بسم الله الرحمن الرحیم

راهنمای هنرآموز

طراحی سیم‌کشی و ماشین‌های الکتریکی

رشتهٔ الکترونیک و مخابرات دریایی

گروه برق و رایانه

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ یازدهم دورهٔ دوم متوسطه

۱۳۹۶

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: راهنمای هنرآموز طراحی سیم‌کشی و ماشین‌های الکتریکی- ۲۱۱۸۷۸

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: افشار بهمنی، محمدرضا پالوج، مصطفی ربیعی، علی سلیمان اوغلی، محمدعلی علی نژاد، ایمان کفاشان، علی حسین کولیوند، علیرضا محسنیان، عباس محمدی، غلامرضا ناطقیان (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
محمدرضا پالوج، مصطفی ربیعی، علی سلیمان اوغلی، محمدعلی علی نژاد، ایمان کفاشان، عباس محمدی (اعضای گروه تألیف)

مدیریت آماده سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده سازی:

نشانی سازمان: تهران- خیابان ایرانشهر شمالی- ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹- ۸۸۸۳۱۱۶۱، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.irtextbook.ir و wwwchap.sch.ir

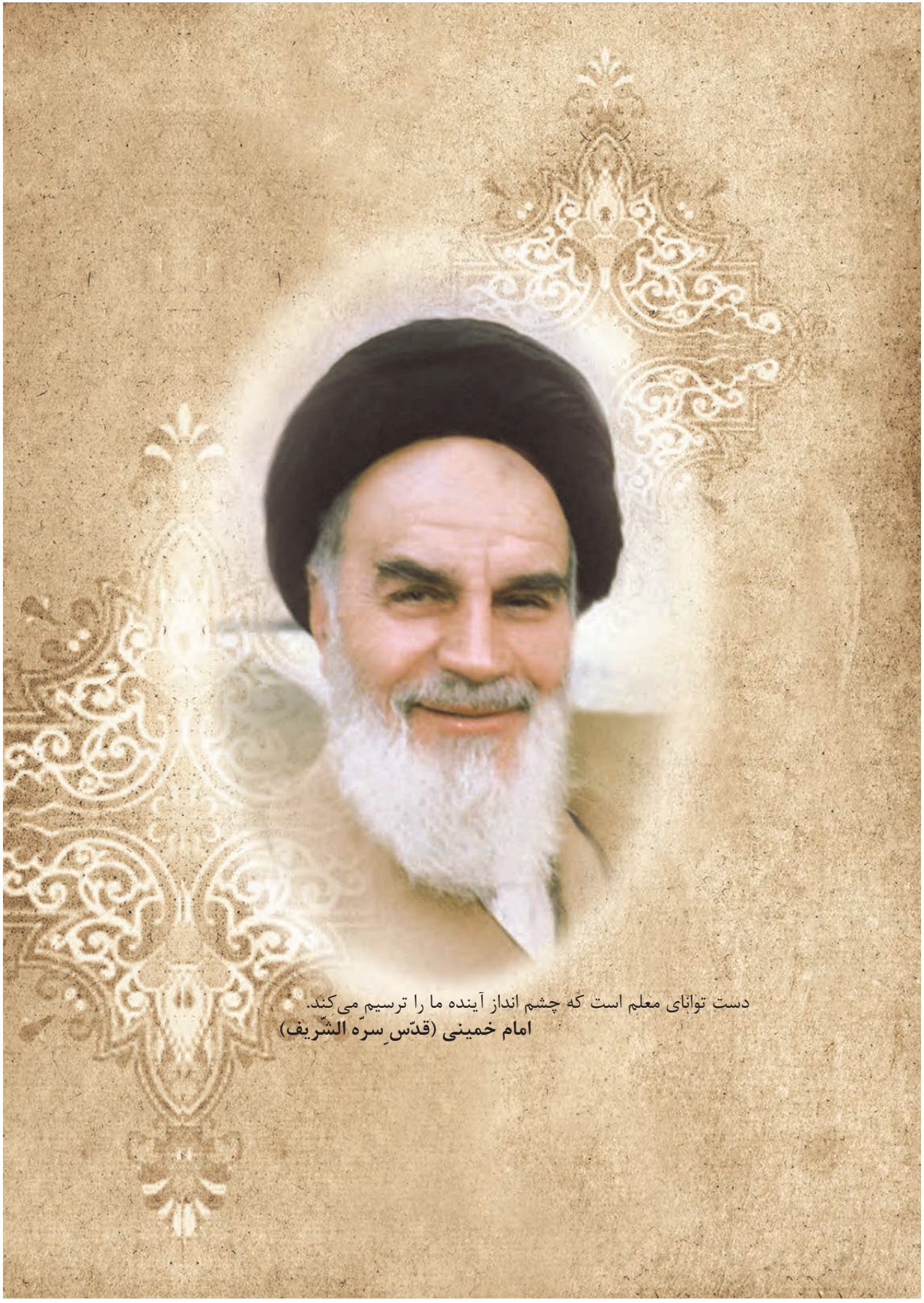
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران: تهران- کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج- خیابان ۶۱ (داروپخش) **تلفن:** ۵- ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰،
صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اوّل ۱۳۹۶

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزرات آموزش و پرورش است و هر گونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک: ۹۷۸_ ۹۶۴ _ ۰۵ _۲۹۲۷_۰ ISBN: 978-964-05-2927-0



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می‌کند.
امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

فهرست

پودمان ۱: سیم و سیم‌کشی ۱
ارزشیابی شایستگی سیم و سیم‌کشی ۴۱
پودمان ۲: ماشین‌های الکتریکی ۴۳
ارزشیابی شایستگی ماشین‌های الکتریکی ۸۹
پودمان ۳: کاربری اجزای شبکه‌های سه‌فاز ۹۱
ارزشیابی شایستگی کاربری اجزای شبکه‌های سه‌فاز ۱۲۸
پودمان ۴: راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز ۱۲۹
ارزشیابی شایستگی راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه‌فاز ۱۵۷
پودمان ۵: سیستم‌های برق شناور ۱۵۹
ارزشیابی شایستگی سیستم‌های برق شناور ۱۹۷

سخنی با هنرآموزان گرامی

پودمان ۱

سیم و سیم‌کشی

در اکثر قریب به اتفاق کشتی‌ها از برق متناوب ۴۴۰ ولت، ۶۰ سیکل، سه فاز یا برق متناوب ۳۸۰ ولت، ۵۰ سیکل، سه فاز برای تأمین نیروی مورد نیاز دستگاه‌های برقی استفاده می‌شود. خدمات برقی عمومی که در تمام کشتی‌ها وجود دارد، شامل راه اندازی پمپ‌ها، هواکش‌ها، دواره‌های عرشه، جرثقیل‌ها، موتورسکان، تبرید وتهویه مطبوع، تجهیزات آشپزخانه، روشنایی، جایر و رادار سطحی است. کشتی‌های جنگی تجهیزات پیشرفته ای مانند رادار هوایی، سیستم هدایت تیر و سونار دارند که با برق کار می‌کنند

شبکه برق شامل مولدهای برق، تابلوهای کلیدها، کانورتورها، قطع کننده‌های مدار، فیوزها و ... می‌شود. نیروی برق به تابلوی اصلی کلیدها می‌رسد و از آن جا به بخش‌های مختلف توزیع می‌شود

قدرت مولدها با توجه به قدرت مورد نیاز شبکه برق کشی تعیین می‌شود. کشتی‌های مسافربری بزرگ، سه الی چهار مولد به قدرت ۲ مگا وات یا بیشتر دارند تا از عهدهٔ خدمات وسیع رفاهی کشتی، که خدمات هتل نامیده می‌شود، برآیند. یک کشتی تجاری باربری ممکن است دارای دو دستگاه مولد اصلی باشدکه تا ۳۵۰ الی ۱۰۰۰ کیلو وات برق تولید کنند. این مقدار برق برای مصارف دستگاه‌های موتورخانه در دریانوردی و جرثقیل‌ها و ماشین آلات عرشه در بنادر کافی است. ممکن است در این گونه مواقع بسیاری از خدمات رفاهی قابل بهره برداری نباشند.

استاندارد عملکرد

پس ازاتمام این واحد یادگیری، هنرجویان قادرمی‌شوند انواع سیم‌های مفتولی وافشان را (ضمن شناسایی سطح مقطع آنها) تشخیص دهند. و همگی را با انواع سرسیم‌ها سربندی کنند. و سطح مقطع آنها را محاسبه کنند.و همچنین انواع کابل را برای کابل کشی وتفاوت کابل‌های دریایی با دیگر کابل‌ها را تشخیص دهند و انواع اتصالات مختلف را باکابل شو اجرا کنند. وهمچنین قادر می‌شوند طراحی و نصب انواع کلیدها، پریزها و مدارات روشنایی را، چه در داخل ساختمان چه در روی شناور، انجام دهند و در پایان، علاوه برتشخیص اجزای نقشه، قادر می‌شوند قسمت‌های مختلف پلان روشنایی وپریزیک واحد مسکونی و شناور را نقشه‌خوانی کنند.

سؤالات پیشنهادی

۱- انواع سیم‌ها و کابل‌ها را تعریف کنید و کاربرد هر کدام را بنویسد.
۲- سیم مفتولی با سیم افشان چه تفاوتی دارد؟
۳- سیم‌ها و کابل‌ها به یکدیگر چگونه به یکدیگر متصل می‌شوند؟
۴- قطع شدن تعدادی از رشته‌های سیم افشان به هنگام روکش‌برداری غیرمعمولی چه عواقبی خواهد داشت؟
۵- هنگام انتخاب سیم به چه نکاتی باید دقت کرد ؟
۶- دلایل منع استفاده از سیم افشان درسیم کشی را بنویسید. در چه صورتی استفاده از آن مجاز است؟
۷- استفاده صحیح از ابزار چه اندازه در کیفیت سیم‌کشی شناورها مؤثر است؟
۸- نصب گلند به کابل و تابلو چه مراحلی دارند؟
۹- سیم ارت چه نقشی در سیم‌کشی برق ساختمان دارد ؟
۱۰- طراحی مدارهای الکتریکی چگونه انجام می‌شود؟
۱۱- انواع مدارات الکتریکی را شناسایی و مدارات آنها را اجرا کنید
۱۲- نصب تجهیزات سیم‌کشی چگونه انجام می‌شود؟
۱۳- انواع لامپ‌ها را با یکدیگر مقایسه کنید ؟
۱۴- نقشه خوانی یک پلان به چه صورت انجام می‌شود؟
۱۵- کاربرد نقشه روشنایی چیست؟
۱۶- پلان روشنایی شناورو ساختمان چه کمکی به برقکار می‌کند؟
۱۷- اجزای تابلو توزیع برق یک واحد مسکونی و شناور را نام ببرید و توضیح دهید.

بررسی سیم و کابل

مقدمه:

با توجه به اهمیت انتقال انرژی و مبادله داده‌ها واطلاعات در عصر حاضر، شناخت محیط‌های مختلف برای انتقال داده و انرژی نیز بسیار اهمیت دارد.

محیط‌های گوناگونی از قبیل امواج رادیویی مایکروویو، کابل‌های نوری و کابل‌های کواکسیال و ... زمینه‌هایی برای انتقال داده‌هاست.

دراین میان گاهی اوقات برای اتصال نقاط به یکدیگر از کابل‌های نوری زیردریایی استفاده می‌شود.

در موارد خاصی به شرح زیر، از کابل‌های زیر دریا (زیر آب) برای انتقال انرژی الکتریکی استفاده می‌شود:

۱- اتصال یک جزیره به شبکه برق کشور؛

شکل ۱

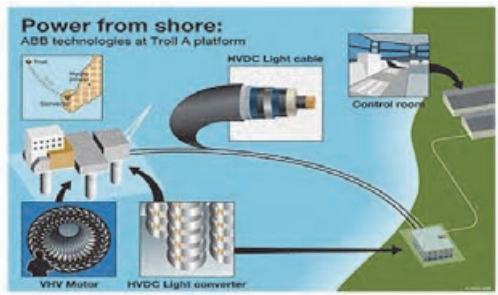
۲- اتصال دو جزیره مجاور؛

شکل ۲

۳- انتقال برق تولیدی حاصل از نیروگاه‌های بادی دریایی؛

شکل ۳

۴- اتصال سکوهای نفتی و حفاری مستقل در دریا به همدیگر یا به خشکی؛



شکل ۴

۵- انتقال برق برای مصارف ربات‌های زیر آبی و نورپردازی زیر آب؛
۶- انتقال برق در نیروگاه‌های آبی که دارای ژنراتورهای مستقر در محفظه‌ای در زیر آب هستند.
شکل ۵ نمایی از کابل‌های زیر دریایی فیبر نوری را در منطقه خاورمیانه نشان می‌دهد.

شکل ۵

سیم در سیم‌کشی ساختمان و شناورها ارتباط الکتریکی بین تجهیزات الکتریکی را برقرار می سازد. انتخاب سیم مطابق استاندارد و جداول مربوطه است. سیم‌ها در انواع سیم مفتولی، سیم افشان و سیم رشته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تحقیق کنید

در مورد تفاوت کاربردی سیم‌های مفتولی و افشان تحقیق کنید.

سیم‌های مفتولی

هادی این نوع سیم‌ها از مس استاندارد شده با پوششی از ماده پی وی سی است. ولتاژ اسمی سیم، ۴۵۰/۷۵۰ ولت است و برای جریان‌های مختلف، با سطح مقطع‌های ۱/۵ تا mm^2 ۲۴۰ ساخته می شود. این سیم برای مصرف در تابلوهای برق و تأسیساتی که به طور ثابت نصب می‌شوند، در نقاط خشک، در داخل لوله، روی دیوار، داخل دیوار و خارج از آن (با استفاده از مقره) کاربرد دارد و استفاده ازآن در داخل دیوار به طور مستقیم مجاز نیست. در جدول زیر مشخصات سیم-های مفتولی نشان داده شده است.

وزن تقریبی	حداکثرمقاومت هادی در ۲۰ °c	حداقل دمای مقاومت عایقی در ۷۰ °c	میانگین قطر خارجی		ضخامت عایق	گروه هادی	سطح مقطع نامی هادی
Kg/km	Ω/km	MΩ/km	حد بالا mm	حد پایین mm	mm		mm^2
۸	۳۶	۰/۰۱۵۰	۲/۳	۱/۹	۰/۶	۱	۰/۵
۱۱	۲۴/۵	۰/۰۱۲۰	۲/۵	۲/۱	۰/۶	۱	۰/۷۵
۱۴	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۲/۷	۲/۲	۰/۶	۱	۱
۲۰	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۳/۲	۲/۶	۰/۷	۱	۱/۵
۲۲	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۴	۲/۸	۰/۷	۲	۱/۵
۳۱	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۹	۳/۲	۰/۸	۱	۲/۵
۳۳	۷/۴۱	۰/۰۰۹۰	۴/۰	۳/۳	۰/۸	۲	۲/۵
۴۶	۴/۶۱	۰/۰۰۸۵	۴/۴	۳/۶	۰/۸	۱	۴
۴۸	۴/۶۱	۰/۰۰۷۷	۴/۶	۳/۸	۰/۸	۲	۴
۶۶	۳/۰۸	۰/۰۰۷۰	۵/۰	۴/۱	۰/۸	۱	۶
۶۹	۳/۰۸	۰/۰۰۶۵	۵/۲	۴/۳	۰/۸	۲	۶
۱۰۵	۱/۸۳	۰/۰۰۷۰	۶/۴	۵/۳	۱/۰	۱	۱۰
۱۱۰	۱/۸۳	۰/۰۰۶۵	۶/۸	۵/۷	۱/۰	۲	۱۰

سیم‌های افشان

ساختمان این نوع سیم مانند سیم‌های مفتولی و نیمه افشان است. ولتاژ اسمی آن ۳۰۰/۵۰۰ولت و قابلیت انعطافش نسبت به سیم‌های نیمه افشان بیش‌تر است. در جدول زیر مشخصات سیم‌های افشان نشان داده شده است.

مشخصات سیم‌های افشان

وزن تقریبی	حداکثر مقاومت هادی در ۲۰°C	حداقل مقاومت عایقی در ۷۰°C	میانگین قطرخارجی		ضخامت عایق	سطح مقطع نامی هادی
KG/KM	Ω/km	MΩ/km	حدبالا mm	حدپایین mm	mm	mm^2
۹	۳۹	۰/۰۱۳۰	۲/۵	۲/۱	۰/۶	۰/۵
۱۱	۲۶	۰/۰۱۱۰	۲/۷	۲/۲	۰/۶	۰/۷۵
۱۴	۱۹/۵	۰/۰۱۰۰	۲/۸	۲/۴	۰/۶	۱
۲۰	۱۳/۳	۰/۰۱۰۰	۳/۴	۲/۸	۰/۷	۱/۵
۳۲	۷/۹۸	۰/۰۰۹۰	۴/۱	۳/۴	۰/۸	۲/۵
۴۷	۴/۹۵	۰/۰۰۷۰	۴/۸	۳/۹	۰/۸	۴
۶۷	۳/۳۰	۰/۰۰۶۰	۵/۳	۴/۴	۰/۸	۶
۱۱۳	۱/۹۱	۰/۰۰۵۶	۶/۸	۵/۷	۱/۰	۱۰

تعیین سطح مقطع سیم

برای مقایسه مقدار مقاومت و اندازه فیزیکی یک هادی با هادی دیگر به واحد استاندارد نیاز است. برای اندازه گیری قطر یک سیم میلی‌متر و برای طول آن متر واحدمناسبی است.

استاندارد سطح مقطع سیم ها به میلی‌متر مربع است و ازآن برای شماره‌گذاری سیم‌های روکش د ار استفاده می‌شود. مثلا سیم شماره یک و نیم به معنی آن است که سطح مقطع سیم ۱/۵ میلی‌متر مربع است.

پرسش کلاسی

با توجه به جدول ۳ کتاب درسی، سیم با سطح مقطع mm^2 ۲۵به طول m ۲۰۰حداکثر چه جریانی را از خود عبور می دهد؟

پاسخ:

حداکثر جریان ۶۲ آمپر را از خود عبور می‌دهد.

رنگ عایق‌های سیم

رنگ عایق‌های سیم و کابل

۱- هادی نول (n): اگر مداری شامل نول باشد، عایق آن باید با رنگ آبی مشخص شود (ترجیحاً آبی روشن) و از رنگ آبی روشن نباید برای هیچ یک از هادی‌های دیگر استفاده گردد.

۲- هادی حفاظتی (pe): رنگ زرد / سبز همواره برای شناسایی هادی حفاظتی به کار می‌رود.

۳- هادی حفاظتی خنثی(pen): این هادی دارای دو عملکرد هادی pe_(زمین حفاظتی protective Earth) و n(نول) را دارا است.

معمولاً از این هادی در مسافت بین پست های توزیع تا انشعابات برق استفاده می‌شود. در آنجا هادی‌های pe و n از هم جدا می‌شوند (سیستم tn-c-s).

عایق هادی penیا بارنگ‌های زرد/سبز در امتداد آنها به همراه علامت‌های آبی در دو انتها مشخص می‌شود، یا آنها را با آبی روشن مشخص می‌کنند و در دو انتها از علامت زرد/سبز استفاده می‌شود.

مطابق مبحث ۱۳، رنگ عایق هادی‌های مدارهای توزیع نیرو به شرح زیر است:

- قهوه ای و سیاه برای تشخیص فازها در کابل‌ها (در ۳ فاز دو قهوه ای و یک سیاه یا دو سیاه و یک قهوه ای)؛
- سیاه، زرد و قرمز برای تشخیص فازها (در مدارهای متشکل از هادی‌های تک رشته‌ای)؛
- آبی کم رنگ برای تشخیص هادی خنثی (n) درهمه موارد؛
- سبز و زرد (راه راه) برای تشخیص هادی حفاظتی (pe) در همه موارد.

جدول زیررنگ بندی عایق سیم‌ها را مطابق با استاندارد VDE و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نشان می‌دهد.

برای شناسائی رنگ عایق سیم‌های کابل، جهت هماهنگ سازی از علامت‌گذاری جدید روی کابل‌ها استفاده می‌کنند (در جدول‌های زیر این کدها آمده است). هسته‌های رنگی باید به صورت زیر مورد استفاده قرار گیرد. از سبز_زرد باید همواره به عنوان هادی حفاظتی استفاده شود. از این هسته در هیچ کاربرد دیگری نباید استفاده گردد. از هسته آبی به عنوان هادی خنثی استفاده می‌شود. از این هسته می‌توان مطابق نیاز استفاده نمود، اما نه به عنوان هادی حفاظتی. اگر کابل مربوطه به منبع تغذیه سیستم‌های مخابراتی باشد از هسته سبز_زرد باید به طور مشخص به عنوان هادی حفاظتی استفاده شود.

کابل‌هایی بدون هسته سبز – زرد	کابل هایی با هسته سبز – زرد	تعداد هسته‌ها
کابل‌هایی برای تاسیسات ثابت		
سیاه	سبز – زرد	۱
سیاه، آبی	سبز – زرد، سیاه	۲
سیاه، آبی، قهوه ای	سبز – زرد، سیاه، آبی	۳
سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه	سبز – زرد، سیاه، آبی، قهوه ای	۴
سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه، سیاه	سبز – زرد، سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه	۵
سیاه و شماره دار	سبز – زرد، هسته های اضافی سیاه و شماره دار	۶ و بالاتر
کابل‌های قابل انعطاف		
سیاه	-	۱
سیاه، آبی	-	۲
سیاه، آبی، قهوه ای	سبز – زرد، سیاه، آبی	۳
سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه	سبز – زرد، سیاه، آبی، قهوه ای	۴
سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه، سیاه	سبز – زرد، سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه	۵
سیاه و شماره دار	سبز – زرد، هسته‌های اضافی سیاه و شماره دار	۶ و بالاتر

علامت گذاری جدید DIN VDE 0293	علامت گذاری قدیمی DIN 47 002	رنگ
BK	Sw	سیاه
BN	br	قهوه ای
RD	rt	قرمز
OG	Or	نارنجی
YE	ge	زرد
GN	gn	سبز
BU	Bl	آبی
BT	vi	بنفش
GY	gr	خاکستری
WH	Ws	سفید
PK	rs	صورتی
TQ	tk	فیروزه ای

فعالیت کارگاهی

در کارگاه، هر گروه انواع سیم‌ها را از نظر سطح مقطع و رنگ و نوع سیم(مفتولی و افشان و رشته‌ای) شناسایی کنید.

کابل (Cable)

انتقال انرژی الکتریکی به روش‌های زیر انجام می‌شود:
۱- سیم (Wire) ۲- کابل (Cable) ۳- باسداکت (Bus Duct) ۴- باسبار(شینه)
سیم (Wire) به هادی‌ای اطلاق می‌شود که تک رشته باشد (با روکش یا بدون روکش).
معمولاً به هادی روکش دار تک رشته با مقطع ۱۰میلی‌متر مربع واژه "سیم" اطلاق می‌شود. و از مقطع ۱۶میلی‌متر مربع به بالا "کابل" گفته می‌شود. تحمل عایق کابل از سیم بیشتر است.

- هادی‌های تک رشته بدون روکش در هر مقطعی سیم نام دارد. (مثلاًسیم نمره ۴یا سیم هوائی نمره۱۲۰میلی‌متر مربع).
- عایق بندی سیم‌ها می‌تواند از نوع PVC یا پلی اتیلن(PE) باشد. طبق مبحث ۱۳عایق سیم‌ها باید از نوع PVC باشد.
- هادی مورد استفاده در سیم وکابل‌های برق از نوع افشان ومعمولی است.
- جنس هادی سیم‌ها و کابل‌ها از مس (CU) یا آلومینیوم (AL) است. (طبق مبحث ۱۳هادی سیم ها باید از نوع مسی باشد).

عوامل مؤثر در انتخاب سیم و کابل			
۱	ولتاژنامی	۵	تحمل فشار مکانیکی
۲	حداکثر افت ولتازمجاز	۶	شرایط محیطی (دما- رطوبت و ...) و همجواری
۳	ظرفیت جریان دهی هادی	۷	شرایط نصب (نحوع نصب)
۴	تحمل جریان اتصال کوتاه	۸	تنش‌های الکترومکانیکی ناشی از اتصال کوتاه

مقاطع استاندارد هادی سیم و کابل بر حسب میلی‌متر مربع به شرح زیر است:
۰/۵-۰/۷۵-۱-۱/۵-۲/۵-۴-۶-۱۰-۱۶-۲۵-۳۵-۵۰-۷۰-۹۵-۱۲۰-۱۵۰-۱۸۵-۲۴۰-۳۰۰-۴۰۰-۵۰۰
معمولاً مقاطع بزرگ‌تر از ۳۰۰ میلی‌مترمربع به‌صورت سفارشی ساخته می‌شوند.

سیم‌های مورد استفاده در تأسیسات برقی ساختمان

ردیف	نوع سیم	کاربرد
۱	NYA (مفتولی) سیم	این نوع سیم با ولتاژ نامی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی مفتولی از جنس مس نرم شده است که با ماده "پی وی سی" به رنگ‌های مختلف پوشیده می‌شود. این‌گونه سیم‌ها در تابلوهای برق و تأسیسات نصب ثابت در محیط‌های خشک، در داخل لوله، روی دیوار یا داخل آن به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست
۲	سیم NYAF (افشان)	این نوع سیم با ولتاژ نامی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی افشان از مس نرم شده با پوشش پی وی سی به رنگ‌های مختلف است و در تأسیسات نصب ثابت در محیط‌های خشک در داخل لوله به‌صورت روکار یا توکار به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست.
۳	سیم NYAB (نیمه افشان)	این نوع سیم با ولتاژ نامی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی رشته ای (نیمه افشان) از مس نرم شده با پوشش "پی وی سی" به رنگ‌های مختلف است و در تأسیسات نصب ثابت در محیط‌های خشک در داخل لوله به صورت روکار یا توکار به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست. سیم نوع NYAB نسبت به نوع NYA دارای نرمش بیشتری است

کابل‌های هوایی

کابل‌هایی که به صورت رو کار روی دیوار، سقف یا سینی کار نصب می‌شوند، عبارت‌اند از: هادی مسی، عایق پی وی سی و پلی اتیلن، ماده پررنگ‌کننده برای شکل دهی کابل، غلاف نهایی پی وی سی یا غلاف زره گالوانیزه، غلاف سربی و غلاف سیمی.

کابل‌هایی که به صورت هوایی بین دوتیر نصب می شوند عبارت‌اند از: هادی مسی، عایق پی وی سی و پلی اتیلن، ماده پر کننده و غلاف نهایی پی وی سی و سیم مهار (بکسل) از فولاد گالوانیزه برای نگهداری کابل.

اصول و روش‌های نصب کابل‌های هوایی

حداقل فاصله بین کابل‌های هم ولتاژ باید به اندازه قطر کابل ضخیم تر مجاور در نظر گرفته شود. در صورتی که ولتاژ کابل‌های موازی متفاوت باشد حداقل فاصله بین دو کابل مجاور باید ۳۰سانتی‌متر باشد. در موقع نصب یا کشیدن کابل تنش و کشش باید برروی هادی‌ها وارد شود نه بر پوشش خارجی آن. برای نصب یک

رشته کار در دیواریا سقف باید از بست‌های کائوچویی دوتکه‌ای مخصوص کابل استفاده شود و حداقل فاصله کابل از دیوار دو سانتی‌متر در نظر گرفته شود. فاصله کابل‌ها از یک دیگر حداقل دو برابر قطر کابل باشد.
نصب کابل روی سقف کاذب مجاز نیست و باید زیر سقف اصلی ساختمان نصب گردد.
سینی کابل باید از ورق آهنی گالوانیزه مشبک به ضخامت حداقل ۱/۵ میلی‌متر ساخته شود.
فاصله بست‌ها برای نصب کابل‌های افقی نباید از مقادیر زیر بیشتر گردد:
برای کابل‌های بدون زره فلزی ۲۰D
برای کابل‌های با زره فلزی ۳۵D
D اندازه قطر خارجی کابل است. در صورتی که کابل‌ها به صورت قائم نصب شوند، با این مقادیر می‌توان تا ۰/۵۰ اضافه نمود.

اصول نصب کابل‌های زمینی

۱- حداقل فاصله بین کابل فشار ضعیف، یا فشار قوی یا جریان ضعیف زیر زمینی از لوله‌های گاز، بخار، آب و سوخت ۳۰ سانتی‌متر است.
۲- در صورت تقاطع کابل با کابل‌های دیگر یا لوله‌های گاز و آب و غیر آنها، باید از یک لوله محافظ با قطر متناسب و طول حداقل یک متر استفاده گردد و کابل از داخل این لوله محافظ عبور نماید.
۳- در مواردی که کابل از زیر جاده عبور می‌کند باید یک لوله محافظ اضافی خالی به منظور کابل کشی آینده پیش بینی شود و در وسط این لوله، مفتول گالوانیزه نمره ۴، که طول آن در هر طرف یک متر بیش از طول لوله باشد، قرار داده شود.
۴- برای کابل کشی باید از میزان درجه حرارتی که کابل لازم است تحت آن کشیده شود، اطمینان حاصل نمود. برای گرم کردن کابل می‌توان به شرح زیر عمل کرد:
الف) به مدت ۷۲ ساعت، قرقره کابل را در اتاق یا انباری که دمای آن حداقل ۲۰ درجه سانتی‌گراد است قرار دهید.
ب) با استفاده از وسایل مخصوص، کابل را گرم و سپس به سرعت اجرا کنید.
پ) با اتصال کابل به جریان برق و ایجاد حرارت، کابل را گرم و سپس اجرا کنید.
۵- قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله حداقل ۱/۳ برابر قطر کابل یا دسته کابل‌های کشیده شده در داخل آن باشد.
۶- برای نصب کابل در داخل کانال پس از حفاری، ابتدا به ضخامت ۱۰ سانتی-متر ماسه‌ریزی کنید. بعد از قرار دادن کابل‌ها بر روی آن با ۱۰ سانتی‌متر ماسه نرم آن را بپوشانید و یک نوار پلاستیکی خبر دهنده برروی آن بکشید. برای

حفاظت کابل یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتی‌متر یا یک ردیف بلوک سیمانی روی نوار خطر قرار دهید و سپس روی آن را خاک ریزی کنید.
۷- حداقل عمق کابل فشار ضعیف زیرزمینی از سطح زمین، در پیاده رو۷۰ سانتی‌متر و در خیابان یک متر است.
۸- حداقل فاصله کابل‌های زیر زمینی هم ولتاژ از یک دیگر برابر۱۰ سانتی‌متر و برای غیر آنها ولتاژ (Lv-mv) یا کابل جریان ضعیف ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.
۹- در مواردی که کابل فشار ضعیف و کابل فشار متوسط در یک کانال زیر زمینی نصب می‌شود، باید کانال به صورت پله ای حفر و کابل فشار متوسط در بستر پایینی و کابل فشار ضعیف در بستر بالایی قرار داده شود.
۱۰- در کف کانال‌های پیش ساخته برای هدایت آب‌های احتمالی، باید شیبی برابر نیم الی یک درصد در جهت کف شوره ها پیش بینی شود.
۱۱- به منظور پرهیز از تماس مستقیم کابل‌ها با کف کانال پیش ساخته باید در کف کانال و در فواصل حداکثر برابر با ۶۰ سانتی‌متر، تکیه گاه‌هایی از لوله گالوانیزه یا پروفیل ناودانی یا چوب فشرده به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از کف کانال پیش بینی و نصب گردد و سپس کابل‌ها بر روی اتکاها قرار گیرد.

تحقیق کنید

در استفاده از شیلد باید به چه نکاتی توجه کرد؟

پاسخ:

در استفاده از شیلد باید به نکات زیر توجه کرد:
۱- شیلد باید سراسر عایق را بپوشاند و در هیچ جای آن گسستگی وجود نداشته باشد.
۲- انتهای شیلد و نقطه اتصال آن به مفصل باید با شیوه مناسب، طوری که تحت فشار نباشد نصب شود.
۳- در مفصل‌های عایق باید شیلد طوری نصب شود که اتصال ولتاژ در سراسر شیلد فلزی برقرار باشد.
۴- شیلد روی کابل باید در یک یا چند نقطه (هرجا که امکان پذیر باشد) به زمین متصل باشد. اتصال سیم انعطاف‌پذیر زمین یا زنجیر با مقاومت کم به شیلد، کارایی آن را تضمین می‌کند.
۵- شیلد می‌تواند به صورت غلاف نیز به‌کار می‌رود.

تحقیق کنید

اهداف کاربرد شیلد در کابل‌ها را بنویسید.

پاسخ:

اهداف کاربرد شیلد در کابل‌ها

۱- محافظت از کابل‌ها در مقابل تکان‌های شدید و کاهش خطر؛
۲- حفظ مقاومت دی‌الکتریک و جلوگیری از جهش پوستی غلاف کابل به زمین؛
۳- توزیع یکنواخت فشارهای الکتریکی در سراسر عایق و کاهش فشار در متراژ زیاد؛
۴- مطابقت محدوده ولتاژ با میدان الکتریکی کابل‌ها؛
۵- محافظت از کابل‌هایی که در مکان‌های مرتفع نصب شده اند یا در مقابل عوامل القایی هستند؛
۶- محدود کردن تداخل‌های رادیویی؛
۷- کم کردن خطر شوک (در صورتی که کابل‌ها به زمین متصل نشده باشند خطر شوک افزایش پیدا می‌کند).

تحقیق کنید

تحقیق کنید چه تفاوت‌هایی بین کابل‌های مورد استفاده در دریا و خشکی وجود دارد.

پاسخ:

کابل‌های زیر دریایی علاوه بر داشتن خصوصیاتی که هر کابلی باید داشته باشد، ویژگی‌های دیگری به شرح زیر نیز دارند:
۱- قدرت تحمل فشار آب؛
۲- استقامت در برابر برخورد با لنگر کشتی‌ها و سنگ‌های تیز کف دریا و احیاناً اجسام غرق شده در دریا؛
۳- پایداری مناسب در مقابل نفوذ رطوبت؛
۴- قابلیت پاک سازی در مقابل جلبک‌هایی که بعد از مدتی روی عایق کابل به وجود می آید؛
۵- استقامت عایقی در برابر انواع جوندگان دریایی از قبیل کوسه ماهی‌ها و همچنین دفع آنها(برای این منظور در ساختار عایقی کابل‌های مورد استفاده از مواد خاص شیمیایی استفاده می‌شود. به طوری که مانع از نزدیک شدن این نوع جانوران دریایی به کابل گردد)؛
۶- منتشر نشدن آلودگی در دریاها؛
۷- مقاوم بودن کابل در برابر انواع خوردگی‌ها از قبیل خوردگی ناشی از اکسیداسیون و خوردگی اسیدی(برای این منظور روی کابل با نوعی قیر ویژه پوشانده می‌شود تا کابل را در مقابل خوردگی محافظت کند)؛
۸- مقاوم بودن کابل در مقابل ازون آب و همچنین قابلیت انعطاف در دماهای پایین(برای این منظور عایق کابل شامل یک لاستیک مصنوعی پروتون مقاوم در برابر اوزون آب است و همچنین از یک لاستیک کلروپرن مقاوم در برابر سرما

برای پوشش کابل استفاده می‌شود تا کابل قابلیت انعطاف خود را تا دمای ۳۵- درجه سانتی‌گراد از دست ندهد)؛
۹- در مواردی که کابل درون آب مصرفی قرار داده می‌شود باید کابل به گونه‌ای طراحی شود که آب قابلیت شرب خود را از دست ندهد؛
از آنجایی که کابل‌های زیر دریایی اغلب در دریاهای عمیق و اقیانوس‌ها نصب می‌شوند، باید بتوانند فشار فوق العاده زیاد ناشی از حجم بالای آب را تحمل کنند. برای رفع این مشکل کابل‌های زیر دریا را به زره‌های سیمی و فولادی محکم مجهز می‌سازند. این زره‌ها از مفتول‌های فولادی با قطر ۰/۳ تا ۰/۶ میلی-متر (که به طور مارپیچ دور کابل پیچیده شده)، تشکیل شده است.

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)		نمره
۱	بررسی سیم وکابل	تجهیزات: ابزار و تجهیزات لازم مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از حد انتظار	۱-انواع سیم کشی‌ها را شناسایی کند. ۲-کاربرد انواع سیم‌ها را بداند. ۳-انواع کابل‌ها را شناسایی می‌کند. ۴-قسمت‌های مختلف انواع کابل‌ها را بداند. ۵-کاربرد دریایی کابل‌ها را بداند. ۶-کابل‌های قابل استفاده در قسمت‌های مختلف شناور را بداند. ۷- تفاوت بین کابل‌ها را بداند.	۳	
			در حد انتظار	۱-انواع سیم کشی‌ها را شناسایی کند. ۲-انواع کابل‌ها را شناسایی کند. ۳-کاربرد کابل‌های دریایی را بداند. ۴-کابل‌های قابل استفاده در قسمت‌های مختلف شناور را بداند. ۵- تفاوت بین کابل‌ها را بداند.	۲	
			پایین تر از حد انتظار	۱-انواع سیم‌ها راشناسایی کند. ۲-قسمت‌های مختلف انواع کابل‌ها را بشناسد. ۳-تفاوت بین کابل‌ها را بداند.	۱	

ابزار و اتصالات سیم‌کشی

ابزارهای سیم‌کشی برق هریک کاربرد خاص خود را دارند. با شناسایی طرز کار این ابزارها می‌توان به درستی آنها را به‌کار برد.

تحقیق کنید

اصطلاحات انگلیسی هر یک از ابزارهای سیم‌کشی موجود درجدول ۸ را به کمک لغت نامه‌های تخصصی برق واینترنت بیابید.

پاسخ:

سیم چین	Cutting Pilers
فازمتر	Phase xndcator Screwdriver
انبردست	Combination Pliers
دم باریک	Long nose (Needle nose) Pliers
دُم گرد	Round nose pliers
سیم لخت کن	Wire Stipper
پیچ گوشتی تخت	Slotted Screwdriver
پیچ گوشتی چهارسو	Phillips Screwdriver

تحقیق کنید

تحقیق کنید بین پیچ گوشتی‌های ضربه خور با پیچ گوشتی‌های معمولی چه تفاوتی وجود دارد؟

پاسخ:

پیچ گوشتی از پرمصرف ترین ابزارهای سیم‌کشی است و انواع مختلف دارد. دونوع چهار سو و دو سوی آن بیشترین کاربرد را داراست هر چه دسته پیچ گوشتی قطورتر باشد گشتاور بزرگ‌ترایجاد می‌کند و پیچ با نیروی کمتری باز می‌شود.

پیچ گوشتی‌های ضربه خور که انتهای فلزی دارند برای کارهای برقی ایمن نیستند و خطر برق گرفتگی به همراه دارند.

تحقیق کنید

قطع شدن تعدادی از رشته‌های سیم افشان به هنگام روکش برداری غیر معمولی چه عواقبی خواهد داشت؟

پاسخ:

هرگز از سیم چین برای روکش برداری سیم استفاده نکنید. زیرا معمولاً در این حالت هادی سیم آسیب می‌بیند و سیم و اتصال از نظر الکتریکی ومکانیکی ضعیف می‌شوند.

فعالیت کارگاهی

در کارگاه مراحل نصب گلند به کابل و تابلو را انجام دهید.

پاسخ:

راه حل نصب گلند به تابلو و کابل

۱. محل عبور کابل به داخل بدنه دستگاه باید متناسب با رزوه های گلند انتخابی باشد. در صورت مطابقت نداشتن و کوچک بودن، سوراخ آن را با ابزار مناسب بزرگ‌ترکنید. برای این منظور، با توجه به شرایط کار، از مته بزرگ یا گردبُر مناسب استفاده کنید.

۲. کابل را به ترتیب از درپوش بیرونی، واشر و بدنه چنگالی عبور دهید. بعد از آن سرِ کابل را داخل سوراخ بدنه دستگاه نمایید. در صورت مناسب بودن سوراخ، رزوه‌های بدنه چنگالی هم در سوراخ مستقر خواهدشد. در این قسمت باید اندازه کابل مورد نیاز جهت اتصال داخل بدنه دستگاه مشخص شود.

۳. اکنون واشر و مهره را از داخل بدنه دستگاه به ترتیب از کابل عبور دهید. واشر را در محل رزوه های چنگالی، که از سوراخ بیرون زده است، قرار دهید و مهره رابندید و آن را کاملاً محکم کنید.

۴. درپوش بیرونی را به سمت بدنه و چنگالی نزدیک کنید و با فشار آنرا به رزوه‌های چنگالی که در سمت بیرونی دستگاه قرار دارد ببندید. پیش از محکم کردن درپوش، بار دیگر اندازه مناسب کابل در داخل دستگاه را بررسی کنید. در پایان به کمک دست، کابل بیرونی دستگاه را بکشید و از محکم بودن آن توسط گلند مطمئن شوید.

۵. پس از اجرای این مراحل، سیم‌های کابل را روکش برداری کنید و سرسیم زده در محل خود اتصال دهید و دستگاه راروشن نمایید.

کابلشو

از کابلشو برای بستن کابل به زیر پیچ استفاده می‌شود و متناسب با اندازه کابل تولید می‌شود(. شکل ۱۰).

شکل ۶-کابلشو

فعالیت کارگاهی

در کارگاه مراحل انجام دادن اتصال کابل شو به کابل و همچنین پرس آن را انجام دهید.

پاسخ:

مراحلِ انجام دادن اتصال کابلشو به کابل

۱- توسط چاقوی کابل بری روکش سیم را بردارید.
۲- یک کابلشوی مناسب با سیم روکش برداری شده انتخاب کنید.
۳- توسط پرس کابلشو در محل مناسب فشار وارد کنید و پرس را انجام دهید.
۴- هیچ بخشی از هادی سیم نباید پس از اتصال کابلشو بیرون بماند. اتصال باید مطابق شکل روبه رو انجام شود.
۵- در مرحله آخر کابلشو را در محل مورد نظر، توسط پیچ و مهره محکم نمایید.
اتصالات پیچ و مهره در تابلوهای برق جهت اتصال سیم‌های نول به شین نول و در جعبه ترمینال ا لکتروموتورها نیز کاربرد دارد.

اتصال سیم‌ها

به‌طور کلی اتصال سیم‌ها به تجهیزات الکتریکی یا اتصال آنها به یکدیگر باید دو ویژگی هدایت الکتریکی و استحکام مکانیکی را داشته باشد.

فعالیت کارگاهی

در کارگاه اتصال سر به سر، اتصال انتهایی، اتصال انشعابی و اتصال سر سیمی را انجام دهید.

پاسخ:

اتصال سر به سر:

در این اتصال با اســتفاده از سیم لخت کن عایق سیم را به اندازه ۲۰میلی‌متر برمی‌دارند و دو سیم را به یکدیگر می‌تابانند. در مواردی نیز اتصال سر به سر لحیم کاری می‌شود تا ضمن بهبود هدایت الکتریکی، استحکام مکانیکی نیز تقویت شود و محل اتصال لحیم کاری با وارنیش حرارتی سشوار صنعتی عایق-کاری می‌شود.

اتصال انتهایی:

این اتصال را اتصال طولی نیز می‌نامند. اتصال انتهایی از استحکام مکانیکی بسیار خوبی برخوردار است. در اتصال انتهایی ۴۰میلی‌متراز هر سیم به اندازه چهار پنج دور بدون فاصله بر روی سیم مقابل پیچیده می‌شود.

اتصال انشعابی:

در اتصال انشعابی ۲۰میلی‌متر از سیم اصلی و ۴۰میلی‌متر از سیم فرعی توسط سیم لخت کن روکش برداری می‌شود و سپس سیم فرعی بر روی سیم اصلی پیچیده می‌شود. به حالت گره اتصال دقت کنید. به این اتصال، انشعاب گرهی نیز می‌گویند. از اتصال انشعابی برای اتصال سیم فرعی نازک به سیم اصلی استفاده می‌شود. در این صورت در انتهای مسیر، سیم اصلی را روی سیم نازک خم می‌کنند و سیم نازک را روی آن می‌پیچانند. این نوع اتصال، ثابت نیز نامیده می‌شود. اتصال ثابت احتیاج به لحیم‌کاری و وارنیش حرارتی دارد.

اتصال سرسیمی:

اتصال سرسیمی توسط تجهیزاتی به نام سرسیم صورت می‌گیرد. از اتصالات سرسیم برای برقراری ارتباط یا گرفتن انشعاب استفاده می‌شود.

فعالیت کارگاهی

در کارگاه مراحل انجام دادن اتصال سر سیم زدن (نوع کشویی- تیغه‌ای- حلقه‌ای) را انجام دهید.

پاسخ:

۱- سرسیم انشعابی متناسب با اندازه سیم اصلی را انتخاب کنید. سه نوع متداول سرسیم را مشاهده می‌کنید که پایه زیرین عایق آنها مشابه هم است. به همین سبب نوع پرس آنها یکسان خواهد بود. ابتدا عایق را از روی سر سیم بردارید و سیمی را که به اندازه کافی روکش برداری کرده اید به طرز صحیح ازدرون آن رد کنید.

۲- همان طور که در شکل نشان داده شده است، در سرسیم‌ها، باید روکش سیم نیز به سرسیم پرس شود و قسمت پرس هادی سیم نیز کمی جلوتر قرار گیرد.

۳- با استفاده از دستگاه پرس، عایق را به سر سیم پرس نمایید.

۴- با استفاده از دستگاه پرس، هادی را به سر سیم پرس نمایید.

۵- سپس عایق سر سیم را از روی سیم به روی سر سیم بکشید. در صورتی که از ابتدا عایقی برای سر سیم در نظر گرفته نشده است، می توانید از وارنیش حرارتی مناسب استفاده و این قسمت را عایق‌کاری کنید.

فعالیت کارگاهی

در کارگاه مراحل اجرای سر سیم (سوزنی-بند پوتینی) را انجام دهید.

پاسخ:

مراحل اجرای سر سیم (سوزنی ـ بند پوتینی)

۱- متناسب با اندازه سیم، سر سیم مناسب را انتخاب کنید. آن‌گاه توسط سیم لخت کن سیم را به اندازه سر سیم روکش برداری نمایید.
۲- متناسب با اندازه سر سیم،شیار مناسب دستگاه پرس را انتخاب و سپس سر سیم را پرس کنید.
۳- بعد از پرس سر سیم و عایق آن، هادی سیم نباید دیده شود.
۴- با قراردادن نوک فلزی سر سیم در داخل سر سیم زن، آن را فشار دهید.
۵- نوک فلزی دستگاه سر سیم زن روی سر سیم دندانه‌هایی ایجاد می‌کند و اتصال زیر پیچ ترمینال محکم‌تر می‌شود.
۶- سر سیم را در ترمینال قرار دهید و پیچ‌های ترمینال را محکم کنید.

فعالیت کارگاهی

در کارگاه چگونگی ایجاد دو سیم مفتولی وافشان رابا ترمینال بلوکی پیچی انجام دهید.

پاسخ:

ایجاد اتصال دو سیم مفتولی با ترمینال بلوکی پیچی:

۱- ترمینال بلوکی پیچی پلاستیکی را متناسب با سیم مفتولی انتخاب می‌کنیم.
۲- روکش سیم‌ها را توسط سیم لخت کن به اندازه نصف بخش فلزی ترمینال بردارید.
۳- هادی سیم ها را در داخل بخش فلزی ترمینال قرار دهید و پیچ‌های ترمینال را توسط پیچ گوشتی محکم کنید.

ایجاد اتصال دو سیم افشان با ترمینال بلوکی پیچی:

۱- ترمینال بلوکی پیچی تابلویی متناسب با اندازه سیم افشان را انتخاب کنید.
۲- روکش سیم‌ها را توسط سیم لخت کن به اندازه نصف بخش فلزی ترمینال بر دارید.
۳- سر سیم سوزنی را متناسب با اندازه سیم افشان پرس کنید.
۴- سرسیم را در بخش فلزی ترمینال قرار دهید. آن‌گاه پیچ های ترمینال را توسط پیچ گوشتی محکم کنید.

فعالیت کارگاهی

در کارگاه چگونگی ایجاد اتصال دو سیم افشان و مفتولی را توسط کانکتورپیچی انجام دهید.

جواب:

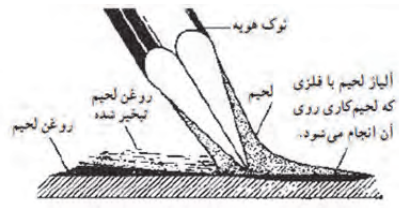
۱- کانکتور پیچی متناسب با اندازه سیم افشان را انتخاب کنید

۲- روکش سیم‌ها را به اندازه ۲۰ میلی‌متر توسط سیم لخت کن بردارید و دو سیم را با اتصال سربه سر به یکدیگر اتصال دهید.

کانکتورپیچی را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بر روی محل اتصال بپیچانید.

لحیم کاری(روانساز)

برای لحیم کردن دو فلز به یکدیگر لازم است قبلاً سطوح اتصال را کاملاً پاک کنید، طوری که اکسید فلز روی آنها وجود نداشته باشد. از آن‌جا که اکثر فلزات در درجه حرارت عادی اکسید می‌شوند همواره لایه بسیار نازکی از اکسید بر سطح آنها وجود دارد. از این رو لازم است قبل از لحیم کاری سطوح اتصال را توسط مواد پاک کننده تمیزکنید. ماده پاک کننده ای که برای پاک کردن این سطوح به‌کار می‌رود «روغن لحیم‌کاری» نام دارد. شکل ۷ نحوه پاک کردن لایه اکسید شده توسط روغن لحیم کاری از سطح کار را نشان می‌دهد. هنگامی که حرارت هویه به روغن لحیم منتقل می‌شود، روغن لحیم به سرعت داغ و تبخیر می‌شود. هنگامی که روغن لحیم ذرات اکسید روی فلز تبخیرشود، فلز نیز از اکسید پاک می‌شود.



شکل ۷- عملکرد روغن لحیم در پاک کردن اکسیدها از سطح کار

بررسی عملی اتصال در لحیم کاری

برای این که لحیم دو قطعه فلز را به یکدیگر ارتباط دهد باید با هر دو فلز ممزوج شود و در محل امتزاج تولید آلیاژ نماید. این عمل به این صورت انجام می‌گیرد که در اثر گرما فاصله بین مولکول‌های دو قطعه فلز در محل اتصال زیاد می‌شود و تعدادی از مولکول‌های آلیاژ لحیم در داخل آنها نفوذ می‌کند و آلیاژ جدیدی مرکب ازآلیاژ لحیم و فلز لحیم شده ایجاد می‌نماید.

وسایل لحیم کاری

برای لحیم کاری چند قطعه به یکدیگر، ابتدا باید انها را گرم و سپس لحیم کرد. برای تأمین حرارت لازم از وسیله ای به نام "هویه" استفاده می‌شود. نوک هویه که حرارت را به اتصال می‌رساند معمولاً از جنس مس است. زیرا مس حرارت را بهتر از فلزات دیگرمنتقل می‌کند. برای انواع لحیم کاری‌ها از هویه‌های گوناگون استفاده می‌شود. معمولاً هویه‌ها را از نظر نحوه گرم شدن به دو دسته تقسیم می‌کنند.

الف) هویه‌هایی که با چراغ پریموس یا مشعل‌های گوناگون گازی گرم می‌شوند و در شکل ۸ نمایش داده شده است.

ب) هویه‌هایی که به‌وسیله جریان الکتریکی گرم می‌شوند. این نوع هویه‌ها در دو نوع مقاومتی و ترانسفورماتوری ساخته می‌شوند.

شکل ۸- هویه ساده و دستگاه گرم کننده آن

نحوه لحیم کاری

برای آن که لحیم کاری به خوبی انجام شود، باید نکات زیر را در نظر بگیرید:

۱- نقاطی را که می‌خواهید لحیم کاری کنید کاملاً تمیز و پاک نمایید.

۲- نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.

۳- در مواقع لحیم کاری ابتدا محل اتصال را حرارت دهید، و سپس سیم لحیم را روی آن بگذارید تا ذوب شود.

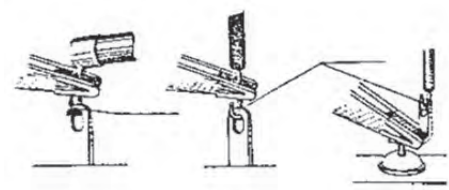
۴- دو قطعه را از قبل به لحیم آغشته کنید (قلع اندود)، سپس آنها را با حرارت دادن به هم وصل کنید تا لحیم کاری بهتر انجام گیرد.

۵- از لحیم به اندازه لازم استفاده کنید. به کار بردن لحیم زیاد موجب به اتصال کامل و مستحکم نمی‌شود.

۶- لحیم کاری مطلوب آن است که پس از لحیم کاری، محل اتصال درخشان به‌نظر آید.

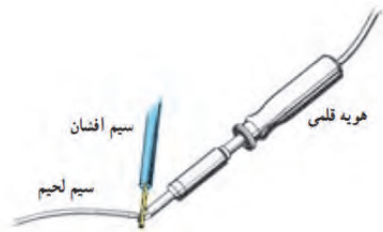
۷- سعی کنید در موقع لحیم کاری اجزای الکترونیکی (المان‌ها)، نوک هویه را به‌مدت زیاد در محل اتصال قرار ندهید زیرا حرارت اضافی به سوختن المان‌های الکترونیکی منجر می‌شود.

۸- برای احتیاط، به خصوص در مواردی که شخص تبحرکافی جهت لحیم کاری المان‌های حساس الکترونیکی (مانند دیودها و ترانزیستورها) را ندارد، لازم است پایه ای از المان را که می‌خواهیم لحیم کنیم با دم باریک یا گیره فلزی بگیریم تا قسمتی از حرارت از طریق دم باریک یا گیره منتقل شود و حرارت کمتری به عنصر حساس برسد (شکل ۹).



شکل ۹_ نحوه دفع حرارت با گیره یا دم باریک

۹- برای لحیم کاری پایه‌های المان‌های بسیارحساس مانند "ای سی‌ها" که به علت کوتاه بودن پایه نمی‌توان ازدم باریک یا گیره جهت انتقال حرارت استفاده کرد، می‌توانیم نخست لحیم را در نقطه ای نزدیک به پایه ذوب کنیم، سپس در یک لحظه لحیم مذاب را به طرف پایه «ای سی» هدایت کنیم تا پایه لحیم شود.
۱۰- برای قلع اندود کردن سر سیم از نوع سیم افشان یا مفتولی، ابتدا سر سیم را توسط هویه گرم کنید. سپس سیم لحیم را روی سیم قرار دهید، نه روی نوک هویه، تا لحیم با گرمای سر سیم ذوب شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰_ حوه لحیم کاری سرسیم

۱۱- برای اتصال یک سیم افشان به سر کابل کوچک، مانند سر کابل مخصوص میکروفن، ابتدا سر کابل را گرم کنید. سپس لحیم را در داخل آن بریزید. توجه داشته باشید که لحیم باید با گرمای سر کابل ذوب شود و نباید با حرارت مستقیم هویه به نقطه ذوب برسد. سپس سر سیم میکروفن را قلع اندود کنید. در نهایت با حرارت دادن مجدد سر کابل، سیم قلع اندود شده میکروفن را در داخل سر کابل قرار می‌دهید تا عمل لحیم با دقت انجام شود

حمام قلع

برای قلع اندود کردن سر سیم‌های افشان ازحمام قلع استفاده می‌شود. باحمام قلع می‌توان در زمان کمتری تعداد بیشتری سر سیم را قلع اندود کرد. حرارت دستگاه حوضچه حمام قلع، قابل کنترل و تنظیم است (شکل ۱۱).

شکل ۱۱_ حمام قلع

فعالیت کارگاهی

طرز کار دستگاه حوضچه قلع را بررسی کنید.

پاسخ:

حمام قلع

برای قلع اندود کردن سر سیم‌های سیم افشان از حمام قلع استفاده می‌شود. با حمام قلع می‌توان تعداد بیشتری سر سیم را در زمان کمتری قلع اندود کرد. حرارت دستگاه حوضچه حمام قلع، قابل کنترل و تنظیم است.

فعالیت کارگاهی

در کارگاه، قلع اندود کردن سر سیم‌های مفتولی و افشان را انجام دهید.

پاسخ:

۱- وسایل مورد نیاز را تحویل بگیرید.
۲- از سیم افشان نمره ۱/۵پنج قطعه ۱۵ سانتی‌متری و از سیم مفتول ۵ قطعه ۱۵ سانتی‌متری جدا کنید(جمعاً ۱۰ قطعه سیم ۱۵ سانتی‌متری).
۳- به کمک سیم لخت کن از هر طرف، هر یک از قطعات یک سانتی‌متری را روپوش برداری، سپس تمامی سر سیم‌ها را قلع اندود کنید.
۴- یک سانتی‌متر از روپوش دو سر کابل آنتن تلویزیون را بردارید و مغزی هر دو سر را قلع اندود کنید.

تحقیق کنید

در مورد طرز کار هویه قلمی و تفنگی تحقیق کنید.

پاسخ:

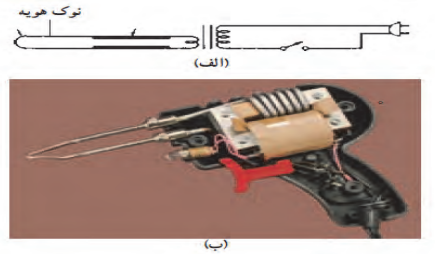
الف) هویه قلمی

از هویه برقی برای تأمین حرارت لازم ذوب کردن لحیم استفاده می‌شود. هویه برقی دارای دو شکل قلمی وتفنگی است. هویه قلمی برای لحیم کاری‌های طولانی مدت و با تعداد زیاد قطعات، مناسب است.

ب) هویه‌های هفت تیری

در این نوع هویه از اصول مغناطیسی (القای متقابل) استفاده می شود. هویه‌های ترانسفورماتوری دارای سیم پیچ اولیه است با دور زیاد و تعداد حلقه‌های ثانویه کم، و بیشتر موارد دارای تنها یک حلقه و در مواردی هم دو یا سه حلقه است. نظر به این‌که ترانسفورماتور کاهنده است، شدت جریان در ثانویه زیاد می‌شود و حرارت قابل ملاحظه تولید می‌کند. این نوع هویه برای رسیدن به درجه حرارت نهایی احتیاج به زمان زیاد ندارد و فوراً گرم و برای کار آماده می‌شود. شکل ۱۲ اجزای داخلی و مدار الکتریکی هویه از نوع ترانسفورماتوری را نشان می‌دهد. چون شکل ظاهری این نوع هویه‌ها شبیه به هفت تیر است از این رو به آنها «هویه هفت تیری» می‌گویند. ولتاژ کار این هویه ها ۲۲۰ ولت و دارای قدرتی برابر ۸۰ تا ۱۲۰ ولت است.

چون قدرت حرارتی هویه‌های هفت تیری زیاد است و از طرفی نوک آنها برای کارهای خیلی دقیق مناسب نیست، برای کارهای ظریف‌تر و دقیق‌تر (خصوصاً در لحیم کاری مدارهای چاپی)، اغلب از هویه‌های قلمی استفاده می‌شود.



شکل ۱۲ـ هویه هفت تیری و اجزای آن

فعالیت کارگاهی

برای آن که لحیم کاری به خوبی انجام شود به چه نکاتی باید توجه کرد؟

پاسخ:

۱- چند نکته سیم افشان و مفتولی نمره ۱/۵ به طول ۱۲/۵ سانتی‌متری درست کنید.
۲- دو طرف هر یک از سیم‌های ۱۲/۵ سانتی‌متری را حدوداً ۱/۵ سانتی‌متر روپوش‌برداری کنید.
۳- سیم‌ها را به یکدیگر بتابانید سپس محل تابانیده را لحیم کنید.

فعالیت کارگاهی

در کارگاه یک مکعب سیمی به ابعاد ۸×۸×۸ (سانتی‌متر) را به کمک لحیم‌کاری بسازید.

پاسخ:

۱- از سیم مفتولی باقی مانده ۱۲ رشته سیم ۸ سانتی‌متری را به کمک سیم چین ببرید.
۲- دو طرف هر۱۲ قطعه را به اندازه یک سانتی‌متر روپوش برداری کنید.
۳- هر دو طرف هر قطعه را قلع اندود کنید. با قطعه سیم آماده شده یک مکعب بسازید. رئوس مکعب باید لحیم‌کاری شود.

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)		نمره
۲	ابزار و اتصالات سیم کشی	تجهیزات: ابزار و تجهیزات لازم مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از حد انتظار	۱-انواع ابزارهای سیم کشی و کاربرد آنها را بشناسد. ۲-انواع وسایل اتصالات را بشناسد. ۳- به‌طور کامل بتواند وسایل لحیمکاری را شناسایی کند. ۴- به‌طور کامل بتواند یک لحیمکاری استاندارد انجام دهد. ۵- انواع اتصالات غیر لحیمی را انجام دهد. ۶-مهارت در سر سیم زدن را داشته باشد. ۷- مهارت در کانکتور پیچی را داشته باشد.	۳	
			در حد انتظار	۱-انواع ابزارهای سیم کشی و کاربرد آنها را بشناسد. ۲-انواع وسایل اتصالات را بشناسد. ۳- به‌طور کامل بتواند یک لحیمکاری استاندارد انجام دهد. ۴- انواع اتصالات غیر لحیمی را انجام دهد. ۵- مهارت در کانکتور پیچی را داشته باشد.	۲	
			پایین تر از حد انتظار	۱-انواع ابزارهای سیم کشی و کاربرد آنها را بشناسد. ۲- به‌طور کامل بتواند وسایل لحیمکاری را شناسایی کند. ۳- انواع اتصالات غیر لحیمی را انجام دهد.	۱	

سیم‌کشی و نصب تجهیزات

نصب تجهیزات سیم‌کشی

تجهیزات سیم‌کشی یا ساختمان یا شناور، شامل کلید، پریز و تابلوهای برق است.

خم کردن سیم، زیرپیچ ترمینال‌ها

یکی دیگر از اتصالات در سیم کشی، با خم کردن سیم زیر پیچ ترمینال‌ها سیم مفتولی است، که به آن «سؤالی کردن» گویند. برای سؤالی کردن احتیاج به دم گرد است تا سیم مطابق شکل ۱۳ شکل بگیرد. سؤالی کردن باید به گونه ای باشد که با چرخش پیچ ترمینال محکم شود.

شکل ۱۳

لامپ

لامپ انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می‌کند.

پرسش کلاسی

شکل ۱۴ مقایسه انواع لامپ‌ها رانشان می‌دهد. اصطلاحات انگلیسی آن را ترجمه کنید.

پاسخ:

شکل ۱۴_ مقایسه لامپ‌ها

لامپ‌ها

وسیله ای که انرژی الکتریکی رابه انرژی نورانی تبدیل می‌کند. در جدول‌های زیر لامپ‌ها با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

جدول ۳- مقایسه انواع لامپ

ردیف	نوع لامپ	حداکثر بهره نوری (IM/W)	رنگ	طول عمر (ساعت)	اثر تغییرات ولتاژلامپ	تجهیزات	خیرگی
۱	رشته ای	۲۰	مایل به قرمز	۱۰۰۰	زیاد	کم	زیاد
۲	فلورسنت	۷۰	انواع سفید و رنگ‌های دلخواه	۱۰۰۰۰	نسبتاًکم	نسبتاًزیاد	زیاد
۳	جیوه ای با فشار زیاد	۶۰	سفیدمایل به آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیارزیاد
۴	جیوه ای با فشار کم	۴۵	سفید مایل به آبی	۵۰۰۰	کم	معمولی	بسیار زیاد
۵	جیوه ای دوبل	۶۰	سفیدمایل به قرمز	۲۰۰۰	متوسط	معمولی	زیاد
۶	سدیم با فشار کم	۸۵	قرمزمایل به زرد	۴۰۰۰	کم	زیاد	بسیارزیاد
۷	سدیم با فشار زیاد	۱۰۰	قرمزمایل به زرد	۶۰۰۰	کم	زیاد	بسیار زیاد
۸	متال هلاید	۷۰	سفیدکمی مایل به قرمز	۴۰۰۰	کم	معمولی	زیاد
۹	نئون	۱۰	انواع رنگ‌ها	۱۰۰۰۰	نسبتاًکم	بسیار زیاد	کم
۱۰	هالوژن	۲۵	قرمز مایل به زرد	۱۰۰۰	زیاد	معمولی	زیاد

نام لامپ / خصوصیات	متال هالید Lamp(MH)	بخارسدیم پرفشار Lamp (HPSV)	بخارسدیم Lamp (SV-R)	بخارجیوه Lamp(HPMV)	هالوژن تنگستن قلمی Lineur	هالوژن خاص (تزیینی) بارفلکتور دی کروئیک
مزایا	بهره نوری بالا طول عمرزیاد	بازده نوری بسیار بالا طول عمر زیاد شارنوری زیاد	بازده نوری بسیار بالا طول عمر زیاد شارنوری زیاد نیاز نداشتن به راه انداز	راندمان نوری بالا طول عمر طولانی شار نوری زیاد نیازنداشتن به راه انداز قیمت مناسب	نیاز به راه اندازندارد	نیازبه راه انداز ندارد
کاربرد	پروژکتورها سالن‌های سینما، تئاتر و استادیوم‌های ورزشی، نورپردازی و زیباسازی	روشنایی خیابان‌ها و بزرگراه‌ها زیبایی اماکن عمومی وتفریحی روشنایی عمومی	روشنایی خیابان‌ها و بزرگراه‌ها زیبایی اماکن عمومی وتفریحی روشنایی عمومی جایگزینی به جای لامپ‌های بخار جیوه	خیابان هاوجاده ها -روشنایی معابر -روشنایی عمومی -فروشگاه ها -محیط های صنعتی	ویترین مغازه ها- موزه ها گالری‌های هنری- کارهای تبلیغاتی روشنایی منزل	کارهای تزیینی وتبلیغاتی
رنگ نور لامپ	سفیددرخشان	سفید طلایی(زرد)	سفید و سفید-طلایی	سفید	نور سفید و درخشنده	نورسفید و درخشنده
درجه حرارت رنگ(کلوین)	۴۳۰۰-۵۹۰۰	۲۰۰۰-۲۰۵۰	۲۰۰۰-۲۰۵۰	۳۶۰۰-۴۰۰۰	۳۲۰۰	
شکل حباب	بیضوی بوشش دار (مات)	بیضی پوشش داروشفاف استوانه ای شفاف	بیضوی پوشش دار (مات)	بیضوی پوشش دار(مات)	لوله ای شفاف	استوانه شفاف لوله ای

لامپ فلورسنت

این لامپ جزو لامپ‌های گازی کم فشار است. مدار الکتریکی لامپ فلورسنت از اجزای زیر تشکیل شده است:

۱- چوک مغناطیسی یا بالاست؛

۲- لامپ مهتابی؛

۳- استارت

پرسش کلاسی

جدول زیر را کامل کنید.

جدول ۱۱_ اجزای لامپ فلورسنت

اجزا	کاربرد	شکل
چوک مغناطیسی	برای ایجاد تخلیه الکتریکی در لامپ‌های گازی، ابتدا اختلاف سطح زیاد مورد احتیاج است و پس از ایجاد جریان در لامپ، باید اختلاف سطح را کم کرد. سلف در موقع قطع جریان در استارتر این اضافه ولتاژ را تأمین می‌کند. یعنی چک به کمک استارتر در لحظه اول ولتاژ را زیاد می‌کند و پس از آنکه لامپ روشن شد ولتاژرا پایین می‌آورد، یعنی چک محدود کردن ولتاژ دو سر لامپ رانیز عهده دار است. گفتنی است ولتاژ زیاد مورد نیاز به‌صورت لحظه ای تولید می‌شود و به‌وسیله دستگاه‌های اندازه گیری معمولی قابل رؤیت نیست. پس از آنکه لامپ روشن شد مقاومت بخار جیوه داخل آن در اثر یونیزاسیون کم می‌شود، در نتیجه جریان لامپ بالا می رود بنابراین چک از بالا رفتن جریان جلوگیری می‌کند.	
لامپ مهتابی	لامپ مهتابی، لوله تخلیه الکتریکی گازی است که نورش به شیوه تازه‌ای افزایش داده شده و می‌توان از آن برای روشنایی منازل استفاده نمود. سطح داخلی جدار لامپ با نمک‌های فلزی فلورنست یا فسفرسنت (مانند تنگستات کلسیم، سولفید روی، سیلیکات روی، و ...) پوشیده شده و لامپ از بخار جیوه با فشار خیلی کم پر شده است.	
استارتر	لامپ مهتابی باید با یک خود القا (سیم پیچ) همراه باشد تا در روشن شدن لامپ کمک کند. برای روشن شدن لامپ از یک استارت زن (لامپ کوچک جرقه زن) استفاده می‌شود که اتصال حرارتی دارد و به طور موازی با لامپ اصلی در مدار قرار می‌گیرد. هنگامی که جریان برقرار می‌گردد، ابتدا لامپ الکتریکی (استارت زن) روشن می‌شود و موجب گرم شدن نوار دوفلزی می‌گردد و اتصال را برقرار می‌سازد. در نتیجه، این لامپ الکتریکی اتصال کوتاه می‌کند و از کاتدهای لامپ اصلی جریان الکتریکی عبور می‌کند. که موجب می‌شود در اثر حرارت کاتدها گداخته شود و با سرد شدن نوار الکتریکی مدار قطع می‌گردد.	

مدارات الکتریکی

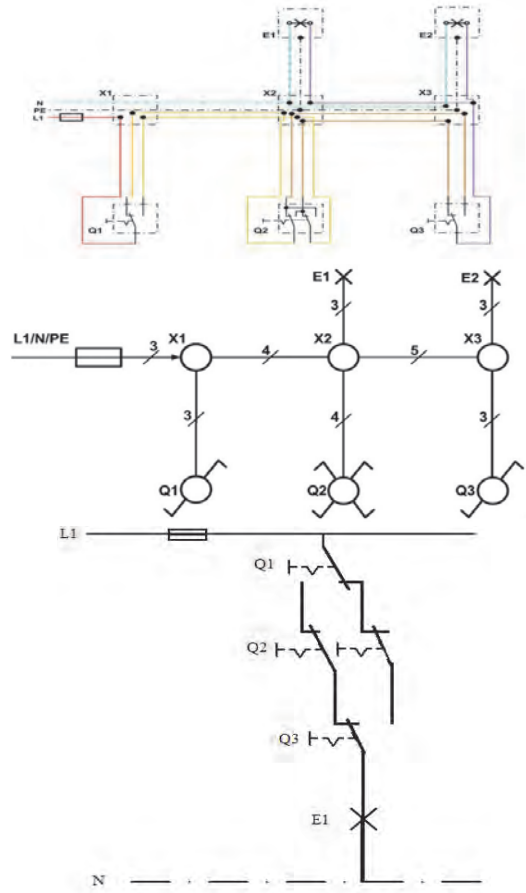
مدارهای الکتریکی شامل مدار روشنایی، مدار پریزهای برق، تلفن و آنتن است. مدارهای الکتریکی را به صورت‌های مختلفی رسم می‌کنند. مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

نقشه حقیقی؛

نقشه فنی؛

نقشه گسترده.

در شکل‌های زیر مدار حقیقی وفنی وگسترده کلید صلیبی وتبدیل، باهم نشان داده شده است.



ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)		نمره
۳	سیم کشی	تجهیزات: ابزار و تجهیزات لازم مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از حد انتظار	۱- انواع لامپ‌ها را شناسایی و آنها را با یکدیگر مقایسه کند. ۲-برای مدارهای الکتریکی مختلف نقشه‌های حقیقی و فنی و گسترده را ترسیم نماید. ۳-مداری طراحی و اجرا نماید که از یک نقطه یک لامپ را کنترل نماید و برق یک مصرف کننده را تأمین کند. ۴- مداری طراحی و اجرا نماید که از یک نقطه دو عدد لامپ را کنترل نماید و برق یک مصرف کننده را تأمین کند. ۵- مداری طراحی و اجرا نماید که از دو نقطه یک لامپ را کنترل نماید.	۳	
			در حد انتظار	۱-انواع لامپ‌ها را شناسایی و آنها را با یکدیگر مقایسه کند. ۲-برای مدارهای الکتریکی مختلف نقشه‌های حقیقی، فنی و گسترده را ترسیم نماید. ۳-مداری طراحی و اجرا نماید که از یک نقطه یک لامپ را کنترل نماید و برق یک مصرف کننده را تأمین کند.	۲	
			پایین تر از حد انتظار	۱-انواع لامپ‌ها را شناسایی و آنها را با یکدیگر مقایسه کند. ۲-مداری طراحی و اجرا نماید که از یک نقطه یک لامپ را کنترل نماید و برق یک مصرف کننده را تأمین کند.	۱	

نقشه خوانی

هدف

رعایت حداقل‌های تعریف شده، در نقشه‌های برق ساختمان (توسط مقررات ملی و مصوبات سازمان).

وظایف طراح و کنترل کننده نقشه‌های برق	
۱	کنترل نقشه‌ها در سازمان، نافی مسئولیت‌های طرح نیست.
۲	وظیفه طراح برآورده نمودن هدف تعریف شده فوق از طریق ارائه نقشه‌هایی است که قابل اجرا باشد و کلیه مقررات در آن رعایت گردد.
۳	وظیفه کنترل کننده، بررسی فنی نقشه‌ها بر اساس مقررات، برای رسیدن به هدف تعریف شده فوق است.
۴	فقط آیتم‌های معین و تعریف شده کنترل می‌شوند ولی این موضوع مسئولیت طراح را در اجرای وظایف خود منقضی نمی‌کند.
۵	کنترل کنندگان ضمن اقدام به راهنمایی مختصر و اشاره به مقررات مربوطه، با ارائه نشانی آن و با استدلال‌های منطقی و فنی جهت ارتقای سطح دانش، فرهنگ‌سازی و کمک به طراح در برطرف‌کردن عیب تلاش می‌کنند.

در یک ساختمان موارد زیر کنترل می‌شود:

اطمینان از وجود داشتن همه نقشه‌های لازم، که به تفکیک عبارت‌اند از:

۱- پلان‌های روشنایی
۲- پلان‌های پریز
۳- پلان‌های تلفن و تلویزیون
۴- پلان‌های آیفون و دربازکن
۵- پلان‌های زنگِ اخبار
۶- تغذیه سیستم‌های خنک کننده
۷- جزئیات چاهِ اِرت
۸- پلان‌های اعلام حریق
۹- شبکه برق‌گیر ساختمان (در صورت نیاز)
۱۰- پلان‌های سیستم دزدگیر (در صورت نیاز)
۱۱- پلان‌های سیستم دیتا (در صورت نیاز)
۱۲- پلان‌های سیستم صوتی و تصویری (در صورت نیاز)
۱۳- رایزر (RAZOR) دیاگرام سیستم‌های فوق.

درج علائم و توضیحات مربوط به هر نقشه در ذیل همان نقشه

۱- استفاده از علائم استاندارد؛
۲- درج آی‌پی (IP) هر وسیله‌ای که در مکان‌های مرطوب نصب می‌شود (مثل فن در حمام). البته برای روشنایی، استفاده از چراغ حباب‌دار کفایت می‌کند
تطبیق کلیه نقشه‌های معماری و تأسیسات برق و مکانیک
۳- ترکیب‌بندی صحیح مدارات از نظر بار مجاز خط، افت ولتاژ، حفظ تعادل بار در مدارات سه‌فاز، خودداری از استفاده خطوط تغذیه متعدد در فضاهای کوچک، خودداری از استفاده از خطوط تغذیه متداخل (مثلاً تغذیه ضربدری چراغ‌ها)
۴- وجود خطوط تغذیه آدرس‌دهی در همه نقشه‌های پلان. آدرس هر خط شامل نام تابلو و نام خط تغذیه‌کننده است (مثلاً GDB/L2)
۵- توجه شود که یک خط، اشتباها با دو فیدر تغذیه نشود یا تغذیه آن از قلم نیفتاده باشد یا خط مورد نظر؛ رینگ نشده باشد
۶- باتوجه به وابستگی تأسیسات برق به کاربری فضاهای مختلف، لازم است تا کاربرد هر فضا مشخص و معلوم گردد. (گاهی در نقشه ساختمان‌های بزرگ مسکونی و نیز در اغلب ساختمان‌های اداری، درمانی و ... نامشخص بودن کاربری فضاها مشکل آفرین می‌شود)
۷- ضرورت درج شدن مشخصه‌های تجهیزات به‌کار رفته (به‌طوری که بتوان تجهیز مورد نظر برای اجرا را بدون ابهام، انتخاب و خریداری نمود)
۸- وجود تطابق منطقی و فنی بین کلیه تجهیزات انتخاب شده. مثلاً کلید قطع و وصل تک‌فاز برای تجهیز سه‌فاز استفاده نشده باشد
۹- وجود داشتن نقشه‌های لازم برای تمامی ساختمان. مثلاً گاهی طراحی روشنایی و پریز برای حیاط ساختمان یا برای تراس از قلم می‌افتد.

	نکاتی برقی که در پلان‌های ساختمانی باید مورد نظر قرار گیرد
۱	چراغ‌های مناسب انتخاب شود و توزیع نور، یکنواخت باشد.
۲	کوچک‌ترین فیدر قابل قبول برای خطوط روشنایی برابر ۱۰آمپرباشد.
۳	سیم ارت برای تمام چراغ‌ها منظور شود.
۴	حداکثر تعداد چراغ (نقطه روشنایی) هر خط در فضاهای متعدد برابر ۱۲ عدد است. ولی یک فضای واحد محدودیت تعداد ندارد و فقط محدود به بار مجاز خط است.
۵	اگر سطح روشنایی طراحی شده خیلی پایین باشد (مثلاً نصف مقدار استاندارد) اشکال تلقی می‌شود. ولی اگر تفاوت زیاد نبود دادن تذکر کفایت می‌کند.
۶	استفاده از کلید مینیاتوری برای خاموش و روشن کردن چراغ یا هر وسیله دیگر ممنوع است (گاهی برای کنترل روشنایی فضاهای بزرگ، این کار اشتباه صورت می‌گیرد).
۷	در صورت استفاده از چشم الکترونیک، لازم است نوع چشم (از نظر نحوه نصب)، زاویه دید و بُرد چشم ذکر گردد.
۸	در مکان‌هایی از قبیل حمام، پشت‌بام، حیاط و هرجا که خطر پاشیدن آب به چراغ وجود دارد، باید از چراغ حباب‌دار ضدآب استفاده شود.
۹	حداکثر مجاز ولتاژ در خطوط روشنایی برابر ۳٪ از تابلوی کنتور تا انتهای خط روشنایی است (این مشکل در روشنایی محوطه‌های وسیع مانند پارکینگ مجتمع‌ها، فضای باز مجموعه‌ها یا راه‌پله ساختمان‌های بلند پیش می‌آید). توجه شود که بار روشنایی برخلافِ پریز، از نوع بار گسترده است.
۱۰	کلیدها باید باتوجه به کاربرد، از نوع مناسب انتخاب و در جای صحیح و مناسب جانمایی شوند (مثلاً از کلید تک‌پل برای راه‌پله استفاده نشود) .
۱۱	حداکثر مجاز ولتاژ در خطوط روشنایی برابر ۳٪ از تابلوی کنتور تا انتهای خط روشنایی است (این مشکل در روشنایی محوطه‌های وسیع مانند پارکینگ مجتمع‌ها، فضای باز مجموعه‌ها و یا راه‌پله‌ی ساختمان‌های بلند پیش می‌آید) توجه شود که با روشنایی برخلافِ پریز از نوع بار، گسترده است.
۱۲	از تغذیه چراغ‌های توسط خط پریز خودداری گردد.
۱۳	روشنایی ایمنی (اضطراری) برای مشاعات ساختمان از قبیل راه‌های خروج، راه‌پله‌ها، ورودی ساختمان‌ها، لابی و ... منظور شده باشد و منبع تامین انرژی آن نیز مشخص شود.
۱۴	لازم است تغذیه به کلید داده شود، نه به چراغ

پلان ساختمان موقعیت تمام دیوارها، درها، پنجره ها، پله‌ها، فضاها و قسمت‌های مختلف ساختمان را در طبقه برش خورده نشان می‌دهد. به پلانی که در آن مبلمان و وسایل مختلف خانه مانند شکل ۱۵ الف نمایش داده شده باشد، پلان تجهیزات (مبلمان) گویند و به پلانی که بدون مبلمان و وسایل خانه مانند شکل ۱۵ ب باشد، پلان معماری (خام) گویند.

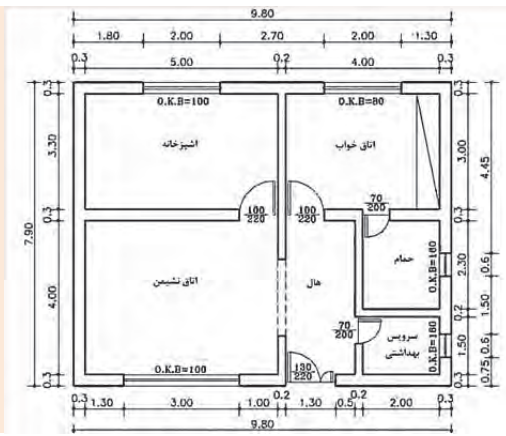
شکل ۱۵- پلان ساختمان

پرسش کلاسی

با توجه به شکل ۱۵ (ب) کاربری فضاهای مشخص شده را بنویسید.

شماره فضا	کاربری فضا
۱	اتاق پذیرایی
۲	آشپز خانه
۳	راه پله
۴	اتاق خواب
۵	راهرو

پرسش کلاسی



طول واحد مسکونی	۹/۸۰
عرض واحد مسکونی	۷/۹۰
دست انداز پنجره آشپزخانه	۱۰۰
دست انداز پنجرهٔ اتاق خواب	۸۰
عرض در دو لنگه ورودی	۱۳۰
ارتفاع در دو لنگه ورودی	۲۲۰
عرض دیوارهای اصلی	۳۰
مساحت اتاق خواب	۱۲

خواندن نقشهٔ روشنایی

از آنجایی که ترسیم تمام مسیرهای مختلف سیم کشی از قبیل روشنایی، پریزهای برق، تلفن وآنتن بر روی یک پلان باعث شلوغی واشتباه در نقشه خوانی می‌شود، هریک از سیم کشی‌ها رابر روی پلان جداگانه‌ای ترسیم می‌کنند. در پلان روشنایی ابتدا محل قرار گیری تجهیزات ووسایل الکتریکی (مانند کلیدها وچراغ‌ها) مشخص می شود. پس از آن ارتباط این تجهیزات با هم وبا تابلوی تقسیم معین خواهد شد.

تحقیق کنید

نقشه پلان روشنایی چه اطلاعاتی به برقکار و ناظر برق می‌دهد؟

خواندن نقشه پریزها

	نکات مربوط به پلان‌های پریز
۱	در تمام ساختمان از پریز ارت‌دار استفاده شود.
۲	از نصب پریز در حمام‌های کوچک معمولی (با طول کمتر از ۲ – ۳ متر) خودداری شود.
۳	در حمام‌های بزرگ از نصب پریز در نزدیکی دوش و وان خودداری شود.
۴	در مکان‌های مرطوب (پارکینگ، حیاط، دست‌شویی، تراس، پشت‌بام، پاسیو ...) از پریز ارت‌دار و دردار استفاده شود.
۵	حداکثر تعداد پریز روی هر خط برابر ۱۲ عدد است. اغلب در فضاهایی مانند پارکینگ‌های بزرگ و انباری مجتمع‌ها با این مشکل مواجه می‌شویم.
۶	حداکثر مجاز افت ولتاژ در خطوط پریز برابر ٪ ۵ از تابلوی کنتور تا آخرین پریز روی هر خط است (این مشکل در محوطه‌های وسیع مانند پارکینگ مجتمع‌ها پیش می‌آید). برای محاسبه آن، یک بار ۱۶ آمپر روی آخرین پریز در خط مربوطه، در نظر می‌گیریم و افت آن‌را به‌دست می‌آوریم.
۷	بر اساسِ هر فضا، ممکن است به تعدادی پریز نیاز باشد و اگر تعداد پریز موجود در یک فضا کم باشد، یک اشکال در نظر گرفته می‌شود.
۸	حداکثر مجاز افت ولتاژ در خطوط پریز برابر ٪ ۵ از تابلو کنتور تا آخرین پریز روی هر خط است. (این مشکل در محوطه‌های وسیع مانند پارکینگ مجتمع‌ها پیش می‌آید) برای محاسبه‌ی آن، یک بار ۱۶ آمپر روی آخرین پریز در خط مربوطه، در نظر گرفته و افت آن‌را به‌دست می‌آوریم.
۹	پلان تجهیزات در انتخاب محل قرار گرفتن پریزها در نقشه به ما کمک خواهد کرد. خصوصاً در آشپزخانه‌ها محل وتعداد پریزهای آشپزخانه باید با توجه به محل قرار گیری تجهیزات مانند سینک ظرف شویی، یخچال، ماشین لباس‌شویی واجاق گاز انتخاب شود. حداکثر هر ۱۲ عدد پریز باهم یک مدار را تشکیل می‌دهند و از نزدیک‌ترین پریز با علامت فلش به داخل تابلوی مینیاتوری متصل می‌شود. پریزهای داخل آشپزخانه یک مدار را تشکیل می‌دهند.

نقشه خوانی پریزهای تلفن و آنتن

پلان پریز تلفن جزء سیستم‌های جریان ضعیف در ساختمان و شناور محسوب می‌شود و مدارهای هر یک از این سیستم‌ها باید مستقل از مدار برق اجرا شوند.

نکات مربوط به پلان‌های آیفون و زنگ اخبار	
۱	لازم است برای در ورود هر آپارتمان یک زنگ اخبار تعبیه گردد. ولی زنگ اخبار اجباری نیست.
۲	برای تغذیه زنگ اخبار بهتر است از یک خط مستقل با فیدر ۴ آمپر استفاده شود. در عین حال استفاده از خطوط روشنایی ۱۰ آمپر نیز مانعی ندارد، گرچه توصیه هم نمی‌شود (تغذیه زنگ اخبار از خط پریز ممنوع است).
۳	لازم است در هر واحد آپارتمان یک گوشی آیفون، در محل مناسب جانمایی شود.
۴	برای تغذیه گوشی آیفون تصویری می‌توان از همان فیدر زنگ اخبار استفاده کرد.
۵	لازم است در بازکُنِ طبقه هم‌کف، پشتِ در ورودی و صفحه کلید آیفون مجاور در، جانمایی شود.

نکاتی مربوط به تابلوی توزیع برق شناور وساختمان	
۱	کلیه تابلو های فرعی ساختمان باید در ورودی خود یک کلید قطع و وصل اصلی داشته باشند. ولی اغلب اوقات وجود حفاظت، لازم نیست، به‌ویژه اینکه در صورت وجود حفاظت ورودی، به ایجاد سلکتیویته نیاز است و به‌علت محدودیت‌های موجود در ساختمان، این کار دشواراست.
۲	مشکلات موجود در ساختمان باعث می شود که نتوانیم یک سلکتیویته مطمئن، برای تمام حالات ایجاد کنیم.
۳	در صورت استفاده از اسپلیت یونیت که برای یک آپارتمان معمولی، اغلب حدود ۳/۵ تا ۴/۵ کیلووات قدرت لازم دارد، باید دیماند مورد نیاز آپارتمان کنترل گردد و در صورت لزوم از انشعاب سه فاز برای ساختمان استفاده شود.
۴	لازم است در همه تابلو ها سیم وکابل بافیدر متناسب باشد. به نحوی که سیم وکابل همواره حفاظت گردد و همچنین هر دوی آنها باید با بار مربوطه تناسب داشته باشند.
۵	لازم است در تمام تابلو های برق، تعداد خروجی ها، متناسب با نقشه‌های پلان و مصرف کننده‌های موجود باشد.
۶	کلیه تابلو های برق باید نام‌گذاری شده باشند.
۷	لازم است توان و جریان کل نامی تابلو نوشته شده باشد.
۸	ضرورت دارد توان نامی مصرف کننده‌ها، از قبیل پمپ‌های آب و آتش نشانی و ...، در خطوط خروجی مربوطه نوشته شده باشد. معمولاً این کار برای خطوط روشنایی و پریز لازم نیست.

نکاتی مربوط به پلان‌های تغذیه تجهیزات مکانیک	
۱	برای کولر آبی، لازم است محل نصب کلید کولرو آدرس خط تغذیه کننده وتعداد رشته سیم و سطح مقطع سیم‌های خروجی کلید به سمت کولر(5*2/5) مشخص شود.
۲	خط تغذیه کولرآبی به یک فیدر ۱۶ آمپر و سه رشته سیم ۲/۵ × ۵ نیاز دارد.
۳	برای تغذیه فن کوئل، باید رادیاتور وترموستات جانمایی وارتباط آنها ترسیم گردد و آدرس خط تغذیه برق ترموستات درج شود. توجه: مصرف برق یک رادیاتور فن کوئل حدود ۱۰۰ وحداکثر ۱۵۰ وات است.
۴	گاهی برای تغذیه برق فن کوئل ازیک پریز نصب شده درکنار رادیاتور وهم ارتفاع با آن استفاده می‌شود و گاهی نیز سیم برق مستقیماً به رادیاتور متصل می‌شود.
۵	اینکه سیم برق در سمت چپ یاراست رادیاتور قرار گیرد، قاعده خاص ندارد وبه سفارش ساخت ونظر طراح مکانیک وبرق بستگی دارد.
۶	موتور خانه‌های مرکزی در ساختمان‌ها، مصرف کننده‌های عمده ای محسوب می‌شوند. معمولاً بخش عمده تجهیزات آنها در اتاق موتورخانه قرار می‌گیرد ولی بخش‌هایی نیز ممکن است در جای دیگر جانمایی شده باشند (مثلاً برج خنک کننده، اغلب روی پشت بام قراردارد).

دیاگرام توزیع برق

نکاتی مربوط به رایزر دیاگرام تابلوهای برق ساختمان وشناورکه باید مورد نظر قرار گیرد

۱	در رایزر دیاگرام تابلوهای برق باید تمام تابلوهای برق نشان داده شود.
۲	نام کلیه تابلوها درج شده باشد.
۳	مشخص باشد که هر تابلو در کدام طبقه قرار دارد.
۴	رایزر با پلان تطابق کامل داشته باشد.
۵	ارتباط بین تابلوها نمایش داده شود.
۶	مشخصات هادی‌های رابط بین تابلوها، از قبیل سطح مقطع، تعداد رشته ها، تیپ سیم و کابل و ... درج شده باشد.
۷	جعبه‌های عبورکابل (Pull Box) نشان داده شود.
۸	مشخصات فنی کلیه اجزا، از قبیل نوع کابل به‌کار برده شده، قدرت تقویت کننده‌ها، تعداد خروجی‌ها، افت پریزها و ... درج شده باشد.

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)		نمره
۴	نقشه خوانی	تجهیزات: ابزار و تجهیزات لازم مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از حد انتظار	۱- علایم موجود در پلان یک ساختمان را شناسایی کند. ۲- اندازه‌گیری روی پلان را تشخیص دهد. ۳- به‌طور کامل سیم‌کشی یک پلان را طراحی و روشنایی آن را ترسیم نماید. ۴- به‌طور کامل نقشه پریزهای برق و آنتن یک پلان را طراحی و آنها را ترسیم نماید. ۵- شمای تک خطی تابلوهای تقسیم برق یک واحد مسکونی یا یک شناور را ترسیم کند.	۳	
			در حد انتظار	۱- علایم موجود در پلان یک ساختمان را شناسایی کند. ۲- اندازه‌گیری روی پلان را تشخیص دهد. ۳- به‌طور کامل سیم‌کشی یک پلان را طراحی و روشنایی آن را ترسیم نماید.	۲	
			پایین تر از حد انتظار	۱- علایم موجود در پلان یک ساختمان را شناسایی کند. ۲- اندازه‌گیری روی پلان را تشخیص دهد.	۱	

ارزشیابی شایستگی سیم و سیم‌کشی

شرح کار:
اهمیت شناسایی سیم و کابل
کاربرد سیم‌ها و کابل‌ها
شناسایی ابزارهای سیم‌کشی و انجام اتصالات آن
طراحی و نصب تجهیزات مدارهای روشنایی
شناسایی پلان‌ها

استانداردعملکرد:
هنرجو انواع سیم و کابل را برای سیم‌کشی و کابل‌کشی بشناسد و انواع اتصال‌های مختلف سر سیم و کابل‌شو را انجام دهد. هم‌چنین قادر به طراحی و نصب انواع کلیدها، پریزها و مدارهای روشنایی باشد و در پایان علاوه بر تشخیص اجزای نقشه، قادر به نقشه‌خوانی قسمت‌های مختلف پلان یک واحد مسکونی و شناور باشد.

شاخص‌ها:
شناخت کامل تجهیزات برقی

شرایط اجرای کار، ابزار و تجهیزات:
شرایط: کارگاه مجهز به لوازم ایمنی باشد
ابزار و تجهیزات: کلیهٔ ابزارآلات سیم و سیم‌کشی

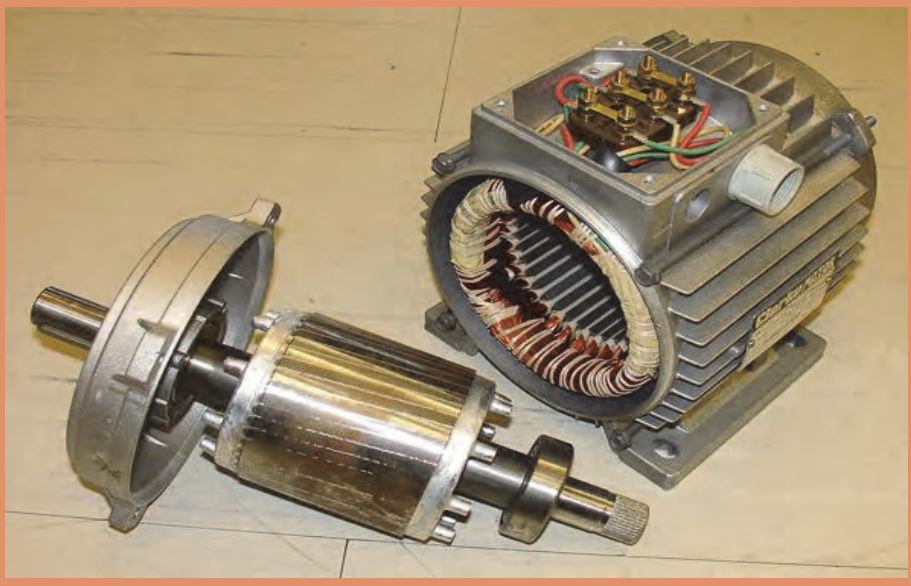
معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی سیم و کابل	۱	
۲	ابزار و اتصال‌های سیم‌کشی	۲	
۳	سیم‌کشی	۱	
۴	نقشه‌خوانی	۱	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و ...		۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۲

ماشین‌های الکتریکی



ماشین‌های الکتریکی در زندگی بشر وگرداندن چرخ صنعت نفش ارزنده ای ایفا می‌کنند. هدف اصلی این پودمان ایجاد پایه ای قوی در اصول بنیادی ماشین‌های جریان مستقیم مبتنی بر قواعد فیزیکی و روش-های تحلیل مدار الکتریکی ماشین است.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحدیادگیری، هنرجویان قادر خواهند بود، ضمن شناخت انواع ماشین‌های الکتریکی، با ساختمان داخلی، نحوه عملکرد، ساختار و اجزای انواع ماشین‌های الکتریکی آشنا شوند و چگونگی خواندن پلاک انواع ماشین‌ها را انجام دهد.

سؤالات پیشنهادی

۱- اجزای قسمت ساکن ماشین‌های جریان مستقیم را نام ببرد.
۲- سیم پیچی میدان برای جریان‌های زیاد، چگونه طراحی می‌شود؟
۳- اجزای قسمت متحرک ماشین‌های جریان مستقیم را نام ببرد.
۴- روش‌های تهویه رتور ماشین‌های جریان مستقیم را توضیح دهید.
۵- چرا به رتور ماشین‌های جریان مستقیم، «آرمیچر» می‌گویند؟
۶- وظیفه پروانه خنک کننده را بنویسد.
۷- تهویه ماشین‌های جریان مستقیم با قدرت کم و زیاد چگونه صورت می‌پذیرد؟
۸- مفاهیم مربوط به سیم پیچی آرمیچر را تعریف کند:
۹- الف)حلقه ب)کلاف پ)سیم پیچی
۱۰- روش‌های ترسیمی سیم پیچی آرمیچر را نام ببرد.
۱۱- گام‌های سیم پیچی آرمیچر را نام ببرد.
۱۲- گام قطبی را تعریف کند و رابطه آن را بنویسید.
۱۳- گام برگشت را تعریف کند.
۱۴- گام کموتاتور را تعریف کند.
۱۵- تفاوت سیم پیچی‌های حلقوی و موجی از نظر شکل سیم پیچی را بنویسد.
۱۶- دیاگرام گسترده دو کلاف از سیم پیچی حلقوی ساده را رسم کند و گام‌های سیم پیچی را بر روی آن نشان دهد.
۱۷- گام‌های سیم پیچی را تعیین کند.
۱۸- اطلاعات را از پلاک مشخصات موتورهای الکتریکی استخراج کند.
۱۹- چگونگی سالم بودن کلاف‌های موتور را تشخیص دهد.

بررسی قوانین حاکم بر ماشین‌های الکتریکی

پرسش کلاسی

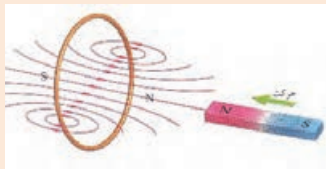
مداری مطابق شکل‌زیر، متشکل از یک حلقه هادی، که دو سر آن به یک گالوانومتر (یک آمپرمتر بسیار دقیق که با کمترین جریان الکتریکی منحرف می‌شود) متصل است، ایجاد و با حرکت یک آهنربای دائم، طبق مراحل داده شده، جدول را تکمیل کنید.

مراحل کاری	شرح آزمایش	تصویر
۱	اگر یک آهنربای دائم از طرف قطب شمال (N) آن، مطابق شکل، داخل حلقه شود، عقربه گالوانومتر منحرف می‌گردد. انحراف عقربه گالوانومتر به معنای..... از گالوانومتر است. ج) عبور جریان	
۲	در صورتی که آهنربای دائم نسبت به حلقه، مطابق شکل، حرکتی نداشته باشد، عقربه گالوانومتر ..... ج) منحرف نخواهد شد	
۳	اگر آهنربای دائم از حلقه (مطابق شکل) دور شود، عقربه گالوانومتر در جهت ..... منحرف می‌شود، یعنی..... در حلقه تغییر کرده است. ج) عکس حالت قبل- جهت جریان	
۴	اگر قطب جنوب (S) آهنربای دائم، مطابق شکل داخل حلقه شود، عقربه گالوانومتر بر خلاف حالتی که قطب..... وارد حلقه شد، منحرف می‌شود. ج) شمال N	

قانون لنز

پرسش کلاسی

کار در کلاس: مطابق شکل، مقطع یک حلقه هادی و یک آهن ربا تهیه کنید و آهن ربا را، مطابق مراحل گفته شده، به حلقه نزدیک و سپس دور کنید و با توجه به نتایج به دست آمده، جدول را تکمیل نمایید.

مراحل کاری	شرح آزمایش	تصویر
۱	هنگامی که قطب شمال (N) آهنربا به طرف حلقه حرکت داده می‌شود، مطابق آزمایش فاراده، جریان الکتریکی در حلقه جاری می‌شود. این جریان، میدان مغناطیسی در اطراف حلقه تولید خواهد نمود. طبق قانون لنز جهت جریان القایی به گونه ای است که با عامل به وجودآورنده اش مخالفت می‌کند؛ به این معنی که میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی با..... ..... به سمت حلقه مخالفت خواهد کرد. یعنی قطب شمال میدان حلقه مقابل قطب آهن ربا قرار می‌گیرد تا با ایجاد..... مانع حرکت آهن ربا به سمت حلقه شود. ج) حرکت آهن ربا – نیروی دافعه	
۲	اگر آهن ربا (مطابق شکل) به عقب حرکت داده شود، در این حالت مطابق آزمایش فاراده جریان القایی نیز در حلقه جاری می‌شود و طبق قانون لنز، میدان مغناطیسی ناشی از این ..... نیز با عامل به وجود آورنده اش، که همان حرکت رو به عقب آهن رباست، مخالفت خواهد کرد. یعنی میدان حلقه، قطب S خود را در مقابل قطب N آهن ربا قرار می-دهد تا با ایجاد نیروی ..... مانع حرکت آهنربا شود. ج) جریان القایی – جاذبه	

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۱	بررسی قوانین حاکم بر ماشین‌های الکتریکی	تجهیزات: ابزار و تجهیزات مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از حد انتظار	۱-تقسیم‌بندی ماشین‌های الکتریکی را بشناسد. ۲-قوانین القای الکترو مغناطیسی فاراده را بشناسد. ۳-قانون لنز را بررسی کند. ۴-قوانین دست چپ و راست را در ماشین‌های الکتریکی اجرا نماید.	۳
			در حد انتظار	۱-تقسیم‌بندی ماشین‌های الکتریکی را بشناسد. ۲-قوانین القای الکترو مغناطیسی فاراده را بشناسد. ۳-قانون لنز را بررسی کند.	۲
			پایین تر از حد انتظار	۱-تقسیم‌بندی ماشین‌های الکتریکی را بشناسد. ۲-قوانین القای الکترو مغناطیسی فاراده را بشناسد.	۱

ساختمان ماشین‌های جریان مستقیم

اجزای تشکیل‌دهنده ماشین‌های جریان‌مستقیم را می‌توان به‌صورت زیر دسته-بندی کرد:

قسمت ساکن شامل قطب‌ها و بدنه

قسمت گردان (آرمیچر)

مجموعه جاروبک و جاروبک نگهدارها.

اجزای ساکن ماشین‌های جریان مستقیم

قسمت‌های ساکن جریان مستقیم شامل اجزای زیرند:

الف) قطب‌های اصلی

ب) قطب‌های کمکی

پ) بدنه.

قطب‌های اصلی: وظیفه این قسمت تأمین میدان مغناطیسی مورد نیاز ماشین است. قطب‌های اصلی خود، شامل قسمت‌های زیر است.

هسته قطب: این هسته از ورق‌های فولاد الکتریکی به ضخامت حدود ۰/۵ تا ۰/۶۵ میلی‌متر با خاصیت مغناطیسی قابل قبول تشکیل می‌شود.
کفشک قطب: شکل قطب، به نحوی است که سطح مقطع کوچکتر برای سیم پیچ اختصاص داده می‌شود و قسمت بزرگتر که کفشک قطب نام دارد، میدان مغناطیسی را شکل می‌دهد و هدایت فوران مغناطیسی را به فاصله هوایی تسهیل می‌کند.
سیم پیچ تحریک: یا سیم پیچ قطب اصلی، که دور هسته قطب پیچیده می‌شود، برای جریان‌های کم باید تعداد دور سیم پیچ تحریک زیاد باشد و سطح مقطع آن کم و برای جریان‌های زیاد تعداد دور کم برای سیم پیچ لازم است و با سطح مقطع زیاد.
قطب‌های کمکی: قطب‌های کمکی در ماشین‌های جریان مستقیم، از هسته و سیم پیچ تشکیل می‌شوند، هسته قطب‌های کمکی را معمولاً از فولاد یکپارچه می‌سازند. سیم پیچی قطب‌های کمکی نیز با تعداد دور کم و سطح مقطع زیاد پیچیده می‌شوند.
بدنه: قطب‌های اصلی، کمکی و جاروبک‌نگهدارها روی بدنه ماشین محکم می‌شوند. به‌وسیله ماشین روی پایه اش نصب می‌گردد. قسمتی از بدنه را هسته آهنی تشکیل می‌دهد که برای هدایت فوران مغناطیسی قطب‌های اصلی و کمکی به‌کار می‌رود. در این قسمت طوق به‌کار می‌رود.

اجرای قسمت متحرک

اجزای قسمت متحرک یا رتور یک ماشین جریان مستقیم	
۱	هسته رتور
۲	سیم پیچی رتور
۳	کموتاتور
۴	محور
۵	پروانه خنک کننده

قسمت متحرک یا رتور یک ماشین جریان مستقیم در شکل ۱ نشان داده شده است.

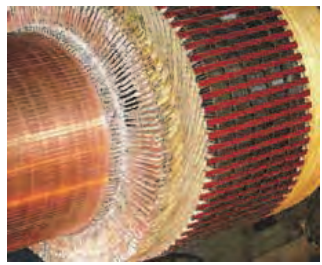
شکل ۱

هسته رتور

هسته رتور از ورقه‌های فولادی سلیس‌دار، که با یک لایه نازک ازهم عایق شده‌اند ساخته می‌شود. برروی هسته رتور شیارهایی تعبیه شده است تا سیم پیچ ها در داخل آنها قرار گیرند. این شیارها ممکن است به صورت باز یا نیمه باز باشند.
در هنگام کار ماشین‌های جریان مستقیم، هسته رتور گرم می‌شود. برای خنک شدن هسته، معمولاً رتورها را به صورت «تهویه محوری» یا«تهویه شعاعی» می‌سازند. در رتورهای با تهویه محوری، سوراخ هایی در امتداد هسته ایجاد می-کنند تا هسته در اثر نفوذ جریان هوا به این سوراخ‌ها خنک شود (شکل ۲).

شکل ۲

در رتورهای با تهویه شعاعی هسته از چند دسته ورق با طول ۴ تا ۱۰ سانتی‌متر، که با یکدیگر ۸ تا ۱۰ میلی‌متر فاصله دارند، تشکیل می‌گردد (شکل ۳).



شکل ۳

سیم پیچی رتور

سیم پیچی رتور از کلاف‌های مشابهی تشکیل شده است. این سیم پیچی مبتنی بر اصول فنی است و از طراحی ماشین‌های جریان مستقیم تبعیت می‌کند. از آنجایی که ماشین‌های جریان مستقیم ولتاژاصلی در«سیم پیچی رتور» القا می-شود، اصطلاح«سیم پیچی آرمیچر»نیز به آن اطلاق می‌شود. «رتور» ماشین‌های جریان مستقیم نیز به آرمیچر معروف است.

کموتاتور

کموتاتوراز تیغه‌های مسی، که توسط عایق میکا نسبت به یک دیگرومحورماشین عایق شده اندتشکیل می‌شود. ابتدا و انتهای کلاف‌های سیم پیچی رتور توسط لحیم یا پرس کردن به تیغه کموتاتور وصل می شود (شکل ۴).

شکل ۴

محور

محور رتور ماشین‌های جریان مستقیم به منزله تکیه گاهی برای سایراجزای رتور است. محور باید از فولادی تهیه شود که خاصیت مغناطیسی آن کم، اما در مقابل تنش‌های برشی، خمشی، کششی وپیچشی استحکام مکانیکی کافی را داشته باشد.

پروانه خنک کننده

پروانه خنک کننده یا«فن»با ایجاد جریان هوا درداخل ماشین، گرمای ایجاد شده را سریع‌تر به خارج از ماشین انتقال می‌دهد. لذا دمای کار ماشین دریک حد مشخص محدود می‌شود و ازدیاد عمرمفید ماشین را در پی خواهد داشت. پروانه خنک کننده ماشین‌های جریان مستقیم باقدرت کم، روی محور رتور نصب می-شود، وباگردش رتورمی‌گردد وجریان هوا به‌وجود می‌آورد. اما ماشین‌های با قدرت متوسط و زیاد، فاقد پروانه خنک کننده روی محور رتور هستند وتهویه ماشین توسط فن جداگانه ای انجام می‌شود که به منظورجذب ذرات گرد وغبردارای فیلتر هواست وتوسط یک موتورسه فاز به گردش درمی‌آید. تصویر یک ماشین جریان مستقیم مجهز به فن جداگانه را در شکل ۵ ملاحظه می‌کنید.

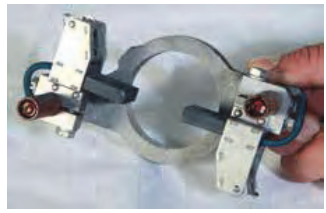
شکل ۵

تصویر برش خورده یک ماشین جریان مستقیم با فن جداگانه در شکل ۶ آمده است. در این شکل، فیلتر و فن را مشاهده کنید.

شکل ۶

۳ -جاروبک و جاروبک نگهدارها

وظیفه جاروبک نگهدار قرار دادن صحیح جاروبک روی تیغه‌های کلکتور است. جاروبک‌ها قطعاتی از جنس زغال یا گرافیت‌اند که از آنها برای گرفتن جریان از کلکتور یا دادن جریان به آن استفاده می‌شود. در قسمت ساکن ماشین‌های جریان مستقیم وسیله ای به نام جاروبک نگهدارنصب شده است. وظیفه جاروبک نگهدار؛ قرار دادن صحیح جاروبک‌ها روی تیغه های کموتاتور است. جاروبک‌ها درجاروبک نگهدار قرار می‌گیرند و توسط فنری با فشار قابل تنظیم بر روی کموتاتور فشار داده می‌شوند(شکل ۷).



شکل ۷

کار در کلاس

جدول زیر را که مربوط به اجزای ماشین دی‌سی (DC) است، تکمیل نمایید.

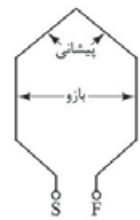
ردیف	نام فارسی	نام انگلیسی
۱	استاتور	Stator
۲	رتور	Rotor
۳	بدنه	Yoke
۴	سیم پیچی میدان	Field Winding
۵	جاروبک نگهدار	Brush Holder
۶	شیار	Slot
۷	کموتاتور	Commutator
۸	محور	Shaft
۹	پروانه خنک کننده	Fan
۱۰	کموتاسیون	Commutation

سیم پیچی آرمیچر ماشین های جریان مستقیم

در ماشین‌های جریان مستقیم، نحوه سری و موازی کردن کلاف‌های سیم پیچی رتور تحت عنوان «سیم‌پیچی آرمیچر» مطرح می‌شود. به طور کلی اصطلاح«سیم پیچی آرمیچر» به سیم پیچی‌هایی اطلاق می‌شود که نیروی محرکه اصلی در آن القا می‌شود. با معرفی روش‌های «ترسیم سیم پیچی آرمیچر»به تأثیر این شیوه‌ها بر نیروی محرکه القایی، جریان و گشتاور ماشین‌های جریان مستقیم اشاره خواهد شد.

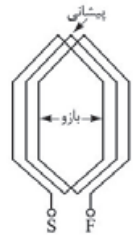
برخی از واژه‌های مربوط به سیم پیچی به شرح زیرند:

«حلقه» شامل یک دور هادی است. قسمتی از حلقه که درون شیار قرار می‌گیرد «بازو» نام دارد و قسمتی که در بیرون شیار قرار می‌گیرد «پیشانی» نامیده می‌شود. حلقه‌ها سر و ته دارند. سر حلقه را با حرف «S» و ته ان را با حرف «F» نشان می‌دهند (شکل ۸).



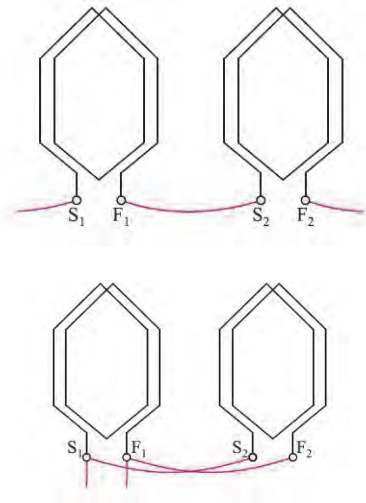
شکل ۸

کلاف از اتصال سری چندین حلقه تشکیل شده است. برای کلاف نیز می‌توان همانند حلقه، بازو، پیشانی و سر و ته در نظرگرفت (شکل ۹).



شکل ۹

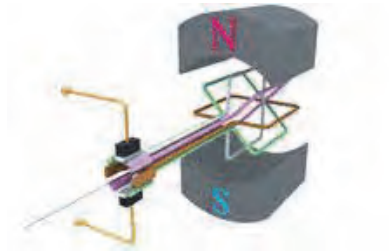
سیم پیچی از اتصال چندین کلاف تشکیل شده است. این اتصال می‌تواند به صورت سری یا موازی یا ترکیب سری و موازی باشد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰

روش‌های ترسیم سیم پیچی آرمیچر

در قسمت‌های قبل مشاهده شد، برای قابل استفاده وکاربردی شدن ژنراتور وموتور ساده جریان مستقیم، تعداد حلقه‌های آنها افزایش داده می‌شود. در شکل ۱۱ ماشین جریان مستقیمی با چهار حلقه و هشت تیغه کموتاتور مورد نظر است.

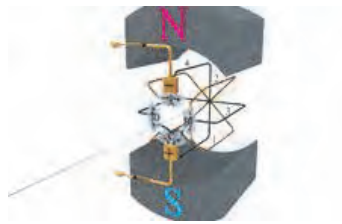


شکل ۱۱

مشاهده می‌شود در هر لحظه فقط یک یا دوحلقه دارای جریان می‌شوند وحلقه-های دیگر فاقد جریان الکتریکی هستند و در تمام لحظات نقش مؤثری در ماشین ایفا نمی‌کنند. در واقع به دلیل نبودن ارتباط الکتریکی بین این حلقه‌ها افزایش بیشتر تعداد حلقه‌ها با این شیوه تأثیر چندانی در کارایی ماشین نگذاشته است.

برای برقراری ارتباط الکتریکی بین حلقه‌ها روش‌هایی به‌کار گرفته می‌شود که حلقه‌ها رابه صورت سری وموازی از طریق تیغه‌های کموتاتور به یکدیگر متصل می‌کنند تا جریان الکتریکی از آنها عبور کند. با این عمل در موتورها تغییرات گشتاور به حداقل مقدار ممکن می‌رسد وگشتاور یکنواخت خواهد شد ودر ژنراتورها ضربان نیروی محرکه القایی نیز به حداقل ممکن می‌رسد و مقدار متوسط آن افزایش می‌یابد.

شکل ۱۲ نمونه ای از سری وموازی شدن حلقه‌ها را نشان می‌دهد.



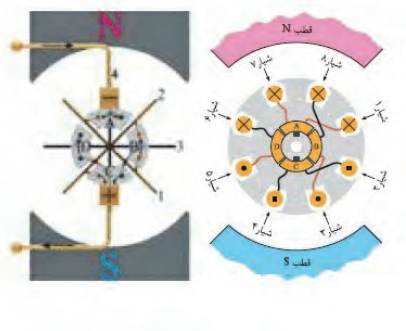
شکل ۱۲

این شکل یک ماشین جریان مستقیم دو قطب با چهار کلاف وچهار تیغه کموتاتور را نشان می‌دهد. به منظور پرهیز از شلوغ شدن شکل، کلاف‌ها به صورت حلقه نشان داده شده اند. دو حلقه مشکی از طریق تیغه "D" و دو حلقه قهوه ای از طریق تیغه "B" با هم سری شده اند. هر یک از حلقه‌های مشکی وقهوه ای از طریق تیغه های Aو C با هم موازی خواهد شد. به این ترتیب جریان الکتریکی از طریق جاروبک به تیغهA وارد می‌شود وپس از عبور از حلقه‌های مشکی وقهوه ای به تیغه C می‌رسد و از طریق جاروبک خارج می‌شود. لذا جریان الکتریکی از تمام حلقه‌ها می‌گذرد و آنها در کار ماشین مؤثر خواهند شد.
ترسیم سیم پیچی آرمیچر مطابق شکل ۱۲ بسیار دشوار است. لذا روش‌های ترسیمی دیگری به‌کار می‌رود. این روش‌ها عبارت است از:

۱- دیاگرام دایره ای(مقطعی)
۲- دیاگرام خطی(راه جریان)
۳- دیاگرام گسترده(باز)
۴- دیاگرام سریع(دندانه اره ای)

دیاگرام دایره ای

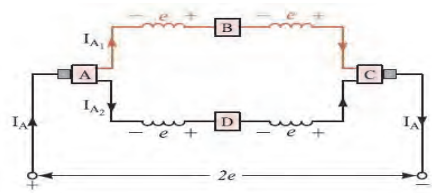
نمای روبه‌روی رتور وکموتاتور است. در این دیاگرام، سربندی کلاف‌های سیم پیچی آرمیچر، یعنی اتصال سر وته کلاف به تیغه‌های کموتاتور مشخص می‌شود و جهت جریان هر یک از بازوهای کلاف در هر یک از شیارهای رتور نشان داده می‌شود. کلاف‌های رتور و کموتاتور شکل ۱۲ در شکل ۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۱۳

در دیاگرام خطی چگونگی ارتباط کلاف‌ها به یکدیگر و اتصال سر وته آنها به تیغه‌های کموتاتور به صورت دیگری ترسیم می‌شود.
این دیاگرام نشان می‌دهد چگونه با موازی شدن کلاف‌ها مسیرهای موازی برای عبور جریان الکتریکی ایجاد می‌شود وکلاف‌هایی که در این مسیرها قرار می-

گیرند با یکدیگر سری می‌شوند تا نیروی محرکه القایی آنها با هم جمع شود. هر یک از این مسیرهای موازی«راه جریان» نام دارد.
دیاگرام خطی کلاف‌های سیم پیچی آرمیچر شکل ۱۲ در شکل ۱۴ نشان داده شده است.

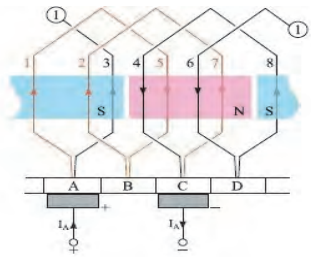


شکل ۱۴

در این شکل لحظه ای که جاروبک ها با تیغه های A و C کموتاتور در تماس‌اند مشاهده می‌شود. جریان آرمیچر I_a از طریقA کموتاتور بین دو راه جریان که توسط کلاف‌های قهوه ای و مشکی ایجاد شده است تقسیم می‌شود و جریان‌هایI_{a1} و I_{a2}را در هر مسیر جاری می کند.
کلاف‌های هر یک از این راه های جریان توسط تیغه‌های BوC کموتاتور سری شده اند و نیروی محرکه القاییe آنها باهم جمع می‌شود و ولتاژ 2e را بین تیغه-های A و cکموتاتور به‌وجود می‌آورند (تعداد راه‌های جریان را با a نشان می‌دهند لذا در این دیاگرام2=a است).

دیاگرام گسترده

دیاگرام گسترده موقعیت هر کلاف در شیارهای رتور و نحوه اتصال سر و ته آنها را به تیغه‌های کموتاتور نشان می‌دهد. در این دیاگرام، با توجه به جهت جریان در کلاف‌ها، محل قطب های مغناطیسی سیم پیچی آرمیچر نیز مشخص می‌شود. از دیاگرام گسترده، اطلاعات مربوط به سیم پیچی و سربندی کلاف‌های سیم پیچی آرمیچر به‌دست می‌آید و برای سیم پیچی عملی آرمیچر مناسب‌تر است.
در ترسیم دیاگرام گسترده، رتور و کموتاتور را که استوانه ای هستند در امتداد شیارها برش طولی می‌دهند وآن ها را به صورت صفحه ای ترسیم می‌کنند. به تعداد شیارهای رتور خطوطی به طور عمودی رسم می‌شود. در صورتی که در هر شیار دو بازو از دو کلاف مختلف قرار گرفت بازویی را که در بالای شیار قرار می-گیرد با خط پر و بازویی را که در پایین شیار قرار می‌گیرد، با خط چین نشان می‌دهند. با ایجاد یک برش فرضی در شکل ۱۲ دیاگرام گسترده آن مطابق شکل ۱۵ ترسیم می‌شود.



شکل ۱۵

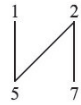
جریان آرمیچر از طریق جاروبک متصل به تیغه کموتاتور، به سیم‌پیچی وارد می‌شود و از طریق جاروبک متصل به تیغه کموتاتور متصل می‌گردد. مشاهده می‌شود بازوی کلاف‌های با جهت جریان یکسان در کنار هم قرار گرفته‌اند. C و به‌طور مشترک قطب‌های مغناطیسی در رتور به‌وجود می‌آید.

دیاگرام سریع

دیاگرام سریع موقعیت هر بازوی کلاف را در شیارهای رتور نشان می‌دهد. معمولاً دیاگرام سریع بعد از دیاگرام گسترده ترسیم می‌شود. با توجه به دیاگرام گسترده مشاهده می‌شود کلافی که یکی از بازوهای آن در شیار ۱ رتور قرار دارد بازوی دیگر آن در شیار ۵ قرار گرفته است. این فرایند در دیاگرام سریع به‌صورت شکل ۱۶ نشان داده می‌شود.

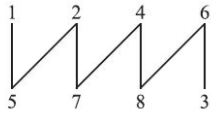
شکل ۱۶

بازوی کلاف بعدی در شیارهای ۲و۷ قرار گفته است. لذا دیاگرام سریع به‌صورت شکل ۱۷ در می‌آید.



شکل ۱۷

با ادامه این روند، دیاگرام سریع به‌صورت شکل ۱۸ تکمیل می‌شود.



شکل ۱۸

در صورتی که در شیارهای رتور دو بازو از دو کلاف قرار داشته باشند، بازویی را که در زیر قرارمی‌گیرد با اعداد پریم دار نشان می‌دهند.

	گام های سیم پیچی آرمیچر
۱	گام قطبی
۲	گام رفت (گام جلو)
۳	گام برگشت (گام عقب)
۴	گام سیم پیچی
۵	گام کموتاتور

گام قطبی

با عبور جریان الکتریکی از سیم پیچی آرمیچر در اطراف رتور آن، قطب‌های مغناطیسی تشکیل می‌شود. فاصله بین مرکز تا مرکز دو قطب غیر همنام مجاور یکدیگر بر حسب شیار رتور را «گام قطبی» گویند و رابطه آن به‌صورت زیر است:

$$y_p = \frac{s}{p}$$

دراین رابطه:
S: تعداد شیار رتور؛
P: تعداد قطب‌های رتور؛
y_p: گام قطبی بر حسب شیار رتور

گام رفت

فاصله بین بازوهای یک کلاف سیم پیچ آرمیچر بر حسب شیار رتور را «گام رفت» گویند (شکل ۱۹).

$$\varepsilon y_1 = \pm\frac{s}{p}$$

در این رابطه:
S : تعداد شیارهای رتور
P : تعداد قطب‌های رتور
ε : کوچک‌ترین عددی که کسر را گویا می‌کند
y_1گام رفت: در این خصوص اگر :
ε=۰ باشد گام رفت برابر با گام قطبی خواهد شد و سیم پیچی را با «گام کامل» گویند.
$\varepsilon \leq$ ۰ منفی باشد گام رفت کوچک‌تر از گام قطبی می‌شود و سیم پیچی را با «گام کوتاه» گویند.

$\varepsilon \geq 0$ مثبت باشد گام رفت بزرگ‌تر از گام قطبی می‌شود و سیم پیچی را با «گام بلند» گویند.

شکل ۱۹

گام برگشت

فاصله بین بازوی دوم از کلاف تا بازوی اول از کلاف دوم سیم‌پیچی آرمیچر برحسب شیار رتور را گام برگشت می‌گویند وآن را با Y_2 نشان می‌دهند (شکل ۲۰).

شکل ۲۰

گام سیم پیچی

فاصله بین دو بازوی اول کلاف متوالی سیم پیچی آرمیچر بر حسب شیار رتور را گام سیم پیچی گویند و آن را با Yنمایش می‌دهند (شکل۲۱).

گام کموتاتور

فاصله بین سروته یک کلاف روی کموتاتور بر حسب تعداد عایق بین تیغه‌های کموتاتور را گام کموتاتور می‌گویند. و آن را با Y_C نشان می‌دهند (شکل۲۱).

شکل ۲۱

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، راجع به سیم‌پیچی‌های حلقوی و موجی تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس به صورت پرده نگار ارائه نمایید.

روش‌های سیم پیچی آرمیچر

برای اتصال کلاف‌های سیم پیچی آرمیچر به تیغه‌های کموتاتور ماشین‌های جریان مستقیم، روش‌های گوناگونی وجود دارد. اما دو روش آن به نام حلقوی و موجی مشهورتر است. انجام دادن هر یک از این اتصالات در رتور،به ترتیب باعث ایجاد سیم پیچی حلقوی و سیم پیچی موجی می‌شود.

سیم پیچی‌های حلقوی و موجی از نظر شکل سیم پیچی و نحوه اتصال کلاف‌ها به تیغه‌های کموتاتور با یک دیگر متفاوت‌اند. این تفاوت ناشی از تعداد راه‌های جریان و ترتیب اتصال سر وته کلاف‌ها به تیغه‌های کموتاتور است.

سیم پیچی‌های حلقوی و موجی به دو صورت ساده و مرکب اجرا می‌شود.

نکات مهم درباره سیم پیچی حلقوی	
۱	با استفاده ازسیم پیچی حلقوی مرکب، امکان استفاده ازسیم پیچی آرمیچر در جریان های بیشتر فراهم می‌شود.
۲	درجه ترکیب m نشان می‌دهد که سیم پیچی آرمیچر از چند سیم پیچی ساده تشکیل شده است.
۳	گام کموتاتور $y_c = \pm m$ است. (علامت مثبت برای سیم پیچی راست گرد و علامت منفی برای سیم پیچی چپ گرد منظور می‌شود).
۴	تعداد جاروبک ها m برابر تعداد قطب‌هاست.
۵	پهنای هر جاروبک m برابر عرض تیغه کموتاتور است.
۶	تعداد راه‌های جریان m برابر تعداد قطب‌هاست یعنی $a=m/p$
۷	گام سیم پیچی برابر است با $y=y_c$
	رابطه $y = y_1 - y_2$ همواره حاکم است.

نکات مهم درباره سیم پیچی موجی	
۱	با استفاده از سیم پیچی موجی مرکب امکان استفاده از سیم پیچی آزمیچر در جریان‌های بیشتری فراهم می‌شود.
۲	درجه ترکیب m نشان می‌دهد که سیم پیچی آرمیچر از چند سیم‌پیچی ساده تشکیل شده است.
۳	گام کموتاتور $Y_c = {۲(c+m)}/{p}$ است. علامت مثبت برای سیم پیچی راست گرد و علامت منفی برای سیم پیچی چپ گرد منظور می‌شود.
۴	تعداد جاروبک‌ها به تعداد قطب‌ها بستگی دارد و به طور ثابت دو عدد است.
۵	پهنای هر جاروبک m برابر عرض تیغه‌های کموتاتور است.
۶	تعداد راه جریان‌ها $\alpha = ۲m$ است. گام سیم پیچی برابر با y=yc
۷	رابطه y=y1+y2 همواره حاکم است.
۸	جریان هر راه جریان برابر با $I_{A۱} = {I_A}/{a}$

پس به‌طور کلی تعداد مسیرهای جریان را با ۲a نشان می‌دهند که به‌شرح زیر است:

۲a= ۲p حلقوی ساده

۲a= ۲pmحلقوی مرکب

۲a =۲ موجی ساده

۲a= ۲m موجی مرکب

۲p: تعداد قطب‌های آرمیچر

m: درجه مرکب بودن آرمیچر

فرایند عملکرد ماشین‌های جریان مستقیم

مولدهای جریان مستقیم

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، مدار الکتریکی معادل هریک از مولدها را ترسیم کنید و نتیجه را در کلاس به صورت پرده‌نگار ارائه نمایید.

ماشین‌های دی‌سی (DC) واقعی دارای دو دسته سیم پیچ‌اند:

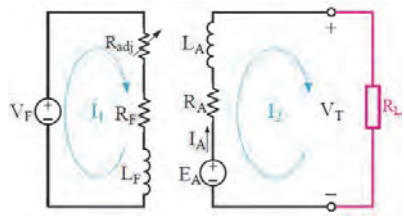
سیم پیچ آرمیچر ۲- سیم پیچ‌های تحریک

مولد های دی‌سی را می‌توان با توجه به نحوه ارتباط الکترونیکی سیم پیچ تحریک و سیم پیچ آرمیچر به چهار دسته تقسیم‌بندی کرد : ۱- مولد تحریک مستقل

۲- مولد شنت یا موازی ۳-مولد سری ۴- مولد سری موازی یا مختلط (کمپوند).
مولدها را از نظر چگونگی تأمین جریان تحریک به دو دسته تقسیم می‌کنند:
۱- مولدهای تحریک مستقل ۲- مولدهای خود تحریک

۱- مولد تحریک مستقل

در این گونه مولدها سیم پیچ تحریک از طریق یک منبع تغذیه جریان «دی‌سی» خارجی به نام اکسایتر تغذیه می‌شود و ارتباطی با سیم پیچ آرمیچر ندارد.
مدار الکتریکی معادل مولد تحریک مستقل همراه با ولتاها و جریان‌های قسمت‌های مختلف آن و روابط بین آنها، در شکل ۲۲ نشان داده شده است.



شکل ۲۲

$$V_T = E_A - R_A . I_A \quad -\varepsilon \;،I_A = I_L \;،I_L = \frac{P_1}{V_T} \;،I_F = \frac{V_F}{R_F}$$

IA=جریان ارمیچر، I_L=جریان بار، I_F =جریان تحریک، R_A= مقاومت اهمی آرمیچر، R_F=مقاومت تحریک، L_F= اندوکتانس مدار تحریک، E_A = نیرو محرکه تولیدی مولد، V_T = ولتاژ خروجی مولد، V_F= ولتاژ تحریک، ε (اپسیلون) = افت ولتاژ ناشی از عکس العمل آرمیچر

کاربرد مولد تحریک مستقل	
۱	تنظیم ولتاژ در حدود وسیع (درصد بالا) در مولدهای ۴ تا ۲۴ ولت یا در مولدهای با ولتاژ بیش از ۶۰۰ ولت؛
۲	تحریک مولدهای بزرگ نیرو گاهی؛
۳	تنظیم دور موتورها.

۲- مولدهای خود تحریک

مولدهای خود تحریک بر حسب اتصال سیم پیچ تحریک با سیم پیچ آرمیچر عبارت‌اند از :

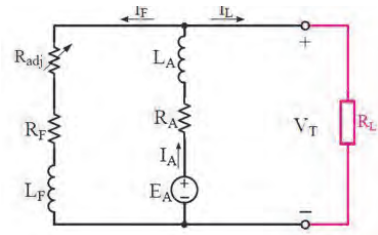
الف) مولد موازی یا شنت

در این مولد سیم پیچ تحریک با سیم پیچ آرمیچر به طور موازی قرار می‌گیرد و از ۲ تا ۳ درصد جریان تولیدی آرمیچر برای تغذیه خود استفاده می‌کند.

نکته

نکته ۱: در این مولد جریان سیم پیچ تحریک کم است برای ایجاد آمپر دور لازم، تعداد دور آن زیاد اما قطر آن کم است بنابراین مقاومت تحریک زیاد است.
نکته ۲ :ولتاژ خروجی مولد توسط یک مقاومت متغیر که با سیم پیچ تحریک سری می‌شود تنظیم می‌گردد.

مدار الکتریکی این مولد، همراه با فرمول‌های مربوط، در شکل ۲۳ آمده است:



شکل ۲۳

$$-I_L + I_F + I_A = 0 \text{ و } I_F = \frac{V_T}{R_F} \text{ و } I_L = \frac{P_2}{V_T} \text{ و } V_T = E_A - R_A I_A - \varepsilon$$

عواملی که مانع از تحریک یا راه اندازی مولد شنت می‌شود:	
۱	پس ماند مغناطیسی، ناچیز یا صفر باشد؛
۲	جهت جریان تحریک طوری باشد که فوران ناشی از آن، فوران پسماند را خنثی کند؛
۳	مقاومت مدار تحریک از حد معینی بیشتر باشد ؛
۴	جهت گردش آرمیچر برعکس باشد (که سبب عکس شدن جهت جریان تحریک می‌شود)؛
۵	دور محور از حد معینی کمتر باشد.

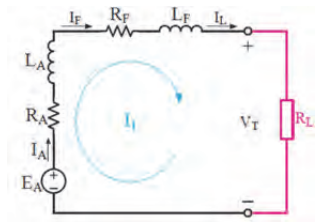
ب) مولد سری

در این مولد سیم پیچ تحریک با سیم پیچ آرمیچر اتصال پیدا می‌کند.

نکته

در این مولد چون تمام جریان آرمیچر؛ که زیاد نیز هست، از سیم پیچ تحریک می‌گذرد، تعداد دور سیم پیچ تحریک را کم اما قطر آن را زیاد انتخاب می‌کنند. بنابراین مقاومت تحریک کم می‌شود.

مدار الکتریکی این مولد همراه با فرمول‌های مربوط در شکل ۲۴ آمده است:



شکل ۲۴

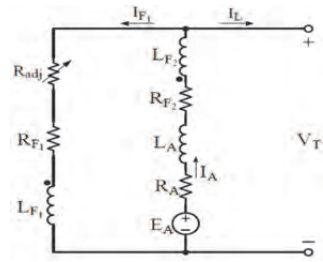
$$I_A = I_S = I_L = \frac{P_2}{V_T} \text{ و } V_T = E_A - I_A(R_A + R_S) - \varepsilon$$

Rs = مقاومت تحریک سری و Ls = اندوکتانس سیم پیچی سری و I_S جریان تحریک سری

پ) مولد مختلط یا کمپوند

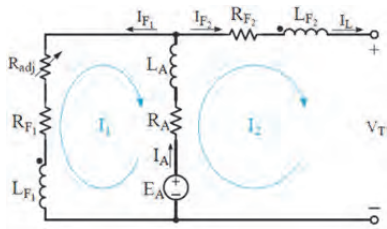
مدار تحریک این مولد از دو سیم پیچ تشکیل شده است، یکی به طور سری و دیگری به طور موازی. این سیم پیچ‌ها به دو صورت تغذیه می‌شوند. شکل مدار الکتریکی هر دو مولد در شکل های ۲۵ و ۲۶ آمده است:

۱- مولد کمپوند با انشعاب بلند (شنت بلند)



شکل ۲۵

۲- مولد کمپوند با انشعاب کوتاه(شنت کوتاه)



شکل ۲۶

به‌دلیل کوچک بودن افت ولتاژ در سیم پیچ سری، اختلاف بین این دونوع اتصال ناچیز است. لذا با تقریب مناسب، روابط مربوطه زیر برای هر دونوع به‌کار می‌رود:

$$V_T = E_A - I_A(R_A + R_S) - \varepsilon \ ، \ I_L = \frac{P_2}{V_T} \ ، \ I_F = \frac{V_T}{R_F} \ ، \ I_L + I_F - I_A = .$$

کاربرد مولد های کمپوند	
۱	مولد کمپوند اضافی در تحریک مولدهای نیروگاهی نقش مؤثری دارد.
۲	از مولدهای کمپوند تخت در جاهایی استفاده می شود که نیاز به ولتاژ ثابت باشد و فاصله بین مولد و مصرف کننده نیز کم باشد.
۳	از مولدهای کمپوند اضافی در حالت فوق کمپوند در مواردی استفاده می‌شود که بار نیاز به ولتاژ ثابت دارد ولی فاصله بین مولد و مصرف کننده زیاد باشد. در این-صورت ولتاژ اضافی تولید صرف جبران افت ولتاژ خط می‌شود.
۴	از مولد کمپوند نقصانی بیشتر در جوشکاری استفاده می‌شود.
۱	مولد کمپوند اضافی در تحریک مولدهای نیروگاهی نقش مؤثری دارد.

مشخصات اصلی مولدهای جریان مستقیم

کیفیت و خواص مولدهای جریان مستقیم را به کمک مشخصات آنها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌دهند این مشخصات روابط بین مقادیر اصلی زیر را، که بین کار مولدهاست، نشان می‌دهد. معمولاً مشخصات مولدها را در دور ثابت به‌دست می‌آورند.

$$E_A و V_T و I_A و I_F و W و n$$

مشخصات اصلی مولد های جریان مستقیم		
۱	مشخصه بی باری	این منحنی تغییرات نیروی محرکه مولد را به ازای تغییرات جریان تحریک نشان می‌دهد $E_A = f(I_F)$ و $n = const$ و $I_L = 0$
۲	مشخصه خارجی مولد	این مشخصه ولتاژ خروجی مولد را به ازای تغییرات بازنشان می‌دهد: $V_T - f(I_L)$ و $n - const$ و $R_F - const$
۳	مشخصه تنظیم مولد	این مشخصه تغییرات جریان تحریک را به ازای تغییرات بار نشان می‌دهد: $I_F = f(I_L)$ و $n = const$ و $V_I = const$

درصد تنظیم ولتاژ

نسبت تغییرات ولتاژ خروجی را نسبت به ولتاژ بار «درصد تنظیم ولتاژ» گویند:

$$\%V_R - \frac{B_A - V_T}{V_T} \times ۱۰$$

نکته

در یک مولد هر قدر درصد تنظیم ولتاژ در بار نامی کوچک‌تر باشد. امکان تنظیم ولتاژ خروجی ساده‌تر است.

پرسش کلاسی

جدول زیر را که به انواع مولدهای (DC) اشاره دارد تکمیل کنید.

ردیف	عنوان	شرح	کاربرد
۱	مولد دی‌سی با تحریک مستقل (Separately Excited DC Generator)	سیم پیچ میدان این ژنراتور به وسیله ..... تحریک می‌شود. از این ژنراتور در هنگامی که حوزه وسیعی از تغییرات ولتاژ خروجی مورد نیاز باشد، استفاده می‌شود. ج) یک منبع ولتاژ مستقل	این مولد به دلیل قابلیت تنظیم ولتاژ در محدوده وسیع در تنظیم دور موتورها و تحریک مولدهای بزرگ، در نیروگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۲	مولد با تحریک شنت (Shunt Field DC Generator)	سیم‌پیچ میدان با سیم‌پیچ آرمیچر موازی بسته می‌شود و به همین دلیل به آن سیم پیچ شنت یا موازی می‌گویند. تعداد حلقه‌های سیم پیچ شنت ..... است و جریان این سیم پیچ ..... است. ج) بسیار زیاد- کم	از این مولد در شارژ باتری‌ها و تأمین برق روشنایی اضطراری و تغذیه سیم پیچ مولدهای نیروگاهی استفاده می‌شود.
۳	مولد با تحریک سری (Series Field DC Generator)	سیم پیچ میدان (سیم پیچ سری تحریک) با سیم پیچ آرمیچر..... بسته می شود. سیم پیچ سری حلقه‌های کمتری دارد ولی جریان عبوری آن نسبتاً زیاد است (زیرا جریان آن همان جریان اصلی است). ج) سری	به دلیل داشتن گشتاور راه‌اندازی زیاد، از آن در وسایل حمل‌ونقل مانند مترو و جرثقیل‌های برقی استفاده می‌شود.
۴	مولد با تحریک کمپوند (Compounded Field DC Generator)	اگر از هر دو سیم پیچ شنت و سری جهت..... استفاده شود، مولد کمپوند نامیده می‌شود. این مولد دارای دو نوع کمپوند اضافی و نقصانی است. ج) تحریک مولد	از این نوع مولد، با توجه به اینکه ترکیبی از دو مولد سری و شنت است، هم می‌توان در جاهایی استفاده کرد که مصرف کننده در نزدیکی ژنراتور قرار دارد (افت ولتاژ کم است) و هم در جاهایی استفاده کرد که مصرف کننده در فاصله دورتری از ژنراتور قرار دارد (افت ولتاژ زیاد است).

موتورهای جریان مستقیم

موتورهای الکتریکی امکان دسترسی به انرژی مکانیکی را در حالت‌های مختلف، را با هزینه نسبتاً کم، طول عمر زیاد، بهربرداری ساده و کم سر و صدا و روش-های متنوع و کارآمد کنترل، فراهم ساخته اند.

در حال حاضر موتورهای الکتریکی از قدرت‌های بسیار کوچک برای استفاده در ابزار دقیق و مهندسی پزشکی و از تا قدرت‌های بسیار بالا (صدها کیلو وات) برای استفاده در صنایع سیمان و کارخانجات نورد فولاد و پالایشگاه‌ها ساخته می‌شوند.

دو ویژگی برجسته موتورهای جریان مستقیم، که باعث شده است هنوز از آنها استفاده شود، عبارت‌اند از :

۱- امکان کنترل دور دقیق و وسیع، ۲-گشتاور راه اندازی بسیار خوب

با داشتن چنین مزیتی باید در نظر داشت که موتور دی‌سی (DC) نسبت به مشابه AC، به مراتب گران‌تر و هزینه بهره برداری و تعمیرات آن نیز غالباً بیشتر است. مضافاً بر این که شبکه های صنعتی معمولاً از نوع آسی(AC)، است. بنابراین در صورت استفاده از موتورهای جریان مستقیم باید یک منبع تغذیه اختصاصی نیز برای موتور تدارک ببینیم که این خود بر گرانی هزینه‌ها می‌افزاید.

کمیت‌های اصلی در موتور مستقیم

همانند مولدها عبارت اند از :

جریان آرمیچر(I_A)، جریان تحریک (I_F)، سرعت با دور (n)، نیروی محرکه القایی (E_A) و ولتاژ ترمینال ها(V_T)

- در مولدها فرض بر این بود که دور ثابت است و تغییرات چهار کمیت دیگر مورد مطالعه قرار می رفت اما در موتورها V_T را ثابت می‌گیرند.
- در موتورها کمیت‌های مکانیکی خصوصاً دور و گشتاور بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد، اما در مولدها بحث اصلی به کمیت‌های الکتریکی خصوصاً ولتاژ و جریان مربوط می‌شود.

گشتاور در سیستم های دوار

حاصل ضرب داخلی بردارهای نیرو و فاصله به عنوان گشتاور تعریف می‌شود.

$$T= F \times r$$

$|T|=|F|.|r|.sin\alpha$ $(N.m)$ بردار گشتاور بر حسب نیوتن متر=T

F = بردار بر حسب نیوتن (N)، r = بردار فاصله بر حسب متر، α = زاویه بین بردار نیرو و فاصله است.

_ اگر امتداد نیرو و فاصله بر هم عمود باشند رابطه بالا مهار می‌شود و به صورت $T = F.r$ درمی‌آید.

ـ در سیستم‌های دوار، رابطه بین گشتاور با توان و سرعت زاویه ای به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$T=\frac{P}{W}\quad ،\quad W=\frac{2\pi n}{60}\quad ،\quad T=\frac{60P}{2\pi n}$$

P = قدرت مکانیکی محور دوار بر حسب وات، W= سرعت زاویه ای بر حسب رادیان بر ثانیه
T= گشتاور محور بر حسب نیوتن

انواع گشتاور در موتورهای «دی‌سی»		
۱	گشتاور الکترومغناطیسی	نسبت قدرت تبدیل یافته (قدرت الکترو مغناطیس) به سرعت زاویه ای محور را گشتاور الکترومغناطیسی می‌نامند و آن را با T_e نماش می‌دهند: $T_e=\frac{P_2}{w}=\frac{60P_e}{2\pi n}$
۲	گشتاور مفید	نسبت قدرت خروجی (قدرت مفید) به سرعت زاویه ای محور گشتاور مفید نامیده می‌شود و آن را با T_2 یا T_U نمایش می‌دهند: $T_U=\frac{P_2}{W}=\frac{60P_2}{2\pi n}$.

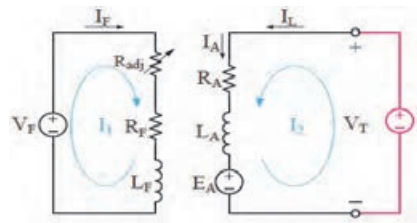
تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، مدار الکتریکی معادل هریک از موتورها را ترسیم کنید و نتیجه را در کلاس به صورت پرده‌نگار ارائه نمایید.

انواع تحریک موتورهای جریان مستقیم

۱- موتور تحریک مستقل

مدار الکتریکی و روابط موتور تحریک مستقل رادر شکل ۲۷ مشاهده می‌کنید.

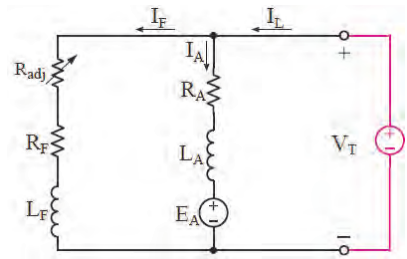


شکل ۲۷

$$V_T = E_A + R_A . I_A \quad ،I_A = I_L \quad ،I_L = \frac{P_1}{V_T} \quad ،I_F = \frac{V_F}{R_F}$$

۲- موتور شنت

مدار الکتریکی وروابط موتور شنت را در شکل ۲۸ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۸

$$.V_T = E_A + R_A . I_A \quad ،I_A = I_L - I_F \quad ،I_L = \frac{P_1}{V_T} \quad ،I_F = \frac{V_F}{R_F}$$

نکته۱_در هنگام افزایش بار مکانیکی، محور موتور به دلیل افزایش گشتاور مقاوم باید مطابق رابطه T= K. $\varphi . I_A$ یکی از کمیت‌های جریان آرمیچر (I_A)یا جریان تحریک (I_F) یا هر دو به گونه ای افزایش یابند که گشتاور محرک موتور برابر گشتاور مقاوم بار گردد.

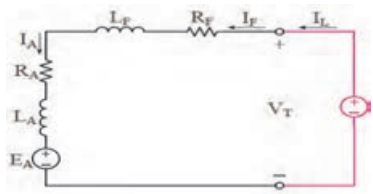
I_F را می‌توان با تغییر در رئوستای تحریک کنترل کرد اما I_A با کاهش دور موتور و بدون نیاز به اعمال کنترل از بیرون موتور، کنترل می‌شود (خاصیت خود تنظیمی موتور شنت).

نکته۲_ در مدار شنت و تحریک مستقل اگر تغییرات جریان تحریک موتور نداشته باشیم، می‌توان در بارهای مختلف مقدار فوران Φ را ثابت فرض نمود و از رابطه زیر نسبت ولتاژالقایی آرمیچر و سرعت را به‌طور کلی به‌دست آورد.

$$\frac{EA_1}{EA_2} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

۳- موتور سری

مدار الکتریکی وروابط موتور سری را در شکل ۲۹ مشاهده می‌کنید.



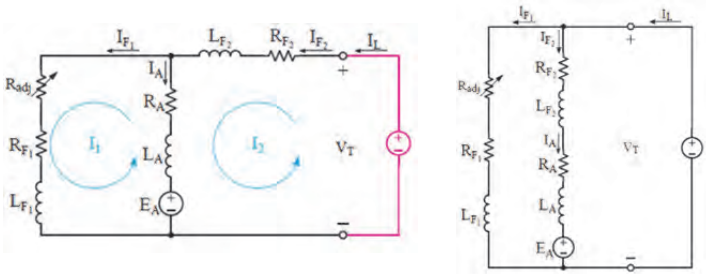
شکل ۲۹

$$I_A = I_S = I_L = \frac{P_1}{V_T} \text{ و } V_T = E_A + I_A(R_A + R_S)$$

موتور سری برای بارهای با گشتاور راه اندازی زیاد (مانند وسایل حمل و نقل و جرثقیل‌های برقی) بسیار مناسب است. اما به هیچ وجه نباید بی بار شود، چرا که در این‌صورت دور آن بسیار زیاد می‌شود و قسمت‌های گرداننده ماشین آسیب خواهند دید.

۴- موتور مختلط (کمپوند)

مدار الکتریکی و روابط موتور کمپوند را در شکل ۳۰ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۰

روابط ولتاژ و جریان برای هر دو شکل به صورت زیر است:

$$I_L = \frac{P1}{VT} \cdot I_A = I_L - I_F \text{ و } V_T = E_A + I_A(R_A + R_S) \text{ ،} I_F = \frac{VF}{RF}$$

موتور سری، نسبت به موتور شنت مشابه خود، دارای گشتاور راه اندازی بزرگ-تری است اما در مقابل موتور شنت تحمل بی باری دارد و تغییرات دور آن محدودتر است. بنابر این موتور کمپوند ویژگی‌های بین موتور سری و شنت را دارد. یعنی گشتاور راه اندازی موتور کمپوند بیشتر از موتور شنت و کمتر از موتور سری است و تغییرات دور آن نیز در زیر بار حد وسطی بین موتور شنت و موتور سری است.

در موتور کمپوند در بی باری و بارهای کم، که اثر سیم پیچی تحریک سری در میدان مغناطیسی ماشین کم است و ایجاد میدان مغناطیسی عمدتاً توسط سیم پیچ تحریک شنت انجام می‌پذیرد، رفتار آن شبیه موتور شنت است، اما با افزایش بار که جریان سیم پیچ تحریک سری زیاد می‌شود، موتور کمپوند رفتاری شبیه موتور سری پیدا می‌کند.

بنابراین از موتور کمپوند در جاهایی استفاده می‌شود که نیاز به گشتاور راه اندازی زیاد و در عین حال با تغییرات گسترده بار از حوالی بی باری تا بار کامل مورد نظر باشد.

مشخصه‌های موتورهای جریان مستقیم

مشخصه اصلی موتورهای جریان مستقیم		
۱	مشخصه الکترومغناطیسی : $T=f(I_A)$	از این مشخصه می‌توان نتیجه گرفت که برای تأمین گشتاورهای مختلف به وسیله الکترو موتور چه مقدار جریان توسط آرمیچر آن از شبکه دریافت می‌شود.
۲	مشخصه الکترومکانیکی : $n=f(I_A)$	از این مشخصه می‌توان فهمید، راه‌های مختلف دور موتور چگونه تغییر خواهد کرد.
۳	مشخصه گشتاور دور: $W = f(T)$ یا $n = f(T)$	مهم‌ترین مشخصه الکترو موتور است و بیان کننده تغییرات دور در گشتاورهای مختلف.

درصد تنظیم سرعت در موتورهای «دی‌سی»

تغییرات سرعت از بی باری تا بار کامل را نسبت به سرعت در بار کامل، «درصد تنظیم سرعت» گویند:

$$\%S_R = \frac{W_0 - W}{W} \times 100 \quad ، \quad \%S_R = \frac{n_0 - n}{n} \times 100$$

$\%S_R$= درصد تنظیم سرعت، n_0 = سرعت در بی باری، n = سرعت در بار کامل

هر قدر درصد تنظیم سرعت کوچک‌تر باشد امکان تنظیم دور در موتور بیشتر است.

پرسش کلاسی

جدول زیر را که به انواع موتورهای دی‌سی (DC) اشاره دارد تکمیل کنید.

ردیف	عنوان	شرح	کاربرد
۱	موتور «دی‌سی» با آهن ربای دائم (PMDC Permanent Magnet Motor)DC	در این نوع موتور به جای سیم پیچی تحریک، از ..... استفاده می‌شود و نیاز نداشتن به تحریک خارجی برای تولید..... و نبودن تلفات تحریک نیز از مزایای آنها به شمار می‌آید. ج) آهن ربای دائم – میدان مغناطیسی	این موتورها با حجم کوچک و توان کم دارای گشتاور مناسبی هستند و در اسباب بازی‌ها و در خودروها به‌صورت موتور برف پاک کن، پمپ شیشه‌شوی و پایین و بالابر شیشه و هم چنین در مسواک‌ها به‌کار می‌روند.
۲	موتور دی‌سی با تحریک مستقل Separately Excited) (DC Motor	در این نوع موتور، ارتباط الکتریکی بین مدار آرمیچر و مدار تحریک وجود ندارد. سیم پیچی تحریک با تعداد دور..... برای جریان کم به دور قطب‌ها پیچیده می‌شود. برای تغییر و تنظیم جریان تحریک از مقاومت متغیر..... با سیم پیچی تحریک استفاده می‌شود. ج) زیاد – سری	این نوع موتورها دارای سرعت تقریباً ثابت از بی باری تا بار کامل‌اند و گشتاور آنها کم است. همچنین دارای بازه وسیع کنترل سرعت از صفر تا سرعت نامی هستند. بنابراین موتورهای تحریک مستقل در جاهایی به‌کار می‌رود که نیاز به سرعت ثابت و کنترل سرعت در بازه وسیعی باشد.
۳	موتور دی‌سی با تحریک شنت (Shunt Field DC Motor)	در این نوع موتور، مدار تحریک با مدار آرمیچر به صورت..... ارتباط پیدا می‌کند. سیم پیچی تحریک با تعداد دور ..... برای جریان کم به دور قطب‌ها پیچیده م شود. برای تغییر و تنظیم جریان تحریک، از مقاومت متغیر موازی با سیم پیچی تحریک استفاده می‌شود.	با توجه به اینکه منحنی مشخصه‌های موتور شنت مشابه موتورهای تحریک مستقل است، لذا کاربردهایی که برای موتور تحریک مستقل ارائه شد برای موتور شنت نیز صدق می‌کند.

ردیف	عنوان	شرح	کاربرد
		ج) موازی - زیاد	
۴	موتور دی‌سی با تحریک سری (Series Field DC Motor)	در این نوع موتور، مدار تحریک با مدار آرمیچر به صورت..... ارتباط پیدا می‌کند. سیم پیچی تحریک با تعداد دورکم برای جریان..... به دور قطب‌ها پیچیده می‌شود. ج) سری – زیاد	این نوع موتورها دارای تغییرات سرعت زیاد، از بی باری تا بار کامل، هستند و گشتاور راه-اندازی آنها بسیار زیاد است. بنابراین موتورهای سری در جاهایی به‌کار گرفته می-شوند که نیاز به گشتاور راه‌اندازی زیاد باشد و تغییرات سرعت مهم نباشد. یک نمونه کاربرد موتور سری، راه‌انداز موتور خودروهای سواری است.
۵	موتور دی‌سی با تحریک کمپوند (Compounded Field DC Motor)	در این نوع موتور، فوران قطب‌ها، ترکیبی از فوران دو سیم پیچی تحریک..... است که دارای دو نوع کمپوند اضافی و نقصانی است. در موتورهای کمپوند، اگر سیم پیچی‌های تحریک موازی یا سری به گونه ای با سیم پیچی آرمیچر ارتباط داده شوند تا فوران‌های آنها هم جهت شوند، موتور «کمپوند اضافی» نامیده می‌شود و در صورتی که فوران سیم پیچی تحریک سری و موازی هم جهت نباشد، «کمپوند نقصانی» نامیده می‌شود. ج) سری و موازی	موتورهای کمپوند اضافی دارای تغییرات سرعتی کمتر از موتور سری و بیشتر از موتور شنت، از بی‌باری تا بار کامل، است. گشتاور موتور کمپوند اضافی از موتور سری کمتر و از موتور شنت بیشتر است. موتورهای کمپوند در جایی به‌کار گرفته می‌شوند که به گشتاور راه‌اندازی زیاد و سرعت تقریباً ثابت نیاز داشته باشند. موتورهای کمپوند نقصانی موارد استفاده چندانی ندارند. از موتور کمپوند نقصانی در ماشین برش کارخانجات لوله سازی استفاده می‌شود.

روش‌های راه اندازی موتورهای جریان مستقیم

چون در موتورهای صنعتی جریان راه‌اندازی تا حوالی ده برابر جریان نامی (و حتی بیشتر) خواهد شد، مشکلاتی به شرح زیر در بر خواهد داشت:

۱. نیاز به کلیدها و اتصالات با جریان خیلی بالاتر از جریان نامی
۲. آسیب دیدن سیم پیچ آرمیچر و زغال‌ها
۳. آسیب دیدن قسمت‌های مکانیکی رتور به دلیل بزرگی بیش از حد گشتاور راه اندازی
۴. افت ولتاژ زیاد در منبع تغذیه

برای حل مشکلات راه اندازی در موتورهای صنعتی معمولاً از مقاومت‌های پر قدرت به عنوان «راه انداز» استفاده می‌شود. این مقاومت‌ها عملاً طوری انتخاب می‌شوند که جریان راه اندازی از حدود دو برابر جریان نامی بیشتر نشود.

موتورهای الکتریکی کم قدرت زیر یک کیلو وات، که جریان راه اندازی آنها به دلیل بزرگ بودن مقاومت آمیچر دو تا سه برابر جریان نامی هستند می‌توانند مستقیماً بدون مقاومت راه انداز به شبکه متصل شوند.

راه اندازی دستی موتورهای جریان مستقیم

الف) راه اندازی سه نقطه‌ای

این نوع راه اندازی دارای سه ترمینال «L ،A ،F» است و به همین دلیل سه نقطه نامیده می‌شود.

عملکرد آن به این صورت است که دسته راه انداز را، در ابتدای راه اندازی به ترتیب شماره ۱تا ۵، متناسب با افزایش دور موتور، تغییر می‌دهیم.

در مرحله اول تمام مقاومت‌ها برسر راه آرمیچر قرار می‌گیرند وجریان راه‌اندازی کم است. در مرحله پنجم که سرعت موتور به حد نامی خود می‌رسد، تمام مقاومت‌های راه‌انداز ازسرراه آرمیچر برداشته شده اند و دسته راه‌انداز توسط بوبین مغناطیسی جذب و نگه داشته می‌شود.

عواملی که سبب قطع دسته راه انداز و خاموش شدن موتور می‌شوند:

۱- قطع برق اصلی: که موجب از بین رفتن خاصیت مغناطیسی هسته U شکل می‌شود و دسته راه‌انداز به‌وسیله فنر به وضعیت اول خود بر می‌گردد.

۲- قطع جریان تحریک: این خاصیت در واقع حفاظت موتور در برابر قطع تحریک است (افزایش شدید دور).

عیب راه انداز سه نقطه‌ای

راه انداز سه نقطه ای برای موتورهای با تنظیم دور وسیع و نیازمند به دورهای زیاد، مناسب نیست زیرا برای افزایش دور باید جریان تحریک را کم کنیم. در این صورت ممکن است باعث جدا شدن دسته راه انداز ازهسته U شکل شود.

نکته: از راه انداز سه نقطه ای برای موتور سری استفاده نمی‌شود.

ب) راه اندازی چهار نقطه ای

در این نوع راه اندازی امکان افزایش دور در محدوده وسیع‌تری وجود دارد. اما قطع مدار تحریک موجب قطع راه انداز نخواهد شدو برای حفاظت موتور در برابر قطع تحریک و افزایش دور باید از کلیدهای تابع دور استفاده نمود.

راه اندازی اتوماتیک

در این نوع راه اندازی با استفاده از چند کنتاکتور و تایمر می‌توان مداری طراحی کرد که یکی پس از دیگری مقاومت‌های راه انداز را از مدار خارج کنند، مانند شکل زیر:

تنظیم جریان تحریک در زمان راه اندازی

به علت محددویت جریان راه‌اندازی برای بهبود گشتاور و راه اندازی موتورهای جریان مستقیم، آنها را با حداکثر جریان تحریک مجاز راه می‌اندازند. زیرا طبق رابطه گشتاور تولیدی این راه‌اندازی علاوه بر جریان آرمیچر، با تحریک نیز متناسب است.

بنابراین در موتور های تحریک مستقل، شنت و کمپوند مقاومت متغیر، مدار تحریک در حداقل مجاز خود قرار می‌گیرد، در حالتی که رئوستای راه انداز مدار آرمیچر حداکثر است.

روش‌های کنترل دور موتورهای جریان مستقیم

۱- از طریق کنترل فوران
۲- از طریق کنترل ولتاژ آرمیچر
۳- از طریق کنترل مقاومت مدار آرمیچر
۴- از روش سوم، به دلیل زیاد بودن تلفات، استفاده نمی‌شود.

کنترل سرعت از طریق تغییر فوران

مقدار فوران با دور رابطه عکس دارد، یعنی با افزایش فوران، سرعت کاهش و با کاهش فوران، سرعت افزایش می‌یابد.

در موتورهای تحریک مستقل شنت و کمپوند، تغییر فوران توسط مقاومت متغیر مدار تحریک به سادگی امکان پذیر است.

در موتور سری، که مدار مستقلی برای سیم پیچی تحریک وجود ندارد، برای تغییر فوران عملاً به یک مقاومت متغیر پرقدرت با سیم پیچی تحریک موازی نیاز است که به آن (Diverter) می‌گویند.

با به کارگیری روش کنترل دور از طریق تغییر فوران در موتورهای تحریک مستقل، شنت و کمپوند فقط می‌توان به دورهای بالاتر از حالتی که رئوستار در مدار تحریک قرار ندارد دست یافت و نمی‌توان دور موتور را بین حد کمتر را از بین حد کمتر نمود.

کنترل سرعت موتور از طریق کنترل ولتاژ آرمیچر

سرعت موتورهای دی‌سی با ولتاژ دو سر آرمیچر آنها تناسب مستقیم دارد. در این روش برای همه انواع موتورها دور موتورها به راحتی و با دقت زیاد (در هر دو

کاهش یا افزایش) قابل تنظیم است. البته باید توجه نمود که ولتاژ از حد مجاز ماشین فراتر نرود.

کنترل دور به روش سیستم وارد-لئونارد

در این سیستم، که به شکل زیراست، که برای چرخاندن مولد از جریان مستقیم استفاده شده است. از ولتاژ تولید مولد جریان مستقیم موتور، جریان مستقیم به حرکت در می‌آید و موتور جریان مستقیم بار مورد نظر را به حرکت در می‌آورد. در این روش سرعت موتور دی‌سی به دو صورت تغییر داده می‌شود: ۱- جریان تحریک خود موتور جریان مستقیم، ۲- جریان تحریک مولد که منجر به تغییر ولتاژ موتور می‌گردد. یعنی همزمان هم از طریق کنترل فوران و هم تغییر کنترل ولتاژ، سرعت موتور کنترل می‌شود.

۱- این مجموعه، مپودمان و گران قیمت خواهد بود. اما به دلیل امکان کنترل دور ساده موتور در یک محدوده وسیع (از یک حداقل دور تا بیش از ده برابر آن کاربردهای متعددی در موتورهای پرقدرت دارد.

۲- در این روش کنترل دور، به دلیل امکان تنظیم ولتاژ ورودی موتور، نیازی به مقاومت راه انداز در مدار آرمیچر موتور نیز نخواهد بود.

تغییرجهت گردش موتورجریان مستقیم

برای تغییرجهت گردش موتورهای جریان مستقیم باید یکی از دو کمیت جریان آرمیچر وجریان تحریک تغییرجهت بدهند. یعنی دریکی از دوسیم پیچی آرمیچر یا تحریک پلاریته و سیم پیچی عوض شود یابه اصطلاح دو سرسیم پیچی جابه-جا گردد.

معمولاً برای تغییرجهت گردش موتورهای جریان مستقیم دو سرمدار آرمیچر را جابه‌جا می‌کنند. زیرا اگر بخواهیم جهت جریان تحریک راعوض کنیم، مشکلاتی درمدارآرمیچر همچون قطع مدار تحریک در لحظه تغییر، جهت القای ولتاژهای ناخواسته پیش خواهدآمد.

اگر آرمیچر دارای قطب کمکی یا سیم پیچی جبرانگر هم باشد، در هنگام تغییر پلاریته آرمیچرباید ورودی وخروجی مدار آرمیچرطوری جابه‌جا شود که جهت جریان درقطب‌های کمکی وسیم پیچی‌های جبرانگر نیز تغییرکند.

سیم پیچی تحریک موازی موتورهای تحریک مستقل، شنت و کمپوند به شبکه قبلی خود متصل باقی می‌ماند تا میدان مغناطیسی لازم را برای رفتار مولدی آرمیچر تأمین نماید و پس از توقف کامل محور، مدار تحریک نیز از شبکه جدا می‌گردد.

اما در موتور سری و کمپوند سیم پیچ تحریک سری در حالت ترمز همچنان با آرمیچر سری باقی می‌ماند، با این تفاوت که دو سرپیچی سری در حالت ترمزی جابه‌جا می‌شود تا جهت آن مانند حالت موتوری باقی بماند و پسماند هسته از بین نرود.

روش‌های ترمزموتورهای جریان مستقیم

اساس کارترمز موتورهای الکتریکی براین مبنا استوار است که انرژی جنبشی قسمت درحال شرکت یا به شبکه برگشت داده شود یا سریعاً مستهلک شود، تا محورموتور بایستد.این ترمزها عبارت‌اند از:

۱. ترمز دینامیکی
۲. ترمزباجریان مخالف
۳. ترمزمولدی.

ترمز دینامیکی

دراین روش مدار آرمیچر ازشبکه جدامی‌شود و دو سر آن به یک مقاومت متغیر وصل می‌گردد تا انرژی جنبشی محور به‌وسیله آرمیچر، ابتداتبدیل به انرژی الکتریکی گردد، سپس در داخل مقاومت متغیرتبدیل به گرما شود. یعنی عملاً آرمیچر رفتار یک مولد را از خود بروز می‌دهد.

ترمز با جریان مخالف

در این روش برای ایجاد گشتاور ترمزی در یک لحظه جای دو سرآرمیچر را عوض می‌کنند. با این کار جهت گشتاور تولیدی برعکس می‌شود. موتور سریعاً رو به توقف می‌رود و نیروی ترمز کننده ای به مراتب بیش از حالت دینامیکی به‌وجود می‌آید. البته در این روش موتور پس از ایست کامل باید سریعاً از شبکه جدا شود تا مجدداً در جهت معکوس راه اندازی نشود.

ترمز مولدی

در مواردی‌که بار موتور تحت تأثیر شتاب حاصل از نیروی وزن خود (مانند وسایل نقلیه در سرپائینی یا حرکت رو به پایین جراثقال‌ها و آسانسورها) بتواند به بیش از سرعت بی باری خود برسد، می‌توان از روش ترمز مولدی استفاده نمود.

در این حالت انرژی جنبشی محور به انرژی الکتریکی تبدیل می‌گردد و به شبکه جریان مستقیم برگردانده می‌شود یا صرف شارژ باتری‌ها یا روشنایی سیستم می‌گردد.

نکته

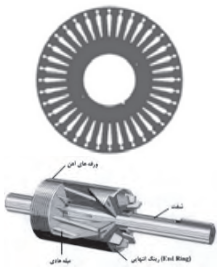
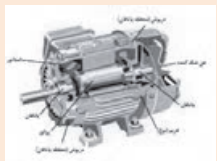
در موتور سری روشن ترمز به‌کار نمی‌رود، زیرا ولتاژ در آرمیچر آن نمی‌تواند از ولتاژ شبکه بیشتر شود.

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۲	ماشین‌های جریان مستقیم (DC)	تجهیزات: ابزار و تجهیزات مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از حد انتظار	۱- ساختمان ماشین‌های جریان مستقیم را بشناسد. ۲- انواع ماشین‌های جریان مستقیم را بررسی کند. ۳- طرز کار مولدهای جریان مستقیم را بیان کند. ۴- چگونگی ایجاد نیرو و گشتاور در یک موتور ساده را بررسی کند. ۵- سیم‌پیچی آرمیچر ماشین‌های جریان مستقیم را بررسی کند. ۶- طرز کار موتورهای جریان مستقیم را بیان کند. ۷- توان و راندمان در ماشین‌های جریان مستقیم را بررسی کند.	۳
			در حد انتظار	۱- ساختمان ماشین‌های جریان مستقیم را بشناسد. ۲- طرز کار مولدهای جریان مستقیم را بیان کند. ۳- طرز کار موتورهای جریان مستقیم را بیان کند. ۴- توان و راندمان در ماشین‌های جریان مستقیم را بررسی کند. ۵- سیم‌پیچی آرمیچر ماشین‌های جریان مستقیم را بررسی کند.	۲
			پایین تر از حد انتظار	۱- ساختمان ماشین‌های جریان مستقیم را بشناسد. ۲- توان و راندمان در ماشین‌های جریان مستقیم را بررسی کند.	۱

جدول زیر را با توجه به اجزای ساختمان موتور القایی سه فاز، تکمیل کنید.

پرسش کلاسی

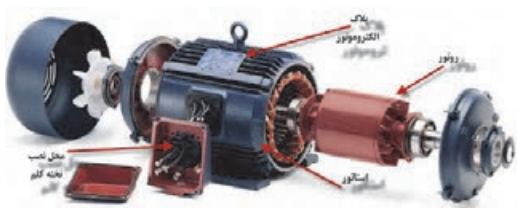
ردیف	نوع جزء	شرح و کاربرد	تصویر
۱	استاتور	استاتور قسمت ساکن مدار الکترومغناطیسی موتورهاست. هسته استاتور از تعداد زیادی ورقه نازک فلزی که بر روی هم پرچ شده اند تشکیل شده است که «لمینیشن» نامیده می‌شود. این ورقه ورقه ساختن هسته کمک می کند که..... در مقایسه با حالتی که از یک هسته یکپارچه استفاده شود، کاهش یابد. ورقه‌های استاتور، پس از جمع شدن روی یکدیگر، پرچ می‌شوند، که حاصل آن یک سیلندر توخالی را می‌سازد. بوبین سیم پیچ‌های عایق شده در شیارهای استاتور قرار می-گیرند و سیم پیچی استاتور را تشکیل می‌دهند. هنگامی که موتور مونتاژ شده در حال کارکرد است، سیم پیچ‌های استاتور به‌طور مستقیم به..... متصل می‌گردند. هر گروه از کلاف‌ها، همراه با هسته آهنی که در مجاور آن قرار دارد، در هنگامی که جریان برقرار می‌شود یک میدان الکترومغناطیسی ایجاد می‌کند. ج) تلفات هسته - منبع توان	
۲	رتور	رتور جزء گردان مدار الکترومغناطیسی موتورهای القایی است. رایج ترین نوع رتور مورد استفاده در موتورهای القایی سه فاز، رتورهای قفس سنجابی است. هسته رتور قفس سنجابی به‌وسیله تجمیع کردن ورقه های نازک آهن ایجاد می‌شود و یک سیلندر فلزی را تشکیل می‌دهد. در رتور موتور القایی قفس سنجابی سیم پیچی وجود ندارد و در عوض..... در شیارهای رتور که به صورت یکنواخت در محیط آن قرار گرفته ، تزریق شده است. میله‌های هادی رتور از نظر الکتریکی و مکانیکی به حلقه‌های..... متصل می‌شوند. آن‌گاه رتور درون یک شفت استیل پرس می‌شود تا رتور مونتاژ شده را تشکیل دهد. ج) میله‌های هادی - رینگ انتهایی	
۳	محفظه موتور	محفظه از یک بدنه (یا یوغ) و دو عدد درپوش (محفظه یاتاقان‌ها) تشکیل شده است. استاتور درون بدنه نصب شده است. رتور درون استاتور قرار گرفته و با یک..... خیلی کوچک از استاتور جدا شده است. هیچ تماس و اتصال فیزیکی مستقیمی بین استاتور و رتور وجود ندارد. محفظه، اجزای داخلی موتور را از آب و از بقیه عوامل محیطی محافظت می‌کند. درجه حفاظت موتور بستگی به نوع محفظه و آب بندی آن دارد. یاتاقان ها بر روی شفت نصب می‌شوند و به عنوان..... رتور عمل می‌کنند و به رتور اجازه می-دهند که بچرخد. در برخی از موتورها از یک فن استفاده کرده اند که بر روی شفت نصب شده است. با چرخش رتور، پره فن نیز می‌چرخد و باعث خنک شدن الکتروموتور می‌شود. ج) فاصله هوایی - تکیه گاه	

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)		نمره
۳	ماشین‌های الکتریکی جریان متناوب	تجهیزات: ابزار و تجهیزات مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از حد انتظار	۱- تقسیم‌بندی ماشین‌های الکتریکی سه‌فاز را انجام دهد. ۲- اساس کار موتور القایی سه‌فاز را بررسی کند. ۳- انواع موتورهای القایی سه فاز را شناسایی کند. ۴- ساختمان موتورهای القایی سه‌فاز را بررسی کند. ۵- طرز کار موتورهای سنکرون را بداند. ۶- انواع گاورنرها را شناسایی کند.	۳	
			در حد انتظار	۱- تقسیم‌بندی ماشین‌های الکتریکی سه‌فاز را انجام دهد. ۲- انواع موتورهای القایی سه‌فاز را شناسایی کند. ۳- طرز کار موتورهای سنکرون را بداند. ۴- انواع گاورنرها را شناسایی کند.	۲	
			پایین تر از حد انتظار	۱- تقسیم‌بندی ماشین‌های الکتریکی سه‌فاز را انجام دهد. ۲- ساختمان موتورهای القایی سه‌فاز را بررسی کند.	۱	

پلاک خوانی

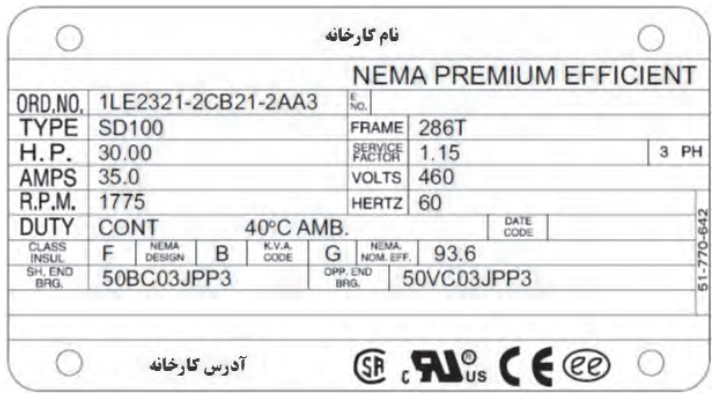
مشخصاتی که روی پلاک الکتروموتور می‌نویسند برای استفاده بهینه درهنگام طراحی و راه اندازی صحیح است و شامل نکاتی می شود که گاهی بی توجهی به آنها باعث بهره وری کمتر و خسارت به تجهیزات الکتریکی می‌گردد (شکل ۳۱).



شکل ۳۱_ اجزاء الکتروموتور

پلاک مشخصات

پلاک خوانی الکترو موتورها به طراح و راه انداز، برای طراحی مدار مربوطه و انتخاب صحیح قطعات کنترل و راه اندازی، بسیار کمک می‌کند.
در اکثر الکتروموتورها مهم‌ترین مشخصاتی که روی پلاک‌ها نوشته می‌شود، معمولاً موارد زیر است:
«No »شماره ساخته شده توسط کارخانه؛
«Type»شامل کلیه مشخصات فنی الکترو موتور که در کاتالوگ کارخانه موجود است و یا در مکاتبه با کارخانه باید به آن اشاره شود.
«A» حداکثر جریان مجاز الکترو موتور را نشان می‌دهد. میزان جریان نباید بیشتر از این مقدار باشد الکترو موتور همیشه باید طوری انتخاب شود که زیر مقدار فوق کار کند.
«V» ولتاژ کاری الکترو موتور است. نباید ولتاژ بیشتر یا کمتر به سیم پیچ‌های الکترو موتور اعمال گردد.
«50HZ» الکترو موتور باید در فرکانس ۵۰ هرتز کار کند (برق ایران).
«60HZ» الکترو موتور باید در فرکانس ۶۰ هرتز کار کند (فرکانس برق شناورها).
نکته: دور الکترو موتورها با فرکانس ارتباط دارد. لذا الکتروموتوری که در فرکانس ۵۰ هرتز مثلاً ۱۵۰۰ دور است، همین الکترو موتور در فرکانس ۶۰، دورش دیگر ۱۵۰۰ نیست.
«R. P. M» نشان دهنده دور الکترو موتور در یک دقیقه در روی شفت خروجی است.
«H. P» مقدار توان خروجی الکترو موتور را (برحسب اسب بخار) نشان می‌دهد.



شکل ۳۲_ پلاک مشخصات الکتروموتور

شرح تکمیلی برخی از علائم روی پلاک

در ردیف یازدهم جدول زیر، نوع کار و مدت زمان روشن بودن ماشین به طور نسبی بیان می‌شود. هشت حالت کاری، طبق استاندارد، تعریف شده است که با حروف S_0 تا S_5 نشان داده می‌شوند،

جدول انواع کار ماشین‌ها

کار پیوسته S1	ماشین تحت بار نامی به درجه حرارت پایدار و ثابت می رسد. کار ماشین می تواند بدون وقفه اجرا شود، بدون این که از دمای مجاز تجاوز کند. مثال: پمپ فاضلاب
کار کوتاه مدت S2	زمان کار در مقایسه با وقفه بعداز آن، کوتاه است. کار با بار نامی فقط در زمان داده شده مجاز به اجراست. زمان‌های بارگذاری استاندارد؛ ۱۰ ، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه. مثال: موتور محرکه سیرن (آویر)
کار موقت S3	زمان روشن بودن ED فقط بخشی از مدت زمان سیکل است. ED های استاندارد: ۱۵، ۲۵، ۴۰ و ۶۰٪ است. اگر مدت زمان سیکل معلوم نباشد، آن را ۱۰ دقیقه در نظر می‌گیرند. در نوع کار S3 مرحله راه اندازی هیچ اثری بر روی دمای ماشین نمی‌گذارد. مثال برای S3: موتور بالابر (روتور با حلقه لغزان)
S4	در S4 کار شبیه S3 است، با این توضیح که جریان راه اندازی، ماشین را بیشتر گرم می‌کند. اطلاعات مثلاً: h راه اندازی ۵۰۰، S4 ED 25%. مثال برای S4: موتور محرک برای بالابر کوچک (روتور قفسه ای)
S5	در S5 کار شبیه S4 است، با این در این جا یک ترمز الکتریکی (ترمز جریان مستقیم، ترمز جریان معکوس) در نظر گرفته شده که در گرم شدن نیز سهیم است. اطلاعات مثلاً: h راه اندازی ۵۰۰، جریان معکوس S4 ED 25%. مثال برای S5: موتور محرک برای تفاله ها.
کار پیوسته با بار موقت S6	این نوع کار شبیه نوع کار S3 است. با این این ماشین به هنگام وقفه در حالت بی باری می ماند و خاموش نمی‌شود. اطلاعات مثلاً: S6 10mn/60min یا بهتر S6 ED 25% 40min
کار بدون وقفه S7	این ماشین در کار بدون وقفه است و به این جهت از طریق راه اندازی مداوم و ترمز الکتریکی بیش از حد معمول گرم می‌شود. اطلاعات مثلاً: h راه اندازی ۱۰۰، ترمز با جریان مستقیم S7. مثال: موتور محرک برای ماشین‌های تراش مرکزی (ماشین ابزار خودکار)
S8	این نوع کار شبیه S7 است. با این توضیح که به جای راه اندازی و ترمز یا تغییر دور، به طور مثال از طریق تغییر قطب‌ها، کار را پیش می‌برد. اطلاعات: S8. 300min^{-1}Smin/1500min^{-1}10min کاربرد: خط تولید خودکار

پلاک اتصالات موتور(تخته کلم)

برای اتصال سیم پیچ‌های موتور سه فاز، سر سیم‌ها از داخل پوسته به یک محفظه یا ترمینال موتور هدایت می‌شوند که اصطلاحاً به آن «تخته کلم» می‌گویند.

فعالیت کارگاهی

در کارگاه چگونگی تشخیص سالم بودن کلاف‌های یک موتور سه فاز را بررسی کنید.

مراحل اجرای کار

۱- تخته کلم موتور سه فازی را مطابق شکل ۳۳ باز کنید و محل اتصال سر و ته کلاف‌ها را به همراه حروف مشخصه یادداشت کنید.

شکل ۳۳

۲- آوومتر موجود در کارگاه را در حالت اهم متری قرار دهید.
۳- دو سر سیم اهم متر را، مطابق شکل ۳۴، به پیچ‌های مربوط به کلاف اول در تخته کلم وصل کنید. در این صورت لازم است عقربه اهم متر تا انتهای صفحه منحرف شود.

شکل ۳۴

۴- محل سر سیم‌های اهم متر را، مطابق شکل ۳۵، تغییر دهید (دو سر کلاف دوم). در این حالت نیز لازم است عقربه اهم متر تا انتهای صفحه منحرف شود.

شکل ۳۵

۵- در مرحله سوم نیز، مانند شکل ۳۶، محل قرار گرفتن سر سیم‌های اهم متر را دو سر کلاف سوم قرار دهید. در این شرایط نیز لازم است عقربه تا انتهای صفحه منحرف شود.

شکل ۳۶

تذکر:در صورتی که سیم پیچ‌های نشان داده شده در تصاویر با یکدیگر یا با بدنه موتور مرتبط باشند موتور سالم نیست و نباید آن را در مدار قرار داد.

۶- شکل ۳۷، تسمه‌های مسی مربوط به اتصالات تخته کلم را، به همراه مهره و واشر، نشان می‌دهد. برای ایجاد اتصالات، آنها را از انبار تحویل بگیرید.

شکل ۳۷

۷- با به‌کارگیری آچار مخصوص، تسمه‌های مسی و مهره مربوط به اتصالات تخته کلم، انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر وصل کنید (شکل ۳۸).

شکل ۳۸

۸- در شکل ۳۹ تخته کلم یک موتور را، که به حالت ستاره وصل شده است، مشاهده می‌کنید. با استفاده از اهم متر، مقدار مقاومت سر و ته کلاف‌های هر فاز موتور را اندازه گیری کنید.

شکل ۳۹

۹- در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور، هر گاه یک سیم اهم متر به بدنه و سرسیم دیگربه هر یک از سیم پیچ های تخته کلم وصل شود، عقربه نباید منحرف شود. به عبارت دیگر، نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان از میگر، لامپ تست یا اهم متر در رنج‌های بالا، لازم است نداشتن اتصال بدنه را آزمایش کنیم.

۱۰- با کمک آچار، اتصال ستاره را باز کنید.

۱۱- با به‌کار گیری آچار مخصوص، تسمه‌های مسی و مهره مربوط به تخته‌کلم، کلاف‌ها را به یکدیگر وصل کنید (شکل ۴۰).

شکل ۴۰

۱۲- در شکل ۴۱، تخته کلم یک موتور را، که به حالت مثلث وصل شده است، مشاهده می‌کنید. با استفاده از اهم متر، مقدار مقاومت سر و ته کلاف‌های هر فاز موتور را اندازه گیری کنید.

شکل ۴۱

۱۳- در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از میگر یا اهم متر در رنج‌های کیلو اهم، اتصال داشتن سیم‌ها با بدنه را آزمایش کرد.

تحلیل و ارزشیابی پیشرفت تحصیلی هنرجو:

در پایان این مرحله هنرجویان می بایست درک صحیحی از اهمیت دستگاه کربارل و نحوه عملکرد آن، و مراحل مختلف عملیات مغزه گیری داشته باشند.

اصول چیدن مغزه ها در جعبه مغزه

ملاحظات اجرا:

بیان نحوه خارج کردن نمونه ها از کربارل، چیدن نمونه‌ها بر اساس متراژ حفاری در جعبه مغزه (با توجه به تصاویر ارائه شده)، معرفی جداکننده (Divider) و نحوه نوشتن مشخصات بر روی آن

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)		نمره
۴	موتورهای الکتریکی تکفاز	تجهیزات: ابزار و تجهیزات مکان: کلاس و کارگاه	بالاتر از حد انتظار	۱- طرز کار موتورهای الکتریکی تک‌فاز را بداند. ۲- انواع موتورهای الکتریکی تک‌فاز را شناسایی کند. ۳- بتواند پلاک‌خوانی انوع موتورها را انجام دهد. ۴- کاربرد تخته کلم را بداند. ۵- بتواند انواع سربندی‌های ترمینال‌های موتور را انجام دهد.	۳	
			در حد انتظار	۱- طرز کار موتورهای الکتریکی تک‌فاز را بداند. ۲- بتواند پلاک‌خوانی انوع موتورها را انجام دهد. ۳- کاربرد تخته کلم را بداند.	۲	
			پایین تر از حد انتظار	۱- طرز کار موتورهای الکتریکی تک‌فاز را بداند. ۲- بتواند پلاک‌خوانی انوع موتورها را انجام دهد.	۱	

ارزشیابی شایستگی ماشین‌های الکتریکی

شرح کار:

شناخت قوانین حاکم بر ماشین‌های الکتریکی

ماشین‌های جریان مستقیم (DC)

ماشین‌های الکتریکی جریان متناوب

موتورهای الکتریکی تکفاز

استاندارد عملکرد:

هنرجویان قادر خواهند بود ضمن شناخت انواع ماشین‌های الکتریکی، با ساختمان داخلی، نحوه عملکرد، ساختار و اجزای انواع ماشین‌های الکتریکی آشنا می شوند و چگونگی خواندن پلاک های انواع ماشین‌ها را انجام دهد.

شاخص ها:

شناخت کامل از ماشین‌های الکتریکی

شرایط اجرای کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه مجهز به لوازم ایمنی باشد.

ابزار و تجهیزات: انواع ماشین‌های الکتریکی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	**بررسی قوانین حاکم بر ماشین‌های الکتریکی**	۲	
۲	**ماشین‌های جریان مستقیم (DC)**	۱	
۳	**ماشین‌های الکتریکی جریان متناوب**	۱	
۴	**موتورهای الکتریکی تکفاز**	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و ...	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۳

نحوه به‌کارگیری اجزای شبکه‌های سه فاز

تصویر فوق مربوط به سوییچ برد اصلی (Main Seitchboard) در یک شناور است. در این تصویر، ضمن اینکه قسمت اصلی سیستم برق در شناورها دیده می‌شود، بسیاری از اجزای شبکه سه فاز، از جمله انواع نشانگر ها، کلید و بریکرها، دستگاه‌های اندازه‌گیری و ... مشهود است.

استاندارد عملکرد

در این پودمان، هنرجو با اجزا و قطعات مورد استفاده در شبکه‌های سه فاز آشنا خواهد شد. تلاش شده است که هنرجو نسبت به این اجزا، شناخت کاربردی و عملکردی و نه محاسباتی پیدا کند. به غیر از موارد مندرج در کتاب، انتظار می‌رود هنر آموز با توجه به امکانات و تجربیات خود، فعالیت و دانش بیشتری را در اختیار هنرجو قرار دهد.

سؤال‌های پیشنهادی

۱- اجزای شبکه‌های توزیع را نام ببرید و شناسایی کنبد؟
۲- کلید را تعریف و کاربری آن را در شبکه‌های سه فاز بیان کنید و انواع آن و کاربری هر کدام را برشمارید.
۳- فیوز را تعریف کنید و کاربری و تنوع و فیوزها را در شبکه‌های سه فاز توضیح دهید.
۴- کاربرد رله‌ها و چرایی استفاده از آنها را در شبکه های توزیع شرح دهید و انواع آن را بیان کنید.
۵- شینه‌ها چگونه در تابلو نصب می‌شوند و چه مزایایی دارند و انواع شینه‌ها کدام‌اند؟
۶- انواع ترانس و کاربری هر یک را شرح دهید؟
۷- مقره چیست و نوع خاص آن چگونه در تابلو نصب می‌شود، و انواع مقره‌ها کدام‌اند؟
۸- کاربری انواع سیستم‌های اندازه‌گیری (آمپرمتر، ولت‌متر، وات‌متر و ...) در شبکه‌های توزیع چگونه است؟
۹- انواع تابلوهای توزیع و تقسیم‌بندی آنها با توجه به نوع کاربری، چگونه است؟

به‌کارگیری اجزای قطع‌کننده در شبکه توزیع

شبکه‌های سه فاز به مرور و با پیشرفت فناوری (تکنولوژی)، و به منظور کارکرد بهتر و ایمن تر این شبکه ها، هر روزه به عناصر و قطعات جدیدی تجهیز می‌شوند. در این بخش به معرفی و نوع کاربری چنین قطعاتی که نقش قطع کنندهٔ مدارات سه فاز را بر عهده دارند، می‌پردازیم.

بحث کلاسی

با همکاری هنرآموز در مورد مزایای شبکه‌های سه فاز، نسبت به تک فاز، بحث کنید.

مزایای سیستم‌های سه فاز به سیستم‌های تک فاز

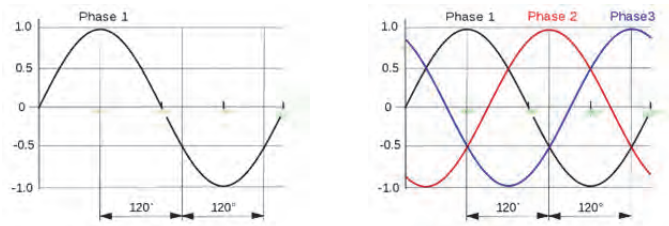
در جریان تک فاز لحظاتی وجود دارد که مقدار قدرت لحظه ای به صفر می رسد. اما در جریان سه فازه هیچ‌گاه توان لحظه ای صفر نمی‌شود. زیرا وقتی مقدار قدرت یکی از فازها به صفر برسد فازهای دیگر در همان لحظه مقادیری از قدرت را دارند.

برای راه‌اندازی الکترو موتورهای جریان متناوب (موتور القایی آسنکرون) نیاز به تولید نیروی محرکهٔ مغناطیسی گردان است. که این میدان دوار با جریان یک فازه ساخته نمی‌شود. به همین جهت موتورهای القایی یک فاز را باید به روش موتورهای جریان دو فاز سیم پیچی کرد؛ یعنی به سیم پیچ فاز کمکی یا راه انداز و ایجاد اختلاف فاز با استفاده از خازن و عوامل دیگر بین دو سیم پیچ نیاز است. مهم‌تر از آن به خارج نمودن سیم پیچ راه انداز مدار نیاز داریم. اما در جریان سه فازه، میدان دوار، به علت اختلاف فاز ۱۲۰ درجهٔ بین فازها، به راحتی ایجاد می‌گردد.

در سیستم سه فازه، نیروی محرکه مغناطیسی تولید شده در الکترو موتورهای القایی در هر لحظه با مقدار ثابت در حال گردش است ولی در سیستم یک فازه، مقدار نیروی محرکه مغناطیسی تولید شده در الکترو موتور تک فاز القایی در هر لحظه متغیراست. این مسئله باعث بالابودن سر و صدای موتور تک فاز، نسبت به موتور سه فاز، می‌گردد. لذا موتور سه فاز، نرم تر از موتور تک فاز کار می کند.

حجم الکترو موتورهایی که با جریان سه فازه کار می کنند در توان یکسان از موتورهایی که با جریان یک فازه کار می کنند، کوچک‌تر است.

در تبدیل جریان متناوب به مستقیم، دامنه ولتاژ یک سو شده در سیستم سه فازه، نسبت به جریان یک سو شده توسط جریان متناوب یک فازه ریپل (ضربان) کمتر و راندمان بیشتری دارد.



شکل ۱

در انتخاب اجزای سه فاز عوامل متعدد زیر را باید در نظر گرفت:

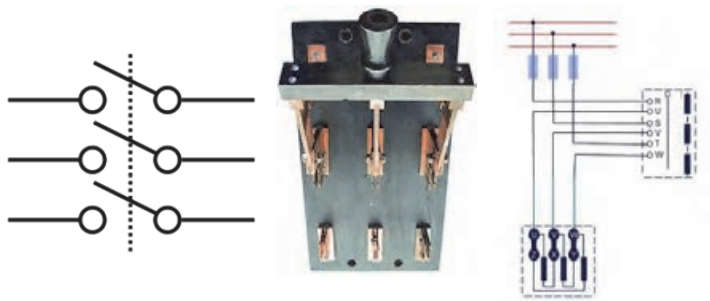
- قابلیت اطمینان؛
- اقتصادی بودن،
- انطباق با محدودیت‌ها و شرایط فیزیکی؛
- سادگی و سهولت بهره برداری و تعمیرات و نگهداری و ایمنی برای کارکنان؛

کلیدها

فعالیت کارگاهی

کار کلاسی: مطابق شکل، به‌وسیله یک کلید اهرمی، موتور سه فازی را به‌صورت ساده راه اندازی نمایید.

در کار کلاسی، ابتدا توسط یک کلید سه فاز ساده یک موتور الکتریکی سه فاز را بدون هیچ حفاظت یا کنترل غیر دستی به‌طور کاملا ساده راه اندازی می‌کنیم. هدف از این فعالیت، آشنایی با عملکرد یک کلید سه فاز ساده است.



شکل ۲

فعالیت کارگاهی

کار کلاسی: یک نمونه از کلیدهای گردان را به دلخواه تهیه کنید و به کمک اهم متر اتصالات آن را در وضعیت‌های مختلف بررسی نمایید.

در این کار کلاسی، فراگیران با تغییر اتصالات یک نوع کلید گردان در قسمت ورودی و خروجی، با گرداندن کلید آشنا خواهند شد و این تغییر وضعیت (باز یا بسته شدن مسیر) را با اهم‌متر مشاهده خواهند کرد. وضعیت اتصال سرهای ورودی و خروجی کلید را در وضعیت‌های مختلف بررسی نمایید.

فعالیت کارگاهی

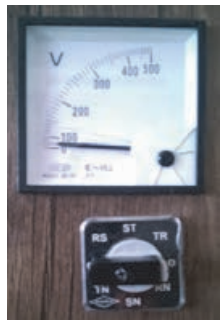
کار کلاسی: مطابق شکل، به‌وسیله یک کلید، جابه‌جایی فاز یک موتور ساده را راه‌اندازی نمایید و سپس وضعیت کلید را تغییر دهید. چه تفاوتی مشاهده می‌کنید؟

در این قسمت توسط یک کلید، جابه‌جایی دو فاز، ملاحظه می‌شود که جهت چرخش الکتروموتورها عوض می‌شود. در اینجا فراگیران با دو مطلب آشنا می‌شوند؛ یکی اینکه با جابه‌جایی دو فاز چه اتفاقی رخ می‌دهد، و دیگر آنکه چگونه یک موتو به‌صورت چپ گرد و راست گرد فعال می‌گردد.

فعالیت کارگاهی

مطابق شکل، کلید انتخاب فاز وخط را برای اندازه گیری ولتاژ روی تابلو نصب و اندازه گیری کنید.

در کار کلاسی بعد، هنرجو به‌وسیله یک کلید گردان، انتخاب خطوط را برای اندازه‌گیری ولتاژ آنها می‌آموزد. از این کلید در تابلوهای برق بسیار استفاده می‌شود.



شکل ۳

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، راجع‌به کلید فیوزها و کاربری آنها تحقیق نمایید.

کلید فیوزها

در محل‌هایی که سطح مقطع شبکه تغییر می‌کند، در صورتی که از فیدر اصلی انشعاباتی طولانی و با بار زیاد (بالاتر از ۱۰۰ آمپر) گرفته شده باشد، برای حفاظت انشعاب مربوطه، در ابتدای انشعاب از کلید فیوز متناسب با بار انشعاب استفاده می‌شود و در شبکه‌های طولانی، برای حفاظت سلکتیو و مناسب، لازم است کلید فیوز در مکان مناسبی در وسط خط نصب شود.

معایب و مزایای کلید فیوزها و کلیدهای اتوماتیک

۱- کلید اتوماتیک، به دلیل دارا بودن دو رله حرارتی ومغناطیسی، توانایی حفاظت از مدار در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه را دارد ولی کلید فیوزها تنها قادرند مدار را در برابر اتصال کوتاه حفاظت کنند.

۲- کلید های اتوماتیک در هنگام رخ دادن خطا در یکی از فازها هر سه فاز را باهم قطع می‌کنند و به همین دلیل توصیه می‌شود از آنها در مدارات راه اندازی الکتروموتورهای سه فاز استفاده کنند، زیرا سبب حفاظت از الکتروموتور سه فاز در هنگام قطع یک فاز می‌شوند ولی کلید فیوزها در هنگام بروز خطا در یکی از فازها تنها همان فاز را قطع می‌کنند، به همین دلیل استفاده از این کلیدها در مدارات برق ساختمان توصیه می‌شود.
۳- کلیدهای اتوماتیک پس از قطع مدار بلافاصله آماده بهره برداری هستند ولی کلید فیوزها پس از قطع مدارنیازمند تعویض فیوز سوخته‌اند.
۴- قطع و وصل کلیدهای اتوماتیک در زیر بار صحیح نیست ولی قطع و وصل کلید فیوزها زیر بار مجاز است.

شکل ۴

تحقیق کنید

با جست‌وجو در اینترنت، انواع کلید های استپ استارت و قابلیت استفاده آنها را بیابید.

کلیدهای قطع و وصل (استپ–استارت)

شستی‌ها از جمله وسایل فرمانی هستنند که تحریک آنها به‌وسیله دست انجام می‌گیرد و در انواع مختلف و برای کاربردهای متفاوت طراحی می‌شوند. شستی‌هایی که پس از تحریک، دو کنتاکت وصل را قطع می‌کنند استاپ(قطع) و شستی‌هایی که پس از تحریک دو کنتاکت، قطع را وصل می‌کنند شستی استارت (وصل) نامیده می‌شود. شستی‌های که هر دو عمل را در یک زمان انجام می‌دهند، به شستی قطع و وصل یا دوبل معروف‌اند؛ یعنی با فشار کلید دو کنتاکت باز، بسته و با دو کنتاکت بسته، باز می‌شود.
انواع این کلیدها عبارت‌اند: شستی مدل (ES / AC)، شستی مدل (ES)، شستی دکمه فشاری اضطراری مدل (PE)، شستی‌های دکمه فشاری مدل (PL / PU)، شستی‌ها دکمه فشاری ۲ و ۳ مدل (PT / PD) و ....

فعالیت کارگاهی

چند نمونه از کلیدهای استپ استارت را تهیه نمایید و کنتاکت‌های آنها را به‌وسیله اهم متر در کلاس تست کنید.

در این فعالیت، با تهیه چند کلید قطع‌ووصل (استاپ-استارت) از انواع مختلف، فراگیران به‌وسیله یک اهم متر ورودی و خروجی انواع این کلیدها را تست و تیغه‌های آن را با فشردن شستی و رها ساختن آن بررسی کنند.

فعالیت کارگاهی

مطابق شکل، سه فاز را به یک سر سه لامپ متصل کنید و آن را با یک کلید استارت به ارت متصل نمایید. با فشردن کلید استارت چه چیزی مشاهده می‌کنید؟ شما یک سیستم شناسایی خطای ارت ساده، که در تابلوی برق برخی شناورها وجود دارد، ساخته‌اید.

فراگیران در این فعالیت یک نمونه کار ساده با کلید قطع‌ووصل (استاپ استارت) ساده را مشاهده می‌کنند. از این مدار برای خطای ارت سنجی در تابلوی سوییچ برد شناورها استفاده می‌شود؛ یعنی اگر هر یک از فاز ها دچار اتصالی شود نور لامپ مربوط به آن کم یا خاموش می‌شود، زیرا دو طرف آن تقریباً یک سطح ولتاژ خواهد داشت. البته در موارد لازم برای ارت سنجی در شناور از مدارات دقیق‌تری نیز استفاده می‌گردد.

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جستوجو در اینترنت، در خصوص مزایای کلیدهای خود کار تحقیق کنید.

مزایای کلید خودکار

- کلید خودکار پس از قطع مدار در اثر جریان زیاد یا هر عامل دیگری، بلافاصله آماده بهره برداری مجدد می‌شود.
- با کمک کنتاکت‌های فرعی که در آن تعبیه شده است، می‌توان وضعیت کلید را در هر حالت (قطع، وصل یا وقوع خطا) توسط سیگنال، تعیین و در اتاق فرمان منعکس نمود.
-ساختمان این کلیدها به‌گونه‌ای است که اگر کلید را بر روی یک مدار اتصال کوتاه شده ببندیم، در ضمن عمل بسته شدن، رله اضافه جریان کلید به سرعت وارد عمل می‌شود و مدار را قطع می‌کند.

فعالیت کارگاهی

یک نمونه از کلید مینیاتوری را تهیه کنید و ضمن تست با اهم‌متر، مطابق شکل فوق مشخصات آن را بخوانید.

در این فعالیت طبق آن‌چه در کتاب اصلی نشان داده شده است، هنرجو نوشته‌های روی کلید مینیاتوری را می‌خواند و به‌وسیلهٔ اهم‌متر اتصال ورودی و خروجی آن را بررسی می‌کند. هدف از آن شناسایی اولیهٔ اندازه‌های این فیوز و بررسی آن از نظر اتصال است.

فعالیت کارگاهی

یک کلید کامپکت تهیه کنید و مشخصات آن را بخوانید و با آن تغذیه یک تابلو یا یک موتور ساده را راه‌اندازی کنید.

در این فعالیت، مشخصات اصلی یک کلید کامپکت را بخوانید (مقدار آمپر و ولتاژ و غیره) و سپس شبیه یک کلید سه فاز ساده یک موتور یا تابلو را فعال کنید. هدف آشنایی با نحوهٔ نصب کردن و قطع و وصل دستی این کلید است.

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد مکانیزم عملکرد کلید هوایی تحقیق کنید.

سازوکار کلید هوایی

در این سازوکار معمولاً از فنری استفاده شده است که می‌توان آن را با استفاده از اهرم کلید یا یک موتور الکتریکی کوچک، شارژ و آماده بهره برداری نمود. برای قطع و وصل کلید، دکمه‌هایی روی آن تعبیه شده اند که با فشار دادن آنها کلید، قطع یا وصل می‌شود. بر روی این کلیدها همچنین نشانگرهایی تعبیه شده است که وضعیت شارژ فنر کلید و وضعیت قطع یا وصل بودن کلید را نشان می‌دهند. قطع و وصل این کلیدها می‌تواند به‌صورت دستی و از محل نصب کلید یا از راه دور و از محل اتاق کنترل صورت گیرد. به‌طور کلی این کلید کامل ترین نوع کلید فشارضعیف است و معمولاً به عنوان کلید اصلی در شبکه‌های فشارضعیف مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاربرد این کلیدها اغلب در ورودی تابلوهاست،زیرا هم جریان بالایی دارد و هم برای برقراری (Selectivity) کامل بین کلیدهای ورودی و کلیدهای خروجی، که معمولاً از نوع کمپکت‌اند، به‌کار برده می‌شود. کلیدهای هوایی دارای رله‌هایی هستند که در داخل خود کلید، جاسازی شده‌اند(Built-in). ویژگی این رله‌ها خاصیت تأخیری (Time Delay) آنهاست و عنصر اصلی در تأمین (Selectivity) از طریق صدور فرمان قطع با تأخیر است. (Selectivity) همان پدیده تقدم قطع در خروجی‌ها نسبت به ورودی‌هاست. به این معنی که اگر خطایی در یک فیدر خروجی رخ داد، ابتدا کلید خروجی قطع شود و تنها در صورت تداوم خطا روی مدار و عمل نکردن کلید خروجی، کلید ورودی با تأخیر، کل تابلو را بی برق می‌کند. اهمیت این

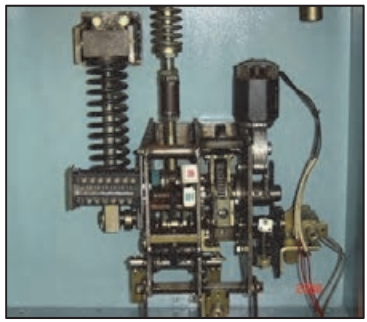
موضوع در این است که در صورت وقوع خطا در یکی از خروجی‌ها کل تابلو بی برق نمی‌شود.

انواع سازوکار(مکانیزم) قطع و وصل بریکر

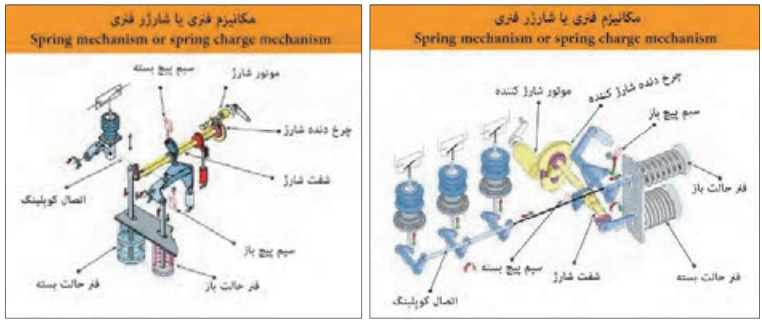
الف) فنری

برای قطع کلید از فنری استفاده می‌شود که به‌وسیله موتور شارژ آن را شارژ می‌کنند. مزایای این سازوکار عبارت‌اند از:

۱- اطمینان از وجود انرژی ذخیره شده برای عمل قطع پس از عمل وصل؛
۲- ساده بودن طرح
۳- ارزان بودن
۴- کارکرد رضایت بخش در درجه حرارت‌های پایین
۵- نصب و راه اندازی و تعمیرات آسان
۶- امکان شارژ دستی فنر
۷- احتیاج نداشتن به نظارت زیاد



موتور شارژ هر وقت فنر را شارژ کرده باشد، برای یک عمل قطع و وصل و یک عمل قطع دیگر نیز کافی است.



شکل ۵

در این سازوکار (مکانیزم)، در کنار در جعبه، یک هندلی تعبیه شده است که در صورت قطع برق ((DC)) موتور شارژ، می‌توان فنر را با آن شارژ کرد.

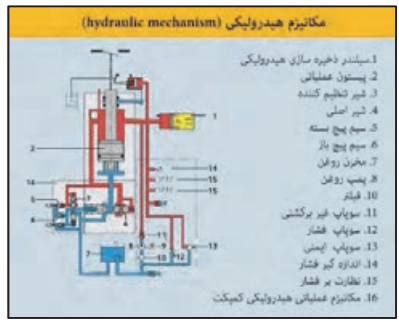
معایب آن نیر به شرح زیر است:

۱- محدود بودن میزان انرژی قابل ذخیره برای انجام دادن عمل قطع در کلیدهای با ولتاژ و جریان بالا؛

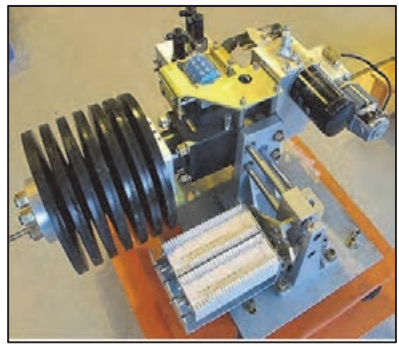
۲- کُند شدن سرعت حرکت در لحظات آخر وصل؛
۳- محدودیت تعداد عملکرد بدون شارژ مجدد فنر.

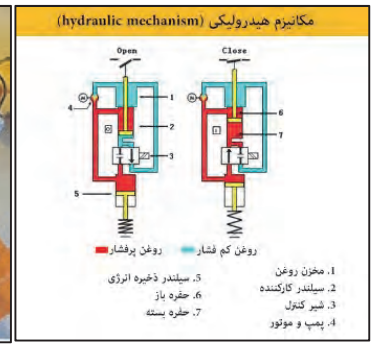
ب) هیدرولیک

برای قطع و وصل کلید از حرکت روغن استفاده می‌شود.
مزایای آن شامل موارد زیر است:
۱- دارای انرژی بالا برای عملکرد در کلیدهای (SF6) با ولتاژ و جریان اتصال کوتاه؛
۲- قابلیت ذخیره انرژی برای تعداد بیشتر عمل قطع و وصل با افزایش حجم مخزن گاز نیتروژن؛
۳- امکان شارژ توسط پمپ دستی؛
۴- کم بودن حجم سازوکار و اینرسی و صدای عملکرد؛
معایب آن نیز این‌گونه است:



۱- امکان نشتی روغن تحت فشار و کاهش اطمینان
۲- تأثیر بد هوای سرد بر نحوهٔ سازوکار
۳- داشتن نیاز به تخصصی خیلی بالا برای نصب و راه‌اندازی و تعمیرات
۴- گران بودن نسبی
۵- داشتن نیاز به نظارت نسبتاً زیاد.





شکل ۶

ج) پنوماتیک

برای قطع و وصل کلید از هوای فشرده استفاده می کنند.
مزایای آن به‌شرح زیر می‌باشد:
۱- داشتن انرژی کافی برای عملکرد کلیدهای ((SF6)) با ولتاژ و جریان اتصال کوتاه بالا
۲- قابلیت ذخیره انرژی برای بیشتر شدن تعداد عمل قطع و صل، با افزایش حجم مخزن هوای فشرده
۳- مقرون به صرفه بودن در پست‌هایی که منبع هوای فشرده در دسترس است؛
۴- داشتن ساختمان نسبتاً ساده و کم بودن اهرم و قطعات متحرک آن
دارای معایب زیر است:
۱- امکان نشتی هوای فشرده و کاهش قابلیت اطمینان
۲- نیاز به پیش بینی های اضافی جهت تأمین هوای فشرده مطمئن (مانند نصب کمپرسور یا مخزن رزرو)
۳- همراه بودن با صدای شدید در هنگام عملکرد
۴- تأثیر منفی هوای سرد بر نحوهٔ سازوکار
۵- داشتن احتیاج به تخصص بالا جهت نصب و راه اندازی و تعمیرات
۶- داشتن احتیاج به نظارت نسبتاً زیاد.

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، راجع‌به اساس کار کلیدهای حفاظت از جان و اجزای آن تحقیق نمایید.

کلیدهای حفاظت از جان

اساس کار کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی، مقایسه جریان ورودی با جریان خروجی کلید است به‌طوری که اگر جریان نشتی در مداری که کلید در آن واقع شده بیشتر از حساسیت کلید باشد، کلید عمل می‌کند و جریان ورودی و در نتیجه مدار را قطع می‌نماید. از مزایای دیگر استفاده از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی جلوگیری از بروز آتش سوزی در اثر وجود جریان نشتی است. باتوجه به اینکه یک جریان نیم آمپری می‌تواند باعث بروز آتش سوزی شود، کلید حفاظت از خط برق گرفتگی با تشخیص جریان نشتی و قطع جریان ورودی، مانع از بروز آتش سوزی می‌گردد. همچنین از آنجا که در صورت وجود جریان نشتی در بدنه وسائل برقی، این جریان به مرور زمان زیاد می‌شود و احتمال سوختن وسایل برقی را به‌وجود می‌آورد، استفاده از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی کاملاً ضروری است و با توجه به کاهش میزان هدر رفتن انرژی الکتریکی و برق مصرفی، صرفه‌جویی اقتصادی و حفظ ثروت‌های ملی را نیز در پی خواهد داشت.

تحقیق کنید

با مراجعه به اینترنت، شمای پویانمایی‌شده از عملکرد ((RCD)) سه‌فاز را ملاحظه نمایید. همچنین در مورد مشخصات و روش نصب کلید های حفاظت از جان تحقیق نمایید.

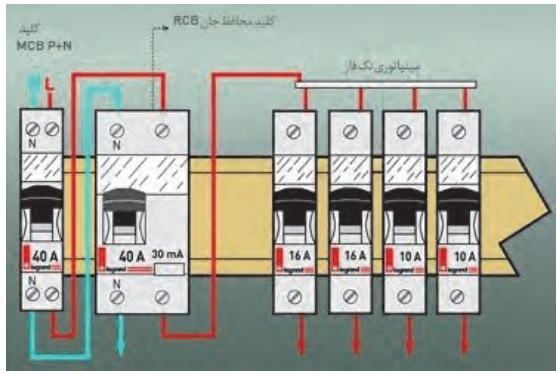
مشخصات کلیدهای حفاظت از خطر برق‌گرفتگی

۱- دمای کاری کلیدها جهت قطع جریان نشتی متناوب از ۲۵- تا ۴۰- درجه سیلسیوس و با قدرت اتصال کوتاه ۶ تا ۲۵ کیلو آمپر است.
۲- جهت حفاظت کلیدها و مدار مصرفی در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار لازم است فیوز پشتیبان (Back-Up Fuse) نصب گردد (با توجه به جریان نامی کلید و مشخصات ارائه شده در کاتالوگ).
۳- کلیدها با جریان نامی ۱۲۵-۱۶ آمپر تولید می‌شوند.
۴- کلیدها جهت استفاده مشترکین تک‌فاز (خانگی) به‌صورت دو پل (فاز + نول) و مشترکین سه فاز (صنعتی) به صورت چهار پل، (که می‌تواند در سیستم های سه سیمه همراه با نول یا بدون نول باشد) به‌کار رود.
۵- میزان جریان قطع خودکار کلیدها (حساسیت) از ۱۰ میلی آمپر تا ۵۱ آمپر، و مدت زمان قطع، حداکثر ۲۰۰ میلی‌ثانیه است.
۶- باتوجه به موقعیت نصب، سیم‌های ورودی و خروجی می‌توان از بالا یا پائین به کلید متصل نمود، با این توضیح که در کارکرد کلید اثری نخواهد داشت.
۷- ترمینال‌های ورودی و خروجی کلیدها، باتوجه به آمپر کلید، برای بالاترین قطر کابل یا سیم در نظر گرفته شده است و از این نظر مشکلی وجود نخواهد داشت.
۸- همراه با کلید امکان استفاده از کنتاکت کمکی نیز وجود دارد.

فعالیت کارگاهی

یک کلید محافظت از جان تهیه و آن را و در یک شبکه وصل کنید.

در این فعالیت، یک کلید حفاظت از جان، مطابق شکل (در کتاب درسی) در مدار نصب می‌شود. اجرای این فعالیت با خطر همراه است. لذا فقط با هدف آشنایی با نصب در یک مدار انجام شود.



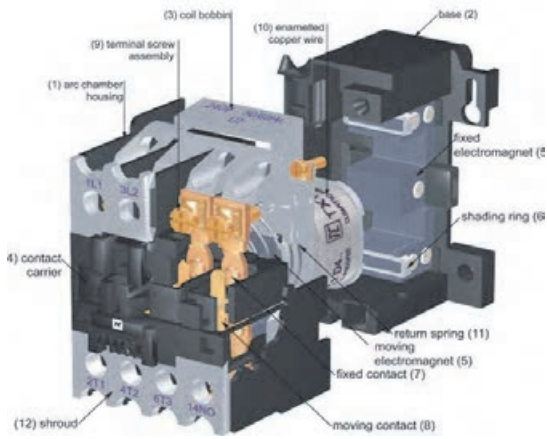
شکل ۷

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و اینترنت،در خصوص اجزای تشکیل دهنده و اصول کار کنتاکتور تحقیق کنید.

کنتاکتور

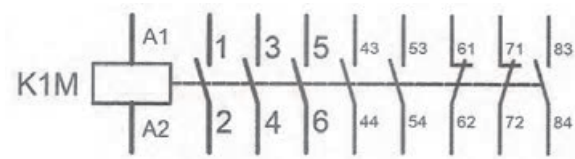
ساختمان و اجزای کنتاکتور و شرح آن را می‌توان در کتاب و منابع فراوان جستوجو کرد. در سایت اینترنتی آپارات نیز فیلم‌های متعددی از آن موجود است و کمک کننده خواهند بود.



شکل ۸

شماره‌گذاری کنتاکت‌ها

در کنتاکتورهای استاندارد، کنتاکت‌های اصلی را با اعداد یک رقمی، ۱ و ۳ و ۵ ورودی فازها و ۲ و ۴ و ۶ خروجی فازها نشان می‌دهند.
همچنین ورودی فازها با (L_1 ، L_2 ، L_3) و خروجی با (T_1 ، T_2 ، T_3)در استاندارد (IEC) و با حروف(R و S و T) ورودی و (U و V و W) خروجی در استاندارد (VDE) نشان داده می‌شوند. بعضی از شرکت‌های سازنده، هر سه مشخصه را روی کنتاکتور می‌نویسند. یعنی ورودی را با (R_1/1/ L_1،S/3/ L_2،T/5/ L_3) و خروجی را با (U/2/ T_1 ،V/4/ T_2 ،W /6/T_3) نشان می‌دهند.
کنتاکت‌های فرعی یا کمکی که برای طراحی مدار فرمان به کار می رود و جریان کمی از آنها عبور می‌نماید با اعداد دو رقمی نشان داده می‌شوند. رقم دوم در دو ترمینال روبه‌رو نشان دهنده شماره تیغه یا کنتاکت و رقم اول نشان دهنده باز و یا بسته بودن کنتاکت‌ها در حالت نرمال (قطع) است. اگر رقم اول ۱ و ۲ باشد کنتاکت بسته (N.C) و اگر رقم اول ۳ و ۴ باشد کنتاکت باز (N.O) است.
بوبین کنتاکتور را با حروف(A_1 ، A_2) نشان می‌دهند. روی کنتاکتورها، به منظور مصرف سیم کمتر و اتصالات آسان‌تر سه پیچ (ترمینال)، یک ترمینال برای(A_1) و دو ترمینال برای(A_2)، در دو طرف کنتاکتور برای بوبین در نظر می‌گیرند.

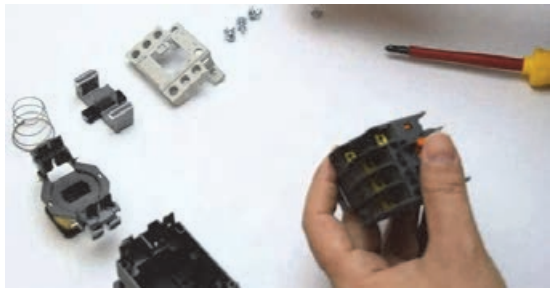


شکل ۹

فعالیت کارگاهی

یک کنتاکتور را باز کنید و اجزای داخلی آن را مشاهده و شناسایی نمایید.

این فعالیت در همه شاخه‌ها و دوره‌های آموزشی برق اجرا می‌شود و هدف از آن شناسایی قطعات کنتاکتورهاست. مطابق شکل فوق یا شکل زیر، اجزای کنتاکتور را پس از جداسازی به فراگیران نشان داده می‌دهند.



شکل ۱۰

فعالیت کارگاهی

پس از تهیه کردن یک کنتاکتور، کنتاکت‌های آن را به‌وسیله یک اهم متر بررسی کنید. سپس به‌صورت دستی قسمت متحرک آن را فشار دهید و همان کنتاکت‌ها را بررسی نمایید.

در این فعالیت فراگیران، با تیغه‌های باز و بسته و تغییر وضعیت آنها آشنا خواهند شد و متوجه می‌شوند که با فشردن شستی بوبین این اتصالات تغییر می‌کنند.

فعالیت کارگاهی

به کمک هنر آموز، تغذیه الکتریکی بوبین کنتاکتور را متصل کنید و کنتاکت‌های آن را با اهم متربررسی نمایید.

در اینجا فعالیت فوق، به‌صورت الکتریکی و با فعال کردن بوبین کنتاکتور انجام شود.

فعالیت کارگاهی

مطابق شکل، به ورودی‌های کنتاکت‌های(NO و NC) کنتاکتور یک فاز وصل کنید و خروجی آنها را نیز به دو چراغ و طرف دیگر چراغ‌ها را به نول وصل نمایید. سپس بوبین کنتاکتور را فعال و تغییرات آن را ملاحظه کنید. به نظر شما این کاربرد در کجا مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

در این فعالیت، هنر جویان با نحوهٔ عملکرد و کاربری سادهٔ تیغه‌های باز و بستهٔ یک کنتاکتور آشنا می‌شوند. مثلاً در اینجا می‌توان گفت، چراغ‌های روشن و خاموش شونده برای این است که نشان دهند برق در تابلو موجود است و از چراغ دیگر برای فعال نشان دادن مدار استفاده می‌شود.

فعالیت کارگاهی

کار کلاسی: در این فعالیت، سه فاز را وارد تیغه‌های اصلی کنتاکتور کنید. سپس آن را روی تخته کلم موتور وصل نمایید و مانند شکل فعال بسازید. مشاهده می‌کنید که پس از برداشتن دست از روی شستی وصل (استارت)، موتور خاموش می‌شود، دلیل آن چیست؟ برای حل این مشکل چه راهی به ذهنتان می‌رسد؟

در این فعالیت نیز فراگیرنده یک موتور را از طریق کنتاکتور تغذیه می‌کند. اما این کنتاکتور به صورت دائمی فعال نیست و سؤالی را در ذهن دانشجو ایجاد می‌کند که در پودمان بعد به آن جواب داده می‌شود.

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، مزایای کنتاکتور را نسبت به سایر کلیدهای دستی، بیابید.

مزایای کنتاکتور، نسبت به سایر کلیدهای دستی

کنترل و فرمان از راه دور ماشین‌های الکتریکی توسط کنتاکتور اقتصادی‌تر و ایمن‌تر است.
از خطرات ناشی از راه اندازی مجدد ماشین‌هایی که در اثر قطع ناگهانی برق شبکه از کار می‌افتد، جلوگیری می‌کند.
توسط کنتاکتور، قطع و وصل مصرف کننده از چندین محل امکان‌پذیر است.
امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک، توسط کنتاکتور برای مراحل مختلف کار مصرف کننده وجود دارد.
عمر مکانیکی کنتاکتور نسبت به سایر کلیدها، بسیار بیشتر است.
با طراحی مدار فرمان مناسب، می‌توان سرعت قطع و وصل مدار را توسط کنتاکتور بالا برد.
حفاظت دستگاه‌ها توسط کنتاکتور، مناسب‌تر و مطمئن‌تر است.
قابل وصل به (PLC) است.
احتمال برق گرفتگی، به‌دلیل جدا بودن مدار فرمان و قدرت، کمتر است.

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در خصوص هر یک از موارد زیر تحقیق نمایید. مقادیر نامی کنتاکتورها، پارامترهای پلاک، جریان‌های نامی، جریان دائمی، جریان کار نامی، ولتاژهای نامی، قدرت قطع، نحوه انتخاب کنتاکتور.

طرز انتخاب کنتاکتور

برای انتخاب کنتاکتور مناسب، با محاسبه جریان مصرف کننده و با رعایت ضوابط ذکر شده در بالا می توان از جداول و کاتالوگ‌های شرکت سازنده و یا از جدول زیر برای راه اندازی مستقیم و غیر مستقیم موتورهای سه فاز القایی و از جداول دیگر برای راه‌اندازی موتورهای تک فاز القایی استفاده نمود.

سؤال: علائم زیر در روی کنتاکتور نوشته شده است مفهوم آنها چیست؟

V(ac)	240	440	550	690
KW	4.5	7.5	7.5	7.5
A	18	18	13	9

IEC60947 , EN60947 , B55424 , VDE06060

HL35/32

AC3,E3

AC1 I(th)=40A U(i)=690V

پاسخ:

مفهوم علائم و پارامترهای نوشته شده روی کنتاکتور به شرح زیر است:

HL35/32

HL : تیپ کنتاکتور که مربوط به کارخانه سازنده است.

۳۵: سه عدد کنتاکت اصلی و ۵ عدد کنتاکت فرعی.

۳۲: از ۵ عدد کنتاکت فرعی، ۳ عدد کنتاکت باز (N.O) و دو عدد کنتاکت بسته است (N.L).

VDE0660 و IEC60947 و EN60947 و BS5024 شماره استاندارد و نام استاندارد ساخته شده است.

AC3 :جهت راه اندازی موتورهای آسنکرون روتور قفسی با ولتاژ AC، 240 ولت قادر است توان ۵/۴ کیلو وات و جریان ۱۸ آمپر را تحمل نماید.

با ولتاژ AC و ۴۴۰ ولت قادر است توان ۷/۵ کیلووات و جریان ۱۸ آمپر را تحمل نماید.

با ولتاژ AC و ۵۵۰ ولت قادر است توان ۷/۵ کیلووات و جریان ۱۳ آمپر را تحمل نماید.

با ولتاژ AC و ۶۹۰ ولت قادر است توان ۷/۵ کیلووات و جریان ۹ آمپر را تحمل نماید.

این کنتاکتور اگر از آن به صورت (AC_1 برای بارهای اهمی) استفاده شود، می-تواند جریان ۴۰ آمپر را در ولتاژ ۶۹۰ ولت تحمل نماید. (ولتاژ عایقی)

E_3 :طول عمر کنتاکتور

3×10^7 بار (تعداد قطع و وصل)

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد استانداردهای کلید قدرت تحقیق نمایید.

استانداردهای کلید قدرت

کلیدهای قدرت باید برای مدت ۵ سال یا با عملکرد تا ۲۰۰۰ بار تحت شرایط نامی، به تعمیر و نگهداری احتیاج نداشته باشد.
وسایل طوری تعیین شوند که برای بازرسی، تعمیر و نگهداری، دسترسی به کنتاکت‌ها یا به مجموعه های قطع کننده به‌آسانی میسر باشد.
تمام کنتاکت‌ها و مجموعه‌های قطع کننده باید به سهولت و سریعاً تعویض شوند و امکان تعویض مجموعه کنتاکت و قطع‌کننده به‌صورت غلط وجود نداشته باشد.کلیه سیم کشی‌های لازم برای عملکرد صحیح کلیدهای قدرت باید انجام شود. سروصدای ایجاد شده توسط کلید قدرت در هنگام باز و بسته شدن باید تحت هر شرایطی حداقل باشد. در مورد تابلوهای کشویی، ساختارهای که کلید قدرت را حمل می کند، باید طوری باشد که اپراتور، وسیله کلیدزنی را به راحتی وبه‌صورت امن خارج یا داخل کند. کلید های قدرت باید دارای ابعادی باشد تا بتوان نیروی حاصل از این موارد را تحمل کند. ۱. نیروی اتصال کوتاه ۲. نیروی ناشی از لرزش ها (مثل زمین لرزه و ارتعاشات و حرکات شناور).

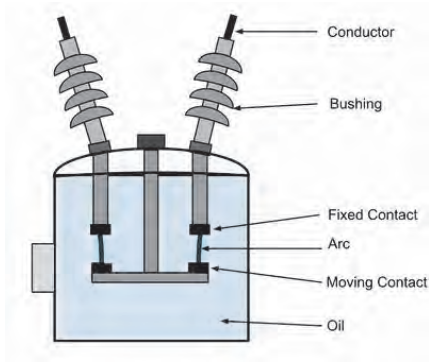
تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد کلید های روغنی و کارکرد آنها بیشتر تحقیق کنید.

عملکرد کلیدهای روغنی

در این نوع کلید، با جدا شدن کنتاکت متحرک از کنتاکت ثابت و ایجاد جرقه، روغن اطراف جرقه تجزیه می‌شود وگاز تولید می‌گردد (میزان تجزیه روغن به مقدار شدت جریان قطع کلید بستگی دارد و در قطع جریان نامی، نسبت به جریان اتصالی، گاز کمتری تولید می گردد). تولید گاز باعث می شود که در داخل محفظه کوچک (محفظه ای در داخل محفظه قطع که کنتاکت متحرک مسافت 2/3 Dرا در آن طی می کند) فشار بالا رود و در لحظه خارج شدن کنتاکت متحرک از محفظه کوچک، روغن با فشار به قوس نازک شده اعمال می‌شود و قوس را خاموش می کند (البته با این عمل، علاوه بر خاموش شدن قوس، روغن تمیز جایگزین روغن تجزیه شده می شود و مانع از برگشت قوس،

در اثر ولتاژ استقرار، می گردد). در این نوع کلید هماهنگی لازم بین جریان قطع و میزان جاری شدن روغن وجود دارد و کلید (Restrict-Free) است.



شکل ۱۲

در این نوع کلیدها گازهای تولید می‌شود در بالای محفظه جمع شده و با سوپاپ به خارج هدایت می گردد همچنین کربن‌های ناشی از تجزیه روغن رسوب می‌کند و به صورت لجن از کلید تخلیه می شود.

انواع کلیدها

۱- bulk oil circuit breaker (bocb)

۲- Single Break Bulk Oil Circuit Breaker

۳- Double Break Bulk Oil Circuit Breaker

۴- minimum oil circuit breaker (mocb)

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جستجو در اینترنت، در مورد اجزا و عملکرد کلیدهای خلأ تحقیق کنید.

کلید خلأ

کلید خلأ به‌طور کلی از سه قسمت اصلی زیر تشکیل شده است:

۱- کپسول خلأ از فولاد، کرم، نیکل با کنتاکتورها؛

۲- نگهدارنده کنتاکتورها و ایزولاتورها؛

۳- وسایل مکانیکی رسانای فرمان قطع و وصل.

به علت فشار خیلی کم داخل کپسول، فاصله دو کنتاکت کلید خلأ در حالت قطع برای ولتاژ تا ۳۰ کیلوولت خیلی کم و در حدود ۲۰ میلی‌متر است در

نتیجه به علت کوچک بودن طول جرقه (در حدود ۲۰ میلی‌متر) و کوتاه بودن زمان جرقه، که ماکزیمم از ۶ میلی ثانیه تجاوز نمی کند، انرژی قوس الکتریکی در این کلید خیلی کوچک‌تر از کلیدهای مشابه دیگر است و با توجه به اینکه اغلب قوس قبل از رسیدن جریان به صفر قطع می شود، می توان کلید را با وسیله قطع و وصل سریع نیز مجهز کرد. کلید خلأ امروزه به‌سبب دارابودن مزایایی از قبیل دوام زیاد، مراقبت کم، امکان قطع و وصل سریع مکرر، در شبکه های فشار متوسط تا ۳۰ کیلو ولت، به‌خصوص برای وصل شبکه‌های کاپاسیتیو (خازنی)، بسیار مناسب است.

فیوزها

فعالیت کارگاهی

یک فیوز فشنگی را تهیه کنید و اجزای آن را طبق موارد ذکر شده، شناسایی نمایید.

در این فعالیت کلاسی یک فیوز فشنگی را تهیه و آن را از هم باز می‌کنیم و قسمت‌های مختلف آن را مطابق آنچه در کتاب ذکر و نشان داده شده است، به هنرجو نشان می دهیم و از وی می خواهیم فیوز را بازسازی کند.

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد اجزای فیوزهای مینیاتوری تحقیق کنید.

انواع فیوزهای مینیاتوری و اجزای آن

فیوز مینیاتوری نوع (B) روشنایی

کلید مینیاتوری نوع (B) عموماً در مصارف خانگی و روشنایی کاربرد دارد. این کلیدها در جریان اضافه بار بین ۳ تا ۵ برابر جریان نامی در زمان مشخص، مدار را قطع می کنند و حساسیت آنها برای کاربردهای عادی خانگی مناسب است. این کلید به فیوز مینیاتوری تندکار نیز معروف است.

فیوز مینیاتوری نوع (C) موتوری

کلید مینیاتوری نوع (C) بیشتر کاربرد صنعتی دارد. این کلیدها در جریان اضافه بار بین ۵ تا ۱۰ برابر جریان نامی در زمان مشخص، مدار را قطع می کنند و زمان قطعشان از تیپ (B) بیشتر است. این کلید به فیوز مینیاتوری کندکار نیز معروف است.

فیوز مینیاتوری نوع (D) ترانسفورماتوری

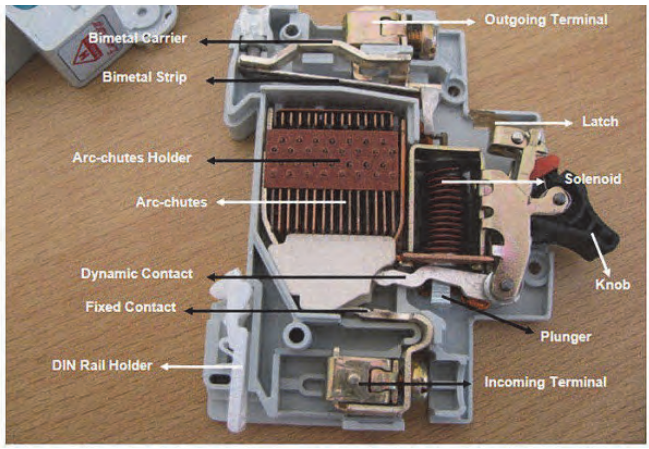
از کلید مینیاتوری نوع (D) برای مصارف صنعتی خاص (مانند مولد های اشعه ایکس X-Ray و ترانسفورماتورها) استفاده می‌شوند. این کلیدها در جریان اضافه بار بین ۱۰ تا ۲۰ برابر جریان نامی در زمان مشخص، مدار را قطع می کنند و زمان قطعشان از تمامی تیپ‌ها بیشتر است.

فیوز مینیاتوری نوع (K) قدرت

از کلید مینیاتوری نوع (K) برای حفاظت در مدارات قدرت، ترانسفورماتور و موتور ها استفاده می شود. در این نوع از کلید مینیاتوری حد جریان برای قطع در موارد اضافه بار کمتر از سایر کلیدهاست و در هنگام به وجود آمدن اضافه بار، مدار را سریع‌تر قطع می کنند ولی در موارد اتصال کوتاه منحنی قطع این نوع کلید ها بین تیپ (D و C) است.

فیوز مینیاتوری نوع (Z) بسیار حساس:

این نوع از کلید مینیاتوری در هنگامی که جریان عبوری از جریان نامی بیشتر شود، در یک مدت زمان خاص (که از تمامی تیپ‌ها کمتر است) طبق منحنی قطع، فرمان قطع را صادر می کند. حساسیت این نوع از کلیدها، هم در مواقع اضافه بار و هم در اتصال کوتاه از تمامی تیپ‌های دیگر بیشتر است و در صورت بروز خطا مدار را سریع‌تر قطع می کند. بنابراین کاربرد این نوع فیوزها در مدارات از حساسیت بالایی برخوردار است.



شکل ۱۳

فعالیت کارگاهی

کار کلاسی: با توجه به تحقیق فوق، یک فیوز مینیاتوری را باز کنید و اجزای آن را شناسایی نمایید.

در این فعالیت یک فیوز مینیاتوری را باز می‌کنیم و مانند شکل فوق، قطعات آن را به هنرجو نشان می دهیم.

تحقیق کنید

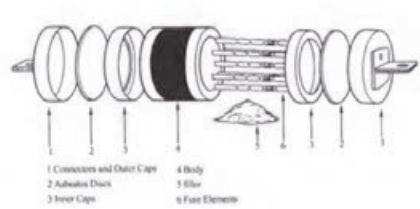
با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد مشخصه‌ها و خواندن فیوزها تحقیق نمایید.

مشخصات فیوزها

فیوزها رایج‌ترین نوع تجهیزات حفاظتی در برابر جریان اتصال کوتاه‌اند. محافظت توسط فیوز نسبتاً ساده، ارزان و مطمئن است. از آنجاکه فیوزهای سیمی نسبت به فیوزهای فشنگی کمتر است و از آنها استفادهٔ نادرست می‌شود (قرار دادن اندازهٔ نادرست سیم در فیوز)، این نوع فیوز برای به‌کارگیری در تجهیزات شناورها پیشنهاد نمی‌شود.

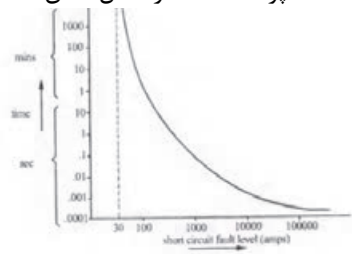
معمولاً در تجهیزات دریایی از فیوزهای فشنگی (HRC) استفاده می‌شود. نمونه‌ای از ساختمان این نوع فیوزها در شکل نشان داده شده است.

یکی از معایب فیوز، حساسیت نداشتن در برابر جریان اضافی کوچک است. فیوز (HRC) بعد از دو ساعت تحمل، نسبت به کمتر از ٪ ۲۵ از بار اضافی، می‌سوزد.



شکل ۱۴

از فواید فیوز، سرعت بالای عملکرد آن(چند میلی‌ثانیه) در برابر جریان زیاد ناشی از اتصال کوتاه مدار است (حتی از دیژنکتورها). منحنی معکوس زمان-جریان برای یک فیوز ۳۰ آمپر (HRC)، در شکل نشان داده شده است.



شکل ۱۵

نکته

۱- در صورتی‌که فیوزی بسوزد، باید قبل از تعویض فیوز، علت به وجود آمدن اتصالی در مدار، مشخص و تعمیر شود.
۲- فیوز جایگزین باید از نظر مقدار جریان، ولتاژ و نوع فیوز با نمونه سوخته مطابقت داشته باشد. به عبارت دیگر فیوز جایگزین باید مشابه فیوز سوخته شده باشد.
۳- اگر در شبکه سه فاز در اثر اتصالی فقط یکی از فیوزها سوخته شده باشد، همهٔ فیوزهای منبع تغذیهٔ سه‌فاز را تعویض کنید. چراکه فیوزهای دیگر ممکن است به‌طور جدی ضعیف شده باشند، در نتیجه برای استفاده بعدی نامطمئن هستند.
علائم به‌کار رفته در فیوزهای (HRC) شامل علایم شامل این موارد است: میزان جریان، ولتاژ، نوع به‌کارگیری(برای استفاده از موتور، دیود، و ...) اندازهٔ فیزیکی و روش نصب. این علائم توسط تولیدکننده به صورت برچسب مشخص شده‌اند. بعضی از آنها را می‌توان تنها با استفاده از کاتولوگ‌های تولیدکننده تعریف و بیان کرد.

مشخصه جریان/ زمان جرقه زنی

مشخصه جریان/ زمان پیش از جرقه، که چگونگی عملکرد فیوزها را نشان می دهد یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های فیوز است. این مشخصه نمایش دهنده زمان مجاز، به عنوان تابعی از جریان اتصال کوتاه، یعنی زمان پیش از جرقه زنی است.

قدرت قطع فیوز

قدرت قطع یا ظرفیت شکست فیوز، نشان دهنده مشخصه عملکرد فیوز در جریان اتصال کوتاه است. به طوری که مشخصات پایه فیوز در همان جریان اتصال کوتاه تغییر نکند. به حداکثر جریانی که فیوز می تواند در هنگام اتصال کوتاه بدون آسیب به پایه و حامل خود حمل کند (قدرت قطع فیوز) می‌گویند.

جریان قطع فیوز

علاوه بر ظرفیت شکست بالا، برای حفاظت قابل اطمینان تأسیسات الکتریکی در برابر جریان‌های اتصال کوتاه بالا، اثر محدودکننده جریان که به نام جریان قطع فیوز نامیده می شود فاکتور مهمی است. جریان قطع فیوز به مقدار جریانی گفته می شود که در حالت اتصال کوتاه باعث ذوب المان فیوز می گردد. جریان قطع فیوز باید کمتر از قدرت قطع آن باشد.

محدود کردن جریان اتصال کوتاه

تمام فیوزها در حالت اتصال کوتاه قبل از این که جریان اتصال کوتاه به مقدار جریان مورد نظر برسد، باید عمل کند و جریان را محدود نماید. شکل زیر زمان عملکرد فیوز و طرز محدود شدن جریان اتصال کوتاه را نشان می دهد.
مقدار جریان اتصال کوتاه مورد انتظار: جریانی است که در حالت اتصال کوتاه در صورت قطع نشدن جریان به آن مقدار خواهد رسید.

مقدار پیک جریان اتصال کوتاه: جریانی است که فیوز در آن لحظه عمل می‌کند و جریان عبور را محدود می‌سازد.

تلفات فیوز

به مقدار انرژی الکتریکی که در اثر عبور جریان و تولید حرارت در فیوز از بین می‌رود (تلفات فیوز) می‌گویند.
هرچند که این مقدار تلفات در فیوزها غیرقابل اجتناب هستند ولی برای کاهش توان مصرفی، کاهش خیز حرارتی ناخواسته و افزایش بهره وری باید این مقدار اتلاف تا حد ممکن به‌حداقل برسد.

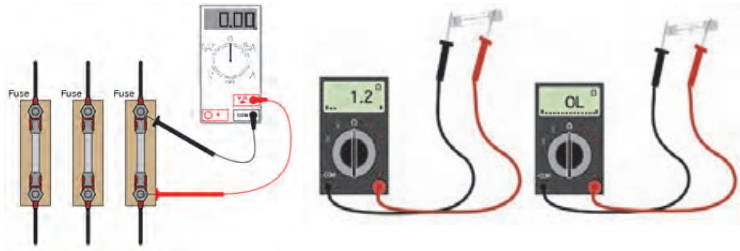
سلکتویته

در یک تأسیسات الکتریکی استاندارد، در صورت بروز اتصال کوتاه در یک نقطه باید فیوزی عمل کند که در نزدیک‌ترین فاصله، نسبت به آن نقطه، قرار دارد تا قسمت‌های بدون نقص سیستم قادر به ادامه کار باشند، پس رعایت مقادیر نامی فیوزها از بیشترین به کمتر مطابق استاندارد و همچنین نوع فیوزها از نظر عملکرد (تندکار، کندکار) در مسیرهایی که باهم سری می گردند الزامی است. اصطلاحاً به این مورد (سلکتویته) می گویند. به بیان دیگر (سلکتویته) به معنای قطع فقط یک فیوز نزدیک تر به محل نقص سیستم است.

فعالیت کارگاهی

کار کلاسی: با توجه به تحقیق فوق، چند فیوز مختلف را بیابید و سلامت آنها را تست نمایید.

در این فعالیت ساده می توانیم فیوزهای مختلف را جمع آوری کنیم و از نظر اتصال، سلامت آنها را بررسی نماییم.



شکل ۱۶

رله

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، دربارهٔ عوامل مؤثر در تهیه و انتخاب رله‌ها تحقیق نمایید.

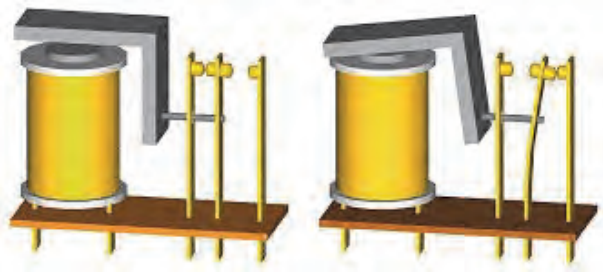
وقتی که رله‌ها را خریداری می‌کنید باید نسبت به چند متغیر دقت داشته باشید:

۱- ولتاژ و جریانی که برای حرکت دادن تیغه لازم است.
۲- ولتاژ و جریان بیشینه‌ای که می‌تواند در تیغه و اتصالات آن به وجود آید.
۳- تعداد تیغه‌ها (به طور کلی ۱ یا ۲)
۴- تعداد اتصالات تیغه‌ها (به طور کلی ۱یا ۲)
۵- کنتاکت‌ها که به طور طبیعی باز یا بسته می‌شوند. منظور از حالت طبیعی زمانی است که به سیم پیچ رله ولتاژی متصل نباشد. در یک رله ممکن است چندین کنتاکت وجود داشته باشد. به کنتاکت‌هایی که درحالت طبیعی بازند Normally Open یا NO و به کنتاکت‌هایی که در حالت طبیعی بسته‌اند Normally Close یا NC می‌گویند.

فعالیت کارگاهی

یک رله ساده تهیه نمایید و با کمک هنر آموز،توسط اهم متر پایه های آن را پیدا کنید. و سپس دو سر بوبین آن را با تغذیه الکتریکی فعال نمایید و دوباره آن را بررسی نمایید. حال لامپی را به کمک این رله راه اندازی نمایید.

کار کلاسی: یک رله (مثلاً ۵پایه) را تهیه می‌کنیم و مانند شکل کتاب، مدار آن را می‌بندیم و کنتاکت‌های آن را فعال می‌کنیم. در اینجا می بینیم که با یک مدار بسته، جدا گانه یک چراغ با سطح ولتاژ متفاوت کنترل می‌شود.



شکل ۱۷

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، تحقیق نمایید ضرورت تجهیزات حفاظتی در شبکه توزیع الکتریکی چیست و چه اجزائی از شبکه های سه فاز را شامل می‌شود؟

ضرورت تجهیزات حفاظتی در شبکه توزیع الکتریکی

سه دلیل اصلی استفاده از تجهیزات حفاظتی در شبکه توزیع عبارت‌اند از:
الف) برای حفظ منابع تغذیه در مدارهای سالم و جداسازی تجهیزات معیوب از شبکه توزیع؛
ب) برای جلوگیری از انتشار خرابی به دیگر تجهیزات الکتریکی؛
ج) برای حفاظت کارکنان از برق گرفتگی.
طرح حفاظت در شبکه توزیع با استفاده از دیژنگتورها، فیوزها و رله‌های حفاظتی که (شامل رلهٔ جریان زیاد، رلهٔ ولتاژ کم، رلهٔ ولتاژ زیاد و رلهٔ بار زیاد و...) انجام می‌گیرد.

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، راجع‌به مزایای رله‌های دیجیتالی تحقیق نمایید.

رله‌های دیجیتال و کاربرد آنها در حفاظت الکتریکی

رشد جهانی برای تقاضای انرژی الکتریکی باعث افزایش شده‌است توسعه در طراحی سیستم‌های قدرت به‌منظور پاسخ‌گویی به تأمین نیازهای مصرف کنندگان افزایش یابد و برای تأمین انرژی الکتریکی مطمئن، ارزان و با کیفیت بالا اقدام شود. به دلیل افزایش مصرف انرژی الکتریکی و افزایش تراکم بارها و منابع تولید الکتریسیته و لزوم عملکرد سریع و مطمئن تجهیزات حفاظت و کنترل، استفاده از تجهیزات حفاظت دیجیتال مورد توجه قرار گرفته است.
حفاظت الکتریکی یکی از مهم‌ترین مسائل در صنعت برق است. از ابتدای پیدایش این صنعت، مسئله تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی همواره با خطاهای احتمالی و نحوه اطمینان‌یابی همراه بوده است. به این معنی که تجهیزات گران قیمتی مانند ژنراتور، ترانسفوماتورهای قدرت و خطوط انتقال باید در مقابل انواع خطاهای احتمالی مورد حفاظت قرار گیردتا هم این سرمایه های با ارزش حفظ شوند و هم انرژی الکتریکی با قابلیت اطمینان بیشتری به مصرف کننده برسد. این حفاظت ها می تواند در مورد کمیت‌های مختلف الکتریکی نظیر جریان، ولتاژ، توان، فرکانس و امپدانس انجام شود. رله‌های حفاظتی وظیفه نظارت بر این کمیت‌ها را دارند و در صورت نیاز باعث قطع واحد مورد حفاظت(تریپ) می‌شوند. رله‌های حفاظتی اولیه بیشتر از نوع

الکترومغناطیسی و از گروه دافعه ای هستند. اشکال اصلی این رله ها این است که مختص یک کمیت الکتریکی هستند، یعنی اگر مثلاً از آنها برای حفاظت اضافه جریان استفاده می شود، دیگر برای حفاظت ولتاژ یا فرکانس قابل استفاده نیستند. حتی رله‌های اضافه جریان هم تقسیم بندی خاص خود را دارند و استانداردهای مختلفی برای این منظور وجود دارد. در کل، این رله‌ها به جز تنظیم زمانی وتنظیم جریانی، قابلیت انعطاف دیگری ندارند.

رله‌های حفاظتی عمومی از نوع دیجیتالی هستند و در نتیجه می توان با تغییر برنامه نرم افزاری آنها نوع حفاظت مورد نیاز را تعیین کرد. بعد از دیجیتالی شدن محاسبات اتصال کوتاه، پخش بار و پایداری سیستم‌های قدرت، دیجیتالی کردن رله‌های حفاظتی در سیستم‌های قدرت یکی از موضوعات جالب و مطرح در سال‌های اخیر است. موضوع رله‌های دیجیتال در اواخر دهه ۱۹۶۰ شروع شد. در اوایل به دلیل بالا بودن هزینه سیستم‌های دیجیتال، سرعت پایین و همچنین قدرت مصرفی بالای آنها انگیزه ای جهت کاربرد این تجهیزات به جای رله‌های معمولی وجود نداشت. پیشرفت قابل توجه سیستم‌های دیجیتال، کاهش قیمت، کاهش قدرت مصرفی و اندازه آنها و افزایش سرعت و قدرت محاسباتی آنها این واقعیت را نشان داد که اقتصادی‌ترین و تکنیکی‌ترین و همچنین مطمئن‌ترین رله‌های حفاظتی در حال حاضر، رله‌های دیجیتال است، که جدیدترین نسل رله‌ها، به شمار می‌رود. با کاربرد پردازش دیجیتال و استفاده از میکروپروسسورها، به عنوان واحد پردازش در این گونه رله ها. علاوه بر بالا بردن کارایی و قابلیت رله‌ها حجم و وزن رله کاهش می‌یابد و همچنین قیمت طراحی و ساخت پایین می‌آید. طراحی و ساخت رله‌های دیجیتال گام بزرگی در جهت حفاظت دقیق و مطمئن شبکه‌های گسترده و پیچیده امروزی است. عمده تفاوت رله های دیجیتالی با رله‌های استاتیکی در کاربرد تراشه‌ایی به نام میکروپروسسور یا واحد پردازش مرکزی است. همچنین تراشه متمرکزی به نام میکروکنترلر است که در آن علاوه بر (Cpu)، حافظه های (RAM) و (ROM)، مدارهای واسطه، پورت-های ورودی/خروجی، مدارهای وقفه و ... در یک تراشه مدار مجتمع (IC) قرار دارند، در برخی رله‌های دیجیتال کاربرد یافته است. یکی از مزیت های اصلی رله‌های دیجیتال این است که با تغییر نرم افزار رله و برنامه‌ریزی مختلف می-توان نوع حفاظت رله را تعیین کرد.

شکل ۱۸

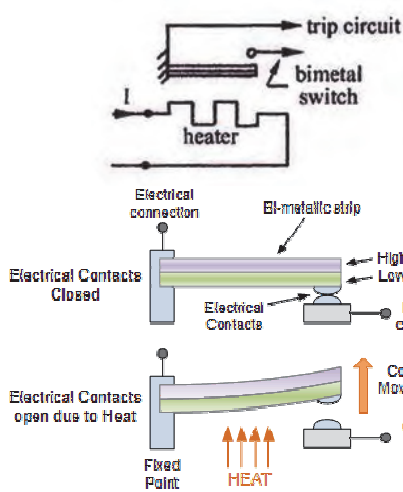
تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در خصوص عملکرد بی متال تحقیق کنید.

رله بی‌متال(دو فلزی)

در این گونه رله‌ها جریان باعث گرم شدن یک نوار دو فلزی(بی‌متال) می‌شود. نوار بی‌متال از دو فلز با ضریب انبساط طولی مختلف، که به هم چسبیده، تشکیل شده است و به همین جهت در اثر حرارت خمیده می‌شود. از آنجا که این دستگاه تابع درجهٔ حرارت محیط است، هر دستگاه بی‌متال به یک کمپنزاسیون حرارتی مجهز است و چون حرارت زیاد عامل اصلی به‌کار انداختن چنین رله‌ای می‌شود، لازم است پس از عمل کردن رله چند لحظه‌ای صبر کرد تا رله سرد شود و به حالت اولیه خود برگردد و آمادهٔ کار مجدد شود. از نوار بی‌متال می‌توان به عنوان سیم حرارتی نیز استفاده کرد. ولی معمولاً گرمکن این رله مجزّا است و از یک سیم‌پیچ مخصوص به خود استفاده می‌کند. توسط این گرمکن است که نوار دو فلزی گرم می‌شود. نظر به این که گنجایش ذخیرهٔ حرارتی این رله کم است، توان الکتریکی آن را باید با ثابت زمانی حرارتی دستگاهی که حفاظت می‌شود هماهنگ و تطبیق نمود.

با تغییر جریان الکتریکی سیم‌پیچ گرمکن توسط مقاومت‌هایی که به صورت موازی با آن قرار می‌گیرد، می‌توان تا حدودی زمان مجاز ازدیاد حرارت دستگاهی را که باید محافظت شود، کنترل کرد.



شکل ۱۹

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، دربارهٔکاربرد رله کنترل فاز، عملکرد این رله و تنظیمات آن تحقیق نمایید.

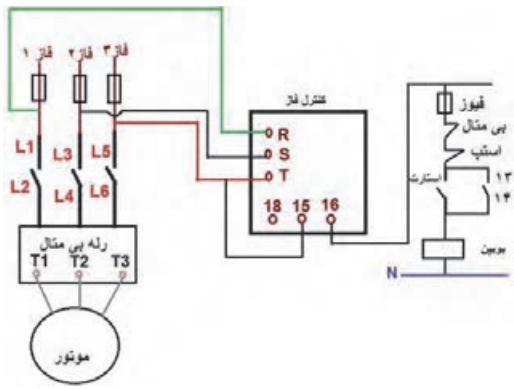
رله‌های کنترل فاز

این رله ها به نحوی ساخته شده بودند که با قطع یکی از فازها کل مدار را قطع می‌کردند. البته اخیراً این رله ها با افت ولتاژ خطوط و یا جابه‌جایی فاز ها نیز مدار را قطع می کنند.

فعالیت کارگاهی

یک رله کنترل فاز را تهیه کنید و آن را در مسیر سه فاز یک مصرف کننده قرار دهید، سپس دو فاز را از محل فیوز، جابه‌جا کنید و عملکرد رله کنترل فاز را مشاهده نمایید. سپس یکی از فاز ها را قطع کنید و عملکرد آن را ببینید.

مانند آنچه در شکل کتاب آمده است، یک مدار مربوط به کنترل فاز را ببندید و با جابه‌جایی دو فاز، عملکرد آن را بررسی کنید.حال با جابه‌جا کردن دو فاز عملکرد آن را مشاهده کنید.



شکل ۲۰

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، درمورد رله‌های (SSR) و کاربرد آن تحقیق کنید.

رله حالت جامد یا (SSR)

شکل ۲۱

رله حالت جامد (SSR) مخفف عبارت(State Relay Solid) و به معنای نوعی کلید الکترونیکی است. رله حالت جامد (SSR) یک المان سوئیچینگ الکترونیکی است که کاری شبیه رله‌های الکترومکانیکی را انجام می دهد ولی هیچ عضو متحرکی ندارد و دارای عمر طولانی‌تری است.

در داخل رله حالت جامد روی هر ترانزیستور، ولتاژ کوچکی افت می کند. مجموع این ولتاژها جریانی را که این رله می دهد، را محدود می کند. با ترانزیستورهای پیشرفته تر، می توان به این نوع رله‌های جریان بالا دست یافت قادرند آنها

جریان‌های ۱۰۰ تا ۱۲۰۰ آمپر را تأمین کنند و هم اکنون نیز به صورت تجاری قابل دسترس‌اند.

عملکرد رله حالت جامد شبیه رله‌های الکترومکانیکی است، با این تفاوت که در این المان هیچ قسمت متحرکی وجود ندارد و نسبت به آن دارای ابعاد کوچک-تری است. نبودن قسمت متحرک در این رله موجب افزایش عمر قطعه شده و در مداراتی که تعداد دفعات کلید زدن آن زیاد است، کاربرد دارد.

پارامترهای مهم انتخاب یک رله حالت جامد (SSR)

۱- محدوده و نوع محدوده و نوع ولتاژ کنترلی جهت قطع و وصل این رله شامل دو حالت (DC Control Input) و (AC Control Input) است.

۲- ولتاژی که به دو سر خروجی وصل می‌شود (به دو سر سوئیچ) نیز دارای دو حالت (DC) یا (AC) است.

۳- حداکثر جریان قابل عبور از سوییچ الکترونیکی در خروجی است.

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد رله زمانی (تایمر) و انواع آن تحقیق نمایید.

رله زمانی (تایمر)

تایمر نیز مانند شستی و میکروسوئیچ می‌تواند به کنتاکتور فرمان دهد. تفاوت تایمر با شستی و میکرو سویچ در نوع فرمان آنهاست. به این ترتیب که شستی به وسیله دست انسان و میکروسوئیچ توسط اعمال مکانیکی دستگاه فرمان می گیرند ولی تایمر به طور خودکار فرمان می‌دهد.
تایمرها انواع مختلفی دارند. متداول‌ترین آنها عبارت‌انداز:

تایمر موتوردار

این نوع تایمر، که از موتور کوچکی تشکیل شده است، ازطریق چرخ‌دنده یک دیسک را در مقابل میکروسویچ می‌چرخاند.

ساختمان داخلی تایمرموتوری

محل دیسک در لحظهٔ شروع به کار، قابل تنظیم است و پس از تنظیم زمان آن (توسط زایدهٔ خارجی) و تغذیهٔ تایمر، موتور با دور ثابت به گردش در می‌آید و با گردش موتور، زمان تایمر شروع می‌شود. تایمر پس ازگردش، بر اثر برخورد با زایدهٔ دیسک، متوقف می‌شود و به میکروسویچ داخلی فرمان می‌دهد. آن‌گاه کنتاکت‌های تایمر عمل می‌کنند و اتوماتیک قطع می‌شود و موتور از کار می-افتد. زمان وصل این رله‌ها از دهم ثانیه تا به طور دایم قابل تنظیم است.

شکل ۲۲

رله زمانی الکترونیکی

از تایمرهای الکترونیکی برای تنظیم زمان‌های کمتر از ثانیه تا چندین ثانیه استفاده می‌شود. در ساختمان این تایمرها، از مدارها و اجزای الکترونیکی استفاده شده است. در نوعی ازاین تایمرها، با شارژ و دشارژ شدن یک خازن، بوبین یک رلهٔ کوچک تحریک می‌شود. اصول ساختمان تایمر الکترونیکی بر

مبنای مدار(RC) خازن و مقاومت و برحسب ثابت زمانی استوار است. تنظیم این نوع تایمرها به مقدار مقاومت سر راه خازن بستگی دارد.

شکل ۲۳

تایمر حرارتی و تایمر پنوماتیک از انواع دیگر تایمرها هستند.

فعالیت کارگاهی

مانند شکل، یک تایمر تهیه کنید و قسمت بوبین آن را با یک کلید ساده فعال نمایید. به تیغه‌های آن دو لامپ متصل کنید و نتیجه را ببینید.

مانند شکل کتاب، تیغه‌های یک تایمر را فعال نمایید و نتیجه را روی لامپ‌ها مشاهده نمایید. می بینید که لامپ روشن، خاموش و لامپ خاموش، روشن می‌شود: یعنی تیغه باز، بسته و تیغه بسته، باز می شود.در این فعالیت فقط هدف ما دیدن عملکرد تیغه‌های تایمر است. نحوه استفاده از این تیغه‌ها در فصول بعد آموزش داده خواهد شد.

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۱	به‌کارگیری اجزای قطع‌کننده در شبکه توزیع	تجهیزات: طبق نظر هنرآموز مکان: طبق نظر هنرآموز	بالاتر از حد انتظار	_هنرجو کاربری و تقسیم‌بندی کلیدها را بداند و بتواند از کلیدهای مطرح شده در مدار استفاده نموده و راه‌اندازی کند. _کاربری و تقسیم‌بندی و تست فیوزها را بداند و قطعات و مشخصات آنها را بگوید. _رله‌ها را شناسایی کرده و تقسیم‌بندی نماید. همچنین مشخصات و عملکردشان را بگوید.	۲
			در حد انتظار	_کاربری ها و تقسیم کلیدها را به طور کامل انجام ندهد. _کاربری،تست ومشخصات فیوزها را به کامل بیان نکند. _تقسیم بندی ها وکارکرد های رله را به طورکامل بیان نکند.	۲
			پایین تر از حد انتظار	-انواع و تقسیمات کلیدها را ناقص بیان کند و نتواند مدارهای مربوطه را فعال کند. -فیوزها را ناقص شناسایی کرده و نتواند مشخصات آنها را بیان نماید. -کاربری رله‌ها و تقسیم‌بندی آنها را ناقص بیان نماید.	۱

تابلوها و ترانس‌های توزیع

قسمتی از شبکه‌های توزیع سه‌فاز که در مدارهای توزیع نقش‌هایی غیر از قطع و وصل کردن ایفا می‌کنند. در این بخش مورد بررسی قرار خواهند گرفت و در این جا با عملکرد آنها آشنا خواهیم شد.

شینه بندی

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد عوامل مؤثر در شینه بندی و همچنین اهمیت حفاظت از شینه تحقیق نمایید.

عوامل مؤثر در شینه بندی

۱- قابلیت اطمینان و تداوم سرویس دهی
۲- موقعیت پست در شبکه
۳- ولتاژ و ظرفیت پست
۴- اهمیت مصرف کننده
۵- وضعیت پست از نظر توسعهٔ و تعمیردر حالت کار عادی شبکه (Switching).

به‌دلایل زیر حفاظت شینه بسیار اهمیت دارد:

۱- سطح اتصال کوتاه در شینه های پست انتقال قدرت، بسیار زیاد است.
۲- پایداری سیستم قدرت اغلب متأثر از خطا درمحدوده شینه است.
۳- دوام اتصال کوتاه روی شینه‌ها باعث می‌شود هادی‌ها بیش از حد تحمل گرم شوند و در نتیجه آسیب ببینند. لذا این اتصالی باید در کوتاه‌ترین مدت رفع گردد.

ترانس

تحقیق کنید

با مراجعه به کتاب‌های مرجع و جست‌وجو در اینترنت، در مورد معایب و مزایای انواع ترانس‌های تک و سه فاز تحقیق کنید.

مزایای عمده یک ترانس سه فاز در مقایسه با انواع ترانس‌های تک فاز عبارت‌اند از:

فضای کمتری را در عین داشتن مقادیر نسبی مساوی اشغال می کند، وزن کمتری دارد، حدود ٪ ۱۵ ارزان تر است و علاوه بر این‌ها برای راه اندازی و اتصال فقط یک دستگاه، جابه‌جا یا متصل می شود.

فعالیت کارگاهی

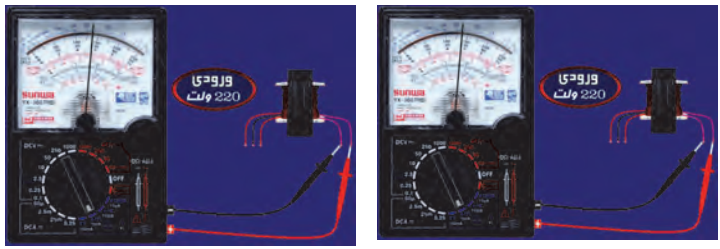
یک ترانس جریان تهیه کنید و مشخصات اصلی، از جمله نسبت تبدیل آن را بخوانید.

در این فعالیت علائم و ولتاژها و نسبت تبدیل ترانس را روی آن می‌خوانیم. تصویر نمونه یک ترانس جریان در کتاب آمده است، که با نسبت تبدیل ۱۰۰ به ۵ کاهنده است.

فعالیت کارگاهی

یک ترانس ۲۲۰ ولت به ۱۲ ولت را تهیه کنید و مقاومت ورودی و خروجی آن را اندازه بگیرید. از این فعالیت چه نتیجه ای می گیرید؟

در این فعالیت، یک ترانس کاهنده ولتاژ را تهیه می‌کنیم و امپدانس ورودی و خروجی آن را می‌گیریم و با توجه به تعداد دور کمتر و در نتیجه طول هادی کم‌تر، به مقاومت کمتری در خروجی مواجه می شویم.



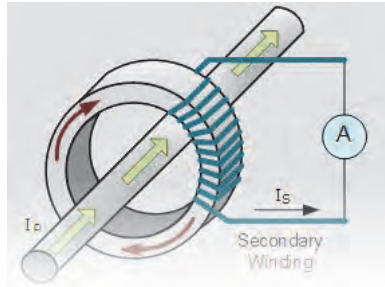
شکل ۲۴

دستگاه‌های اندازه گیری

فعالیت کارگاهی

مدار مربوط به ترانس جریان و آمپر متر روی تابلوی برق به صورت زیر است. در صورت امکان این مدار را در یک تابلو پیاده سازی کنید.

در این فعالیت مطابق شکل کتاب برای اندازه‌گیری جریان از ترانس جریان در یک مدار واقعی استفاده می شود. این مدار در تابلوها کاربرد وسیعی دارد.



شکل ۲۵

مقره

فعالیت کارگاهی

کار کلاسی: یک شینه را تهیه کنید و یک مقره را مانند شکل زیر، به یک تابلو برق محکم نمایید. مقاومت بین شینه و بدنه تابلو را اندازه بگیرید (در صورت امکان با متر اندازه گیری کنید).

در این فعالیت مقاومت عایقی بین باسبارها و بدنه (یا همان مقاومت مقره) اندازه‌گیری می شود، که حد اقل باید در تابلوهای ۳۸۰ولت حدود ۲ مگا اهم یا بیشتر باشد (البته اگر با اهم متر اندازه گیری شود بی نهایت ملاحظه خواهد شد).

شکل ۲۶

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۲	تابلوها و ترانس‌های توزیع	تجهیزات: طبق نظر هنرآموز مکان: طبق نظر هنرآموز	بالاتر از حد انتظار	ـ باس‌بار را بشناسد و کاربری و مزایای آن را برشمرد. ـ انواع ترانس‌ها را از لحاظ مختلف تقسیم‌بندی نموده وظایفشان را بیان کند. ـ کاربری و نصب دستگاه‌های اندازه‌گیری را بداند و از برخی از آنها استفاده نماید. ـ انواع مقره‌ها را شناسایی نموده و کاربری و وظایفشان را بیان نماید. ـ انواع مختلف تابلوهای برق و کاربردشان را از جنبه‌های گوناگون بداند.	۲
			در حد انتظار	ـ تقسیم‌بندی، مزایا و مشخصات باس‌بار را تقریبا بیان کند. ـ تقسیم‌بندی و کاربری ترانس‌ها را به‌خوبی بیان نکند. ـ کاربری،تعاریف و استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری را کامل بیان نکند. ـ تقسیم‌بندی‌ها، وظایف و کاربری مقره‌ها را کامل بیان نکند. ـ انواع تابلوها و تقسیم‌بندی و کاربردشان را به طور کامل بیان نکند.	۲
			پایین تراز حد انتظار	ـ تقسیم‌بندی‌ها و مزایای باس‌بار و نکات آن را خیلی ناقص بیان نماید. ـ تقسیم‌بندی‌ها و وظایف ترانس‌ها را خیلی ناقص بیان نماید. ـ نتواند به درستی دستگاه‌های اندازه‌گیری را شناسایی کند و کاربرد آنها را بگوید. ـ انواع مقره‌ها و کاربرد آنها را ناقص بیان کند. ـ تقسیم‌بندی تابلوهای برق را خیلی ناقص انجام دهد.	۱

ارزشیابی شایستگی نحوه به‌کارگیری اجزای شبکه‌های سه فاز

شرح کار

شبکه توزیع و اهمیت اجزای آن؛
کاربری انواع کلیدها در شبکهٔ توزیع؛
کاربری انواع فیوزها و رله های مختلف در شبکهٔ توزیع؛
به کارگیری انواع باس‌بارها و مقره‌ها؛
کاربری انواع ترانس در شبکه قدرت؛
کاربری دستگاه‌های اندازه گیری در سیستم توزیع؛
کاربری انواع تابلوهای برق در شبکهٔ توزیع.

استاندارد عملکرد

شناسایی، تعریف، نحوهٔ عملکرد و به کار گیری اجزا و قطعات مختلف در شبکه‌های توزیع.

شاخص‌ها

- توانمندی شناسایی و شرح عملکرد و کاربری اجزای شبکه.

شرایط اجرای کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه برق و تأسیسات مجهز به اجزای سه فاز، بازدید از تجهیزات در شناورها.
ابزار و تجهیزات: انواع اجزای معرفی شده در متن این بخش و ابزار مصرفی مورد نیاز.

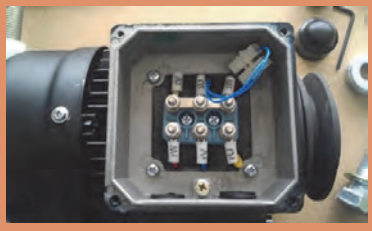
معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	به‌کارگیری اجزای قطع کننده در شبکه	۱	
۲	بررسی تابلوهای توزیع	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و...	۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۴

راه اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز



استاندارد عملکرد

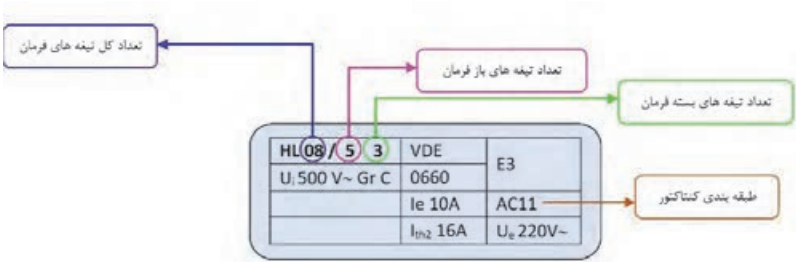
هدف از اجرای آموزش‌های این فصل، توانمندسازی هنرجویان در تحلیل مدار-های قدرت و فرمان طراحی‌شده برای موتورهای سه‌فاز و کسب مهارت در طراحی برخی از مدارات قدرت و فرمان ساده است. این آموزش جهت راه‌اندازی و کنترل موتورهای سه‌فاز منظور شده‌است.

سؤالات پیشنهادی

راه اندازی و کنترل موتورهای القایی در شناورها از چه اهمیتی برخوردار است؟
چگونه می‌توان با تجهیزاتی که تاکنون شناخته اید، نسبت به راه اندازی و کنترل موتورهای القایی اقدام نمود؟
راه اندازی صحیح و متناسب با محل استفادهٔ هر الکترو موتور چگونه از بروز خسارت بر مولدها و سیستم توزیع برق شناور جلوگیری می‌کند؟
آیا جهت چرخش الکتروموتورهای القایی قابل تغییر است و از این قابلیت در انواع شناورها می‌توان بهره برد؟
آیا رعایت اصول طراحی مدارهای قدرت و فرمان و پرهیز از طراحی‌های پیچیده، موجب سهولت در امر نگهداری و تسریع در عیب یابی و رفع اشکال خواهد شد؟
ایا آگاهی از آخرین روش‌ها و نرم‌افزارهای طراحی ما را در کوتاه‌ترین زمان با عملکرد مدارهای قدرت و فرمان الکتروموتورهای موجود در انواع شناورها آشنا می‌سازد.

انتخاب کنتاکتور متناسب

با توجه به نوع مصرف کننده و شرایط کار، می‌توان کنتاکتورهایی با مشخصه های ولتاژ و جریان عبوری مشخص و متناسب انتخاب نمود. از این رو کنتاکتورها با توجه به نوع تغذیه (A.C. یا D.C.) و موارد استفاده، طبقه بندی می‌شوند. جدول زیر یکی از معمول‌ترین طبقه بندی کنتاکتورهای رایج است.
برای اتصال مصرف کننده به شبکه باید از کلید یا کنتاکتوری با مشخصات مناسب استفاده کرد که کنتاکت‌های آن تحمل جریان راه‌اندازی و جریان دائمی را داشته باشد. همچنین در صورت اتصال کوتاه، جریان لحظه‌ای زیادی که ازمدار عبور می کند یا جرقه ای که هنگام قطع مدار ایجاد می شود، صدمه ای به کلید نزند. به این منظور و برای این که بتوانیم پس از طراحی مدار، کنتاکتور مناسب را برای اتصال مصرف کننده به شبکه انتخاب کنیم، باید با مقادیر نامی مربوط به کنتاکتور آشنا شویم.
معمولاً مهم ترین مشخصه‌های یک کنتاکتور بر روی بدنهٔ کلید بصورت شکل ۱ درج می‌شود:



شکل ۱- مشخصات کنتاکتور

مدار قدرت و فرمان راه اندازی مستقیم یک موتور

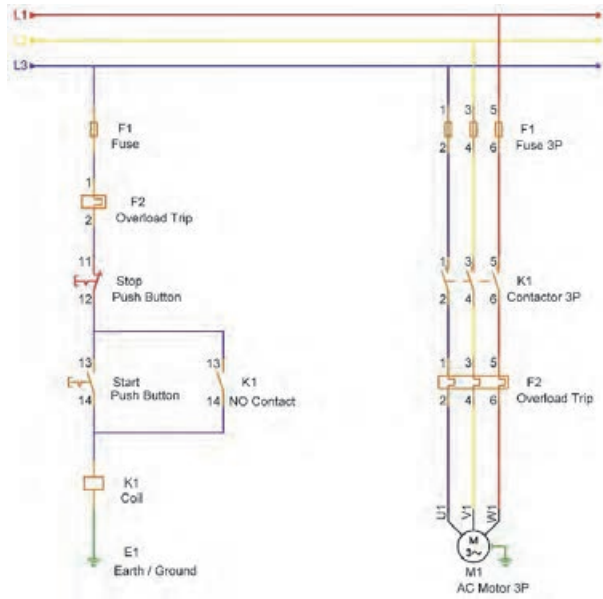
شرح عملکرد مدار فرمان و قدرت

با فشرده شدن شستی استارت I جریان الکتریسیته از مسیر فیوز F1 ، بی متال F2، تیغه بسته شستی O و کلید Start به سیم پیچ کنتاکتور K1 Coil می‌رسد و در نتیجه موجب عمل کردن کنتاکتور K1 در مدار قدرت خواهد شد. به عمل کردن کنتاکتور، اصطلاحاً (Energize) گفته می‌شود.

همزمان با بسته شدن تیغه‌های کنتاکتور، جریان سه فاز به‌صورت مستقیم از مسیر فیوز F2/Overload به موتور خواهد رسید.

به‌محض برداشتن دست از شستی I جریان سیم پیچ کنتاکتور K1 Coil قطع می‌شود و تیغه‌های کنتاکتور K1 به حالت باز، درخواهد آمد. در این‌صورت جریان سه فاز به موتور نمی‌رسد و موتور نیز متوقف خواهد شد.

برای رفع این اشکال، از کنتاکت کمکی تعبیه شده بر روی کنتاکتور K1 استفاده می‌شود. یک تیغه باز از کنتاکت‌های کمکی K1 به‌صورت موازی با شستی I قرار داده می‌شود. به کنتاکت کمکی کنتاکتور که به این‌صورت در مدار فرمان به‌کار برده می‌شود، کنتاکت (خود نگه دار) گفته می‌شود.



شکل ۲- مدار فرمان و قدرت DOL (Direct Online) راه اندازی مستقیم

راه‌اندازی یکی پس از دیگری دو موتور (رعایت اولویت راه‌اندازی)

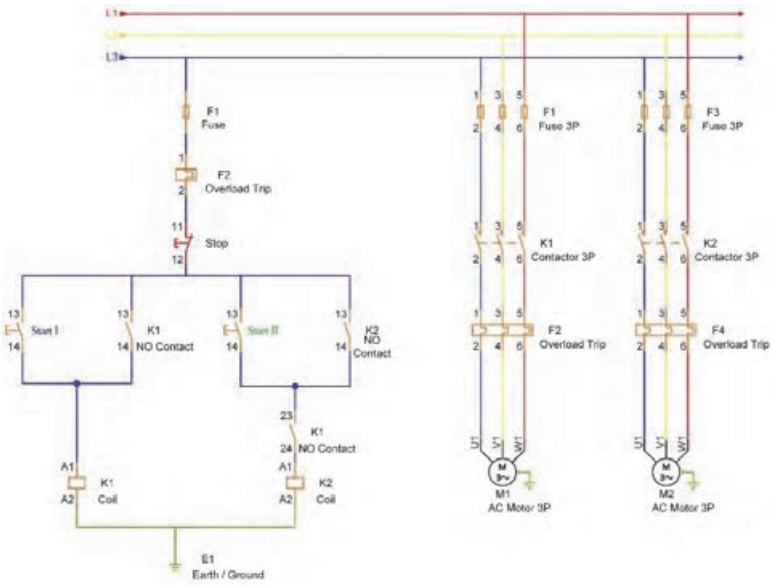
شرح عملکرد مدار فرمان و قدرت

مدار فرمان به‌گونه‌ای طراحی شده است که موتور اصلی M2 قبل از به حرکت در آمدن موتور M1 حرکت نکند.

با فشرده شدن شستی I جریان به سیم پیچ K1 می‌رسد و تیغه‌های کنتاکتور K1 در مدار قدرت، بسته می‌شود. در نتیجه موتور M1 که برای پمپ روغن در نظر گرفته شده است به گردش در می‌آید.

همزمان تیغه کنتاکت کمکی K1 نیز که در مسیر سیم پیچ کنتاکتور K2 Coil قرار گرفته است، بسته می‌شود.

در این حالت اگر شستی II، که متعلق به موتور اصلی است، فشرده شود، جریان به سیم پیچ K2 Coil می‌رسد و در نتیجه تیغه‌های کنتاکتور K2 بسته می‌شود و موتور اصلی M2 به گردش در خواهد آمد.



شکل ۳- راه اندازی دو موتور، یکی پس از دیگری

راه‌اندازی دو الکترو موتور یکی پس از دیگری، با رله تأخیری

شرح عملکرد مدار فرمان و قدرت

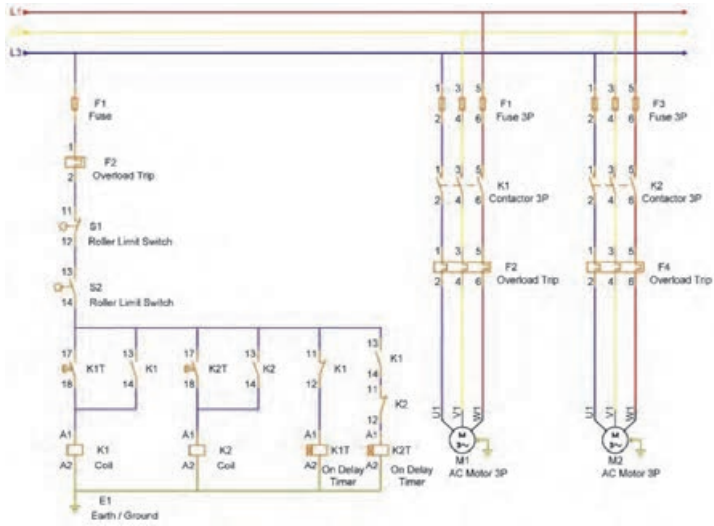
به محض وصل شدن S2، جریان از مسیر کنتاکت K1 به سیم پیچ تایمر K1T می‌رسد و پس از ۱۵ ثانیه (که بر روی تایمر، تنظیم شده است) کنتاکت K1T بسته خواهد شد.

با بسته شدن کنتاکت K1T، جریان به سیم پیچ K1 خواهد رسید. با عمل کردن K1 تیغه باز K1 بسته می‌شود و به‌صورت خود نگه دار سیم پیچ K1 عمل خواهد کرد. در این حالت با عمل کردن کنتاکت سه فاز K1 در مدار قدرت، موتور M1 شروع به کار خواهد نمود.

تیغه بسته K1 که در مسیر تایمر K1T قرار دارد، باز می‌شود و تایمر را قطع خواهد کرد. همان‌گونه که در مدار فرمان دیده می‌شود، یک تیغه باز دیگر کنتاکت K1 نیز در مسیر جریان تایمر K2T قرار گرفته است. با عمل کردن K1 تایمر K2T نیز شروع به کار خواهد کرد. زمان تنظیم شده بر روی این تایمر ۳۰ ثانیه است. از این رو پس از گذشت ۳۰ ثانیه، کنتاکت باز K2T بسته می‌شود و جریان به سیم پیچ K2 خواهد رسید.

با عمل کردن K2 تیغه بسته K2 باز می‌شود و تایمر K2T قطع خواهد شد.

همزمان، تیغه باز K2 بسته می‌شود و به‌صورت خود نگه دار سیم پیچ K2 عمل خواهد کرد و با عمل کردن کنتاکت سه فاز K2 در مدار قدرت، موتور M2 شروع به کار خواهد نمود.



شکل ۴- راه اندازی دو موتور، یکی پس از دیگری با رله تأخیری

مدار فرمان و قدرت تغییر جهت چرخش موتور (چپ گرد – راست‌گرد سریع و با حفاظت کامل)

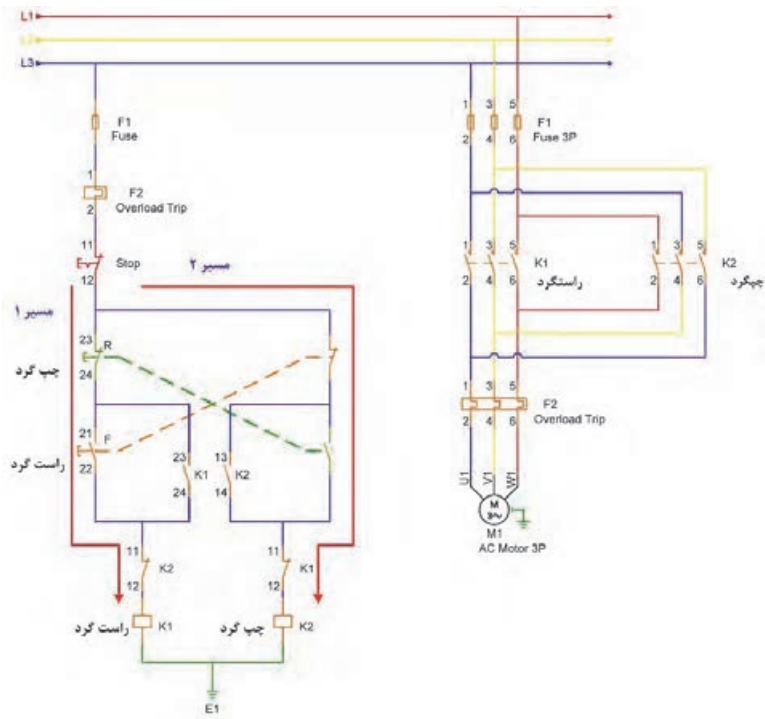
شرح عملکرد مدار فرمان و قدرت

منظور از مدار چپ گرد – راست گرد با حفاظت کامل این است که در صورت فشرده شدن هر یک از شستی‌های چپ گرد یا راست گرد، فقط مدار فرمان و مسیر جریان شستی مربوطه فعال شود و با توجه به طراحی، امکان اتصال همزمان کنتاکتور K1 (راست گرد) و کنتاکتور K2 (چپ گرد) وجود ندارد. همچنین درصورت فشرده شدن همزمان دو شستی چپ گرد و راست گرد، موتور هیچ‌گونه حرکتی نخواهد داشت.

منظور از چپ گرد – راست گرد سریع آن است که برای تغییر جهت حرکت موتور به زدن شستی استپ و انتخاب مجدد یکی از شستی‌های چپ گرد یا راست گرد نیاز نباشد و به‌محض زدن شستی‌ها، جهت حرکت عوض شود.

با فشرده شده شستی راست گرد:
الف) اگر موتور در حال چرخش نباشد:
جریان از مسیر ۱: فیوزها، شستی Stop و تیغه‌های بسته شستی چپ گرد، به بوبین K1 می‌رسد و کنتاکتور K1 در مدار قدرت بسته خواهد شد. با بسته شدن کنتاکتور K1 موتور به‌صورت راست گرد شروع به حرکت خواهد کرد.
تیغه باز K1 که به‌صورت خود نگه دار به‌طور موازی با شستی راست گرد قرار گرفته است، پس از برداشتن انگشت از روی شستی، مسیر جریان را بسته نگه خواهد داشت.
ب) اگر موتور در حال چپ گرد باشد:
با توجه به اینکه یک تیغه بسته از شستی راست گرد در ابتدای مسیر جریان بوبین K2 (مسیر۲) قرار گفته است، در صورت فشرده شدن شستی راست گرد، مسیر جریان بوبین K2 قطع می‌شود و در نتیجه از فعال شدن K2 جلوگیری خواهد شد.
با فشرده شدن شستی چپ گرد:
الف) اگر موتور در حال چرخش نباشد:
جریان از مسیر ۲: فیوزها، شستی Stop و تیغه‌های بسته شستی راست گرد و راست گرد، به بوبین K2 می‌رسد و کنتاکتور K2 در مدار قدرت بسته خواهد شد. با بسته شدن کنتاکتور K2 موتور بصورت چپ گرد شروع به حرکت خواهد کرد.
تیغه باز K2 که به‌صورت خود نگه دار به‌طور موازی با تیغه باز شستی چپ گرد قرار گرفته است، پس از برداشتن انگشت از روی شستی، مسیر جریان را بسته نگه خواهد داشت.

ب) اگر موتور در حال راست گرد باشد:
با توجه به اینکه یک تیغه بسته از شستی چپ گرد در ابتدای مسیر جریان بوبین K1 (مسیر ۱) قرار گفته است، در صورت فشرده شدن شستی چپ گرد، از مسیر جریان بوبین K1 قطع می‌شود و در نتیجه از فعال شدن K1 جلوگیری خواهد شد.
با فشرده شدن همزمان دو شستی چپ گرد:
مسیرهای ۱ و ۲ همواره باز است و از رسیدن جریان به دو بوبین K1 و K2 جلوگیری خواهد شد.
در این‌صورت اگر موتور در حالت ساکن باشد، به همان حالت باقی خواهد ماند و اگر در یکی از جهت‌های چپ یا راست در حال چرخش باشد، متوقف خواهد شد.



شکل ۵- مدار فرمان و قدرت چپ گرد – راست گرد

مدار فرمان و قدرت ستاره – مثلث

شرح عملکرد مدار فرمان و قدرت

توسط مدار فرمان و قدرت زیر، ابتدا موتور را به حالت ستاره (Y یا λ) راه اندازی می‌کنیم و پس از زمان ۵ الی ۷ ثانیه (بسته به زمان تنظیم شده در تایمر) سر بندی موتور به‌صورت خودکار، به حالت مثلث (Δ) تبدیل می‌شود و از حد اکثر توان آن استفاده خواهیم کرد.

در مدار قدرت، جریان سه فاز از مسیر کنتاکتور اصلی به سر های U1, V1, W1 موتور متصل می‌شود.

سر سیم های U2, V2 W2 موتور توسط دو کنتاکتور جداگانه بصورت‌های ستاره و مثلث به همدیگر متصل می‌شوند.

با فشرده شدن شستی وصل (Start):

جریان به بوبین K2 می‌رسد و با بسته شدن تیغه باز K2 در مسیر بوبین K1 کنتاکت اصلی بسته خواهد شد.

تیغه بسته K2 که در مسیر بوبین K3 قرار دارد، به حالت باز در می‌آید و از فعال شدن همزمان بوبین‌های K2 و K3 جلوگیری خواهد کرد.

همزمان با بسته شدن کنتاکت‌های K1 و K2 جریان از مسیر شستی استارت و تیغه بسته K3 به بوبین تایمر می‌رسد و موجب فعال شدن آن می‌گردد. توجه داشته باشید، با توجه به خواص تایمرها، درصورت قطع جریان بوبین تایمر، فعالیت آن نیز متوقف خواهد شد. از این رو پس از برداشت انگشت از روی شستی استارت، به محض فعال شدن بوبین‌های K1 و K2 ، جریان از مسیر تیغه های بسته K1 و K2 و K3 به بوبین تایمر خواهد رسید.

تمام تیغه های تایمر، در پایان زمان تنظیم شده در تایمر، تغییر وضعیت خواهند داد. از این رو تیغه بسته K1T که در مسیر بوبین K2 قرار گرفته است، پس از گذشت زمان تنظیم شده در تایمر، به حالت باز در می‌آید و مسیر جریان K2 که جهت سر بندی ستاره، در مدار قدرت تعبیه شده بود، باز خواهد شد.

در این حالت فقط بوبین K1، یعنی بوبین اصلی، فعال است.

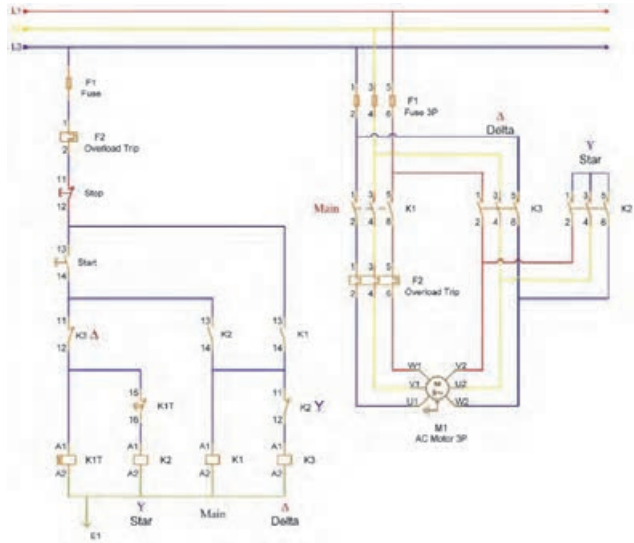
با غیر فعال شدن K2 تیغه‌های آن به حالت اول بر خواهند گشت.

جریان از مسیر، فیوزها، شستی قطع (Stop) و کنتاکت های بسته K1 و K2 به بوبین K3 خواهد رسید.

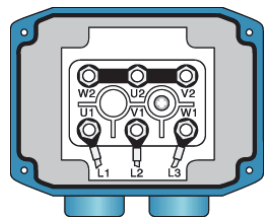
در این حالت سر بندی موتور توسط کنتاکت‌های K3 در مدار قدرت به حالت مثلث تبدیل خواهند شد.

با عمل کردن بوبین K3 ، کنتاکت بسته K3 در مسیر جریان بوبین‌های K2 و تایمر باز می‌شود و احتمال هر گونه تغییر وضعیت سر بندی از بین خواهد رفت.

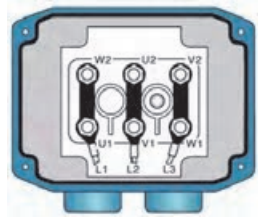
با فشرده شدن شستی قطع (Stop): چه مدار در مرحله سربندی ستاره و چه در حالت پایدار مثلث باشد، با قطع شدن مسیر جریان بوبین اصلی، موتور متوقف خواهد شد.



شکل ۶- مدار فرمان و قدرت ستاره مثلث



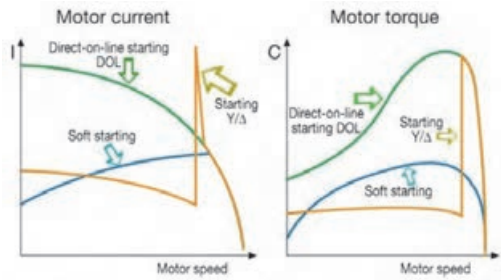
شکل ۷- ستاره (Star Y)



شکل ۸- مثلث (Delta Δ)

راه اندازی نرم موتور (Soft Start) چیست؟

با سافت استارتر نمی‌توان همه موتورها را راه‌اندازی کرد. زیرا موتورها بسیار متنوع‌اند و سافت استارتر برای گونه خاصی از آنها مناسب است. این موتورها درصنعت به موتورهای سه فاز القایی یا قفس سنجابی معروف‌اند. ما می‌توانیم موتور سه فاز را مستقیماً به برق سه فاز بزنیم و آن را راه‌اندازی کنیم. به این روش راه اندازی، راه اندازی مستقیم (Direct Online) و یا (DOL) می‌گویند. اگر مستقیماً موتور را به برق سه فاز وصل کنید، هیچ کنترلی در راه اندازی آن نخواهید داشت. در حالی‌که سافت استارتر به شما امکان کنترل پریود راه اندازی را می‌دهد. در خیلی از اوقات ما به اعمال نظارت و کنترل در راه اندازی موتور نیاز نداریم. (مثلاً در خیلی ازکاربردهای با موتورهای توان پایین). اما هنوز موارد متعددی هم وجود داردکه باید راه اندازی آنها با کنترل‌های مناسب صورت بگیرد. باید توجه کنیم که هنگام راه اندازی یک موتور سه فاز یک سری اتفاقات الکترویکی و مکانیکی رخ می-دهد که متفاوت از حالت کار دائم موتور پس از راه اندازی است. مثلاً در هنگام راه-اندازی موتور، جریان خیلی بیشتری نسبت به حالت دائم آن از شبکه می‌کشد. اگر موتور کوچک باشد اشکال خاصی ایجاد نمی‌شود ولی اگر موتور بزرگ باشد ممکن است، برق کارخانه نتواند این جریان زیاد را به‌راحتی تأمین کند. مثلاً کشیدن جریان ناگهانی زیاد از برق کارخانه ممکن است باعث افت ولتاژ لحظه‌ای گردد و در کار سایر تجهیزات برقی و الکترونیکی اختلال ایجاد شود.



شکل ۹- مقایسه میزان جریان و تُرک در روش های راه اندازی مختلف

آیا راه انداز نرم موتور وسیله ای است که جریان راه اندازی موتور را کاهش می‌دهد؟

در واقع ما با تنظیم سافت استارتر (Soft Starter) جریان راه اندازی موتور را به میزان مورد نیاز محدود می کنیم واجازه کشیدن جریان‌های زیاد را از برق کارخانه به موتور نمی دهیم. یکی از قابلیت‌های اصلی راه انداز نرم موتور، محدود کردن جریان راه اندازی است. ولی هنوز راه انداز نرم، قابلیت‌های دیگری نیز دارد.

مفهوم "نرم" در راه انداز نرم موتور چیست؟

مفهوم "نرم" به ویژگی‌های متفاوتی دلالت می کند. از جمله نرم به این معناست که جلوی تنش‌های الکتریکی و مکانیکی گرفته می‌شود. ازسوی دیگر نرم به این معناست که موتور تدریجاً دور می‌گیرد و به دور اسمی خود می‌رسد. به صورت طبیعی مدت زمان راه اندازی در هنگام استفاده از سافت استارتر بیشتر از حالت اتصال مستقیم موتور به شبکه است. به عبارت دیگر سافت استارتر جلوی فشارهای وارده به موتور را در هنگام راه اندازی می گیرد. سافت استارتر کارهایی از قبیل بی متال و کنترل فاز را نیز انجام می‌دهد و حفاظت‌های بیشتری را نیز می‌تواند اعمال کند.

شکل ۱۰- نمونه‌ای از سافت استارتر (Soft Starter)

چگونه از یک راه انداز نرم استفاده مـــی شود؟

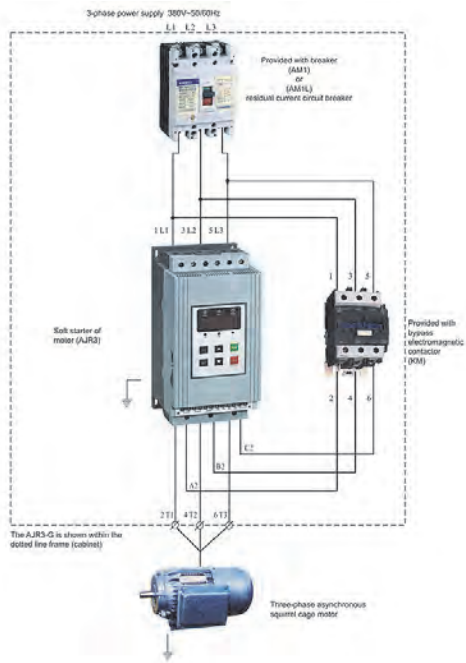
به شکل ۱۱ نگاه کنید. نخست برق سه فاز به سافت استارتر وارد می‌شود و خروجی سه فاز سافت استارتر به موتور وصل می‌شود. در یک کاربرد ساده با استفاده از پانل روی دستگاه ، موتور استارت می‌شود. موتور بر اساس تنظیمات از پیش انجام گرفته دور می‌گیرد و در یک زمان مشخص به دور نامی خود می‌رسد.

دراینجاست که مأموریت اصلی آن تمام شده و وظیفه آن فقط حفاظت از موتور است. سافت استارتر کار کنتاکتور ورودی موتور را نیز انجام می دهدکه بستگی به مدل سافت استارتر دارد.

سافت استارترها به‌طورکلی به دو نوع بیسیک و مجهز تقسیم می شوند:

۱- در مدل‌های بیسیک، یک کنتاکتور بای پاس با سافت استارتر پارالل می‌شود که پس از راه‌اندازی موتور کنتاکور مذکور عملاً سافت استارتر را بای پس کرده و می‌کند و آن را از مدارخارج می‌سازد.

۲- اما در مدل‌های مجهز، همانند شکل ۱۱ کنتاکتور بای پس خارجی مورد نیاز نیست.



شکل ۱۱

چه معیارهایی برای انتخاب جریان راه‌اندازی وجود دارد؟

اولاً باید توجه کنیم که بسته به موتور و بار، اگر این جریان را از یک حدی کمتر انتخاب کنیم، ممکن است موتور اصلاً راه اندازی نشود. قبلاً گفته شد، که با کاهش جریان راه اندازی، گشتاور راه اندازی موتور نیز کم می‌شود. حال اگر جریان راه اندازی را آن‌قدر کاهش دهیم که در نتیجه گشتاور راه اندازی موتور، از راه اندازی بار کمتر بشود، بار قطعاً از جا کنده نخواهد شد. (به‌عبارت دیگر، اگرنیروی دورانی تولید شده در شفت موتور از نیروی دورانی مورد نیاز برای کندن بار کمتر باشد، اصلاً بار حرکت نخواهد کرد. دقیقاً مشابه این که یک موتور سیکلت کامیونی را به حرکت در آورد. نکته دیگری که باید به آن توجه کنیم آن است که هر گاه جریان راه اندازی را کم انتخاب کنیم، با فرض این‌که بتوانیم به گشتاور مقاوم بار غلبه کنیم و آن را به حرکت در بیاوریم، مدت زمانی که طول خواهد کشید تا سرعت موتور به سرعت نامی آن برسد، تابع جریان انتخاب شده ما خواهد بود. به عبارت دیگر جریان کمتر، مدت زمان بیشتر وجریان بیشتر، مدت زمان کمتری طول خواهد کشید، تا موتور به دور اسمی خود برسد.

در یک سافت استارتر، ما ناگزیر نیستیم تنظیمات مختلفی انجام بدهیم. به‌صورت کلی با تنظیم سه یا چهار پارامتر، که مشخصه استارت و جریان موتور است، براحتی تنظیم می گردد. راه اندازهای دیگری نیز وجود دارد که یا کم استفاده اند و یا در موارد خاص به‌کار گرفته می شوند و زیاد متداول نیستند.
راه اندازهای نرم از چند کیلووات تا چند مگاوات در دسترس است و ولتاژ کار آنها 380V تا 11KV است.
برای موتورهای چند صد کیلووات یا چند مگاواتی هم سافت استارتر ساخته می‌شود. البته تعداد محدودی سازنده وجود دارد، از جمله برای توان‌های مگاوات، راه انداز نرم می‌سازند که (Aucom) یکی از آنهاست.

راه اندازی و کنترل موتورهای سه فاز توسط کنترل کننده‌های منطقی قابل برنامه ریزی

ساختمان رله‌های منطقی قابل برنامه ریزی

رله های منطقی قابل برنامه ریزی از اجزای زیر تشکیل می شوند:
الف) اجزای داخلی: اجزای داخلی این رله‌ها از یک سری قطعات الکترونیکی تشکیل شده است که بر روی صفحه مدار چاپی (برد الکترونیکی) نصب می‌شود و بر پایهٔ اصول و توابع منطقی کار می کند. این قسمت خود از سه جزء زیر تشکیل شده است:
پردازشگر: اجرای کارهای محاسباتی و مقایسه و نتیجه گیری فعالیت‌های منطقی بر عهدهٔ این بخش است. به عبارت دیگر واحد پردازش، ورودی ها را دریافت می کند و سپس متناسب با برنامه نوشته شده آنها را پردازش کند و به خروجی ارسال می نماید.
حافظه: وظیفه این قسمت نگه داری و ذخیره سازی اطلاعات است.
منبع تغذیه: تأمین ولتاژ مورد نیاز رله‌ها بر عهدهٔ این قسمت است.
ب) اجزای ظاهری: از نظر ظاهری رله های قابل برنامه ریزی دارای اجزای زیرند:
ترمینال‌های ورودی: ورودی‌ها با حرف(Input) I مشخص می‌شوند. تعداد ورودی‌ها معمولاً (۴، ۶، ۸ یا ۱۲) است. شستی‌ها، میکرو سویچ‌ها و حسگرها به ورودی وصل می‌شوند.
ترمینال‌های خروجی: خروجی ها با حرف Q نشان داده می‌شوند. تعداد خروجی‌ها معمولاً (۴، ۶، ۸ یا ۱۲) است. سیم پیچ رله‌ها و شیرهای مغناطیسی (سولونوییدها والوها) به ترمینال خروجی وصل می‌شوند.
ترمینال‌های تغذیه: مقدار ولتاژ مورد نیاز جهت راه اندازی رله‌های قابل برنامه‌ریزی 12V DC ، 24V DC یا 230V AC است. تعداد ترمینال‌های تغذیه دو عدد می‌باشد که با حروف (line) L و N (Null)برای تغذیه AC و علائم + و – برای تغذیه DC نشان داده می‌شوند.

نمایشگر: یک صفحه نمایشگر (LCD) به‌منظور نمایش پیام‌ها بر روی رله تعبیه شده است.
کلیدهای جهت دار: به‌منظور پیمایش در منو های رله و برنامه ریزی دستی به‌کار برده می‌شوند.
درگاه اتصال به رایانه: جهت بارگذاری برنامه نوشته شده از رایانه بر روی رله (Download) یا انتقال برنامه از داخل رله بر روی رایانه (Upload) به‌کار برده می‌شود.
درگاه SMA جهت اتصال آنتن GPS: داده‌های GPS را می‌توان از ورودی SMA به رله منتقل و از آن در برنامه استفاده کرد.
کارخانه های سازنده به‌همراه رله‌های قابل برنامه ریزی، دستورالعمل کاربری و نرم‌افزار رابط کاربری مخصوص رله را نیز عرضه می‌کنند.

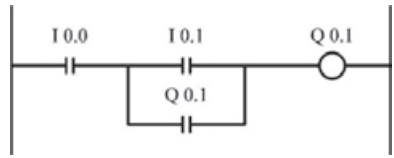
شکل ۱۲- قسمت های مختلف یک نمونه رله قابل برنامه ریزی

زبان برنامه نویسی پی‌ال‌سی (PLC)

زبان‌های برنامه نویسی PLC شباهت‌ها و تفاوت‌های گوناگونی با هم دارند و این موضوع برای استفاده کنندگان مشکلاتی به همراه داشته است.کمسیون جهانی فناوری برق (The International Electrotecnical Commission) که سازمان بین المللی برای ارائه استاندارد های جهانی در صنعت برق است، برای ارائه استاندارد های جهانی در زمینه زبان های برنامه نویسی (پی‌ال‌سی) اقداماتی نموده است، که ازجمله می توان به ایجاد زبان واحدی برای برنامه نویسی اشاره نمود.
سازمان، سازندگان مختلف را به استفاده از این زبان برای محصولات خود تشویق می کند. با این همه هنوز تفاوت‌های زیادی بین این زبان (IEC) با زبان های ارائه شده از طرف سازندگان PLC وجود دارد.
استاندارد IEC1131 برای برنامه نویسی PLC ها کلاً پنج زبان برنامه نویسی را معرفی نموده است که شامل موارد زیر است:

دیاگرام نردبانی (Lader Diagram):

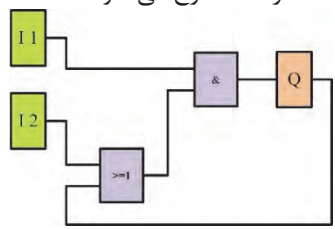
این زبان در سیستم انگلیسی با LAD و در سیستم آلمانی با KOP نمایش داده می شود و به صورت دیاگرام نردبانی است و طوری طراحی شده که می توان آن را به صورت توأم با FBD به کار برد. این زبان برنامه نویسی تقریباً در تمام انواع برنامه نویسی‌ها کاربرد دارد و کار با این زبان برای افرادی که به مدارات برق صنعتی آشنایی دارند، ساده تر و قابل درک تر است.



شکل ۱۳- زبان برنامه نویسی Ladder

زبان :Function Block Diagram - FBD

این زبان در سیستم انگلیسی با FBD یا CSF (Control System Flouchart) و در آلمانی با FUP نمایش داده می شود. این روش به صورت گرافیکی است و در آن برنامه نویسی به صورت یک سری بلوک‌های پایه است که در کنار هم قرار می‌گیرند و بیشتر در الکترونیک کاربرد دارد که با استفاده از کلیدها عمل برنامه نویسی صورت می گیرد، در این سیستم ورودی‌ها در سمت چپ قرار می گیرند و خروجی‌ها از سمت راست خارج می شوند.



شکل ۱۴- زبان برنامه نویسی FBD

لیست بیانی:Structured Text - ST

این زبان در سیستم انگلیسی با ST و در سیستم آلمانی با AWL نمایش داده می شود. در این روش برنامه نویسی که بیشتر در کامپیوتر کاربرد دارد کمیت‌ها بر حسب پارامترهایی مشخص می شوند و مقادیر این پارامترها بر حسب کار تغییر می‌کند. یک زبان سطح بالا شبیه C و پاسکال است و کاربرد آن در الگوریتم‌های پیچیده و پروژه ای وسیع است.

زبان Sequential Function Control -SFC:

در این روش برنامه به مراحلی که ترتیب الگوریتم‌های کنترلی را نشان می دهد تقسیم می گردد. از این روش بیشتر در برنامه نویسی های ترتیبی (مدارات شامل فلیپ فلاپ‌ها) استفاده می شود.

زبان Instruction List -IL:

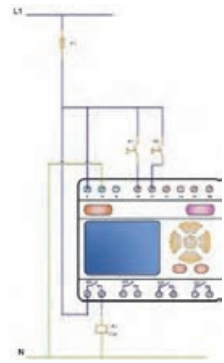
سطح این زبان پایین و به صورت متنی است و برای افرادی که با زبان اسمبلی آشنایی دارند مناسب‌تر است.

راه اندازی و به‌کارگیری رله‌های قابل برنامه ریزی

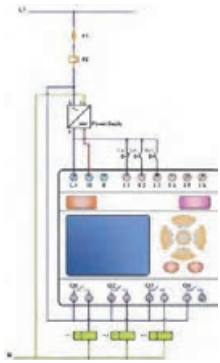
الف) سیم کشی

قبل از شروع به کار، به مشخصات فنی رله دقت کنید. یکی از مهمترین نکات، ولتاژ راه اندازی رله است. درصورتی که ولتاژ راه اندازی (تغذیه) رله AC باشد، از حروف L و N در قسمت ترمینال‌های تغذیه استفاده شده است. در اینصورت ترمینال L را به یکی از خطوط فاز و ترمنال N را به زمین سیستم برق، که در تابلو مشخص شده است متصل کنید.

اگر تغذیه رله ۱۲ یا ۲۴ ولت DC باشد، از حروف +L و M در قسمت ترمینال-های تغذیه استفاده شده است. در این صورت باید از یکسو کننده مناسب، که معمولاً به همراه رله ارائه می‌شود، استفاده نمود.



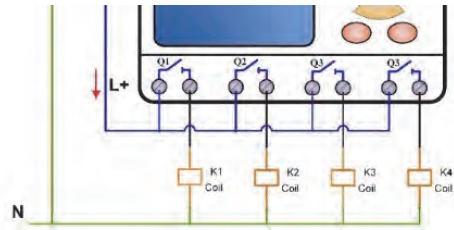
شکل۱۵



شکل۱۶

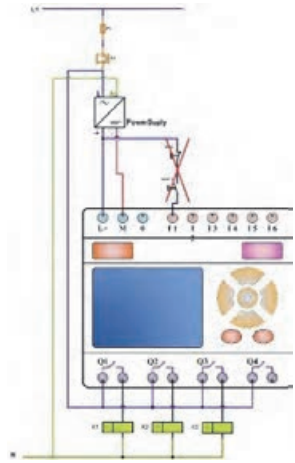
کنتاکت‌های خروجی، که با Q مشخص شده‌اند، مطابق برنامه نوشته می‌شود و به حالت باز یا بسته خواهند بود. از آنجا که نیاز است در صورت عمل کردن کنتاکت‌های خروجی، ولتاژی در خروجی دیده شود و از آن ولتاژ جهت کنترل تجهیزات متصل شده به خروجی مانند بوبین کنتاکتورها استفاده نمود، از این رو

لازم است یک سر ترمینال‌های خروجی، به‌صورت شکل ۱۷ به تغذیه وصل شوند (سیم آبی).



شکل ۱۷

به هر ورودی رله قابل برنامه ریزی فقط یک سیگنال متصل می‌شود. توضیح این است که به هر یک از ورودی‌ها، فقط می‌توان یک کلید یا یک حسگر مستقل برای اعمال ولتاژ وصل کرد و نمی‌توان مانند مدارهای فرمان کنتاکتوری کلید ها را به‌صورت سری به یک ورودی وصل نمود.



شکل ۱۸

راه‌اندازی مستقیم موتور سه‌فاز توسط رله‌های قابل برنامه‌ریزی

هدف : راه اندازی و کنترل مستقیم یک موتور سه فاز با دو شستی NO (Normaly Open) و NC (Normaly Close)

شرایط راه اندازی

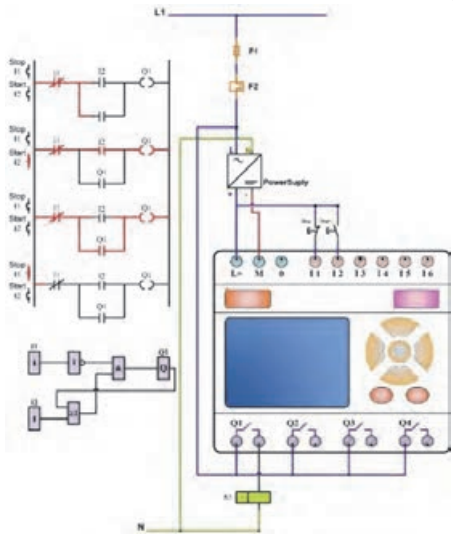
۱- با زدن شستی وصل (Star) موتور به‌صورت دائم کار کند.
۲- با زدن کلید قطع (Stop) در هر شرایطی، موتور متوقف شود.

اجرا:

در شکل ۱۹ نحوه سیم بندی رله به‌همراه برنامه نوشته شده به زبان Ladder و FBD، نشان داده شده است.
برای درک بهتر برنامه، مراحل اجرای مرحله به مرحله برنامه Ladder در شکل نشان داده شده است.

شرح عملکرد برنامه

قبل از اینکه هر یک از شستی‌های وصل و قطع فشرده شوند، دستور به ابتدای ورودی I2 رسیده است.
با فشردن شستی وصل (Start) که به ورودی I2 متصل است، دستور به خروجی Q1 می‌رسد و موجب فعال شدن آن می‌شود.
اگر شستی Start رها شود، برنامه به مرحله ۱ باز خواهد گشت. به‌منظور جلوگیری از این وضعیت، کنتاکت باز Q1 را به‌صورت موازی با ورودی I2 قرار داده‌ایم. به عمل در فرایند برنامه نویسی، قفل کردن یا (Latch) اطلاق می‌شود.
با این عمل مسیر دستور Q1 دیگر به ورودی I2 که همان وصل (Start) است، وابستگی نخواهد داشت، به این معنی که پس از برداشتن دست از این شستی کماکان خروجی Q1 فعال خواهد بود.



شکل ۱۹- راه اندازی مستقیم موتور DOL

راه اندازی دو موتور سه فاز یکی پس از دیگری توسط رله‌های قابل برنامه ریزی

شرایط راه اندازی

۱- با زدن شستی Star I موتور M1 به‌صورت دائم کار کند.
۲- تا زمانی که موتور موتور M1 راه اندازی نشود، امکان راه اندازی موتور M2 وجود نداشته باشد.
۳- با زدن شستی Start II با رعایت شرط شماره ۲ موتور M2 به‌صورت دائم کار کند.
۴- در هر لحظه که موتور M1 متوقف شود، موتور M2 نیز متوقف شود.
۵- با زدن شستی Stop هر دو موتور متوقف شوند.

اجرا: شکل ۲۰ اجرای برنامه در محیط نرم افزار و شکل ۲۱ سیم بندی و برنامه به زبان‌های Ladder و FBD را نشان می‌دهد.

با زدن شستی Start I ورودی I2 وصل و خروجی Q1 فعال خواهد شد. با توجه به اینکه از تابع Set / Reset استفاده شده است، Q1 به‌صورت دائم کار باقی می‌ماند.

با زدن شستی Start II به شرط اینکه Q1 از حالت فعال خارج نشده باشد، Q2 فعال خواهد شد.

با زدن شستی Stop، در هر حالت و هر زمان از برنامه، خروجی‌های Q1 و Q2 غیر فعال خواهند شد.

شرح عملکرد برنامه

با فشردن شستی Start1، که به ورودی I2 وصل است، خروجی Q1 تنظیم خواهد شد.

در این مرحله می‌توان با شستی Stop که به ورودی I1 متصل است، خروجی Q1 را سِت نمود و از ادامه اجرای برنامه جلوگیری کرد.

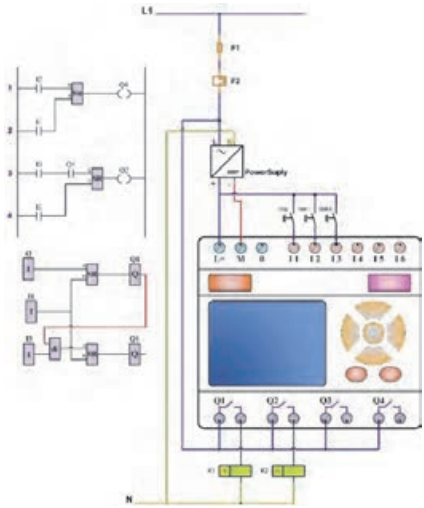
با فرض فشرده نشدن شستی Stop ، درصورتی که شستی Start2 فشرده شود، با توجه به اینکه در خط ۱ برنامه Q1 فعال شده است و کنتاکت آن به حالت بسته در آمده، دستور سِت به Q2 خواهد رسید.

در این مرحله نیز می‌توان با فشردن Stop هر دو خروجی Q1 و Q2 را سِت نمود.

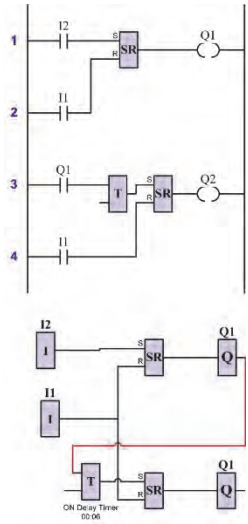
درصورتی که بخواهیم خط سوم برنامه بصورت خودکار انجام پذیرد، بگونه که خروجی Q2 پس از گذشت زمان t و پس از خروجی Q1 فعال شود، برنامه به‌صورت شکل تغییر خواهد کرد. در این صورت:

کنتاکت باز Q1 که در خط سه جهت سِت کردن تایمر تعبیه شده است، به‌محض فعال شدن Q1 بسته می‌شود و دستور سِت را به پایه سِت تایمر خواهد رساند. تایمری که در این برنامه استفاده شده (ON Delay Timer) است. به

این معنی که پس از گذشت زمان t از لحظه ست شدن، خروجی آن فعال خواهد شد. فعال شدن خروجی تایمر باعث فعال شدن Q2 خواهد شد.



شکل ۲۰- راه اندازی دو موتور، یکی پس از دیگری به‌صورت دستی



شکل ۲۱- راه اندازی دو موتور، یکی پس از دیگری به‌صورت خودکار با تایمر

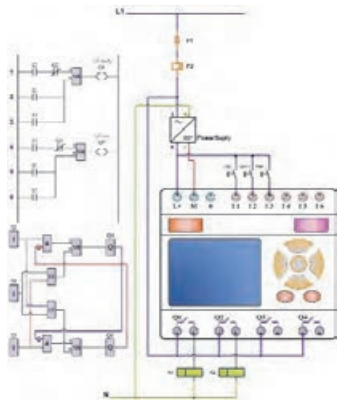
راه اندازی چپ گرد – راست گرد موتور سه فاز توسط رله‌های قابل برنامه ریزی

هدف: کنترل جهت چرخش موتور سه فاز توسط رله قابل برنامه ریزی.
پروژه کنترل، جهت چرخش موتورهای سه فاز به صورت‌های مختلف زیر قابل اجر است:
راه اندازی چپ گرد – راست گرد موتور سه فاز با حفاظت کامل: در این روش تغییر جهت چرخش موتور به شرطی امکان پذیر خواهد بود که شستی Stop فشرده شود و سپس یکی از شستی‌های راست‌گرد یا چپ گرد انتخاب شود. در این حالت تغییر جهت بلافاصله صورت نخواهد پذیرفت.
راه اندازی چپ گرد – راست گرد سریع موتور سه فاز: از آنجا که در این روش سرعت تغییر جهت چرخش مد نظر است، از این رو برنامه به‌گونه‌ای نوشته می‌شود که هرکدام از خروجی‌های چپ گرد یا راست گرد روشن با شد، اگر استارت دور عکس آن فشرده شود، موتور متوقف می‌شود و بلافاصله تغییر جهت دهد.
راه اندازی چپ گرد – راست گرد موتور سه فاز با تأخیر زمانی: در این حالت، بنا به موارد کاربرد، برنامه به‌گونه‌ای نوشته می‌شود که درصورت فشرده شده شدن استارت دور عکس، موتور متوقف می‌شود و بعد از تأخیر زمانی تعریف شده در برنامه در جهت عکس شروع به حرکت کند.
در این قسمت پروژه جهت اجرای روش دوم تعریف و اجرا می‌شود.

شرایط راه اندازی

۱- با زدن شستی راست گرد Star R ، در صورتی که موتور M1 در حالت متوقف باشد، موتور به‌صورت دائم در جهت عقربه‌های ساعت کار کند (راست-گرد) و در صورتی که قبلاً در حالت چپ گرد حرکت می‌کرد، بلافاصله متوقف شود وبه حالت راست گرد بچرخد.
۲- با زدن شستی چپ گرد Star L ، در صورتی که موتور M1 در حالت متوقف باشد، موتور به‌صورت دائم در جهت عکس عقربه‌های ساعت کار کند (چپ گرد) و در صورتی که قبلاً در حالت راست گرد حرکت می‌کرد، بلافاصله متوقف شود وبه حالت چپ گرد بچرخد.
۳- با زدن شستی Stop جهت چرخش به هر طرف که باشد، موتور M1 متوقف شود.
با زدن شستی Start R:
اگر موتور متوقف باشد، به‌صورت راست گرد خواهد چرخید.
اگر موتور به حالت چپ گرد در چرخش باشد، بلافاصله متوقف و راست گرد خواهد شد.

۴- با زدن شستی Start L:
اگر موتور متوقف باشد، به‌صورت چپ گرد خواهد چرخید.
اگر موتور به حالت راست گرد در چرخش باشد، بلافاصله متوقف و چپ گرد خواهد شد.
۵- با زدن شستی Stop جهت چرخش موتور به هر سمت که باشد، بلافاصله متوقف خواهد شد.



شکل ۲۲- راه اندازی چپ گرد – راست گرد

راه اندازی یک موتور سه فاز به صورت ستاره – مثلث

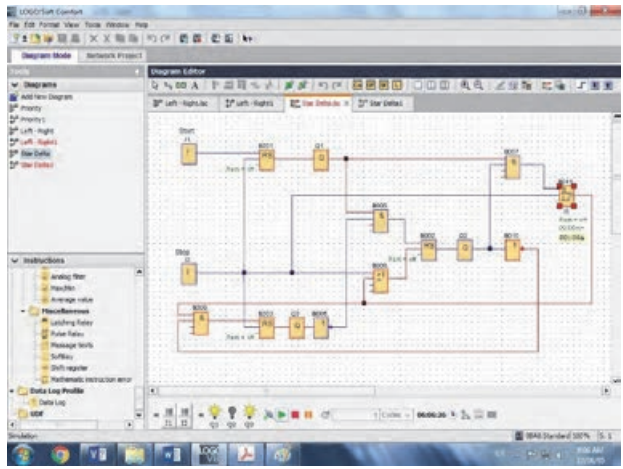
هدف: راه اندازی یک موتور سه فاز به‌صورت ستاره – مثلث خودکار با استفاده از رله تأخیری.

شرایط راه اندازی

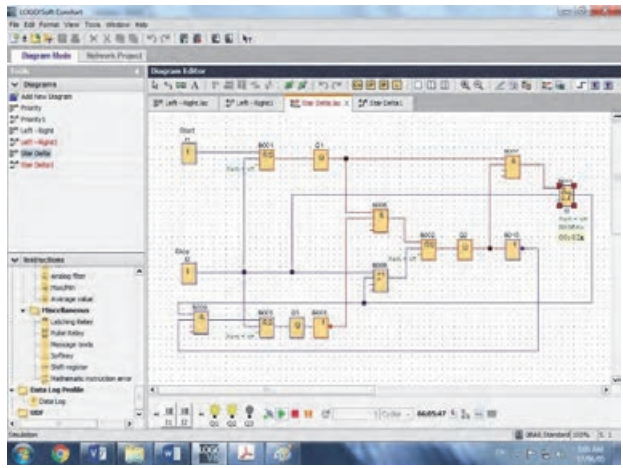
۱- با زدن شستی Start ، همزمان دو خروجی Q1 (رله اصلی) و Q2 (رله ستاره) روشن شود.
۲- هیچ‌گاه دو خروجی Q2 (ستاره) و Q3 (مثلث) نباید با هم فعال شوند.
۳- با فشردن شستی Stop هر سه خروجی Q1 و Q2 و Q3 (اصلی، ستاره و مثلث) غیر فعال گردند.

اجرا: شکل ۲۳ و ۲۴ اجرای برنامه به زبان FBD در محیط نرم افزار و شکل ۲۵ سیم بندی و برنامه به زبان های Ladder و FBD را نشان می‌دهد.
با زدن شستی Start خروجی Q1 و Q2 همزمان فعال می‌شود و موتور شروع به چرخش خواهد کرد. (شکل ۲۳)
با توجه به تایمر به‌کار رفته در برنامه و زمان تأخیر ۶ ثانیه سِت شده بر روی تایمر، خروجی Q2 پس از گذشت ۶ ثانیه، غیرفعال می‌شود و بلافاصله

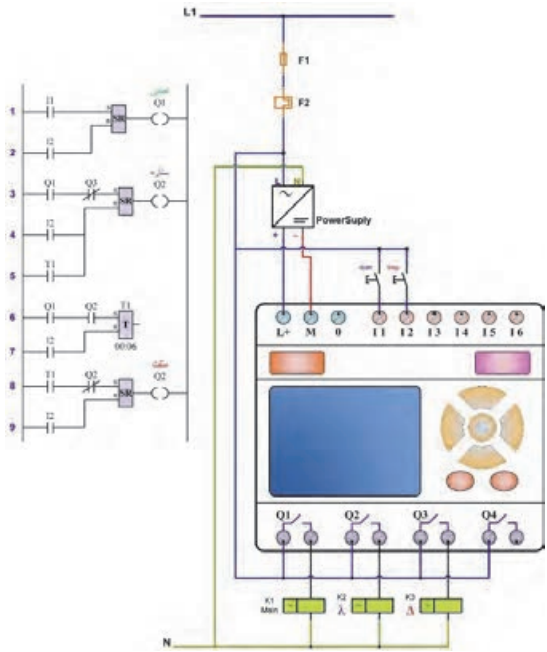
خروجیQ3 فعال خواهد شد. در این مرحله خروجی Q1 همچنان فعال است. (شکل ۲۴)
تا زمانی‌که شستی Stop فشرده نشده باشد، موتور در حالت مثلث کار خواهد کرد.



شکل ۲۳- راه اندازی ستاره - مثلث به زمان FBD (مرحله ستاره خروجی Q2 فعال گردیده است)



شکل ۲۴- راه اندازی ستاره - مثلث به زمان FBD (مرحله مثلث خروجی Q3 فعال گردیده است)



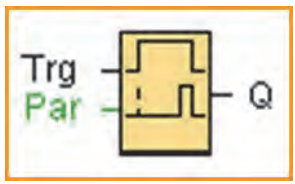
شکل ۲۵- راه اندازی ستاره – مثلث

انواع تایمر

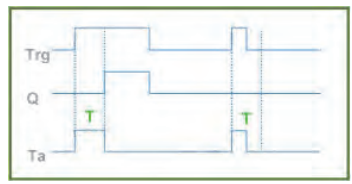
رله های قابل برنامه‌ریزی دارای تایمرهای متعددی به‌شرح زیرند:

۱- تایمر تأخیر در وصل (On Delay Timer):

با فعال شدن پایه Trg تایمر شروع به کار می‌کند و پس از گذشت زمان تنظیم شده Ta خروجی تایمر فعال می‌شود. در هر زمان، با قطع تحریک Trg ، خروجی صفر می‌شود و تایمر نیز متوقف می‌گردد. شکل زیر شمای گرافیکی این تابع را به همراه دیاگرام زمانی آن، نشان می‌دهد.



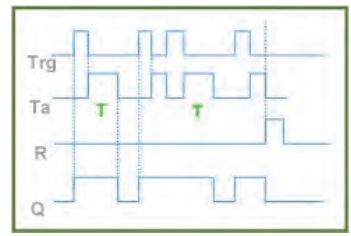
شکل ۲۷- شمای گرافیکی On Delay Timer



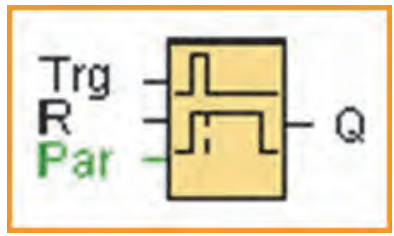
شکل۲ - دیاگرام زمانی On Delay Timer

۲- تایمر تأخیر در قطع (Off Delay Timer):

با فعال شدن پایه Trg خروجی بلافاصله فعال می‌شود. با صفر شدن Trg تایمر فعال می‌شود و پس از گذشت زمان تنظیمی Ta خروجی تایمر غیر فعال می‌گردد. در حین کارکرد، اگر ورودی Trg صفر و یک شود، زمان Ta مجدداً از اول شروع به شمارش خواهد شد. شکل زیر شمای گرافیکی این تابع را به همراه دیاگرام زمانی آن، نشان می‌دهد.



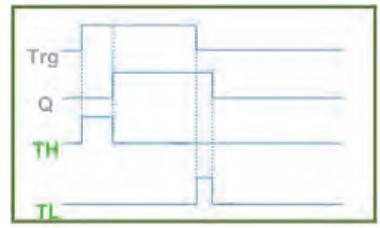
شکل ۲۸- دیاگرام زمانی Off Delay Timer



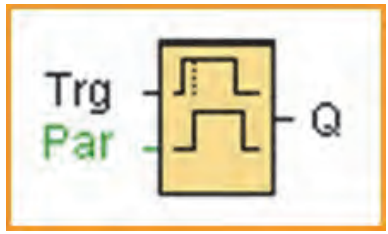
شکل ۲۹- شمای گرافیکی Off Delay Timer

۳- تایمر تأخیر در وصل و قطع (On / Off Delay Timer):

با فعال شدن پایه Trg خروجی پس از زمان TH فعال می‌شود و با صفر شدن پایه Trg خروجی پس از زمان TL غیر فعال می‌گردد. تنظیم دو زمان TH و TL توسط پایه Par امکان‌پذیر است. شکل زیر شمای گرافیکی این تابع را به همراه دیاگرام زمانی آن، نشان می‌دهد.



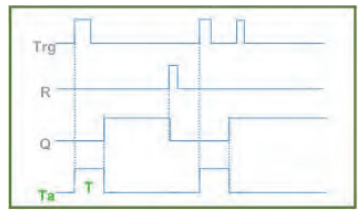
شکل ۳۰- دیاگرام زمانی On/Off Delay Timer



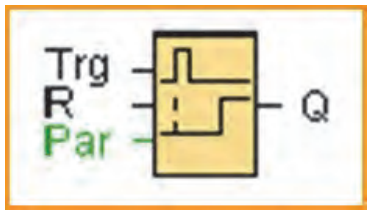
شکل ۳۱- شمای گرافیکی On/Off Delay Timer

۴- تایمر تأخیر در وصل ماندگار (Retentive On Delay Timer):

با فعال شدن پایهٔ Trg برای مدتی کوتاه، تایمر شروع به‌کار می‌کند و پس از گذشت زمان تنظیمی Ta خروجی تایمر فعال می‌گردد. در هر زمان با فعال شدن پایهٔ R خروجی صفر می‌شود و تایمر متوقف می‌گردد. شکل زیر شمای گرافیکی این تابع را به‌همراه دیاگرام زمانی آن، نشان می‌دهد.



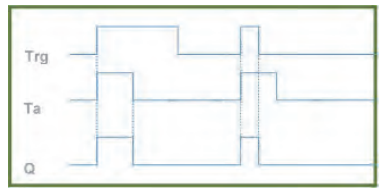
شکل ۳۲- دیاگرام زمانی Retentive On Delay Timer



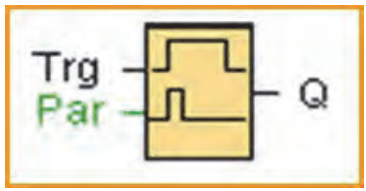
شکل ۳۳- شمای گرافیکی Retentive On Delay Timer

۵- تایمر پالسی (Wiping Relay (Pulse Output):

با فعال شدن پایه Trg خروجی همزمان فعال می‌شود و پس از گذشت زمان تنظیمی Ta خروجی غیر فعال می‌شود. اگر تحریک Trg قبل از اتمام مدت زمان Ta برداشته شود (صفر شود) ، خروجی همزمان صفر می‌شود و تایمر متوقف می‌شود. شکل زیر شمای گرافیکی این تابع را به همراه دیاگرام زمانی آن، نشان می‌دهد.



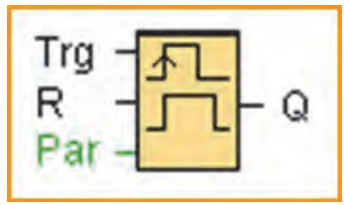
شکل ۳۴- دیاگرام زمانی Wiping Relay Timer



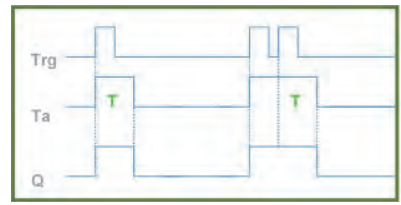
شکل ۳۵ - شمای گرافیکی Wiping Relay Timer

۶- تایمر پالسی با لبه راه‌انداز (Edge Trigged Wiping Relay (Pulse (Output):

این تابع با لبه بالا رونده ورودی Trg تعداد N پالس در خروجی خود ظاهر می‌کند. مدت زمان فعال بودن خروجی TL و مدت زمان غیر فعال بودن خروجی TH و تعداد پالس‌های تولیدی N از طریق پایه Par قابل تنظیم است. شکل زیر شمای گرافیکی این تابع را به‌همراه دیاگرام زمانی آن، نشان می‌دهد.



شکل ۳۷- شمای گرافیکی Edge Trigged Wiping Relay Timer



شکل ۳۶- دیاگرام زمانی Edge Trigged Wiping Relay Timer

ارزشیابی شایستگی راه‌اندازی موتورهای الکتریکی سه فاز

شرح کار

طراحی مدارهای فرمان و قدرت راه اندازی موتورهای سه فاز با کنتاکتور
پیاده سازی مدارهای فرمان و قدرت طراحی شده با کنتاکتور
طراحی مدارات کنترل موتورهای سه فاز در رله های قابل برنامه ریزی با استفاده از زبان برنامه نویسی Ladder و FBD
اجرای مدارات کنترل موتورهای سه فاز با PLC یا Mini PLC (LOGO)

استاندارد عملکرد:

هدف از اجرای آموزش های این فصل، توانمند سازی هنرجویان در تحلیل مدارهای قدرت و فرمان طراحی شده برای موتورهای سه فاز و کسب مهارت در طراحی برخی از مدارات قدرت و فرمان ساده می باشد که جهت راه اندازی و کنترل موتورهای سه فاز بکار برده می‌شوند.

شاخص‌ها

شناخت کامل تجهیزات برقی مورد نیاز بمنظور راه اندازی موتورهای سه فاز.
شناخت روش‌های راه اندازی و کنترل موتورهای سه فاز.
بکارگیری بهترین و مناسب ترین روش کنترل موتورهای سه فاز.

شرایط اجرای کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه مجهز به برق
ابزار و تجهیزات:

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	طراحی مدارهای فرمان و قدرت راه اندازی موتورهای سه فاز با کنتاکتور	۲	
۲	اجرای مدارات کنترل موتورهای سه فاز با PLC یا Mini PLC (LOGO)	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و...	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۵

سیستم‌های برق شناور

همچنان که انرژی الکتریکی تحت عنوان عمومی برق، در بخش‌های مختلف زندگی بشر، روز به روز گسترده تر شده و به حدی رسیده است که جامعه بدون آن دچار اختلال جدی خواهد شد، در شناورها نیز انرژی الکتریکی نقش بسیار مهم و حیاتی پیدا کرده است. سیستم‌های کنترلی و نظارت، اعم از کنترل راه‌اندازها و دیزل ها، سیستم های مختلف آب گرفتگی، حریق، هدایت شناور و نیز سیستم های مخابراتی و کمک ناوبری از قبیل تجهیزات ماهواره ای، انواع سیستم‌های مخابراتی، از جمله "VHF" و "HF"، "رادار"، "GPS "، "جایرو" و "چراغ های راه" و همچنین سیستم های قدرت مانند پمپ‌ها و موتورهای الکتریکی در موتورخانه، دوارها، بالابرها، سیستم روشنائی، سردکننده‌ها و بسیاری دیگر، از انرژی الکتریکی استفاده می کنند. حتی برخی از شناورها دارای سیستم تحرک الکتریکی نیز هستند.

در بخش های قبلی آموزش، هنرجویان با انواع قطعات، تجهیزات جانبی و برخی مدارات مورد نیاز در برق، از جمله انواع ماشین‌های الکتریکی، سیستم‌های کنترل، انواع کلیدها، فیوزها، تجهیزات اندازه گیری مشخصه‌های الکتریکی و الکترونیکی (شدت جریان، ولتاژ، توان، فرکانس، مقاومت عایقی، اختلاف زاویه)، ترانسفورمرها، رله ها، شبکه‌های تک فاز و سه فاز، حساسه‌های ایمنی مدارات، انواع تابلوهای فشار ضعیف و قوی و راه اندازی انواع الکتروموتورها و موارد دیگر آشنا شده و مهارت‌های لازم را کسب نموده اند. در این بخش نیز، ضمن ورود به مقوله شناورها و تجهیزات شناوری به موارد استفاده و به‌کارگیری مجموعه ای از آنها، با توجه به نوع ماموریت، اندازه و مدت دریانوردی ودیگر نیازهای عملیاتی مورد استفاده، بیشتر آشنا خواهند شد.

از آن‌جایی که شناورها در حین دریانوردی به امکانات دنیای خارج، دسترسی ندارند، لازم است همانند یک شهر مستقل و خودکفا باشند تا بتوانند به ماموریت و وظایف محوله خود در دریا به‌خوبی عمل کنند و در هرگونه شرایط سخت و بحرانی در دریای متلاطم، آمادگی عملیاتی لازم را داشته باشند. هم-چنین لازم است کارکنان شناور از ایمنی مناسب جهت حضور در دریا و ادامه مأموریت خود اطمینان حاصل کنند.

بدیهی است در این شرایط تجهیزات نصب شده در شناورها باید از کیفیت و استانداردهای قابل قبول دریایی برخوردار باشند و کارکنان و متخصصین شناور نیز لازم است مراحل آموزش‌های فراگیر را متناسب با مسئولیت خود به‌خوبی بگذرانند. به همین دلیل تربیت کارکنان متخصص دریایی به برنامه‌ریزی ویژه نیاز دارد. همچنین خرید تجهیزات و شناور ها، نسبت به اغلب تجهیزات مشابه ساحل، بسیار گران و نگهداری شناورها نیز بسیار پرهزینه است.

استاندارد عملکرد

هنرجویان در این فصل با موارد زیر آشنا می‌شوند و به‌کارگیری آنها را خواهند آموخت: اهمیت و ضرورت کاربرد مستمر شبکه تولید، توزیع و تجهیزات و مصارف برق شناورها، عمده تجهیزات عملیاتی مختص آنها، مدارات مربوطه و روش‌های نگهداری و تعمیرات تجهیزات شناوری.

سؤالات پیشنهادی

چرا سیستم‌های برق در شناورها بسیار مهم و حیاتی هستند؟
چرا تجهیزات نصب شده در شناورها از استانداردهای بالا و خاص دریایی برخور دارند؟
استفاده از ژنراتورها، از جمله ژنراتور اضطراری در یک شناور استاندارد چه دلایلی دارد؟
چرا در شناورها داشتن دیاگرام‌های مختلف فنی ضروری و الزامی است؟
روتور ژنراتورهای موجود در شناورها توسط چه تجهیزاتی به گردش در می‌آیند؟
سیستم سکان شناورها چگونه است و با توجه به اهمیت ایمنی آن در دریانوردی به چند طریق کنترل می شود؟
اهمیت نصب سیستم حفاظت کاتدی در شناورها تا چه حد است؟
کاربرد سیستم دگازینک در شناور و اهمیت آن چیست؟
عملکرد مدار الکتریکی قدرت و فرمان سیستم لنگر چگونه است؟
سیستم اعلام و اطفای حریق در شناورها چگونه است؟
سافت استارتر ها چه کاربردی در سیستم ها دارند؟
چرا نگهداری و تعمیرات در شناورها بسیار اهمیت دارد و باید به صورت سیستمی باشد؟
چرا اقدام به موقع تعمیرات پیشگیرانه نقش ارزنده‌ای در حفظ آمادگی عملیاتی شناور ایفا می نماید؟

بحث کلاسی

چرا رعایت استاندارد های الزامی و پر هزینه برای انتخاب و طراحی شبکه تولید و توزیع شبکه برق شناورها و همچنین دیگر تجهیزات نصب شده در شناورها برای طراحان در اولویت قرار می گیرد؟

پاسخ : شناورها به‌دلیل محدودیت جا، کثرت دستگاه ها و ضرورت حفظ آمادگی عملیاتی آنان در طول مسیر دریانوردی و دسترسی نداشتن به تعمیرکاران و متخصصین، لازم است کارکنانش بسیار کاردان و با وظائف و مأموریت ویژه خود آشنا باشند تا شناور بتواند مسیر دریانوردی خود را با

اطمینان طی نماید. از سوی دیگر تجهیزات نصب شده در شناورها نیز باید در حفظ کارآیی عملیاتی از قابلیت اطمینان بالا برخوردار باشند. دستیابی به چنین تجهیزاتی با استانداردهای دریایی مستلزم عنایت بیشتر و صرف هزینه‌های متناسب با آن است.

بحث کلاسی

چرا اجرای آموزش های پیشرفته و انتخاب کارکنان برجسته برای شناورها از اهمیت بالایی برخوردار است و این مهم چه تاثیری در حفظ آمادگی عملیاتی شناور دارد؟

پاسخ:

نیروهای انسانی کاردان بی‌شک مهم‌ترین عامل در هرگونه موفقیت در ابعاد مختلف آن است. برخورداری از چنین نیرویی در شناورها مستلزم آموزش و تربیت متناسب با تجهیزات و دستگاه های عملیاتی مرتبط با آنهاست. اجرای این مهم توسط سازندگان تجهیزات و مدارس و آموزشکده‌های مربوطه با صرف هزینه‌های قابل توجه صورت می پذیرد و این تنها روش حفظ آمادگی شناورها در دریاست.

بحث کلاسی

چرا فیوزها، دژنکتورها (کلید قدرت) و رله‌های حفاظتی در نقطهٔ خاصی از شبکه توزیع قرار داده شده اند؟

بحث کلاسی

اگر تجهیزات حفاظتی استفاده شده در شبکه توزیع، به هر علتی از کار بیفتد، چه پیامدی در شناورها خواهد داشت؟

پاسخ :

اگرچه هنرجویان در دروس گذشته به اجزا و اقلام مورد این بحث و با جزئیات عملکرد اغلب آنها آشنا شده‌اند، لیکن در این زمینه، با مراجعه به سایت‌ها و نوشته های گوناگون اطلاعات بیشتری قابل دریافت است، که از جمله موارد ذیر، که آشنایی بیشتر هنرجویان را با شبکه‌های توزیع برق سراسری و همچنین با شناورها در پی خواهد داشت. هنر آموزان محترم نیز می توانند با مراجعه به دیگر سایت ها اطلاعات مشابه و بیشتری را کسب کنند و در اختیار آنان قرار دهند:

کلیدهای قدرت

حفاظت تجهیزات و دستگاه‌های سیستم قدرت از عیوب و اتصالی‌ها، به وسیله (کلید قدرت) انجام می‌گیرد. قبل از اینکه کلید قدرت بتواند باز شود، سیم پیچی عمل کنندهٔ آن باید تغذیه شود. این تغذیه به وسیله رله‌های حفاظتی

انجام می‌پذیرد. رله به دستگاهی گفته می‌شود که در اثر تغییر کمیت الکتریکی مانند ولت و جریان یا کمیت فیزیکی مثل درجه حرارت و حرکت روغن (در رله بوخهلس) تحریک می‌شود و باعث به کار افتادن دستگاه‌های دیگر و نهایتاً قطع مدار به وسیله کلید قدرت (در سیستم های تولید، انتقال و توزیع) یا دژنکتور می‌گردد. بنابراین به وسیله رله، محل وقوع عیب از شبکه جدا می‌شود، در نتیجه :۱- سایر قسمت‌های سالم شبکه همچنان به کار خود ادامه می‌دهند، ۲- پایداری و ثبات شبکه به همان حالت قبلی محفوظ می‌ماند، ۳- تجهیزات و دستگاه‌ها در مقابل عیوب و اتصالی‌ها محافظت می‌شود و ۴- میزان خسارات وارده به آنها محدود می‌گردد. در به وجود آمدن اتصالی‌ها و پیامد آنها دو عامل زیر را می‌توان برشمرد:

الف) تأثیرات داخلی ب) تأثیرات خارجی

الف) تأثیرات داخلی که باعث خراب شدن و از بین رفتن دستگاه‌ها یا خطوط انتقال و توزیع می شود، از جمله فاسد شدن قسمت‌های عایق در یک مولد، ترانسفورمر، خط، کابل و نظایر آنها. این ضایعات و امکانات ممکن است مربوط به عمر عایق، نداشتن تنظیم صحیح، ساخت ناقص و یا نصب نادرست عایق باشد.

ب) تأثیرات خارجی شامل، از جمله رعد و برق، اضافه بار (که باعث به وجود آمدن حرارت شود)، برف و باران، باد و طوفان، شاخهٔ درخت ها، حیوانات و پرندگان، سقوط اشیاء در حین عملیات و خسارت‌هایی که یه وسیله مردم وارد می شود.

وقتی در مداری اتصالی رخ دهد، جریان افزایش می‌یابد و ولتاژ (اختلاف پتانسیل) نقصان پیدا می کند و جریان حرارت را افزایش می‌دهد و ممکن است منجر به آتش سوزی یا انفجار شود. اگر اتصالی به صورت جرقه باشد ممکن است خسارت زیادی به بار آورد. برای مثال اگر جرقه ای بر روی خط انتقال نیرو به وجود آید و سریعاً بر طرف نشود خط را می‌سوزاند و باعث پاره شدن آن خواهد شد، در نتیجه برای مدت طولانی سبب قطع برق خواهد شد. نقصان ولتاژ، که در اثر یک اتصالی به وجود می آید برای دستگاه‌های الکتریکی بسیار زیان آور است و اگر این ولتاژ ضعیف برای چند ثانیه ادامه داشته باشد، موتورهای مشترکین از کار باز می‌ایستد و دوران مولدهای برق نامنظم و نا مرتب خواهد شد. بنابراین در صورت وقوع جریان شدید و ولتاژ ضعیف ناشی از اتصالی در مدار، لازم است به فوریت اتصالی کشف و برطرف گردد و جریان ولتاژ به حالت عادی باز گردانده شود.

انواع اتصالی ها

الف) اتصال فاز به زمین و فاز به فاز: گرچه اتصالی درسیستم سه فاز مربوط به فازهاست ولی بیشتر مربوط به وصل نبودن به سیم زمین است. جریان در یک اتصالی بین فاز به زمین کمتر از جریان در یک اتصالی فاز به فاز است که ناشی از مقاومت بیشتر زمین است. به همین جهت در بیشتر موارد رله‌های جدا گانه‌ای برای اتصالی‌های فاز به زمین و فاز به فاز در نظر گرفته می شود.

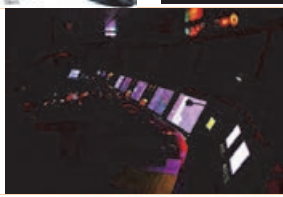
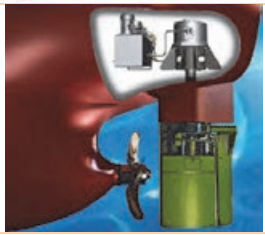
ب) اتصالی‌های سه فاز: اتصالی سه فاز با هم شدید ترین نوع اتصالی و اتصالی بین یک فاز و زمین خفیف ترین نوع اتصالی است.
برای انتخاب کلید قدرت باید به نکات زیر توجه کرد:
۱- ولتاژ نامی کلید: این ولتاژ که معمولاً برابر ولتاژ شبکه‌ای است که کلید در آن نصب می‌شود و می تواند در حدود ۱۵ ٪ هم از ولتاژ شبکه کوچک‌تر باشد. اغلب برای به وجود آوردن اطمینان بیشتر در استحکام شبکه، از کلیدی استفاده می-شود که ولتاژ نامی آن از ولتاژ شبکه قدری بزرگ‌تر باشد. مثلاً در شبکه ۱۳ هزار ولت، از سری 20 kv به جای 10 kv
۲- جریان نامی، که مساوی با بزرگ‌ترین جریان کار معمولی شبکه است.
۳- قدرت نامی قطع کلید، که باید با قدرت اتصال کوتاه در محل کلید مطابقت کند.
برای محاسبه قدرت قطع کلید و جریان اتصال کوتاه شبکه می توان از کتاب ((محاسبه اتصال کوتاه در شبکه)) از انتشارات دانشگاه تهران کمک گرفت. درضمن با همین قدرت قطع، قدرت وصل نامی کلید نیز عملاً مشخص می‌شود، زیرا بر حسب تعریف V D E باید قدرت وصل کلید در حدود ۲/۵ برابر قدرت قطع آن باشد.
۴- نوع فرمان وصل کلید: دستی، الکتریکی یا کمپرسی، توسط هوای فشرده.
۵- طریقه نصب کلید: کشویی، ثابت.
۶- نوع قطع کننده اتوماتیک : قطع کننده پریمر یا زکوندر. (اولیه یا ثانویه)
۷- برای نصب در شبکه آزاد یا شبکه سرپوشیده.
زمان تأخیر در قطع کلید
یکی دیگر از مشخصات مهم کلید ((زمان تأخیر در قطع کلید)) است. این زمان بر حسب تعریف عبارت است از حد فاصل زمانی بین لحظه فرمان قطع توسط رله مربوط وآزاد کردن ضامن قطع کلید تا خاموش شدن کامل جرقه. این زمان در کلیدهای مدرن امروزی به ۰/۰۵ ثانیه می‌رسد که تقریباً ۰/۰۲ ثانیه آن برای قطع جرقه مصرف می‌شود. کلیدهای قدرت امروزه برای در حدود ۲۵۰۰۰ قطع و وصل ساخته می‌شوند و باید سالیانه یک بار یا پس از هر ۳۰۰۰ بار قطع و وصل یک بار سرویس شوند و مورد بازدید اساسی قرار گیرند.

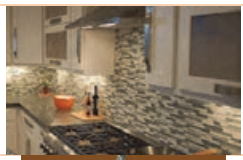
سکسیونرزمین

سکسیونر ارت، سکسیونری است که خط یا باسبار را ارت می نماید. این سکسیونر معمولاً در روی پایه سکسیونر خط نصب می شود و با آن اینترلاک است. معمولاً در هنگام تعمیرات، به منظور تخلیه بارهای موجود از قبل و جلوگیری از القای الکتریسیته از خطوط مجاور و بی خطر کردن عملیات تعمیراتی روی دستگاه‌ها توسط سکسیونر زمین، اتصال زمین برقرار می‌شود.
قبل از وصل سکسیونر زمین رعایت موارد زیر ضروری است:
الف) مدار منبع انرژی جدا شده باشد تا وصل سکسیونر زمین باعث بروز حادثه نگردد.

ب) سکسیونر مورد عمل کاملاً شناخته شده باشد و برای اجرای عملیات قطع و وصل از دستکش عایق متناسب با ولتاژ استفاده گردد.
ج) از نظر ایمنی قبل از اجرای عملیات، سازوکار هوایی و اتصالات سکسیونر، دقیقاً مورد بازرسی قرار گیرد.
د) پس از وصل سکسیونر ارت هر سه فاز بازرسی شود و از بسته شدن کامل آنها اطمینان حاصل گردد. لازم است به این توضیح توجه شود که بسته شدن سکسیونر زمین، در حالی که خط برق داشته باشد، باعث آسیب رسیدن به اپراتور و وارد شدن خسارات به دستگاه‌ها و بروز اختلال در برق رسانی می گردد. برای مما نعت از این اتفاقات، سیستم اینترلاک بین سکسیونر خط و سکسیونر زمین کار گذاشته شده است و فقط در هنگامی که سکسیونر خط قطع باشد، امکان وصل سکسیونر زمین وجود دارد. اگر چه سیستم اینترلاک مانع بروز حادثه می گردد ولی این وسیله کافی نیست و لازم است اپراتور دقیقاً شرایط موجود را بررسی کند تا مطمئن شود که دستگاه مجزا شده از طریق منابع دیگر برقدار نمی شود.
جهت محدود کردن خطاهایی که اپراتورها سهواً مرتکب آن می شوند، بهترین روش استفاده از دستورالعمل‌هایی است که برای مجزا نمودن دستگاه‌های مختلف توسط سرپرست پست تهیه می‌شود و معمولاً در اتاق فرمان موجود است
هدف از تکمیل جدول زیر توسط هنرجویان، آشنا ساختن آنها با تجهیزات شناورها است و هم‌چنین فراگیری زبان تخصصی است تا با پیشرفت گام به گام خود بتوانند از کتب و مدارک و مستندات تجهیزات عملیاتی موجود بر روی شناور به‌خوبی استفاده نمایند. به برخی از سیستم‌های برقی شناور در جدول زیر اشاره شده است.

۱	**No.1&2 Generator**	ژنراتور شماره ۱ و ۲	
۲	Main Switchboard	**تابلوی اصلی**	

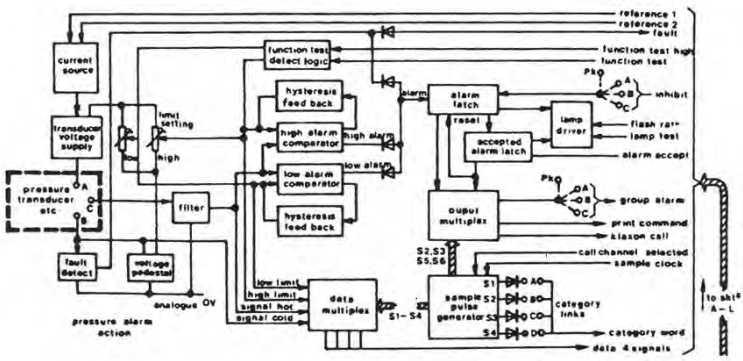
۳	Emergency Generator	ژنراتور اضطراری	
۴	Shore Supply Box	جعبه تابلوی اتصال برق ساحل	
۵	Emergency Board	بُرد اضطراری	
۶	Navigation Lights	چراغ های دریایی	
۷	Navigation Aids	تجهیزات کمک ناوبری	
۸	Battery Charger	شارژر باتری	
۹	Steering Gear Port & Starboard	سیستم سکان سمت چپ و سمت راست شناور	

۱۰	Galley Equipment	تجهیزات آشپزخانه	
۱۱	Trans Rectifier unit	یونیت یکسو کننده ترانسفورمری	
۱۲	Fire Pump	پمپ آتش نشانی	

تحقیق کنید

با مراجعه به شناورهای مناسب و بررسی موارد در برخی پایگاه‌های اینترنتی راجع‌به چند نمونه ساده از دیاگرام‌های موجود در شناورها تحقیق کنید و نتایج حاصله را در کلاس ارائه دهید.

بدون شک هنرجویان بامراجعه به سایت‌های مختلف شبکه‌های اینترنتی قادر خواهند بود مطالب مفیدی را بیابند و آنها را در کلاس ارائه دهند. آن‌چه در ادامه می‌آید، می تواند راهنمایی برای کارآموزان محترم در این خصوص باشد:

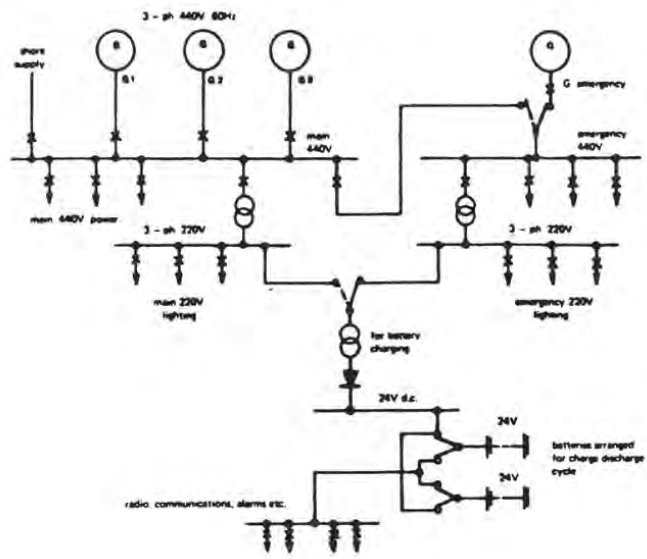


شکل ۱- بلوک دیاگرام

در شکل ۱ بلوک‌دیاگرام ساده‌ای از رابطهٔ اصلی بین المان‌های یک سیستم و چگونگی عملکرد آنها نشان داده شده است. چنین دیاگرامی اغلب برای تجزیه و تحلیل سیستم‌های مخابراتی یا کنترلی و برای نمایش ارتباط پیچیده بین آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع دیاگرام اطلاعاتی از اجزای یک بلوک و ارتباط الکتریکی بین آنها وجود ندارد.

دیاگرام خطی

در دیاگرام خطی، ترکیب اصلی یک سیستم و محدودهٔ آن بدون ذکر هیچ علتی نشان داده می‌شود. هدف اصلی از این دیاگرام شرح مسیرهای بهره‌برداری از یک سیستم است. این مسیرها را می‌توان به آسانی مورد تجزیه و تحلیل قرارداد (شکل ۲).

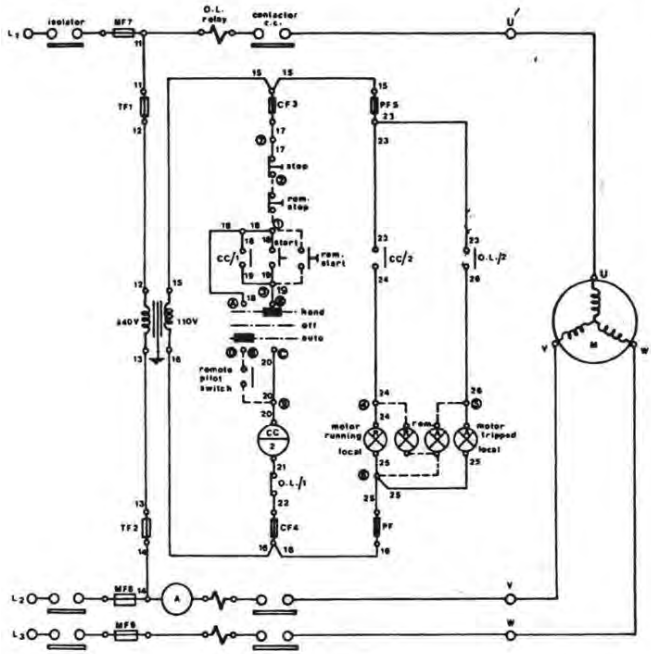


شکل ۲- دیاگرام خطی

دیاگرام مداری

در این دیاگرام همه قسمت‌های ضروری و ارتباطات الکتریکی توسط علامت‌های مخصوص با نظم و ترتیب خاصی، بدون نمایش شکل فیزیکی المان‌ها، نمایش داده می‌شود. در شکل ۳ دیاگرام مداری، نحوهٔ روشن و خاموش کردن یک موتور الکتریکی با حفاظت‌های لازم به صورت کامل نشان داده است.

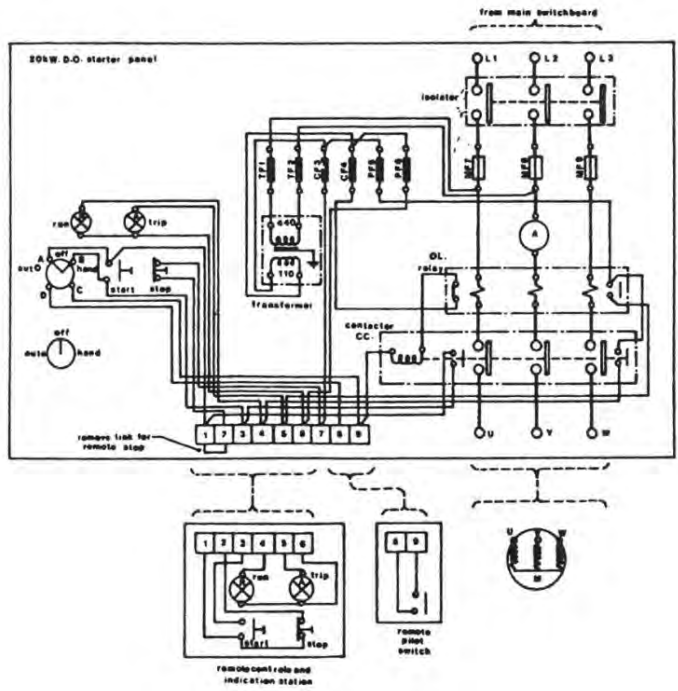
هدف از استفاده از این دیاگرام قادر ساختن متخصصین در تحلیل عملکرد یک مدار از زمان شروع (استارت زدن) تا پایان کار (روشن شدن موتور) است تا در صورت خرابی دستگاه با امتحان کردن قسمت‌های مختلف مدار بتوانند انواع اشکال را بیابند و در صورت لزوم آنها ا را رفع کنند. به‌طور کلی دیاگرام مداری ابزاری اصلی برای تعمیر و نگهداری یا راه اندازی یک سیستم است.



شکل ۳- دیاگرام مداری

دیاگرام سیمی

دیاگرام سیمی اتصال سیمی بین اجزا یا بخشی از تجهیزات را نسبت به هم و همچنین وضعیت مسیر اتصالات را به تفصیل نشان می‌دهد. دیاگرام سیمی‌ترکیب تجهیزاتی را که به صورت واقعی مکان‌هایی را اشغال کرده‌اند، نشان می‌دهد. این ترکیب هم به صورت کامل (بوبین کنتاکتورها، همراه با کنتاکت‌های آن و غیره...) و هم به‌صورت خلاصه در قالب یک بلوک با ترمینال‌های مشخص نشان داده می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- دیاگرام سیمی

دیاگرام سیمی در تعمیر و نگهداری یک سیستم، محل تجهیزات وترمینال‌ها را دقیقاً مشخص می‌کند و راهنمای خوبی برای کارشناسان است.

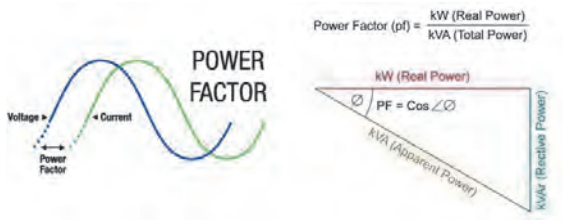
تحقیق کنید

با مراجعه به شناورهای مناسب و بررسی مواردی از آنها در برخی پایگاه‌های اینترنتی راجع‌به اهمیت کنترل و میزان ضریب توان در شناورها تحقیق کنید و نتایج حاصله را در کلاس ارائه دهید.

درک دقیق ضریب توان و نحوه کنترل آن برای اغلب هنرجویان، با توجه به پیش زمینه‌های علمی و عملی نامبردگان، امری دشوار است و در این مرحله،که محدودیت زمانی نیز دارند، نیازی به فراگیری این مهم نیست لیکن کنجکاوی برخی از هنرجویان ممکن است درخواست سؤالاتی را در این زمینه از هنرآموزدر پی داشته باشد. به همین دلیل مطالب زیر، هر چند در چندین مرحله تکرار شده است، می‌تواند برای آنان راهنمایی مفید باشد:

ضریب توان چیست؟ کسینوس فی (Cos∅) چیست؟

ضریب توان در یک سیستم الکتریکی AC به معنی نسبت توان واقعی به توان ظاهری است و مقدار آن بین "صفر" تا "یک" است. توان واقعی در واقع توانایی مصرف کننده را برای تبدیل انرژی الکتریکی به دیگر شکل‌های انرژی بیان می‌کند، در حالی که توان ظاهری در اثر وجود اختلاف بین ولتاژ و جریان به‌وجود می‌آید. با توجه به نوع بارها و میزان توان راکتیو، توان ظاهری می‌تواند از توان واقعی بیشتر باشد. در برخی کاربردها به‌جای اصطلاح ضریب توان از (Cos∅) نیز استفاده می‌گردد (شکل ۵).



شکل ۵- کسینوس متر

کم بودن ضریب توان (بیشتر بودن توان ظاهری نسبت به توان واقعی) در یک مدار باعث بالا رفتن جریان در مدار و نتیجتاً بالا رفتن تلفات در مدار می‌شود. در واقع ضریب توان میزان راندمان و کارکرد مؤثر را نشان می‌دهد. هر چه ضریب توان بالا تر باشد میزان راندمان بالاتری خواهیم داشت.

مصرف کننده‌های اکتیو و راکتیو

به طور کلی در یک مدار AC مصرف کننده‌ها از نظر نوع مصرف انرژی الکتریکی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- مصرف کننده‌های اکتیو (مقاومتی)

۲- مصرف کننده‌های راکتیو (خازنی یا سلفی)

انواع مصرف کننده‌ها در مدارهای الکتریکی رفتارهای متفاوتی از خود نشان می‌دهند. مصرف کننده‌های اکتیو همزمان با تبدیل انرژی الکتریکی به شکل

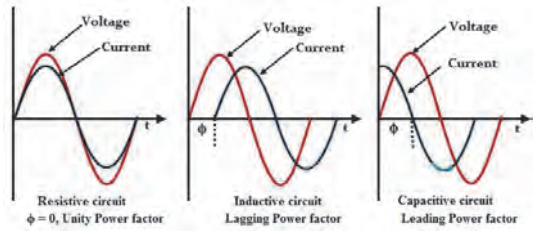
دیگری از انرژی، انرژی الکتریکی را مصرف می‌کنند. این رویکرد در مصرف کننده‌های راکتیو کمی متفاوت است زیرا این مصرف کننده‌ها به جای مصرف انرژی الکتریکی این انرژی را ذخیره می‌کنند. این انرژی ذخیره شده تا زمانی در مصرف کننده باقی می‌ماند که مصرف کننده به وسیله یک جریان یا ولتاژ ثابت از طرف منبع، تغذیه شود. با پایان یافتن روند تغذیه، مصرف کننده راکتیو شروع به جبران انرژی کم شده می‌کند. به این صورت که انرژی ذخیره شده خود را دوباره به مدار برمی‌گرداند. در مدارهای DC این عملکرد بر عملکرد شبکه الکتریکی زیاد تأثیر نمی‌گذارد اما در یک مدار AC می‌تواند در عملکرد شبکه اختلال ایجاد کند.

توضیح این که در آغاز هر سیکل، بارهای راکتیو مانند یک مصرف کننده از مدار انرژی دریافت می‌کنند و این انرژی را تا لحظه ماکزیمم یا پیک موج در خود نگه می‌دارند. با کاهش یافتن روند تغذیه بار، این بار انرژی ذخیره شده خود را (از جنس ولتاژ یا جریان) به مدار باز می‌گرداند. این بازگشت انرژی تأثیرات خاصی را در مدار ایجاد می‌کند که به آن خواهیم پرداخت.

اصطلاح پیش فازی(Lead) و پس فازی(Lag)

در یک شبکهAC ، ولتاژ بارهای خازنی باید نسبت به جریان، پس فاز باشد. به عبارت دیگر، جریان نسبت به ولتاژ پیش فاز است؛ لذا به این دستگاه‌ها تولید کننده توان راکتیو می گویند. در بارهای سلفی دقیقاً برعکس این موضوع است و جریان نسبت به ولتاژ پس فاز است و به این بارها مصرف کننده توان راکتیو می‌گویند.

نکته: در بارهای اهمی خالص، جریان و ولتاژ با یکدیگر هم فازند (شکل ۶).

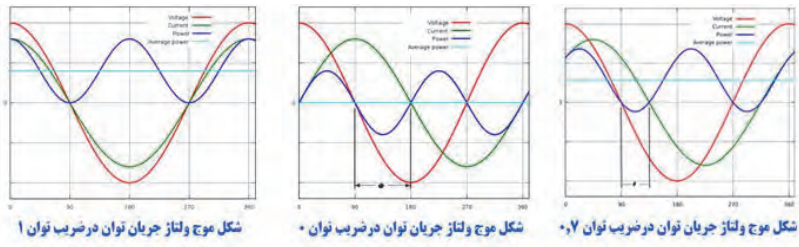


شکل ۶- پیش فاز، پس فاز، هم فاز

ضریب توان

مدارهایی که شامل مصرف‌کننده‌های کاملاً مقاومتی هستند (مانند لامپ‌های رشته‌ای، بخاری‌های برقی، اجاق‌های برقی و...) ضریب توان یک دارند(زاویه فاز صفر است لذا کسینوس صفر یک می‌شود و مقدار توان اکتیو و ظاهری باهم

برابر خواهد بود). در حالی که در مدارهای بارهای راکتیو (مانند خازن‌ها، موتورها، ترانسفورماتورها و...) ضریب توان کمتر از یک است .
ضریب توان، با توجه به جهت زاویه بین جریان و ولتاژ، می‌تواند پیش‌فاز (Lead) یا پس‌فاز (Leg) باشد. در بارهای القایی مانند موتورهای الکتریکی یا ترانسفورماتورها شکل موج جریان عقب‌تر از ولتاژ است. این در حالی است که در بارهای خازنی مانند بانک‌های خازنی یا کابل‌های‌زیر زمینی، شکل موج جریان از ولتاژ جلوتر است. ضریب توان صفر در یک مدار به این معنی است که تمام بار مدار، راکتیو است و در هر سیکل انرژی ذخیره شده در بار به منبع باز می‌گردد، در صورتی‌که تمام انرژی فرستاده شده به وسیله منبع در بار مصرف می‌شود، ضریب توان ((یک)) است (شکل ۷).



شکل ۷- سیگنال قرمز: شکل موج ولتاژ، سیگنال آبی: شکل موج جریان، سیگنال سبز: توان

محاسبه ضریب توان

$$PowerFactor = P / S$$

توانAC در یک مصرف‌کننده دارای سه بخش است:
۱- توان واقعی با P نشان داده می‌شود و یکای آن وات (Watt) است و برابر است با $P=VI\cos(\emptyset)$
۲- توان راکتیو با Q نشان داده می‌شود و یکای آن وار (Var) است و برابر است با $P=VI\sin(\emptyset)$
۳- توان ظاهری با S نشان داده می‌شود و یکای آن ولت-آمپر (VA) است و برابر است با $P=VI$
رابطه بین این سه پارامتر توان : $\mathbf{S^2=P^2+Q^2}$

اندازه‌گیری ضریب توان

برای اندازه گیری این فاکتور به "کلمپ پاور متر" یا "توان سنج انبری" نیاز داریم. کلمپ را دور تک‌فاز بار، که جریان از آن عبور می‌کند، می‌اندازیم سپس پروب‌های

قرمز و مشکی را به دو سر فاز و نول ولتاژ وصل می‌کنیم. سپس سلکتور را بر روی توان می‌گذاریم و مقدار توان را بر حسب وات مشاهده خواهیم کرد. با استفاده از منوی انتخاب، بر روی PF می‌رویم و میزان PF را رؤیت خواهیم کرد. در برخی مدل ها امکان اندازه گیری PF سه فاز نیز امکان پذیر است .

اصلاح ضریب توان

اصلاح ضریب توان (Power Factor Correction) که با عبارت ***PFC*** نمایش داده می‌شود، فرایند تعدیل ضریب توان از مقادیر کوچک‌تر از "۱" به مقادیر نزدیک "۱" است. این فرایند ممکن است در طول انتقال انرژی الکتریکی و در پست‌های تبدیل ولتاژ انجام شود چراکه به این ترتیب راندمان تبدیل ولتاژ بالا می‌رود. این فرایند همچنین در مراکز مصرف به ویژه واحدهای صنعتی نیز مرسوم است. چراکه به این ترتیب گذشته از کاهش هزینه‌های مربوط به تهیه انرژی الکتریکی، هزینه‌های مربوط به انتخاب کابل و تجهیزات تغذیه نیز کاهش می‌یابد.

به طور کلی ضریب توان بالاتر در انتقال و تولید انرژی الکتریکی مناسب‌تر است. چراکه در این صورت تلفات مربوط به انتقال و تولید، کاهش می‌یابد و به این ترتیب هزینه‌های مربوط به تولید و انتقال نیز کاهش می‌یابند.

در یک مدار کاملاً مقاومتی شکل موج جریان و ولتاژ با هم هم‌زمان‌اند (یعنی در یک زمان صفر و ماکسیمم می‌شوند). حال اگر در مدار بار راکتیوی مانند خازن یا القاگر وجود داشته باشد انرژی ذخیره شده در این نوع بارها باعث به وجود آمدن اختلاف بین شکل موج ولتاژ و جریان می‌شود. این انرژی ذخیره شده به منبع باز خواهد گشت، در حالی‌که تأثیر مثبتی در عملکرد بار نخواهد داشت. به این ترتیب یک مدار با ضریب توان پایین، در مقایسه با یک مدار با ضریب توان بالا، برای ایجاد مقدار ثابتی از توان واقعی، به جریان بیشتری نیاز دارد.

بارهای خطی

بارهای الکتریکی که از جریان متناوب تغذیه می‌کنند از دو نوع توان تغذیه می‌کنند؛ توان اکتیو که کار مفید را انجام می‌دهد یا در واقع به شکل مطلوب انرژی، که ممکن است انرژی مکانیکی یا گرمایی باشد، تبدیل می‌شود. توان راکتیو، که در واقع به علت ذخیره شدن انرژی در بارها راکتیو به وجود می‌آید و در پایان هر سیکل به منبع باز می‌گردد. در واقع ضریب توان همان نسبت بین توان ظاهری و توان واقعی است که عددی بین ۰ و ۱ خواهد بود. وجود توان راکتیو موجب خواهد شد که توان واقعی از توان ظاهری کمتر باشد و به این ترتیب ضریب توان مقداری کمتر از ۱ داشته باشد.

توان راکتیو موجب افزایش یافتن جریان جاری بین منبع و بار می‌شود و به این ترتیب تلفات توان در طول خطوط انتقال و توزیع افزایش خواهد یافت و در

نتیجه قیمت تمام شده انرژی الکتریکی تحویلی افزایش خواهد یافت. به همین دلیل شرکت‌های تولید کننده برق از مصرف کننده‌های خود به ویژه مصرف کننده‌های بزرگ می‌خواهند تا با نگه داشتن ضریب توان در محدوده استاندارد (در حدود ۰٫۹۹) از اتلاف انرژی جلوگیری کنند و در غیر این صورت جریمه خواهند شد. به این ترتیب مصرف کننده‌ها با نصب واحدهای اصلاح کننده ضریب توان در واحدهای مسکونی، تجاری و به ویژه صنعتی از پرداخت جریمه‌های اضافه جلوگیری می‌کنند.

برای مهندسین برقی که با تولید، توزیع، انتقال و مصرف انرژی الکتریکی درگیر-ند ضریب توان بارهای مختلف از اهمیت بالایی برخوردار است. چراکه این ضریب توان می‌تواند موجب ایجاد هزینه‌های اضافی برای صنایع تولید برق و مصرف‌کننده‌ها شود. همچنین ضریب توان پایین‌تر هزینه‌های اجرایی طرح‌های انتقال را نیز افزایش می‌دهد. چراکه با کاهش ضریب توان، به نصب تجهیزاتی مانند سوئیچ‌ها، مدارشکن‌ها, ترانسفورمرها و... با ظرفیتی بالاتر از ظرفیت معمول ضرورت پیدا می‌کند و ظرفیت در سیم‌کشی خطوط انتقال نیز باید افزایش یابد.

هدف از اصلاح ضریب توان، نزدیک کردن ضریب توان یک مدار AC به ۱، با استفاده از تغذیه بارهای راکتیو مخالف بار موجود است. این کار معمولاً به وسیله تغذیه میزان مشخصی خازن یا القاگر انجام می‌گیرد. برای مثال اثر القایی یک موتور را می‌توان به وسیله وصل خازن در محل نصب بار خنثی کرد. برخی اوقات که خصوصیات شبکه به حالت خازنی تمایل دارد (مانند خطوط کابلی) از القاگرها (که در این کاربرد به آنها راکتور گفته می‌شود) برای خنثی سازی اثر خازنی شبکه استفاده می‌شود. این کار عموماً در پست‌های تغییر ولتاژ صورت می‌گیرد.

هم‌چنین می‌توان به جای استفاده از خازن و برای ایجاد اثر خازنی از یک موتور سنکرون در حالت پر تحریک استفاده کرد. در این حالت میزان توان راکتیو تولیدی در موتور سنکرون به میزان جریان تحریک آن بستگی دارد. مزیت استفاده از چنین بارهایی این مزیت را دارد که تغییر میزان توان خازنی خروجی را، با توجه به میزان جریان تحریک، ممکن می‌سازد.

بارهای غیر خطی

بارهای غیر خطی در مدارهای AC موجب می‌شود به وجود آمدن جریان‌های هارمونیک در کنار جریان اصلی AC به‌وجود آید. در این حالت اضافه کردن بارهای خطی مانند خازن یا القاگر نیز نمی‌تواند تأثیر این بارها را خنثی کند. بنابراین برای صاف کردن اثر این بارها در جریان اصلی باید از روش‌های دیگری مانند استفاده از فیلتر یا استفاده از سیستم‌های اصلاح ضریب توان فعال بهره جست.

منابع تغذیه سویچینگ

منبع تغذیه سویچینگ برای یکسو کردن خروجی از پل یکسوساز یا مداری مشابه استفاده می‌کند. ولتاژ خروجی منبع، از همان خروجی DC یکسوساز گرفته می‌شود. مشکلی که در اینجا به وجود می‌آید این است که یکسوساز وسیله‌ای غیرخطی است. بنابراین ورودی آن نیز غیر خطی خواهد بود.
برای خنثی کردن اثرات هارمونیکی یک بار غیر خطی دیگر نمی‌توان از بارهای خطی مانند خازن یا القاگر استفاده کرد. ساده‌ترین راه برای خنثی کردن اثر جریان هارمونیکی، استفاده از فیلترهاست. می‌توان فیلتری طراحی کرد که تنها جریان را با فرکانس خاصی (برای مثال ۵۰ یا ۶۰ هرتز) عبور دهد. در صورت استفاده از چنین فیلترهایی بارهای غیرخطی نیز مانند بارهای خطی در مدار عمل می‌کنند و پس از آن برای اصلاح ضریب توان می‌توان از بارهای خطی استفاده کرد. اما این فیلترها دارای محدودیت‌هایی نیز هستند. برای مثال می‌توان به نیاز آنها به واسطه‌های جریان بالا و پر حجم و پر هزینه بودن آنها اشاره کرد. همچنین برای خنثی کردن اثر بارهای غیر خطی می‌توان از روش اصلاح ضریب توان فعال نیز استفاده کرد.

اصلاح ضریب توان غیر فعال

این روش برای اصلاح ضریب توان در بارهای خطی روشی ساده است که معمولاً با استفاده از بانک‌های خازنی صورت می‌گیرد. اما این روش به اندازه اصلاح ضریب توان فعال مؤثر نیست. هر چند به دلیل سادگی و کم هزینگی‌اش در سطح وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد اما در عین حال وارد و خارج کردن خازن‌ها از مدار در این روش موجب به وجود آمدن جریان‌های هارمونیکی می‌شود و این عیب یکی از دلایلی است که تمایل برای استفاده از موتورهای سنکرون یا اصلاح ضریب توان فعال هنوز وجود دارد.

اصلاح ضریب توان فعال

اصلاح ضریب توان فعال (active PFC) یک سیستم الکترونیک قدرت است که میزان جریان کشیده شده توسط هر بار را به منظور نزدیک کردن هرچه بیشتر ضریب توان به یک، کنترل می‌کند. در بیشتر موارد سیستم اصلاح ضریب توان فعال این‌گونه عمل می‌کند که با کنترل جریان ورودی، شکل موج جریان را هر چه بیشتر به شکل موج ولتاژ نزدیک می‌کند. سیستم اصلاح ضریب توان فعال می‌تواند، ضمن عمل به صورت یک طبقه یا چند طبقه، ضریب توان را به حدود ((۰،۹۹)) نزدیک کند.

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار(ابزار، مواد، تجهیزات، ، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۱	سیستم‌های تولید و توزیع شبکه برق شناورها	تجهیزات: دیزل ژنراتور، تابلوهای اصلی و فرعی و مصرف کننده های شناورها مکان: کلاس درس، کارگاه آموزشی و شناور	بالاتر از حد انتظار	تجهیزات و اهمیت شبکهٔ تولید برق شناور را درک و قادر به ارائهٔ نمونه‌ای از آن باشد. شبکهٔ توزیع برق شناور را به خوبی درک کرده و بتواند نمونه‌ای از آن را ارائه دهد.	۳
			در حد انتظار	تجهیزات و اهمیت شبکهٔ تولید و توزیع برق را درک نموده ولی ناقص ارائه دهد.	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	روش‌های توزیع برق شناور را نداند. تجهیزات و اهمیت شبکهٔ تولید برق شناور را درک ننموده و قادر به ارائهٔ نمونه‌ای از آن نباشد.	۱

بحث کلاسی

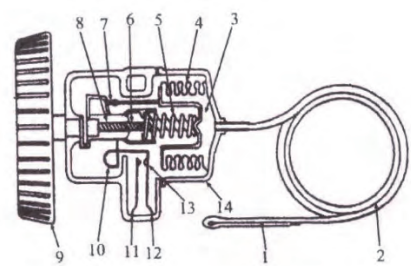
چرا نصب سیستم های تبرید و تجهیزات مربوطه با استاندارد های بالا در شناورها، که هزینه های سنگینی در پی دارد، الزامی و با اولویت خاصی تعریف گردیده است؟

پاسخ

شناورها، با توجه به نوع مأموریت‌شان برای مدت مدیدی در دریا خواهند بود و مسلماً در این مدت کارکنان شناور ناگریزند در داخل شناور تغذیه شوند. لذا مواد غذایی مورد نیاز باید به نحوی مناسب و بهداشتی نگهداری شود. در این راستا اهمیت و اولویت سیستم های تبرید و تجهیزات مربوطه کاملاً مشخص و قابل درک است.

در اینجا به منظور آشنایی بیشتر هنرآموزان با سیستم‌های تبرید، از جمله ترموستات، که ممکن است مورد سوال هنرجویان واقع گردد، ذیلاً و به‌طور خلاصه به آن اشاره می‌شود:

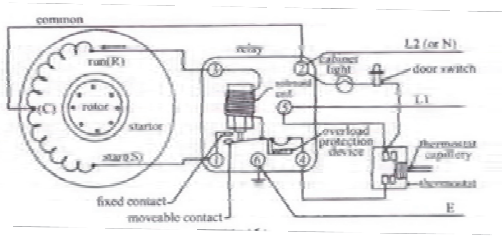
در شکل زیر اجزای تشکیل دهنده یک ترموستات را مشاهده می‌کنید، که شامل ۱- شیشه مویین، ۲- لوله مویین، ۳- ماده سردکننده، ۴- دمپر، ۵- فنر کنترل، ۶- درجه‌بندی اصلی، ۷- درجه‌بندی زیر، ۸- بدنه بادامک، ۹- دستگیره کنترل (تکمه کنترل)، ۱۰- فنر کنش لحظه‌ای، ۱۱- اتصال به ترمینال تغذیه الکتریکی، ۱۲- اتصال به ترمینال رله، ۱۳-کنتاکت و ۱۴- محفظه (شکل۸).



شکل ۸- اجزای تشکیل دهنده یک ترموستات

برای حفاظت از موتور یخچال کلید قطع کننده‌ای مانند رله بیمتال برای محافظت در برابر اضافه بار و به صورت بخشی از رلهٔ کنترل جریان، در کنار کمپرسور قرار دارد. جریان الکتریکی موتور یا مستقیماً از یک المان حرارتی رله بیمتال یا از دیسکی عبور می کند. در این صورت، فلزهای مربوط به رله بیمتال به‌طور غیرمستقیم از یک گرم کنندهٔ مقاومتی کوچک در کنار آن، گرم می‌شود. جریان اضافی موتور باعث خواهد شد که رله بیمتال فعال گردد و در نتیجه

جریان در موتور را به سرعت قطع می‌کند. شکل ۹ مدار کامل یک یخچال را نشان می‌دهد، البته بدون سیستم تایمر، دیفراست خودکار (اتوماتیک) و فن جریان هوا.



شکل ۹- مدار الکتریکی کامل یخچال

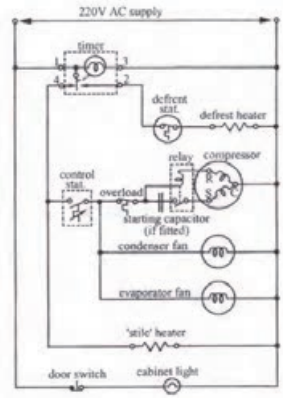
وقتی دمای تبخیر محیط داخلی یخچال افزایش یابد، کلید ترموستات بسته می‌شود. در نتیجه جریان الکتریکی اجازه عبور از سیم‌پیچ اصلی موتور و سیم‌پیچ استوانه‌ای رلهٔ جریان پیدا می کند. مقدار این جریان در ابتدا بسیار زیاد است و باعث می‌شود که سیم‌پیچ رله جریان توانایی بسته شدن کنتاکت را داشته باشد و در نتیجه جریان از سیم‌پیچ راه انداز هم عبور کند. در این زمان موتور شروع به چرخش می‌کند و پس از مدتی جریان سیم‌پیچ اصلی به اندازه ای کاهش می‌یابد که بوبین استوانه ای توانایی نگه‌داشتن کنتاکت مربوطه را ندارد و در نتیجه جریان سیم‌پیچ راه انداز قطع می شود. در این زمان موتور فقط با استفاده از سیم اصلی به طور پیوسته به چرخش خود ادامه می دهد. وقتی که دستگاه تبخیر به دمای تنظیم شده می‌رسد، ترموستات فعال و موتور خاموش می‌شود.

رایج‌ترین روش برای برفک‌زدایی (دیفراست) خودکار (اتوماتیک) دستگاه تبخیر این است که از یک کلید زمانی استفاده شود تا مدار تبرید را قطع کند و مدار گرم‌کنندهٔ برفک‌زدایی(دیفراست) را فعال سازد. این تایمر می‌تواند موتور کوچکی باشد که دارای یک میلهٔ بادامک است. این موتور از طریق میله بادامک می تواند نقش یک کلید تبدیل تایمر الکترونیکی را داشته باشد. ترموستات دیفراست،

گرم‌کنندهٔ دیفراست را در داخل یا در زیر دستگاه تبخیر کنترل می‌کند. بیشتر ترموستات های دیفراست در ۲۰±۵ درجه بسته و در ۵۵±۵ درجه باز می‌شوند. زمان دیفراست ممکن است بین ۱۵ تا ۴۵ دقیقه متغیر باشد و بسته به نوع یخچال و فریزر، ممکن است در ۲۴ ساعت تا ۴ سیکل دیفراست هم انجام گیرد.

بعضی از یخچال‌ها و فریزرها ممکن است دارای گرم‌کننده‌های الکتریکی باشند. در این صورت که کارهای متفاوتی مثل ایجاد دمای میعان برای جلوگیری از

عرق کردن در یخدان و فضای فریزر یا تقسیم محفظه انجام می‌دهند. یا ممکن است دارای گرم‌کنندهٔ مرحله‌ای (نردبانی) باشند، که مانع عرق کردن روی پانل می‌شوند. به علاوه، در یخچال‌ممکن است فن هایی برای کندانسور و دستگاه تبخیر وجود داشته باشد که توسط موتورهای تکفاز به حرکت درمی‌آیند. در شکل زیر نمایی از یک فریزر یا یخچال نشان داده شده است. البته در یخچال های مختلف امکان استفاده از مدارها الکتریکی متفاوت است، بنابراین در هنگام عیب‌یابی باید به این قضاوت‌ها توجه کرد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- مدار الکتریکی کامل فریزر

تحقیق کنید

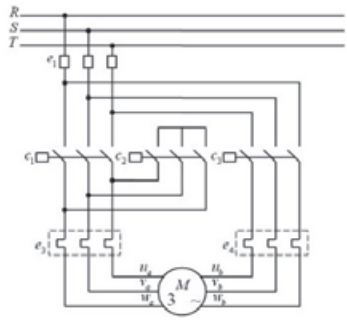
با مراجعه به شبکه های اینترنتی و مذاکره با افراد مجرب و کارشناسان دریایی در این زمینه، برخی از روش‌های به آب اندازی و کشیدن لنگر را تحقیق و بررسی کنید و نتایج حاصله را در کلاس به بحث بگذارید.

هنرجویان با مراجعه به شبکه های اینترنتی و مذاکره با افراد با تجربه روش‌های متعددی برای به آب اندازی و کشیدن لنگر را فرا گرفته اند. لیکن با توجه به جنبه فنی موضوع، ذیلاً به‌طور اجمال نحوه کارکرد موتورهای دالاندر که عمده ابزار به آب اندازی و کشیدن لنگرند ارائه می‌گردد:

مدارالکتریکی قدرت سیستم لنگر با استفاده از موتور دالاندر

در این مدار حروف u_a ، v_a ، w_a بیانگر دور کند و حروف u_b ، V_b ، w_b نشانگر دور تند هستند. در حالت دور کند فقط باید کنتاکتور C_1 وصل باشد و برای دور تند، ابتدا باید کنتاکتور C_2 جهت ایجاد نقطه کور (اتصال وسط سیم پیچ‌ها) تحریک شود، سپس کنتاکتور C_3 برای اتصال سیم‌پیچ‌ها به ولتاژ سه فاز وصل

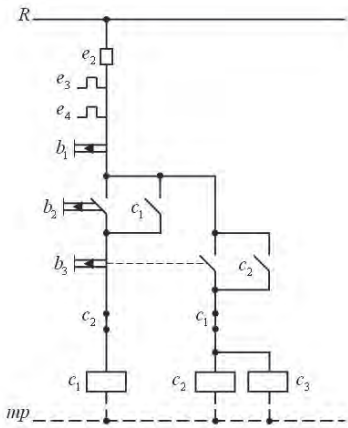
گردد. برای حفاظت موتور در حالات کند و تند به ترتیب از بیمتال‌های e_3 و e_4 استفاده می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- مدار قدرت موتور دالاندر

مدار فرمان دالاندر با توانایی راه اندازی دور کند و تند

با زدن شستی استارت b_4 کنتاکتور c_1 جذب می‌شود و موتور با سرعت کند کار می‌کند. برای رفتن به حالت تند، باید ابتدا شستی قطع b_1 را فشرد، سپس شستی استارت b_4 زده شود. برای این‌که کنتاکتورهای c_1 و c_2 همزمان با هم تحریک نشوند از تیغه‌های بسته هر کنتاکتور در مسیر بوبین دیگر استفاده می‌کنیم (شکل ۱۲).



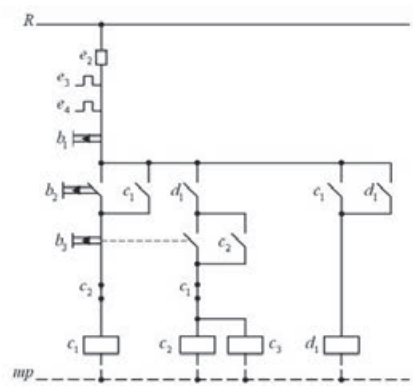
شکل ۱۲- مدار فرمان دالاندر با توانایی راه اندازی دور کند و تند

مدار فرمان دالاندر، راه اندازی فقط با دور کند

در عمل معمولاً موتورهای دالاندر با دور تند راه‌اندازی نمی‌شوند. این نکته باید در طراحی‌های مدار فرمان در نظر گرفته شود. مدار شکل زیر این حالت را با استفاده از کنتاکتور کمکی d_1 نشان می‌دهد.

با زدن شستی استارت b_2 کنتاکتورهای c_1 و d_1 جذب می‌شوند و موتور با دورکند شروع به‌کار می‌کند. برای رفتن به حالت تند کافی است شستی قطع دوبل b_3 زده شود تا کنتاکتور c_1 قطع و کنتاکتورهای c_2 و c_3 وارد مدار گردند.

این مدار توانایی راه اندازی موتور با دور تند را ندارد، زیرا مسیر بوبین کنتاکتورهای دور تند(c_2 و c_3) توسط کنتاکت باز کنتاکتور d_1 باز است. از طرفی تا زمانی که کنتاکتور c_1 تحریک نشود(موتور با دور کند راه‌اندازی نشود)، بوبین کنتاکتور d_1 تحریک نمی‌شود و مسیر دور تند باز است(شکل۱۳).

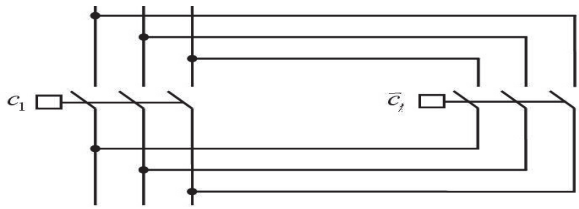


شکل ۱۳- مدار فرمان دالاندر، راه اندازی فقط با دور کند

برای انداختن لنگر در دریا و جمع کردن آن، از مدار الکتریکی چپ‌گرد و راست‌گرد موتور دالاندر، که در سیستم لنگر کشتی‌ها معمول است، استفاده می‌شود. بر همین اساس مدار الکتریکی قدرت و فرمان آن در دو شکل زیر نشان داده شده است.

مدار قدرت دالاندر چپ‌گرد – راست‌گرد

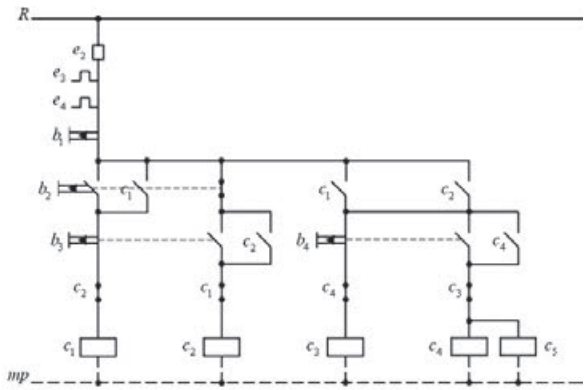
این مدار مشابه مدار قدرت موتور دالاندر است، فقط به جای کنتاکتور C_1 باید از دو کنتاکتور C_1 و $\bar{C}_1$ (جهت چپ‌گرد و راست‌گرد نمودن موتور) استفاده شود (شکل۱۴).



شکل ۱۴- مدار قدرت دالاندر چپگرد – راستگرد

مدار فرمان دالاندر چپ‌گرد – راست‌گرد

با زدن یکی از شستی‌های استارت b_2 یا b_3، کنتاکت‌های باز c_1 یا c_2 بسته و بوبین کنتاکتور c_3 تحریک می‌گردد و موتور با دورکند راه‌اندازی می‌شود. با زدن شستی استارت دوبل b_4 موتور در حالت تند قرار می‌گیرد و کنتاکتورهای c_4 و c_5 جذب می‌شوند. برای تغییر جهت گردش موتور کافی است یکی از شستی‌های دوبل b_2 یا b_3 (عکس حالت شروع) زده شود (شکل۱۵).



شکل ۱۵- مدار فرمان دالاندر چپ‌گرد – راست‌گرد

تحقیق کنید

با مراجعه به چندین دریانورد مجرب و هم رسته خود با آنان مصاحبه کنید و با اهمیت ایجاد سیستم محافظت کاتودیکی در شبکه توزیع برق شناورها آشنا شوید و نتیجه تحقیق خود را در کلاس ارا ئه دهید.

پاسخ

بدون شک کلیه متخصصین و دریانوردان مجرب اهمیت سیستم حفاظت کاتودی در شناورها را از بُعد عملیاتی، اقتصادی و ... را به هنرجویان بیان داشته و مفید بودن و ضرورت تجهیز شناورها به این سیستم را متذکر شده‌اند ولی

کماکان مروری بر تاریخچه تکامل این پدیده تکنولوژیکی می‌تواند اهمیت بیش از پیش این مهم را در مجامع دریانوردی جلوه گر سازد.

تاریخچه

حفاظت کاتدی نخستین بار توسط همفری دیوی، در سال۱۸۲۴ میلادی در شهر لندن و در میان سلسله مقالاتی که به انجمن سلطنتی ارائه می‌کرد، مطرح گردید. بعد از یک سری آزمایش‌های موفق، اولین استفاده عملی از این فناوری جدید در همان سال و در رزم ناو ((اچ ام اس سمرینگ)) به وقوع پیوست. ساختار اولیه این سامانه عبارت بود از یک آند فداشونده که ازآهن ساخته شده بود و در اطراف آن غلافی از جنس فلز مس (همجنس بدنه اصلی کشتی) قرار داده بودند و به بدنه کشتی در زیر آب متصل کرده بودند. در نتیجه واکنش شیمیایی‌ای که بین آهن و مس انجام می‌شد، از سرعت خورده شدن فلز مس در اطراف میله آهنی می‌کاست و آن را حفاظت می‌کرد. این دانشمند پیشنهاد نمود که برای حفاظت کاتدی کشتی‌های با بدنه مسی قطعاتی از آهن به منزلهٔ آندهای از بین رونده روی بدنه کشتی‌ها نصب شود، به طوری که نسبت سطحی آهن به مس۱ به۱۰۰ باشد. به هر ترتیب یکی از نتایجی که حفاظت کاتدی به همراه داشت، رشد و توسعه دریانوردی بود.

به دلیل اینکه این فناوری جدید می‌توانست رشد دریانوردی را تسریع ببخشد و این امر نیز به تحولاتی بنیادین و ساختار شکنانه در استفاده از کشتی‌های ساخته شده در آن زمان منجر می‌شد؛ نیروی دریایی سلطنتی بریتانیا در اقدامی پیشگیرانه و محافظه‌کارانه، تصمیم به کنار گذاشتن این فناوری و ترجیح دادن به تعمیر بدنه‌های مسی پوسیده کشتی‌ها گرفت. بعد از او ادموند دیوی دستگاه‌ها و وسایل آهنی شناور در دریا را با نصب قطعاتی از فلز روی حفاظت کاتدی نمود، روبرت مالت در سال ۱۸۴۰ آلیاژی از فلز روی ساخت که به منزلهٔ آندهای از بین رونده مورد استفاده قرار گرفت. کاربرد آندهای از بین رونده ادامه داشت تا اینکه به تدریج رنگ‌های ضد زنگ ساخته شد و استفاده از آنها به منظور حفاظت کاتدی و نیز صرفه جویی در هزینه تعمیرات رواج بیشتری یافت. استفاده از پوشش‌های روی در روی فولاد از زمان-های قدیم (قبل از ۱۷۴۲) معمول بوده‌است، ولی کاربرد اعمال جریان الکتریکی جهت حفاظت کاتدی لوله‌ها و تأسیسات زیر زمینی از حدود سال۱۹۱۰ آغاز شد و با سرعت زیاد گسترش پیدا نمود، به طوری که امروزه تقریباً در تمام خطوط لوله و کابل‌های زیرزمینی از آن استفاده می‌شود. حفاظت کاتدی همچنین در موارد متعدد دیگر از قبیل دریچه‌ها، کانال‌ها، خنک‌کننده‌های آبی، زیردریایی‌ها، مخازن آب، اسکله‌ها و تأسیسات دریایی، دستگاه‌ها و وسایل مختلفی که در تماس با مواد شیمیایی هستند، به‌کار برده می‌شود.

تحقیقی کنید

با مراجعه به چندین دریانورد مجرب و هم رسته خود مصاحبه کنید و با اهمیت ایجاد سیستم دگازینک در شناورها در جهان امروزی، که بسیار پرهزینه است، آشنا شوید و نتیجه تحقیق خود را در کلاس ارا ئه دهید.

پیشرفت و استفاده از مین‌های مغناطیسی در دریا توسط آلمانی‌ها، آغازی برای توسعهٔ سیستم دگازینگ (سیستم ترمیم کننده حوزهٔ مغناطیسی) بود. در دسامبر ۱۹۳۹ میلادی آلمانی‌ها مین‌های مغناطیسی را در سرتاسر خطوط کشتیرانی سواحل شرق انگلستان قرار دادند. در مدت سه ماه ۴۴ کشتی انگلیسی توسط این مین‌ها غرق شدند، و همین امر باعث شد که انگلیسی‌ها اقدامات احتیاطی در این زمینه را در درجهٔ اول اهمیت قرار دهند.

روش‌های موجود در جنگ جهانی اول برای مبارزه با مین تأثیری در خنثی کردن مین‌های مغناطیسی نداشت، ولی بعدها با کوشش کارشناسان و متخصصان مسائل مربوط به مین‌های شناور مغناطیسی در جهت مبارزه و دفاع و مقابله با این گونه مین‌ها پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای کسب کردند و برای خنثی کردن مین‌ها و انحراف اژدرها به تکنولوژی های پیشرفته تر دست یافتند.

در سال‌های اخیر نیز در جنگ های خلیج فارس اهمیت برخورداری از سیستم های دگازینگ بسیار مشهود بود و شناورها را در مقابل مین های مغناطیسی محافظت می‌کرد.

اکنون برای آشنایی بیشتر هنر آموزان محترم با سیستم دگازینگ و چگونگی خنثی سازی میدان مغناطیسی شناور و توجیه هنرجویان در صورت نیاز به بخشی ازموارد مهم در این زمینه (سیم پیچ های سیستم دگازینگ و چگونگی خنثی نمودن خواص مغناطیسی دائمی شناور) اشاره می‌گردد

سیم‌پیچ‌های سیستم دگازینگ

خواص مغناطیسی دائمی ناو به سه مؤلفهٔ زیر تجزیه می‌گردد:

۱- مؤلفه عمودی مغناطیسی دائم

۲- مؤلفهٔ طولی مغناطیسی دائم

۳- مؤلفهٔ عرضی مغناطیسی دائم

به همین ترتیب می‌توان خاصیت مغناطیس القائی ناو را به سه دسته تجزیه کرد:

۱- مؤلفهٔ عمودی مغناطیس القایی

۲- مؤلفهٔ طولی مغناطیس القایی

۳- مؤلفهٔ عرضی مغناطیس القایی

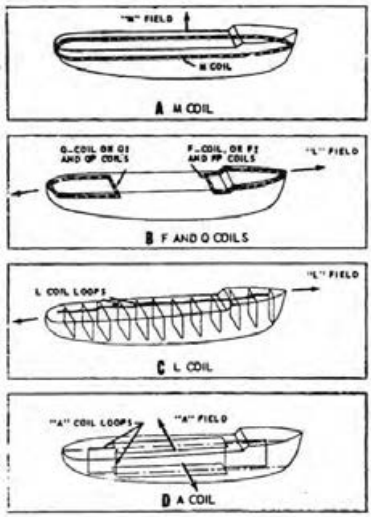
هر یک از این شش مؤلفه در نزدیکی شناور یک میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آورند. اعوجاجی که به سبب اعمال این شش مؤلفه در میدان مغناطیسی زمین ایجاد می‌شود، توسط میدان سیم‌پیچ‌های دگازینگ خنثی می‌گردد.

سیم‌پیچ‌های دگازینگ از کابل‌های تک رشته یا چند رشته ای ساخته می‌شوند. سیم‌پیچ‌ها باید توسط جریان *DC*، که از ژنراتورهای ۱۲۰ یا ۲۴۰ ولت *DC* ناو یا منبع ولتاژ دگازینگ که برای موارد خاصی جهت تأمین انرژی سیم‌پیچ‌های دگازینگ تعبیه شده است، تغذیه شوند.

این سیم‌پیچ‌ها شامل حلقه‌های کابل است که در محل‌های به خصوصی با دورهای معین در داخل شناورها جای می‌گیرند و پس از تغذیه توسط جریان مستقیم با پلاریته و اندازهٔ صحیح، میدان مغناطیسی مورد نیاز را ایجاد می‌نماید. مؤلفه‌های میدان سیم‌پیچ با مؤلفه‌های میدان شناور مساوی و در جهت مخالف- اند. هر سیم‌پیچ شامل یک حلقهٔ اصلی و حلقه‌های کوچک‌تر است و در سطحی که توسط حلقهٔ اصلی پوشیده شده، قرار دارند. حلقه‌های کوچک‌تر مقدار ماکزیمم میدان مغناطیسی را، که در سطح حلقهٔ اصلی واقع می‌شود، خنثی می‌کنند. اگر جریان سیم‌پیچ‌ها کاملاً تنظیم شده باشد، میدان مغناطیسی زمین به حالت اولیه برمی‌گردد و اعوجاجی در آن رخ نمی‌دهد.

مؤلفه‌های مختلف میدان مغناطیسی شناور توسط ترتیب و ترکیب به خصوص سیم‌پیچ‌های دگازینگ جبران می‌شوند. سیستم دگازینگ شامل یک یا چند حلقه سیم‌پیچ است که تعداد آنها به درجهٔ اهمیت لازم برای ایمنی شناور بستگی دارد (شکل۱۶).

الف) سیم‌پیچ M :



شکل ۱۶- انواع سیم‌پیچ‌های(کویل) سیستم دگازینگ

سیم‌پیچ اصلی یا M شکلA به صورت یک حلقه و به‌طور افقی که معمولاً در خط آب‌خور کشتی است، آن را دربرمی‌گیرد. وظیفهٔ آن ایجاد میدانی است که برعکس مؤلفهٔ عمودی میدان مغناطیسی دائمی و القایی کشتی عمل کند.

ب) سیم‌پیچ‌های Q , F

سیم‌پیچ F یا پل سینه در یک چهارم تا یک سوم جلوی شناور و در زیر پل سینه در بالاترین قسمت عرشه قرار می‌گیرد.
سیم‌پیچ Q یا پل پاشنه در یک چهارم تا یک سوم عقب شناور، در زیر پل پاشنه یا در بالاترین قسمت عرشه قرار می‌گیرد. عمل این سیم‌پیچ‌ها (F , Q) خنثی کردن میدان مغناطیس طولی دایمی و القایی شناور است.

ج) سیم‌پیچ L

سیم‌پیچ L یا سیم‌پیچ طولی شکل(C) شامل حلقه‌هایی است که در صفحهٔ عمودی به موازات چهار چوب شناور قرار می‌گیرد. این سیم‌پیچ برای خنثی کردن خاصیت مغناطیسی طولی القایی و دائمی به‌کار می‌رود.

د) سیم‌پیچ A

سیم‌پیچ A یا سیم‌پیچ عرضی شکل (D) شامل حلقه‌هایی است که در صفحات عمودی و در سینه و پاشنه قرار می‌گیرند و وظیفهٔ آن ایجاد میدان مغناطیسی مساوی و مخالف میدان‌های عرضی دائمی و القایی شناور است.

بحث کلاسی

چرا برای شناورهای مدرن امروزی نصب استارتر های نرم و تجهیزات مربوطه با استاندارد های بالا اولویت دارد و از اهمیت خاصی برخوردار است؟

پاسخ

اگرچه تاکنون از سافت استارترها در شناورهای موجود در ایران استفاده چندانی نشده است ولی بهره برداری از این نوع راه اندازها در حال گسترش است و بر روی شناورهای مدرن به‌صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگرچه به این مبحث در متن دروس هنرجویان اشاره شده است لیکن مجدداً در اینجا به آن اشاره می‌گردد.

چگونگی راه اندازی پمپ توسط سافت استارت

اولاً در هنگام راه اندازی، جریان را به میزان زیادی محدود می‌کند. به این ترتیب تنش‌های الکتریکی وارد شده به شبکه و موتور را می‌گیرد و این مهم موجب ثبات بیشتر ژنراتورها می‌شود و به دیگر تجهیزات عملیاتی صدمه ای وارد نمی گردد.باید توجه داشت که جریان راه اندازی یک موتور با اتصال مستقیم آن به شبکه، حدود شش برابر جریان اسمی موتور است. یعنی موتوری که جریان اسمی آن۱۰۰A است در هنگام راه اندازی با اتصال مستقیم به شبکه ۶۰۰A از شبکه جریان می‌کشد. ثانیاً سافت استارت گشتاور (نیروی دورانی) اضافی رابه موتور و پمپ محدود می‌کند و جلوی بسیاری از مشکلات مکانیکی و استهلاک بعدی را می گیرد. در بعضی از پمپ‌ها، مثل پمپ‌های شفت و غلاف که از آنها در آبیاری استفاده می‌شود قطعات چرخنده متعددی وجود دارد. تنش‌های مکانیکی در هنگام راه اندازی می‌تواند عمر آنها را کاهش دهد. در بعضی از کاربردها، مثل

چاه‌های عمیق آب کشاورزی، با استفاده از سافت استارتر و دور گرفتن تدریجی موتور و پمپ ازتلاطم دورانی ناگهانی آب در داخل چاه جلوگیری می‌شود. این تلاطم ها می توانند به جداره برخی از چاه های عمیق، که ماسه ای هستند، آسیب برساند وعمر مفید چاه را کاهش دهد.بامحدود کردن سرعت راه اندازی در پمپ‌ها، پدیده ((کاویتاسیون راه اندازی)) هم تحت کنترل در می آید.

منظور از کاویتاسیون چیست؟

کاویتاسیون عبارت از بروز حباب‌هایی هوایی است، حاصل بخار آب ناشی از کاهش فشار (یا خلأ) در پمپ، که به‌دلیل شتاب سریع ایجاد می شود و بعد از دور گرفتن پمپ و جبران فشار، این حباب‌ها می ترکندو باعث خوردگی تدریجی پره‌ها

می‌شود یکی از دلایل ایجاد کاویتاسیون، استارت ناگهانی پمپ و دور گرفتن سریع پره هاست. این امر باعث می شود در پشت پره ها خلأ ایجاد می‌شود و آب در داخل آن فضا به‌سرعت تبخیر می‌گردد. ترکیدن این حباب‌های بخار و شتاب ذرات آب اطراف آن با پره ها بسیار خورنده است.

تا اینجا در خصوص مزایای سافت استارتر در راه اندازی پمپ توضیحاتی داده شد. گفتنی است در هنگام توقف پمپ، راه انداز نرم نیز در بعضی از کاربردهای پمپ بسیار مفید ظاهر می شود. سافت استارترها در هنگام توقف موتور آن را کنترل می‌کنند.

شکل ۱۷- پدیده کاویتاسیون Cavitations

هدف از تکمیل جدول زیر توسط هنرجویان، آشنا ساختن مجدد آنان با این اصطلاحات و ضرورت فراگیری زبان تخصصی است تا با پیشرفت گام به گام خود بتوانند از کتب و مدارک و مستندات تجهیزات عملیاتی موجود بر روی شناورها جهت اجرای وظائف سازمانی خود استفاده نمایند.

بوتراستر (Bowtruster)	از بوتراستر ها برای حرکت شناور به طرفین و بیشتر برای پهلو دادن شناورها به اسکله استفاده می‌شوند. قدرت بسیار زیادی نیاز دارد، لذا از بزرگ‌ترین مصرف کننده های جریان در شناورها هستند. آنجا که در برخی از شناورها از یک ژنراتور یا موتور جداگانه برای آن استفاده می‌شود.دستگاه دارای پروانه‌ای است که در دوجهت می‌چرخد.	
لنگر (Anchor)	از این سیستم برای نگاه داشتن شناورها در یک محل و حرکت نداشتن آنها در اثر باد یا جریان آب در حالت غیردریانوردی استفاده می‌شود. همچنین در قسمتی از طرفین پمپ لنگر، دواری قرار می دهند تا بتوانند طناب شناورها را با قدرت بکشند.	
جرثقیل (Crane)	از جرثقیل برای بارگیری و بار برداری در شناورها استفاده می شود. این بار می تواند تجهیزات خود شناور یا وسایل و بار مورد نظر برای جابه‌جایی باشد.	
پمپ آب شیرین (Fresh Water Pump)	این پمپ برای دسترسی به آب شیرین مصرفی در اماکن مختلف شناور مورد استفاده قرار می گیرد.	
دستگاه تخلیه فاضلاب (SEWAGE)	بر اساس کنوانسیون های زیست محیطی دریانوردی، برای تخلیهٔ فاضلاب شناور، مجاز به تخلیه آن در هر شرایط و در هر فاصله ای در دریا نیستیم. و نیز حق تخلیه مستقیم فاضلاب را نداریم. این دستگاه برای جدا سازی قسمت های مضر فاضلاب خروجی شناور اجباری است.	
پمپ خن (Bilge pump)	از این پمپ برای خروج آب و مایعات اضافه کف شناور استفاده می شود و دارای انواع سه فاز، تک-فاز و نوع ((دی‌سی DC)) است.	

پمپ جابه‌جایی آب (transfer pump)	از این پمپ برای جا به جا کردن آب موجود در شناور برای مخازن مختلف آن یا خارج از شناور استفاده می شود.	
جدا کننده آب از روغن (Oil-Water Separtor)	بر اساس کنوانسیون های زیست محیطی، مجاز به تخلیهٔ آب و روغن به دریا نیستیم. با توجه به اینکه همواره آب خن شناور، با روغن همراه است، لذا باید توسط این دستگاه روغن را جدا و آب آن را در دریا تخلیه کنیم.و	
استارتر (Starter)	برای استارت بسیاری از موتور ها و ژنراتور های دیزل دریایی مورد استفاده قرار می گیرد و با برق دی‌سی (DC) کار می کند.	
پمپ بالاست شناور (Ballast Pump)	گاهی بر اثر جابه‌جایی بار های درون شناور ممکن است، شناور به سمتی کج شود. لذا با جابه‌جا نمودن آب ها در مخازن مختلف، تعادل را به شناورها باز می گردانیم.	
فن موتورخانه (Engine Room Fan)	برای تهویهٔ هوای درون موتور خانه ها که گرم و آزار دهنده است، از مکنده های قوی (اغلب سه فاز) استفاده می شود.	
برف پاک کن (Wiper)	از آن برای تمیز کردن شیشه های شناور در هنگام باران یا پاشش موج دریا استفاده می‌شود و اغلب تغذیه آنها برق (DC) است.	
مه پاک کن (Clearance Window)	در شرایط جوی ابری که دید نامناسب است با گردش این دوار، دید کارکنان راحت‌تر خواهد بود.	

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۲	بررسی مدارهای الکتریکی تجهیزات برقی در شناور	تجهیزات: سیستم‌ها و تجهیزات ویژهٔ موجود بر روی شناورها مکان: کلاس، کارگاه، شناور	بالاتر از حد انتظار	تجهیزات و مدارهای الکتریکی تجهیزات برقی در شناورها شامل سیستم‌های دگازینک، حفاظت کاتودی، سکان، لنگر، تبرید و اعلام حریق را درک و قادر به ارائهٔ اجمالی آنها می‌باشد.	۳
			در حد انتظار	تجهیزات و مدارهای الکتریکی تجهیزات برقی در شناورها شامل سیستم‌های دگازینک، حفاظت کاتودی، سکان، لنگر، تبرید و اعلام حریق تا حدی قابل قبول آشنا گردیده است.	۲
			پایین تر از حد انتظار	تجهیزات و مدارهای الکتریکی تجهیزات برقی در شناورها شامل سیستم‌های دگازینک، حفاظت کاتودی، سکان، لنگر، تبرید و اعلام حریق را به خوبی درک ننموده است.	۱

بحث کلاسی

چرا پیشگیری بهتر از درمان است؟ به چند مورد که برایتان تجربه شده و مشهود بوده است، اشاره کنید و دلایل قانع کننده ای برای آنها ارائه دهید.

تحقیق کنید

با مراجعه به اینترنت، تعاریف و اهداف پیشگیری و برتری آن بر درمان را بررسی کنید و نتیجه تحقیق و مشاهدات خود را در کلاس ارائه دهید.

مفهوم واژه پیشگیری بهتر از درمان

امروزه که بیماری‌های گوناگونی مانند انواع سرطان‌ها، نارسایی‌های قلبی ومغزی و... درجوامع مختلف روبه گسترش است، همیشه به این جمله کلیدی ازطرف متولیان بهداشت و پزشکی جهان در رسانه های مختلف تاکید می‌گردد. ((پیشگیری بهتر از درمان است)).

بدون شک، برای این که بخواهیم از بروز بیماری پیشگیری کنیم باید بر نوع بیماری ودلایل بروز آن بیماری ونتایج حاصل از آن اشراف داشته باشیم. وقتی که مردم ندانند که چرا چاق می‌شوند و این چاقی چه ضررهایی برایشان دارد، چگونه می‌توانند پیشگیری کنند؟

وقتی که مردم ندانند چگونه می‌توانند میزان چربی خون خود را تشخیص دهند وحد واندازه میزان چربی که خطرناک است چقدر است، چگونه زمان پیشگیری آن را تشخیص می‌دهند ؟

وقتی که مردم ندانند چه بیماری‌هایی قابل پیشگیری است؟ چه بیماری‌هایی ارثی است ونمی‌توان ازآنها پیشگیری کرد؟

چگونه می‌توان مردم را از پیشگیری‌های غیراصولی مانند مصرف خود سرانه دارو منع کرد؟

وقتی که مردم ندانند مؤثرترین وعلمی ترین راهکارهای پیشگیری از سرطان چیست چگونه می‌توانند از آن جلوگیری کنند؟

همان‌طور که در پاسخ کلیه سؤال‌های بالامشاهده کردید و کاملاً مشهودست، "در پیشگیری و درمان بیماری‌ها باید اطلاعات کافی نسبت به انواع بیماری‌ها, متخصصین درمان ,دلایل بروز و روش‌های پیشگیری از آن را کسب کنیم و آنها را به‌خوبی به کار ببریم تا ایمنی و سلامت خود را تا سرحد امکان تضمین کنیم و به عمری طولانی دست یابیم".

به همین منوال، بدیهی است برای این که بخواهیم از سیستم‌ها وتجهیزات عملیاتی موجود در شناورها، که از اهمیت ویژه ای در ایمنی و حفظ جان کارکنان و اجرای صحیح و به‌موقع مأموریت خود در طول دریانوردی به‌خصوص برای شناورهای نظامی برخوردار است، به خوبی مراقبت کنیم و عمرکاری ایمن آنها را افزایش دهیم علاوه بر شناخت کافی نسبت به "نوع وعملکرد تجهیزات و

سیستم‌های مختلف" باید نقش تجهیزات و دستگاه ها را نیز در فرایند عملیات و مأموریت وارتباط با سایر تجهیزات بشناسیم و پیشگیری لازم را جدی بگیریم.

توصیه مهم

باید با انواع سیستم‌های نگهداری وتعمیرات آشنا و با به‌کارگیری دقیق آنها، متناسب با نیاز ورشد واهداف تعالی مدیران وصاحبان سازمان خود به بهره وری وافزایش سلامت وعمر سیستم ها وتجهیزات، آشنا شویم. این مهم از عمده وظایف ذاتی هنرجویان گرامی در صورت پیوستن به شناورها، به‌ویژه به شناورهای نظامی است، کسانی که مرزبانان و ایجاد کنندگان امنیت در آب های سرزمینی کشور عزیزمان ایران خواهند شد..

نگهداری، تعمیرات و سیستم مدیریتی آن در ارگان های دریایی

اگر چه ممکن است تعاریف تعمیرات و نگهداری، نحوه اجرا، سیستم مدیریتی، کنترل و نظارت بر نگهداری و تعمیرات در رده‌های مختلف در ارگان‌های مختلف دریایی در ایران و کشورهای دیگر، با توجه به حجم و میزان هر یک از تعمیرات متفاوت باشند، لیکن بدون شک هر یک از تعمیرات صرفاً در صورت برخورداری از موارد زیر تحقق می‌یابد و باید بر مبنای آنها برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری کرد:

- نیروی انسانی مناسب، کاردان و آموزش دیده؛
- مواد اولیه، قطعات و اقلام مورد نیاز؛
- تجهیزات و وسایل تست و آزمایشگاهی مناسب.

در این راستا، معمولاً کشورهای صاحب فناوری (تکنولوژی) و سازندگان تجهیزات، استاندارد ها و روش های خاصی را برای خود تبیین و همان‌ها را برای کشورهایی که خریدار آنها تجهیزات‌اند آنها القا می‌کند و آموزش‌های مربوطه را به متخصصین ذیربط کشورهای خریدار ارائه می‌دهند و در صورت نیاز تجهیزات و وسایل تست و آزمایشگاهی مورد نیاز را بر اساس توافقات و قراردادهای فیمابین تأمین می‌نمایند.

مسلماً هر یک از کشورها بر اساس خط مشی، توانمندی و به‌طور کلی استراتژی نگهداری و تعمیرات مدون خود با وابستگی و یا بدون وابستگی به کشورهای صاحب فناوری، این مهم را مدیریت و بر اجرای دقیق برنامه پیش بینی شده نظارت می نمایند.

در کشور عزیز ما نیز، به دلایل مختلف از جمله خرید شناور ها از کشورهای مختلف و متنوی بودن آنها، معمولاً از بهترین برند های عرضه شده کشورهای مختلف سازنده، استفاده می‌شود. برای اجرای دقیق دوره های آموزشی لازم قبل از ورود متخصصین به هر یک از شناورها (Prejoining Training)، و بهره‌گیری

از تجهیزات و وسایل تست و اندازه‌گیری آزمایشگاهی مشترک و غیر آنها، استانداردهایی برای نگهداری و تعمیرات شناورها تعریف گردیده و مدیریت جامعی در این راستا ایجاد شده است به‌طوری که هریک از ارگان های دریایی بر آن اساس با بهره‌گیری از توان نرم افزاری و سخت افزاری داخل کشور سیستم‌های اجرایی، نظارتی، مانیتورینگ و... را کنترل و اجرا می نمایند.
بدون شک، ارگان های نظامی دریایی کشور، به‌دلایل ضرورت داشتن و برخورداری از مشاورین داخلی و خارجی، سیستم نگهداری وتعمیرات جامع و مشابهی را با کشورهای پیشرفته ای که سازنده تجهیزات و شناورهای کشورمان بوده اند، با عنوان سیستم 3M پیاده کرده و در این مسیر پیشتازتر از دیگر ارگان های دریایی داخل کشور طی مسیر نموده اند و یافته‌های علمی و تجربی خود را به دیگر ارگان ها و شرکت های داخلی، که در راستای ایجاد سیستم‌های مشابه نگهداری و تعمیرات تجهیزات عملیاتی شناورها فعالیت می‌کنند، انتقال داده‌اند.
لذا آنچه هنرجویان در بحث های کلاسی و پژوهشی خود دریافت می‌کنند و ارائه می دهند، در چارچوب موارد یاد شده است و هنر آموزان محترم در این زمینه پاسخ‌گوی هرگونه ابهامات خواهند بود.

ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۳	سیستم نگه‌داری و تعمیرات شناورها	تجهیزات: سیستم‌ها و تجهیزات ویژهٔ موجود بر روی شناورها، مراکز تعمیراتی. مکان: کلاس، کارگاه، شناور و مراکز تعمیراتی.	بالاتر از حد انتظار	اهمیت، اهداف و انواع نت را فرا گرفته و مهارت های لازم را برای اجرا داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	تاحدودی اهمیت، اهداف و انواع نت را فرا گرفته و مهارت‌های لازم را برای اجرا در حد متوسط داشته باشد.	۲
			پایین تر از حد انتظار	تعاریف، مفاهیم و تفکیک نت و اهداف آن آشنا باشد.	۱

ارزشیابی شایستگی سیستم‌های برق شناور

شرح کار:

شناخت قوانین حاکم بر سیستم تولید و توزیع برق در شناورها:

مولدهای AC و DC و کاربردهای مربوطه، سویچ برد اصلی و تابلوهای فرعی، انواع دیاگرام های فنی در شناورها

شناخت عمدهٔ تجهیزاتی که مصرف شناوری دارند:

سیستم های سکان، لنگر، دگاسینک، کاتودیک پروتکشن، سیستم حریق، سافت استارتر، سیستم های تبرید و ...

شناخت سیستم های نگه‌داری و تعمیرات، اهمیت انجام به موقع تعمیرات، سیستم تعمیر و نگه‌داری موجود و مصوب در ارگان‌های دریایی کشور:

نگه‌داری و تعمیرات پیشگیرانه و اهمیت آن

تعمیرات سازمانی، رده میانی و دپویی و مسئولان اجرایی آنها

استاندارد عملکرد

هنرجویان قادر خواهند بود ضمن شناخت نحوهٔ تولید و توزیع سیستم برق شناورها با برخی از عمده تجهیزات خاص شناورها نیز آشنا و علاوه بر آن با سیستم های مختلف و تعاریف نگه‌داری و تعمیرات به صورت عام و چگونگی انجام این مهم در سازمان‌های دریایی در قالب استانداردهای موجود آشنا می‌شوند.

شاخص‌ها:

شناخت لازم از سیستم تولید و توزیع برق شناور، تجهیزات خاص شناورها و سیستم‌های تعمیر و نگه‌داری شناورها

شرایط اجرای کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه مجهز به لوازم ایمنی باشد.

ابزار و تجهیزات: انواع تابلوهای اصلی و فرعی موجود در شناورها، تجهیزات اتصال شناور به برق ساحل، مصرف‌کننده‌های موجود در شناورها.

معیار شایستگی :

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	سیستم‌های تولید و توزیع شبکهٔ برق شناورها	۲	
۲	بررسی مدارهای الکتریکی تجهیزات برقی در شناور	۱	
۳	سیستم نگه‌داری و تعمیرات شناورها	۱	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی، و ...		۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

منابع

۱- برنامه درسی رشته الکترونیک و مخابرات دریایی. (۱۳۹۳). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
۲- استاندارد شایستگی حرفه رشته الکترونیک و مخابرات دریایی. (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
۳- استاندارد ارزشیابی حرفه رشته الکترونیک و مخابرات دریایی. (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
۴- کتاب درسی طراحی سیم‌کشی و ماشین‌های الکتریکی
۵- شیوه نامه نحوه ارزشیابی دروس شایستگی‌های فنی و غیرفنی شاخه‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش شماره ۴۰۰/۲۱۱۴۸۲ مورخ ۳۰/۱۱/۹۵
۶- برنامه درسی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱.
۷- ترکمانی، امیر حسین. (۱۳۹۴). ماشین‌های الکتریکی DC. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش.
۸- طراحی و سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی. (۱۳۹۵). دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش.
۹- دنیس تی هال. علم کاربردی برق در دریا. ترجمه: حسن‌نژاد، اسماعیل. تهران: ستاد مشترک سپاه، معاونت آموزش و نیروی انسانی، مرکز برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی.
۱۰- اچ. دی. مک جورج. تجهیزات الکتریکی دریایی و عملکرد آنها. ترجمه: میردار هریجانی، مهدیه. تهران: ستاد مشترک سپاه، معاونت آموزش و نیروی انسانی، مرکز برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی.

هنرآموزان محترم، می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب گاه: www.tvoccd.medu.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش