کد درس:

طراحی و اجرای مدارهای فرمان صنعتی

استاد آموزشی:

مهندس امین

هدف کلی درس: آشنایی با روشهای طراحی مدارهای فرمان و کاربرد PLCو درایوهای صنعتی در آنها

سرفصل آموزشی و رئوس مطالب

- آشنایی با انواع رله ها، کلیدها، کنتاکتورها، سسنورها و...
- انواع طبقه بندی های کنتاکتورها
- انواع حفاضتها
- طراحی و رسم و راه اندازی مدارهای فرمان
- انواع روشهای کنترل سرعت
- اجرای مدارهای فرمان، توانایی عیبیابی مدارهای فرمان، آشنایی با اجزای مدارهای فرمان

منابع درسی

برق صنعتی ۲

مولفین: مهندس خلیل افشار گلی ومحسن آقاحسینی

برقکار صنعتی درجه ۲

مولفین: احمد قهرمانلویی و احمد محمودی (سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور)

نقشه های مدار کنترل :

در نقشه یک سیستم الکتریکی وسایل و تجهیزات با علامتهای اختصاری نمایش داده میشود(که در نقشه های آتی از سیستم<IEC> استفاده میشود)

علائم اختصاری

علائم اختصاری برای کنتاکتهایی که در مدارات الکتریکي ودرمدارفرمان به کارمی رود درشکل زیر نمایش داده شده است.

مشخصات الکتریکی

حروف شناسایی	نوع تجهیزات	مثالها
K	کنتاکتورها و رله‌ها	کنتاکتورها، حفاظت‌های مدار جریان، کنتاکتورهای کمکی، رله‌های زمانی
L	وسایل القایی	چوک‌ها، بوبین‌ها
M	موتورهای الکتریکی	------
N	تقویت کننده‌ها، تنظیم کننده‌ها	تقویت کننده‌ها، تنظیم کننده‌ها (رگولاتورها)، وسایل الکترونیکی
P	وسایل اندازه‌گیری و وسایل تست	نشان دهنده‌ها، ثبات‌ها، شمارنده‌ها، وسایل اندازه‌گیری ساعت‌ها، پالس دهنده‌ها

Q	کلیدهای قدرت	کلیدهای ایزوله کننده، کلیدهای جدا کننده، کلیدهای قطع و وصل حفاظتی، کلیدهای حفاظت موتور
R	مقاومتها	مقاومت‌های قابل تنظیم، پتانسیومترها، رئوستا، مقاومت‌های مقاومت‌ها شنت
S	کلیدها، سلکتورها (انتخاب کننده)	شستی فشاری، میکروسوئیچ، کلیدکنترل، کلیدهای پالس دهنده،
T	ترانسفورماتورها	ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ایزوله
U	مدولاتورها، آشکار سازها، مبدل‌ها	جداکننده سیگنال، مبدل فرکانس، دمودولاتور، مبدل فرکانس استاتیک کد کننده، سیگنال ژنراتور، اینورتر، یکسوساز
V	نیمه هادیها و لامپ‌ها	لامپ‌های الکترونی، لامپهای تخلیه، دیودها، ترانزیستورها، تریستورها
W	کانالهای ارتباطی، آنتن‌ها	کابل‌ها، موج‌بر، آنتن دو قطبی، آنتن‌های بشقابی
X	ترمینال‌ها، فیش‌ها، دوشاخه و پریز	دو شاخه و پریز، سوکت‌های نر و ماده، اتصال دهنده، فیش تست

شناسایی موارد مورد نیاز در مدارفرمان

دستگاه	حرف شناسایی	مثال
۱-کلید	Q	جدا کننده- کلیدبار - کلیدقدرت
۲-کلیدکمکی	I	کلید فرمان- کلید فشاری
۳-کنتاکتور	KM	کنتاکتور های قدرت
۴-کنتاکتورکمکی	K	
۵-رله های فرمان	KT	
۶-حفاظت کننده	F	فیوز ها-رله های حفاظتی-قطع کننده
۷-وسایل خبری	H	لامپ سیگنال-دستگاه نشان دهنده

اگرتعداد دستگاه ها دریک نقشه مشابه از یکی بیشتر باشد دراین صورت به دنبال حرف مشخص کننده دستگاه عدد نیزآ ورده می شود.

Q1-Q2-Q3
K1M-K2M
KT1-KT2

انواع نقشه ها

الف) شمای فنی یا تک خطی

این نوع نقشه دید کلی درباره تا سیسات برقی ارائه می دهد

ب)شمای مسیر جریان

یکی ازمهمترین نقشه هایی که درمدارهای فرمان به کارمیرودنقشه های مسیرجریان است .این نقشه علاوه براستفاده درمونتاژکاری درعیب یابی مدارنیزبسیارمفیداست. نقشه مسیرجریان معمولابه دوقسمت مدارقدرت و فرمان تقسیم می شود.

برای ترسیم نقشه مدار فرمان باید به نکات زیر توجه کرد:

عدد خط(شماره مسیر جریان):

درنقشه هاعدد خط به دو روش اجرا می شود:روش سری وروش ذخیره

روش سری:در این روش ابتدا خطوط مدار قدرت شماره میگردد.وسپس دنباله اعداد به خطوط مسیرجریان مدار فرمان داده می شود.مثلا از ۱تا۸ شماره خطوط مدارقدرت بوده و از ۸تا۲۳شماره مسیرجریانهای مدارفرمان

عیب این روش بسته شدن شماره های مدار قدرت است که نمی توان وسیله ای را به نقشه اضافه کرد.

روش ذخیره ای:در این روش ابتدا مسیرجریان های مدارفرمانرا ازعدد ۱شماره گذاری کرده تا اخرمدارمثلا تا ۲۱ادامه می دهیم.سپس با ذخیره اعدادی مثلا از ۲۱تا۴۱(41-21=20)شماره خطوط مدار قدرت را از شماره ۴۲شروع می کنیم پس جهت توسعه مدار ۲۰خط فرمان ذخیره شده است.

نشان دادن نقاط انشعاب در نقشه فرمان(عدد انشعاب)

عدد انشعاب نیزبه دو روش به کارمی رود:

روش سری وروش تابع خط

روش سری:دراین روش از مسیر جریان شماره۱ درمدار فرمان شروع میکنیم وتااخرمسیرجریانهااین اعداد را ادامه می دهیم(...۶-۵-۴-۳-۲-۱)
عیب این روش این است که اگر سیمی در تابلو برق قطع شود مشخص نمی شود که مربوط به کدام مسیرجریان است.

روش تابع خط:دراین روش عددانشعاب را باتوجه به شماره مسیر جریان خطوط انتخاب میکنند برای مثال عدد ۱۲یعنی خط اول انشعاب دوم یا عدد ۳۵ یعنی خط سوم انشعاب پنجم.

هرگاه عددهای خط زیاد شوند وبه سه یا چهار رقم برسند برای مشخص کردن شماره خط وشماره انشعاب از فاصله یا نقطه استفاده می شود.

مثلا ۱۲۰۱خط۱۲انشعاب اول یا ۲۴۰۱۲یعنی خط۲۴انشعاب۱۲.

عدد وسیله:

هروسیله ای که درمدارکنترل بکاربرحروف واعداد معرفی می شوند
بنابراین روش عدد گذاده میشودبه وسیله ری انها بایدموردتوجه قرارگیرد

به طورکلی می توان وسایل را به دودسته تقسیم کرد:

۱ـوسایل دستی واتوماتیک ۲ـوسایل اتوماتیکی

وسایل دستی و اتوماتیک:

کلیه وسایلی که بادست فرمان می گیرند

(مانند استاپ استارت ها) ویا به طورمکانیکی فرمان می گیرند

(مانند میکروسیچها یا لیمیت سویچها) با اعداد تک رقمی مشخص می شوند.

شستی استارت و استپ

میکروسوئیچ

شستی ها ازجمله وسایل فرمان هستند که فرمان انها به وسیله دست انجام می گیردودر انواع مختلف وبرای کاربرد های متفاوت طراحی می شوند.
شستی هایی که پس از تحریک دو کنتاکت وصل را قطع می کند شستی استوپ (قطع) وشستی هایی که پس از تحریک دو کنتاکت قطع را وصل می کنند شستی استارت(وصل)نامیده میشوند. شستی هایی که هردوعمل راانجام می دهند به شستی استوپ واستارت معروف هستند.

شستی دوبل

وسایل اتوماتیکی :

(مانند کنتاکتورهاوتایمرهاوبی متالها)

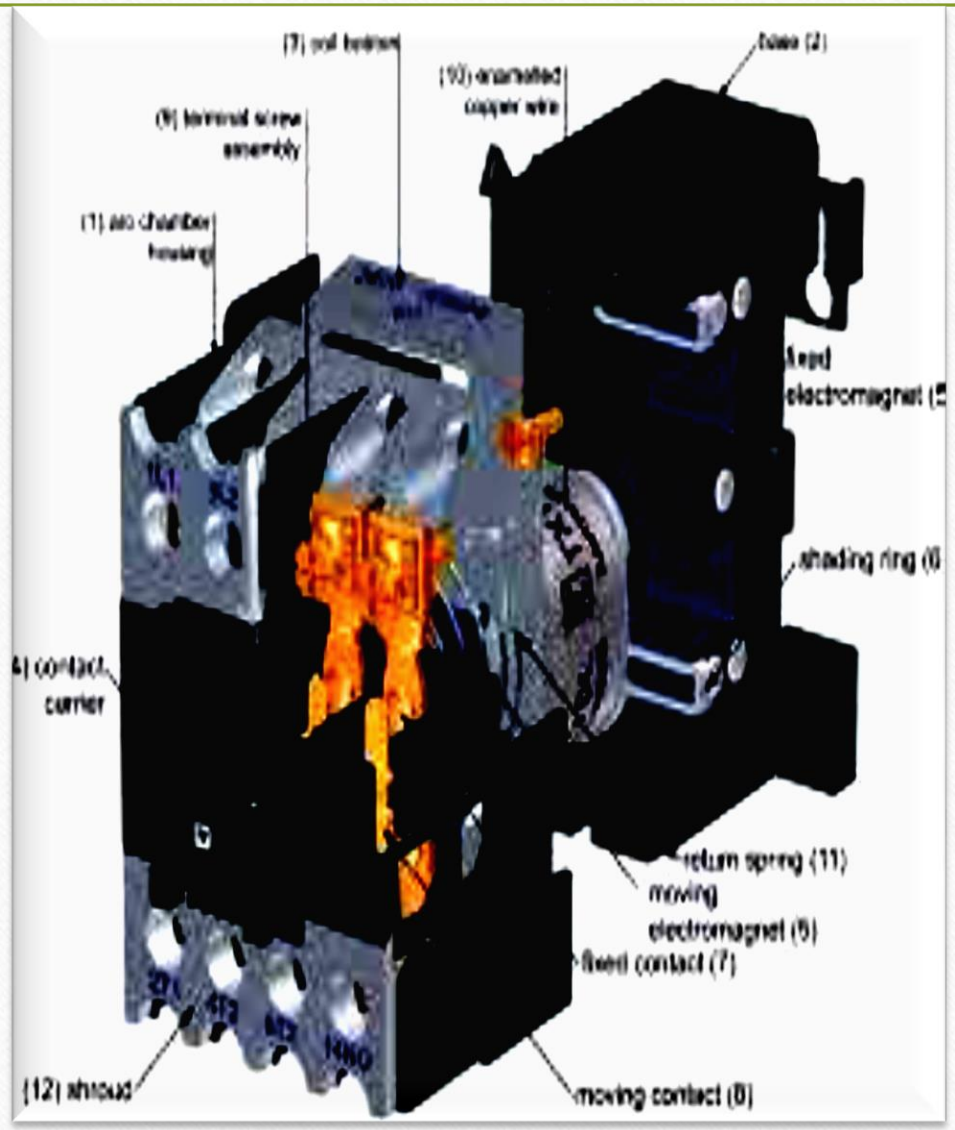
کنتاکتور

کنتاکتور وسیله ای است که در آن با استفاده از خاصیت الکترومفناطیس تعدادی کنتاکت به یکدیگر وصل یا از یکدیگر جدا می شوند. از این خاصیت جهت قطع و وصل و یا تغییر اتصال مدار استفاده می شود. هر کنتاکتور معمولاً دارای سه کنتاکت اصلی برای مدارمی باشد.

برند هیوندا

برند ال اس

برند اشنایدر



اجزای کنتاکتور

اجزای کنتاکتور عبارتند از:

۱ - حامل کنتاکت های ثابت (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد)

۲ - ۶ ترمینال

۳ - صفحه فلزی انتهایی برای نصب قسمت های ثابت روی آن

۴ - کنتاکت های ثابت و متحرك (این کنتاکت ها باید در یک خط قرار گرفته و از پوشش اکسید نقره به منظور بالا بردن ضریب اطمینان در مقابل کار زیاد، در روی آنها استفاده شود.)

۵ - بوبین کنتاکتور (در این کنتاکتور بوبین طوری ساخته شده که در مقابل عوامل جوی و نیروهای مکانیکی، مقام باشد.)

۶ - ترمینال های ورودی و خروجی (این ترمینال ها طوری طراحی می شوند که به راحتی قابل دسترسی باشند.)

۷ - سیستم هسته آهنی ثابت و متحرك

۸ - قسمت کنترل جرقه (این قسمت باید دارای مقاومت زیاد در برابر گرمای حاصل از جرقه ایجاد شده در هنگام قطع کنتاکتور باشد.)

۹ - حامل کنتاکت های متحرك (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد)

کنتاکتور از دو هسته Eشکل که یکی ثابت و دیگری متحرك است، تشکیل می شود. در میان هستة ثابت یک سیم پیچ قراردارد که با عبور جریان از آن نیرویی ایجاد می شود که هسته متحرك را به هستة ثابت متصل میکند. با حرکت هستة متحرك، تعدادی کنتاکت باز، بسته و تعدادی کنتاکت بسته، باز خواهند شد.

این کلیدازدوهسته به شکل E که یکی ثابت ودیگری متحرک است ودر میان هسته ثابت یک بوبین یاسیم پیچ قراردارد تشکیل شده است.و وقتی به برق متصل می شود با استفاده از خاصیت مغناطیسی نیروی کششی فنر را خنثی می کند و هسته فوقانی را به هسته تحتانی متصل کرده باعث می شود که تعدادی کنتاکت عایق شده از یکدیگر به ترمینال های ورودی وخروجی کلید متصل شود یا با باز شدن کنتاکت های بسته مدار کنتاکتور وصل گردد.
در صورتی که مدار تغذیه بوبین کنتاکتور قطع شود در اثر نیروی فنری که داخل کلید قرار دارد اتصالات بر قرار می شود و دوباره به حالت اول باز می گردد.

رابطه نیروی کششی مغناطیسی کنتاکتورها عبارت است از :

$$F = Fm \sin 2 \omega t$$

نکته ۱ : کلید کنتاکتور برای جریان های AC وDC ساخته میشود.تفاوت این است که در هستهٔ کنتاکتورهای ACبرای جلوگیری از لرزش ناشی از فرکانس از یک حلقهٔ اتصال کوتاه شده مانند آنچه که در موتورهای با قطب چاکدار وجود دارد، استفاده می شود. با القای ولتاژ در حلقهٔ اتصال کوتاه، جریانی از آن خواهد گذشت واین جریان شاری را تولید می کند که با شار اصلی ۹۰ درجه اختلاف فاز دارد و باعث می شود در هسته دائماً شار وجود داشته باشد و نیروی دائمی دو بخش ثابت و متحرك هسته را به هم متصل نگه دارد.

مزایای استفاده از کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی صنعتنی عبارتند از :

۱ ـ امکان کنترلی مصرف کننده از راه دور
۲ ـ کنترل مصرف کننده از چند محل
۳ ـ امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک برای مراحل مختلف کار مصرف کننده
۴ ـ سرعت قطع و وصل زیاد و کم بودن استهلاك کلید
۵ ـ از آنجا که در کنتاکتورها در هنگام قطع و وصل کنتاکتها بر روی هم ساییدگی مکانیکی ندارند لذا عمر مکانیکی آنها
نسبت به سایر کلیدها بیشتر است
۶ ـ هنگام قطع برق، مدار مصرف کننده به وسیلة کنتاکتور قطع می شود و شروع به کار دستگاه نیاز به استارت مجدد دارد.
در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلوگیری به عمل می آید
۷ ـ از نظر حفاظتی نیز کنتاکتورها مطمئن تر بوده، دارای حفاظت مناسبتر و کامل تر هستند.

ولتاژ های تغذیه بوبین کنتاکتور هامتفاوت و از ۲۴تا ۳۸۰ولت ساخته میشود در اکثرکشور های صنعتی بر ای حفاظت بیشترتغذیه بوبین کنتاکتور ها را زیرولتاژحفاظت شده(۶۵ولت)انتخاب می کنند ویا بر ای تغذیه مدارفرمان تر انسفورماتورمجزا کننده به کارمی برند.

شناخت مشخصات فنی کنتاکتور

با توجه به نوع مصرف کننده وشرایط کار کنتاکتورها دارای قدرت وجریان کششی مشخصی بر ای ولتاژ های مختلف هستند. بنابر این باید به جدول ومشخصات کنتاکتوررا منطبق برمشخصات موردنیازقرارداد.

تا انتخاب کنتاکتورمنطبق برمشخصات مورد نیازباشد برای اتصال مصرف کننده به شبکه باید کلید یا کنتاکتوری بامشخصات مناسب استفاده کردکه کنتاکتهای ان تحمل جریان راه اندازی وجریان دائمی را داشته باشد وهمچنین درصورت اتصال کوتاه جریان لحظه ای زیادی که ازمدارعبور میکند ویاجریانی که هنگام قطع مدار ایجاد میشود صدمه ای به کلید نزند.

بدین منظوربر ای اینکه بتوان پس ازطراحی مدارکنتاکتورمناسب را بر ای اتصال مصرف کننده به شبکه انتخاب کنیم باید با مقادیر نامی مربوط به کنتاکتور اشنا شویم.

جریانهای نامی کنتاکتور

در هر کنتاکتور، جریانهای نامی مختلفی تعریف می شود. این جریانها عبارتند از:

جریان دائمی:
این جریان با Ith1 نشان داده می شود و جریانی است که در شرایط کار عادی، در زمانی نا محدود و بدون قطع شدن از کنتاکتها عبور نموده، حرارت غیر مجاز تولید نکند و لزومی به تعمیر و سرویس کنتاکتور نیز احساس نشود.

جریان هفتگی:
این جریان با Ith1 نشان داده می شنود و جریانی است که در شرایط نرمال و با هفته ای یکبار اتصال از کنتاکتها عبور کرده و تغییری در خصوصیات کنتاکتور به وجود نیاورد.

جریان شیفتی (هشت ساعتی):

این جریان با Ith نشان داده می شود و جریانی است که در شرایط کار نرمال و با یکبار اتصال در هر هشت ساعت یک شیفت کاری از کنتاکتها می گذرد و تغییری در خصوصیات کنتاکتور به وجو نیاورد.

جریان کار نامی:

این جریان با Ie نشان داده می شود و جریانی است که شرط استفاده از کنتاکتور را در رابطه با نوع و مقدارولتاژ بار بیان می کند. مثلاً اگر این جریان به طور دائم از کنتاکتور عبور نماید. مقدار Ie برابر با Ith خواهد بود. Ie = Ith

جریان اتصال کوتاه:

مقدار ماکزیمم جریان در لحظهٔ اتصال کوتاه که ممکن است باعث آسیب در کنتاکتور شود به جریان اتصال کوتاه ضربه ای معروف است. Is همچنین مقدار مؤثر جریان اتصال کوتاه که کلید برای مدت یک ثانیه قادر به تحمل آن است، جریان یک ثانیه ای یا جریان نامی زمان کم نامیده می شود و با Ith (Is) مشخص می گردد.

ولتاژ های نامی

کنتاکتور ولتاژهای نامی تعریف برای هر کنتاکتور عبارتند از:

ولتاژ کار نامی:

این ولتاژ که با **Ue** نشان داده می شود مربوط به کنتاکتها بوده و مقدار ولتاژی است که کنتاکتها با جریان نامی **Ie** در آن به کار گرفته می شوند. این ولتاژ، توانایی قطع و وصل، نوع و محل استفاده کنتاکتور را مشخص می کند.

ولتاژ عایقی نامی:

این ولتاژ که با **Ui** نشان داده می شود، ولتاژی است که استحکام عایقی بین کنتاکتها را نشان می دهد.

ولتاژهای نامی تغذیه بوبین:

این ولتاژ که با **Ue** نشان داده می شود ولتاژی است که باید به بوبین کنتاکتور اتصال یابد تا کنتاکتور عملکرد داشته باشد.

قابلیت قطع و وصل و طول عمر کنتاکتور

سرعت قطع و وصل کنتاکتورها در زیر بار را می توان بدون آنکه آسیبی به آنها برسد با طراحی و انتخاب مناسب با ۳۰۰۰ باردر مدت افزایش داد.

تعداد دفعات قطع و وصل کنتاکتور (هر قطع و وصل یک بار)عمر مکانیکی نامیده می شود. طول عمر مکانیکی با حروف از A تا F که اصطلاحاً کلاس کلید نامیده می شود مشخص می شود حرف Aتعداد $۱۰^{۳}$ بار قطع و وصل، حرف Bتعداد $۱۰^{۴}$ بار، C تعداد $۱۰^{۵}$ بار، Dتعداد $۱۰^{۶}$ بار، Eتعداد $۱۰^{۷}$ بار و Fتعداد $۱۰^{۸}$ بار قطع و وصل را نشان می دهد.

نکته ۴ : بعد از حروف کلاس کلید ممکن است عددی به عنوان ضریب قرار گیرد مثلاً ۳ Eبرای طول عمر ۳×۱۰^{۷} بار قطع و وصل به کار می رود.

قدرت قطع کنتاکتور

به منظور انتخاب کنتاکتور مناسب برای مصرف کننده های مورد نظر باید به مشخصات توان، ولتاژ، جریان و ضریب قدرت باری که کنتاکتور مجاز است به آن وصل شود، توجه کرد. همچنین کنتاکتهای کنتاکتور باید تحمل جریان راه اندازی، جریان دائمی و جریانهای اتصال کوتاه لحظه ای پیش آمده را نیز داشته باشند. قدرت کنتاکتهای کنتاکتور در تحمل قوس الکتریکی ناشی از قطع کنتاکتها را قدرت فزع کنتاکتور می نامند. مشخصات بیان شده در بسیاری از موارد بر روی بدنة کنتاکتور یا در کاتالوگ آن نوشته می شوند.

برای راحتی کار انتخاب کنتاکتور، طبقه بندی خاصی را برای کنتاکتورها در نظر می گیرند، این طبقه بندی بر اساس نوع جریان و موارد کاربرد انجام می شود.

تقسیم بندی کنتاکتورهای جریان AC

نوع جریان	استاندارد و طبقه بندي كنتاكتور	مورد استفاده
AC	AC1	باراهمی- بار غیر سلفی یا باخاصیت سلفی ضعیف- گرم کن برقی توان حدود COSΦ=0/95
	AC2	براي راه اندازي موتورهاي آسنكرون روتور سيم پيچی، بدون ترمز جريان مخالف، جريان راه اندازي بستگی به مقاومت مدار روتور دارد.
	AC2'	براي راه اندازي موتور آسنكرون روتور سيم پيچی با ترمز جريان مخالف
	AC3	براي راه اندازي موتور آسنكرون روتور قفسه اي- هنگام قطع جريان نامی از تيغه هاي كنتاكتور عبور می كند- تحمل جريان راه اندازي ۵ تا ۷ برابر جريان نامی
	AC4	براي راه اندازي موتور آسنكرون روتور قفسه اي- به كار بردن ترمز جريان مخالف- تغيير جهت گردش الكترو موتور روتور قفسه اي- تعداد دفعات قطع و وصل در فواصل زمانی اندك

تقسیم بندی کنتاکتورهای جریان DC

	AC11	کنتاکتور کمکی- کنتاکتور فرمان بدون داشتن کنتاکت قدرت کوپل مغناطیسی - استفاده فقط در مدار فرمان
DC	DC1	بار اهمی - بار غیر سلفی یا با خاصیت سلفی ضعیف - گرم کن برقی
	DC2	راه اندازي موتور شنت- قطع کردن موتور هنگام کار
	DC3	براي راه اندازي موتور شنت با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندك- مدار ترنر
	DC4	راه اندازي موتور سري – قطع موتور هنگام کار
	DC5	راه اندازي موتور سري با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد ، در فواصل زمانی اندك- تغییر جهت گردش موتور- مدار ترنر
	DC11	کنتاکتور کمکی – کنتاکتور فرمان – کوپل مغناطیسی

عیب هایی که ممکن است در هنگام کار با کنتاکتور پیش آید

اگر کنتاکتور جذب ننماید چند احتمال وجود دارد :

اول اینکه بوبین کنتاکتور سوخته است.با بی برق کردن آن و تست ترمینال های آن می توان از سالم یا معیوب بودن آن اطمینال حاصل کرد.

کنتاکتور جذب کرده، اما صدا می دهد:

مدار هسته بسته نمی شود

سطح قطب ها و مسیر حرکت هسته را کنترل و با بنزین یا تری کلرا تیلن تمیز کنید.

حلقه ی اتصال کوتاه روی سطح قطب ها، در هنگام مونتاژ اشتباه گذاشته شده است.

هسته را در آورده و آن را کنترل کنید و دوباره درست جا بزنید.

حلقه ی اتصال کوتاه روی هسته قطع شده است.

حلقه ی اتصال کوتاه روی هسته را کنترل و تعمیر یا تعویض نمایید.

کنتاکتور قطع نمی کند

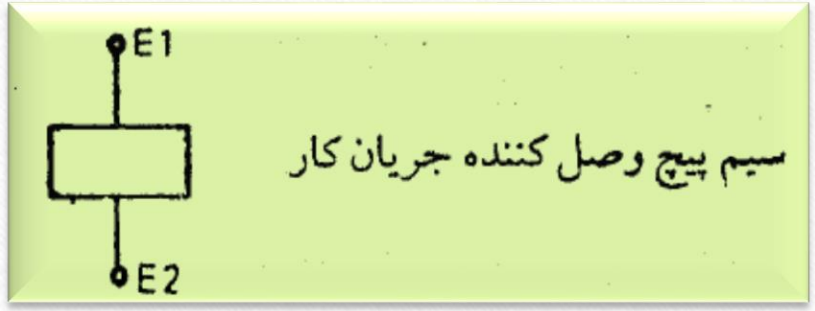
قطعات اتصال کنتاکتور به یکدیگر جوش خورده اند (پایان عمر مکانیکی) کنتاکتور را باز و کنتاکت ها را تعویض کنید.

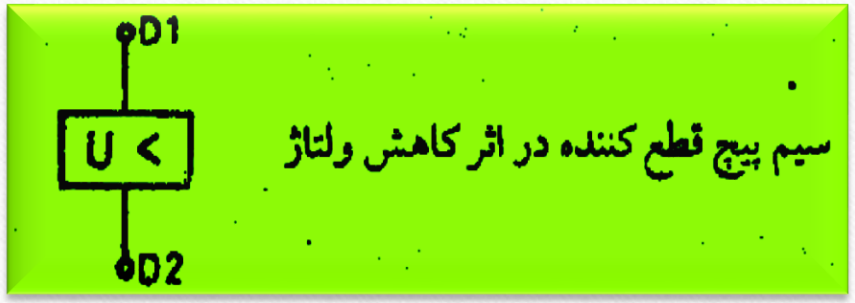
در سیم های رابط المان های مدار فرمان، اتصال کوتاه یا در چند نقطه اتصال به زمین وجود دارد سیم ها را کنترل و اتصالی را بر طرف کنید.

کنتاکت های تایمر به یکدیگر اتصالی دارند و باز نمی شوند.

کنتاکت های تایمر را تمیز و یا تعویض کنید.

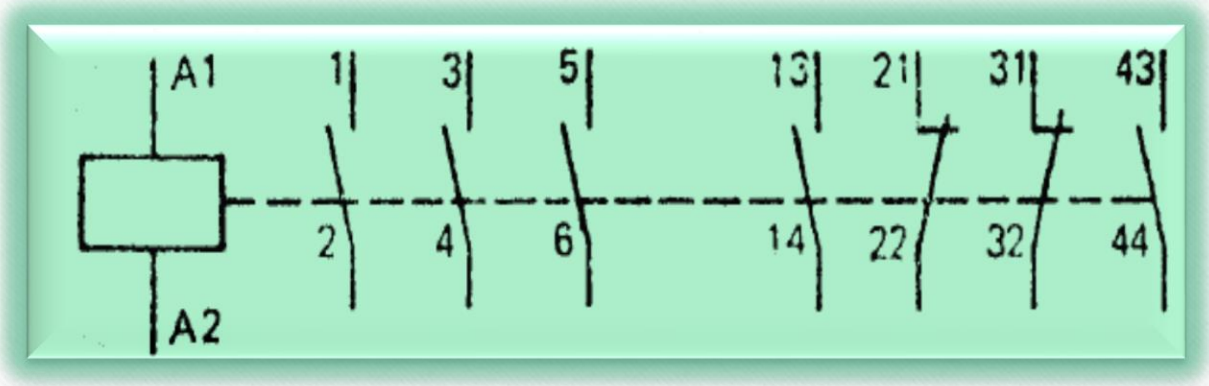
علائم واعداد شناسایی بر اساس استاندارد اروپائی





اعداد مورد استفاده در ترمینالهای اصلی (قدرت) کنتاکتورها و کلیدهای قدرت

کنتاکتهای کمکی در کلید حفاظت موتوری (کنتاکتورها)



عدد ۲۲ در اینجا به مفهوم این است که کنتاکتور قدرت دارای ۲ کنتاکت باز (NO) و ۲ کنتاکت بسته (NC) به عنوان کنتاکتهای کمکی دارد.