را اندازه گیری کرده و در شناسنامه موتور ثبت کنید.

۱۱ـ داخل شیار های استاتور را باید با کاغذ عایق کاغذ پرشمان یا پرسپان متناسب با ولتاژ فازی موتور انتخاب کرده و عایق بندی کنید.

۱۲ـ نحوه تهیه و جا زدن کاغذهای پرشمان.

۱۳ـ مطابق الگوی نشان داده شده در مرحله قبل باید برای تمامی شیارهای موتور عایق کاغذی کاغذ پرشمان را ساخته و در شیارها قرار دهید.

۱ـ تحت نظارت مربی خود موتور سیم پیچی شده ای را تحویل گرفته و براساس مراحل و نکاتی که فراگرفته اید سیم های سوخته را از داخل شیارها خارج کنید.

۲ـ استاتور الکتروموتور را تمیز کنید.

۳ـ با اندازه گیری طول و اندازه دهانه شیار عایق های کاغذی کاغذ پرشمان شیارهای موتور را با راهنمایی مربی خود بسازید.

۴ـ عایق تمامی شیارهای موتور را در شیارها جا زده و سپس روتور را در داخل آن جا زده و با دست یک دور بچرخانید تا در صورت تماس هر یک از عایق ها با روتور، آن را بررسی کرده و رفع عیب نمایید.

۵ـ موارد ایمنی مانند برخورد قلم و چکش به انگشتان دست، حفاظت دست از نوک سیم لاکی بریده شده و برس سیمی را به کار گیرید.

۶ـ مس فلز گرانبها و ارزشمند است برای بازیافت و برگشت مجدد سیم های لاکی مستعمل به صنعت، آنها را در یک مخزن جمع آوری کنید و به هیچ وجه دور نریزید.

مرحله ۲ : باز پیچی موتور

۱۴ـ در این مرحله باید اقدام به تهیه اندازه کلاف الگو برای تنظیم دستگاه کلاف پیچ نمود. به همین خاطر براساس اطلاعاتی که از روی سیم پیچی سوخته برداشته شده یا بر پایه محاسباتی که با آنها آشنا خواهیم شد گام سیم پیچی را مشخص کرده و به دست آورید. سپس از یک روش تجربی که توصیه شده است کمک بگیرید تا بین سیم اندازه و هسته دو انگشت فاصله باشد، ابتدا با سیم های مستعمل یک اندازه کلاف تهیه و در داخل شیارهای استاتور قرار دهید. با بررسی اندازه کلاف و کم یا زیاد کردن آن در صورت نیاز، اندازه کلاف مناسب برای تنظیم قالب را به دست آورید.

۱۵ـ پس از تهیه اندازه مناسب کلاف، باید قالب ها را به اندازه تهیه شده، بر روی دستگاه کلاف پیچ تنظیم کرده و سپس فک ها را با پیچ مهره روی بدنه محکم کنید تا تنظیم قالب ها به هم نخورد

۱۶ـ پس از مشخص شدن اندازه کلاف الگو و تنظیم کلاف پیچ می توانید اقدام به پیچیدن کلاف های موتور کنید. با توجه به تعداد دور شمارش شده، سیم پیچی و به تعداد q که در مورد آن صحبت خواهد شد باید اقدام به پیچیدن کلاف ها کنید.

نکته ایمنی

هنگام سیم پیچی باید دقت کنید که سیم ها به موازات یکدیگر پیچیده شوند و از روی هم عبور نکنند؛ چون در این صورت جا زدن آنها در داخل شیار دشوار است. علاوه بر این، احتمال ساییدگی سیم ها بر هم افزایش می یابد و در اثر از بین رفتن عایق، خطر اتصال کوتاه حلقه ها به یکدیگر نیز وجود دارد.

۱۷ـ پس از اتمام کار سیم پیچی کلاف ها باید بازوهای کلاف ها را، با نخ یا سیم های مستعمل بست تا در هنگام جا زدن بازوها در داخل شیارها، رشته سیم های کلاف باز نشده و مزاحمتی ایجاد نکنند.

۱۸ـ در این مرحله مهره کلاف پیچ را شل نموده و فک های کلاف پیچ را جمع کنید تا کلاف ها آزاد شوند سپس کلاف ها را به گونه ای تقسیم کنید که هر کلاف q پیچک داشته باشد و از کلاف پیچ جدا کنید.

۱۹ـ پس از سیم پیچی کلاف موتور مرحله جا زدن کلاف ها در شیارهای موتور است. جا زدن کلاف ها باید به ترتیب خاص و با حوصله و دقت کافی انجام شود تا سیم ها زخمی نشوند و کلاف ها در درون شیارها جای گیرند. برای این کار باید استاتور را بر روی یک پایه مناسب قرار دهیم. سپس یکی از کلاف ها را طوری در دست بگیریم که دو سر کلاف به طرف راست باشد.

۲۰ـ جا زدن کلاف های موتور را خود تا تکمیل شدن تمامی شیار ها باید ادامه داده و تمامی شیارهای استاتور را کامل کنید.

۲۱ـ هنگام جا زدن، با قرار دادن سیم ها در درون شیار استاتور، باید دقت داشت که یک یا چند حلقه از کلاف کشیده نشود یا به صورت متقاطع قرار نگیرد، زیرا در این صورت، علاوه بر اینکه زیبایی سیم پیچ از بین میرود، خطر پاره شدن یا اتصال کوتاه بین سیم ها نیز وجود دارد. در عین حال، زمان بیشتری صرف جا زدن بازو ها در داخل شیار خواهد شد.

۲۲ـ پس از جا زدن هر کلاف، برای اینکه برای کلاف های بعدی جا باشد و علاوه بر آن، در هنگام جا زدن و چرخیدن موتور نیز به سیم ها صدمه ای وارد نشود باید به کمک انگشتان شست و سبابه در دو محلی که کلاف از شیار خارج می شود، کلاف را به سمت خارج از استاتور فشار دهید تا کلاف در دو لبه شیار، تا خورده و فضای خالی مناسب برای کلاف های بعدی ایجاد شود.

۲۳ـ پس از جا زدن کلاف ها در شیارهای استاتور باید روی سیم ها را با عایق های کاغذی یا گوه چوبی که به فرم فضای داخلی شیار در آمده پوشانده شود تا سیم ها در داخل شیار موتور کاملا محکم شوند و از ارتعاش یا خارج شدن آنها جلوگیری شود

سیم پیچی دو طبقه

سیم پیچی دو طبقه مانند سیم پیچ یک طبقه با گام کامل و گام کسری اجرا میشود. اغلب موتورهای صنعتی به صورت دو طبقه با گام کسری اجرا میشود و این به خاطر مزایایی است که سیمپیچی دو طبقه با گام کسری دارد این مزایا را میتوان به صورت زیرطبقهبندی نمود.

۱ـ در سیم پیچی دو طبقه سیم های هر فاز در سطح استاتور به طور یکنواخت توزیع می شود.

۲ـ میدان مغناطیسی یکنواخت تر نسبت به سیم پیچی یک طبقه در سطح استاتور ایجاد میشود.

۳ـ تهویه سیم ها بهتر شده و موتور کمتر گرم می شود.

۴ـ با وجود میدان یکنواخت موتور نرمتر کار می کند و عمر موتور بیشتر می شود.

۵ ـ باکاهش دمای موتور، راندمان موتور افزایش می یابد.

۶ ـ با انتخاب کسری گام مناسب هارمونی مزاحم حذف شده و کارکرد موتور ملایم و لرزش های آن گرفته می شود.

پودمان ۵

سیم پیچی الکتروموتور تک فاز

مقدمه

الکتروموتورهای تک فاز برای تغذیه با منبع AC تک فاز طراحی و ساخته میشدند. این نوع از الکتروموتورها در وسایل الکتریکی مختلفی از قبیل ماشینهای مته، خیاطی، جاروبرقی، تهویه، خدمات خانگی، اداری، کارخانجات، فروشگاه ها، ماشینهای حسابگر، وسایل نقلیه فضایی، هواپیما و غیره استفاده میشود. اغلب موتورهای تک فاز با قدرت کسری از اسب بخار ساخته میشود. اندازه های بزرگتر ،۵/۱، ۲ ۳ و ۵ اسب بخار برای ولتاژهای ۱۱۵ و ۲۲۰ و حتی برای ۴۴۰ ولت در اندازه های ۵/۷ و ۱۰ اسب بخار نیز ساخته میشود. اصول کار موتورهای تک فاز اغلب براساس اصول القایی که در موتورهای سه فاز شرح داده شده استوار است.

اصولا مشخصه سرعت گشتاور، قیمت مناسب، سرویس آسانتر، کنترل دور و امکان تغییر جهت چرخش موتور تک فاز است که مصرف کننده را در انتخاب و خرید آن کمک مینماید.

ساختمان داخلی موتورهای تک فاز

ساختمان موتورهای تک فاز القایی مشابه موتورهای سه فاز القایی آسنکرون است با این تفاوت که برخی موتورهای تک فاز دارای ساختمان پیچیده تر و تأسیسات بیشتری هستند. ازجمله وسایل اضافی این موتورها می توان به کلیدهای گریز از مرکز، سیم پیچ استارت، خازن های راه انداز و تصحیح کننده ضریب قدرت اشاره کرد

انواع موتورهای تکفاز

موتورهای آسنکرون تک فاز را از دیدگاههای مختلف میتوان دستهبندی کرد که در اینجا یک نمونه آن بیان شده است.

الف) موتور القایی با فاز شکسته

ب) موتور تک فاز با خازن دائم کار

پ) موتور تک فاز با خازن راه انداز

ت) موتور دو خازنی (دائم کار و راه انداز)

ث) موتور اونیورسال

ج) موتور با قطب چاکدار

سیم پیچی موتورهای تک فاز طرح دو فاز

الکتروموتورهای تک فاز، با راهانداز دائم، به صورت طرح دوفاز، سیم پیچی می شوند. در این حالت نصف شیارها را سیم پیچ اصلی و نصف دیگر را، سیم پیچ راهانداز سیم پیچ کمکی اشغال می کند. سیم پیچ کمکی، یا سیم پیچ استارت با سیم پیچ اصلی، ۹۰ درجه الکتریکی، اختالف فاز دارد. برای سیم پیچی موتورهای تک فاز مانند موتورهای سه فاز، در سه مرحله باید آن را طراحی و ترسیم کرد.

۱ـ انجام محاسبات سیم پیچی

۲ـ تشکیل جدول سیم پیچی

۳ـ رسم دیاگرام و سربندی

لازم به ذکر است سیم پیچی موتورهای طرح دوفاز را به دو صورت گام کامل و گام کسری سیم پیچی میکنند که در این فصل به هر دو مورد اشاره شده است.

سیم پیچی موتور های تک فاز خازن دار

موتور های تک فاز با توان های کمتر از یک اسب بخار، بیشتر با راه انداز لحظه ای طراحی می شوند. سیم پیچ راه انداز این موتورها، پس از آنکه سرعت گردش موتور به ۷۵ ٪دور نامی میرسد توسط کلید های گریز از مرکز یا رله های مغناطیسی از منبع تغذیه گرفته می شوند و موتور با سیم پیچ اصلی بار را به گردش درمیآورد. چون نقش سیم پیچ استارت، در موتورهای تک فاز، راه اندازی موتور می باشد، زمان اتصال آن به شبکه برق، خیلی کوتاه است. ازطرف دیگر هر چقدر مقاومت اهمی سیم پیچ راه انداز بیشتر باشد، گشتاور راه اندازی زیاد خواهد بود. برای افزایش مقاومت سیم پیچ استارت، قطر سیم آن را کمتر در نظر می گیرند. در عمل قطر سیم استارت در محدوده ۴۰ الی ۶۰ درصد قطر سیم پیچ اصلی انتخاب میشود. در محاسبه تعداد دور سی مپیچ استارت ولتاژ را حدود ۲۰ ٪ کمتر از ولتاژ سیم اصلی در نظر میگیرند.این عوامل باعث می شود که سیم پیچ استارت نسبت به سیم پیچ اصلی آسیب پذیر تر باشد. بدین علت موتورهای تک فاز را متحدالمرکز سیم پیچی می کنند، سیم پیچ استارت را در روی سیم های اصلی در داخل شیارها قرار می دهند تا در صورت آسیب دیدن سیم پیچ بتوانند سیم پیچ استارت را تعویض کنند.

استاتورهای کولرهای آبی طراحی خاصی دارد، عمق شیار ها براساس مقدار سیمی که در خود جای میدهند، طرح میشود. در بعضی از شیارها، سه بازو یا دو بازو یا یک بازو قرارمیگیرد. بنابراین بعضی شیارها عمیق، نیمه عمیق وکم عمق هستند. لازم است شیار شروع صحیح انتخاب شود وگرنه سیم پیچی به نتیجه نخواهد رسید. یک ورق از مجموعه استاتور با عمق های متفاوت و شیار شروع در عمل برای انتخاب شیار شروع، طرف عمیق استاتور را به طرف بالا قرار می دهند. پوسته را آنچنان می چرخانند که پنجره ها به طرف سیمپیچ، و قسمت بدون پنجره، به طرف بیرون باشد. مطابق شیاری که در امتداد اولین پنجره سمت چپ قرار می گیرد. شیار شروع سیم بندی خواهد بود.

در سیم پیچی موتورهای تک فاز با استارت موقت، برای ایجاد گشتاور قوی و برقراری حوزه دوار، اختلاف فاز الکتریکی سیم پیچ اصلی و استارت را، از نظر موقعیت مکانی، ۹۰ درجه الکتریکی درنظر میگیرند. در عمل برای تأمین اختلاف فاز مناسب بین سیم پیچ های اصلی و استارت روش های متفاوتی وجود دارد. از این لحاظ موتورهای تک فاز را، طبقه بندی می کنند. در تعدادی از موتورهای تک فاز برای ایجاد اختلاف فاز بیشتر بین ولتاژ و جریان سیم پیچی۵های اصلی و کمکی از خازن در مسیر سیم پیچ کمکی به صورت سری استفاده می شود که این کار معمولاً درقالب سه شکل انجام می شود.

خازن ها، در انواع دینامیکی و الکترولیتی، در راه اندازی موتورهای تک فاز ، به کار گرفته میشوند. خازن های الکترولیتی، در راه انداز های لحظه ای، کاربرد دارند. این خازن ها در ظرفیت های تا ۲۰۰ میکروفاراد، مورد استفاده قرار می گیرند.

الف_ موتور تک فاز با خازن دائم کار

در موتورهای تک فاز، با راه اندازی دائم، از خازن های دینامیکی، که به خازن های خشک نیز، معروف هستند، استفاده می شود. ظرفیت این خازن ها، تقریباً یک سوم خازن های الکترولیتی می باشند.

ب_ موتور تک فاز با خازن راه انداز

در موتورهای تک فاز با راهانداز خازنی، که سیم پیچ راه انداز موقت نام دارند از خازن های الکترولیتی استفاده می شود که اغلب دارای ظرفیت زیادی هستند تا در شروع راه اندازی اختلاف فاز لازم را برای گردش موتور را ایجاد کنند.

پ_ موتور تک فاز با خازن راهانداز و دائم کار موتورهای دوخازنی

در بعضی از موتورها، از هر دو نوع خازن، خشک و الکترولیتی استفاده می شود. خازن الکترولیتی پس از راه اندازی، توسط کلید گریز از مرکز از مدار الکتریکی، خارج می شود و خازن دائم کار دینامیکی تا زمانی که موتور کار می کند در مدار باقی خواهد ماند.

سیم پیچی موتورهای تک فاز دوسرعته با یک سیم پیچ راه انداز

در موتورهای دوسرعته با یک سیم پیچ راه انداز، عملکرد کلید گریز از مرکز روی کلید تبدیل، موجب حذف سیم پیچ راه انداز میشود. به علت اهمیت کلید تبدیل و کارایی عمده آن در صنعت موتور کولرهای آبی، ساختمان و عملکرد این کلید، در چند مدار الکتریکی بررسی میشود

ایران عرضه
فروشگاه کالاهای دانلودی
IRANARZE.IR

ایران عرضه

مرجع نمونه سوالات

آزمون های استخدامی

به همراه پاسخنامه تشریحی

خدمات ایران عرضه:

- ارائه اصل سوالات آزمون های استخدامی
- پاسخنامه های تشریحی سوالات
- جزوات و درسنامه های آموزشی

برای دانلود رایگان جدیدترین سوالات استخدامی هنرآموز برق، اینجا بزنید

برای دانلود رایگان مرجع این جزوه، کتاب کابل کشی و سیم پیچی ماشین های الکتریکی یازدهم اینجا بزنید

« انتشار یا استفاده غیر تجاری از این فایل، بدون حذف لوگوی ایران عرضه، مجاز می باشد »

@iranarze

@iranarze