نرم‌افزار Phet

نرم‌افزار رایگان Phet نرم‌افزاری است که در آن آزمایش‌های علوم پایه از جمله مبانی برق به نحوی جالب و بر مبنای آخرین دستاوردهای محققان طراحی و شبیه‌سازی شده است و بر پایه نرم‌افزارهای فلش و جاوا برنامه‌نویسی و اجرا می‌شود. این نرم‌افزار به هنرجویان کمک می‌کند تا بتوانند مسائل علمی غیر قابل لمس را در محیطی پویا و با استفاده از گرافیک و کنترل‌های حسی با فشردن دکمه‌های نرم افزاری مشاهده نمایند. در این نرم‌افزار با تغییر مشخصه‌ها در آزمایش‌های مختلف می‌توان نتایج را از دیدگاه پژوهشی مستقیماً مطالعه کرد. هنرجویان با استفاده از این نرم‌افزار درک درست و تصویر ذهنی ماندگارتری از موضوع آموزشی مورد نظر را پیدا می‌کنند. نرم افزار Phet تعاملی است و با ارائه بیش از ۱۲۰ شبیه‌سازی، در زمینه‌های مختلف به درک علمی مفاهیم کمک می‌کند. این نرم‌افزار بخش فارسی نیز دارد. شکل روبه‌رو نماد دسترسی به سایت نرم‌افزار Phet و تصویر شبیه‌سازی شده مولد را نشان می‌دهد.

نرم‌افزار Phet

تبدیل واحدها

جدول ۱ــ تبدیل واحدها

چگونگی تبدیل ضرایب		حرف اختصاری	نام ضریب	شکل نمایی ضریب	مقدار ضریب
از واحدهای کوچک‌تر به واحدهای بزرگ‌تر در ضرایب دارای توان مثبت ضرب یا بر ضرایب دارای توان منفی ضرب یا بر	از واحدهای بزرگ‌تر به واحدهای کوچک‌تر در ضرایب دارای توان مثبت ضرب یا بر ضرایب دارای توان منفی تقسیم می‌کنیم.	I	ترا	10^{12}	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
		G	گیگا	10^{9}	۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰
		M	مگا	10^{6}	۱۰۰۰۰۰۰
		K	کیلو	10^{3}	۱۰۰۰
		H	هگتو	10^{2}	۱۰۰
		da	دکا	10	۱۰
			واحد اصلی	10^{0}	۱
		d	دسی	10^{-1}	۰/۱
		c	سانتی	10^{-2}	۰/۰۱
		m	میلی	10^{-3}	۰/۰۰۱
		m	میکرو	10^{-6}	۰/۰۰۰۰۰۱
		n	نانو	10^{-9}	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱
		p	پیکو	10^{-12}	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱

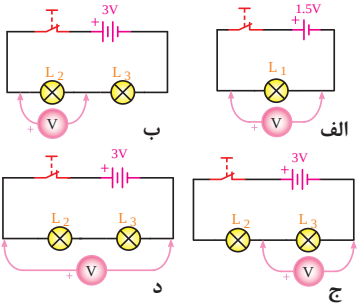
مدارهای سری مقاومت‌ها

- در مدار سری، همواره جریان عبوری از مدار در کلیه نقاط مدار یکسان است.
- در مدار سری، همواره مقدار مقاومت معادل بیشتر از بیشترین مقاومت موجود در مدار است.
- برای اندازه‌گیری ولتاژ در مدار، ولت متر به صورت موازی بسته می‌شود.
- در مدار سری، ولتاژ تغذیه متناسب با مقدار مقاومت‌های مدار بین آنها تقسیم می‌شود.
- نمونه‌های عملی مدارهای سری.

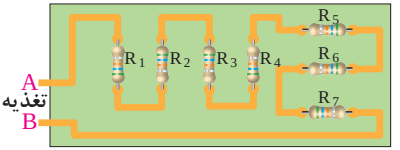
خصوصیات مدار سری

$$I_T = I_{R_1} = I_{R_2} = I_{R_3} = \cdots = I_{R_n} \quad (1)$$

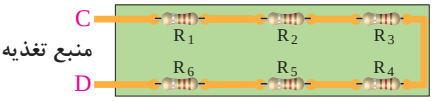
$$V = V_{R_1} = V_{R_2} = V_{R_3} = \cdots = V_{R_n} \quad (2)$$



اتصال ولت متر به مدار سری



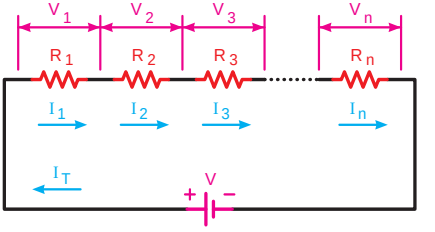
الف) بین نقاط A و B مقاومت‌های R_1 تا R_7 سری شده‌اند.



ب) بین نقاط C و D مقاومت‌های R_1 تا R_6 سری شده‌اند.

اتصال ولت‌متر به مدار سری

مقادیر ولتاژ در مدار سری



ولتاژ دو سر مقاومت R_1	$V_1 = R_1 I_1$
ولتاژ دو سر مقاومت R_2	$V_2 = R_2 I_2$
ولتاژ دو سر مقاومت R_3	$V_3 = R_3 I_3$
ولتاژ دو سر مقاومت R_n	$V_n = R_n I_n$
ولتاژ کل مدار	$V_T = R_T I_T$

مقادیر ولتاژ در مدار سری

✓ در مدار موازی، همواره مقدار مقاومت معادل کمتر از کمترین مقاومت موجود در مدار است.

$$\frac{1}{R_T}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\cdots+\frac{1}{R_n}$$

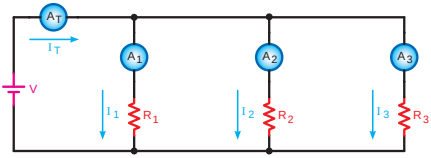
خصوصیات مدار موازی

✓ در مدار موازی، ولتاژ تغذیه ارتباطی با مقدار مقاومت‌های مدار ندارد. ولتاژ دو سر مقاومت‌ها همواره برابر با ولتاژ تغذیه است.

$$V = V_{R_1} = V_{R_2} = V_{R_3} = \ldots = V_{Rn} \quad (1)$$
$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots I_n \quad (2)$$

✓ در مدار موازی جریان کل برابر با مجموع جریان‌های هر شاخه است.

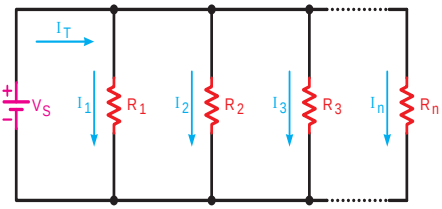
یعنی:
$$I_{A_T} = I_{A_1} + I_{A_2} + I_{A_3}$$
$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$



اتصال ولت متر به مدار سری

مقادیر جریان‌ها در مدار موازی

جریان عبوری از مقاومت R_1	$I_1=\frac{V}{R_1}$
جریان عبوری از مقاومت R_2	$I_2=\frac{V}{R_2}$
جریان عبوری از مقاومت R_3	—
جریان عبوری از مقاومت R_n	$I_n=\frac{V}{R_n}$
جریان عبوری از کل مدار	$I_T=\frac{V}{R_T}$

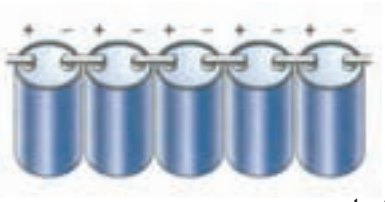


$$\frac{1}{R_T}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\cdots+\frac{1}{R_n}$$

مقادیر جریان‌ها در مدار موازی

اتصال سری پیل‌ها

✓ اگر پیل‌ها را طوری به هم وصل کنیم که قطب منفی هریک به قطب مثبت دیگری اتصال داشته باشد و این روش **اتصال**،تا آخرین پیل ادامه یابد، این نوع اتصال را «اتصال سری» یا موافق پیل‌ها می‌نامند، شکل (۷) .



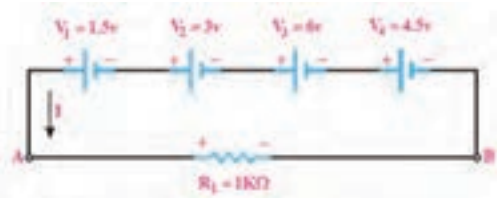
اتصال سری پیل‌ها

✓ جریان عبوری از مدار چند پیل که با هم سری شده‌اند، برای همه پیل‌ها مساوی است.

✓ ولتاژ کل پیل‌های سری شکل زیر از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$V_{AB} = V_۱ + V_۲ + V_۳ + \cdots + V_n$$

مثال: هرگاه چهار باتری مانند شکل زیر به صورت سری موافق به هم وصل شوند، ولتاژ کل مدار چه مقدار و جریان مدار چند آمپر است؟



اتصال سری پیل‌ها

$$V_{AB} = V_۱ + V_۲ + V_۳ + V_۴$$

$$V_{AB} = ۱/۵ + ۳ + ۶ + ۴/۵ = ۱۵ \rightarrow V_{AB} = V_T = ۱۵V$$

$$I = \frac{V_T}{R_۱} = \frac{۱۵V}{۱K\Omega} = ۱۵mA \rightarrow I = ۰/۰۱۵mA$$

اتصال متقابل (سری مخالف) پیل‌ها

✓ یکی دیگر از روش‌هایی که می‌توان پیل‌ها را به صورت سری به هم اتصال داد، حالت اتصال سری مخالف است. در این روش نحوه اتصال قطب‌های مثبت و منفی پیل‌ها، ترتیب خاصی ندارد و ممکن است قطب‌های هم‌نام به هم وصل شوند یا قطب‌های غیرهم‌نام به یکدیگر اتصال داده شوند. به عبارت دیگر در این نوع اتصال، تعدادی از پیل‌ها به صورت سری مخالف (منفی به منفی و مثبت به مثبت) بسته می‌شوند.

اتصال سری مخالف پیل‌ها

چنانچه بخواهیم برای افزایش ولتاژ یا افزایش جریان چند پیل را به صورت سری یا موازی ببندیم، باید مشخصات پیل‌ها، کاملاً با هم مشابه باشد. در شکل (۹) پیل‌های V۱، V۲، V۴ در یک جهت و پیل‌های V۳ ، V۵ در جهت مخالف بسته شده‌اند. در صورتی که ولتاژ هر پیل ۱/۵ ولت باشد ولتاژ معادل V_{AB} = ۱/۵ ولت و نقطه A نسبت به B مثبت است.

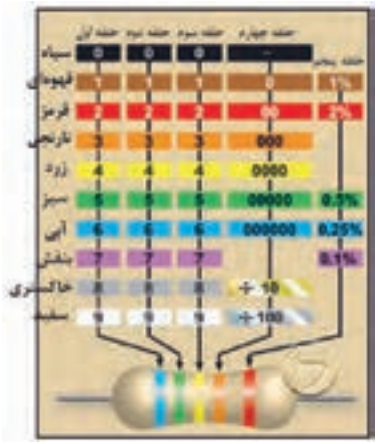
نرم افزار مولتی سیم

برنامه مولتی‌سیم در حقیقت یک آزمایشگاه مجهز الکترونیک را به‌صورت مجازی و گرافیکی روی صفحه مانیتور رایانه در اختیار کاربر قرار می‌دهد. در محیط این نرم‌افزار تمام قطعات اصلی الکترونیک در نوار ابزارهای مختلف تعریف شده است. برای ترسیم نقشه فنی (شماتیک ـ Schematic) مدار ابتدا قطعات لازم را به ترتیب انتخاب می‌کنید و آنها را به میز کار مجازی (Workbench) انتقال می‌دهید، سپس با تنظیم مشخصه‌های هر یک از قطعات و برقراری اتصال بین آنها با استفاده از موش‌واره، رسم مدار به صورت شماتیک کامل می‌شود. در مرحله بعد دستگاه‌های اندازه‌گیری مناسب را انتخاب و آنها را به نقاط لازم متصل کنید. در مرحله آخر مدار راه‌اندازی شده و به تجزیه و تحلیل مدار می‌پردازید. دستگاه‌های اندازه‌گیری به صورت گرافیکی و شبیه‌سازی برخی از قطعات به‌صورت سه‌بعدی (۳D) و دستگاه‌های پیشرفته واقعی مانند مولتی‌متر دیجیتال، **فانکشن ژنراتور** و **اسیلوسکوپ** نیز در این نرم افزار وجود دارد که سبب جذاب‌تر شدن آن می‌شود. در شکل روبه‌رو محیط این نرم‌افزار را مشاهده می‌کنید. نرم‌افزار مولتی‌سیم تا حدودی توانایی تحلیل فیزیکی و ریاضی مدارهای الکترونیک و ترسیم مدارهای چاپی را نیز دارد.

نرم‌افزار مولتی سیم

کد رنگی مقاومت‌ها

کد رنگی مقاومت ۵ نواره.



جدول کد رنگی مقاومت ۵ نواره

جدول ۲ــ درصد خطا

سری استاندارد	درصد خطا
E۶	± ٪۲۰
E۱۲	± ٪۱۰
E۲۴	± ٪۵

نرم افزار اندرویدی الکترونیک

نمونه‌ای از صفحه نرم‌افزار الکترودروید ElectroDdroid.

نرم‌افزار اندرویدی الکترونیک

شکل ظاهری دستگاه مولتی‌متر

با مراجعه به سایت‌های اینترنتی می‌توانید نمونه‌هایی از دستگاه مولتی‌متر دیجیتالی با تعداد ارقام ۵ یا ۶ رقم را بیابید. این مولتی‌مترها کاربردهای متنوعی دارند.

مشخصات صفحه (پنل) دستگاه

۱ صفحهٔ نمایش LCD

۲ کلید انتخاب نوع عملکرد

۳ سلکتور انتخاب نوع کمیت و حوزهٔ کار

۴ ترمینال ورودی ده آمپری

۵ ۶ ۷ ترمینال‌های ورودی میلی‌آمپر و آزمایش ترانزیستور، ولتاژ و مقاومت

۸ ترمینال ورودی مشترک

شکل ظاهری دستگاه

دکمه‌های فشاری دستگاه

کلید حوزهٔ کار
Range key

کلید حافظهٔ Rel

Hold این کلید اطلاعات را نگه می‌دارد.

کلید انتخاب حوزهٔ کمیت‌های Select

کلید فرکانس و زمان تناوب

کلید بازگشت Reset

دکمه‌های فشاری دستگاه

نکتهٔ مهم: تعداد دکمه‌ها، سلکتورها، ارقام نمایشگر و محدودهٔ کار انواع مولتی‌مترها با یک دیگر متفاوت است. بنابراین برای آشنایی با عملکرد دستگاه لازم است دستور کار یا راهنمای کار دستگاه را به‌طور دقیق مطالعه نمایید.

سلکتور مولتی‌متر دیجیتال

ورودی‌های مولتی‌متر دیجیتالی:

ورودی‌های مولتی‌متر دیجیتال

اندازه‌گیری مقاومت اهمی با یک نمونه مولتی‌متر

چون درجه‌بندی صفحهٔ مدرج برای اندازه‌گیری مقاومت اهمی خطی نیست، بنابراین، نحوهٔ خواندن مقدار مقاومت اهمی با آنچه که در مورد نحوهٔ‌خواندن ولتاژ و جریان گفته شد تفاوت دارد. برای اندازه‌گیری مقاومت باید مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

- ✓ یک حوزهٔ کار (Range) را به دلخواه توسط کلید سلکتور انتخاب کنید.
- ✓ دو سیم رابط (پروب Probe) اهم‌متر را به هم وصل کنید در این حالت باید مولتی‌متر صفر را نشان دهد.
- ✓ در صورتی‌که مولتی‌متر صفر را نشان ندهد، توسط دکمهٔ تنظیم صفر (Zero Adjust) را فشار دهید تا مولتی‌متر صفر را نشان دهد. دستگاه آماده اندازه‌گیری است.

عملکرد دکمه‌ها و سلکتورهای یک نمونه سیگنال‌ژنراتور

✓ هدف از بیان شرح دکمه‌ها و سلکتورها صرفاً آشنا نمودن هنرجویان با مشخصات یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور است. ضرورت دارد هنرجویان همواره با استفاده از راهنمای کاربرد دستگاه موجود در آزمایشگاه، چگونگی کاربرد آن را بیاموزند.

✓ دکمه‌ها، کلیدها و سلکتورهای یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور مانند شکل‌های زیر شماره‌گذاری و عملکرد آنها شرح داده شده است. دکمه‌ها، کلیدها و سلکتورهای سایر دستگاه‌ها نیز شبیه همین دستگاه است. مطالب را به دقت مطالعه کنید تا بتوانید به‌راحتی با دستگاه کار کنید.

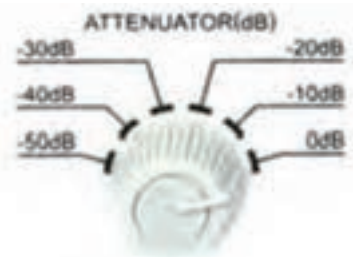
✓ **کلید خاموش ـ روشن OFF/ ON :** توسط این کلید دستگاه را خاموش یا روشن می‌کنید.

✓ **شکل موج Waveform:** توسط این کلید می‌توانید شکل موج مربعی یا سینوسی را انتخاب کنید.

قسمتی از راهنمای کاربرد یک نمونه دستگاه سیگنال ژنراتور AF را به زبان اصلی ملاحظه می‌کنید.

✓ **دامنه Amplitude :** این ولوم دامنه سیگنال خروجی را بین حداقل و حداکثر تنظیم می‌کند و با سلکتور دوار شماره ۴ در ارتباط است.

✓ **کاهش‌دهنده یا Attenuator :** در شکل زیر این کلید را مشاهده می‌کنید. این سلکتور دارای درجه‌بندی برحسب دسی‌بل (db) است. چنان‌چه کلید شماره ۴ روی صفر دسی‌بل (۰ db) باشد هیچ تضعیفی در دامنه تولید شده توسط سیگنال ژنراتور صورت نمی‌گیرد و سیگنال عیناً در خروجی ظاهر می‌شود. در صورتی که این سلکتور روی عدد ۱۰- قرار گیرد دامنه خروجی $\frac{۱}{۳}$ و اگر روی عدد ۲۰- قرار گیرد دامنه خروجی به اندازه $\frac{۱}{۱۰}$ ضعیف می‌شود. سایر حالات به شرح زیر است:



سلکتور دوار انتخاب ضریب کاهش دامنه

- تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۳۰}$ ~ −۳۰db
- تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۱۰۰}$ ~ −۴۰db
- تضعیف با ضریب $\frac{۱}{۳۰۰}$ ~ −۵۰db

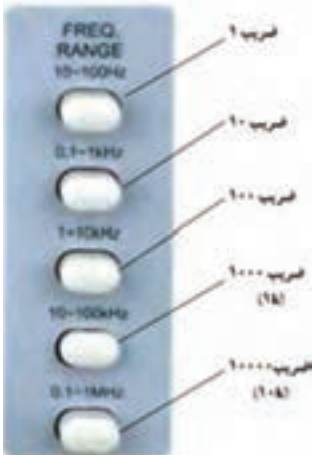
علامت منفی نشان می‌دهد که سیگنال خروجی کاهش می‌یابد.

این ضرایب برای دستگاه‌های مختلف متفاوت است ولی اغلب تضعیف $\frac{۱}{۳۰}$ و $\frac{۱}{۱۰}$ و $\frac{۱}{۱۰۰}$ متداول است و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

✓ **صفحه مدرج انتخاب فرکانس:** این دکمه به صورت ولوم کار می‌کند و روی آن یک صفحه مدرج قرار دارد. توسط این صفحه مدرج مقدار فرکانس بین ۱ تا ۱۰۰ انتخاب می‌شود. در شکل روبه‌رو این صفحه مدرج را مشاهده می‌کنید.

صفحه مدرج انتخاب فرکانس

✓ **کلیدهای انتخاب ضریب فرکانس (RANGE):** مجموعه کلیدهای شماره ۶، ضریب فرکانس اعداد صفحه مدرج شماره ۵ را تعیین می‌کنند. این کلیدها را در شکل زیر مشاهده می‌کنید. با ضرب عدد انتخاب‌شده توسط کلید شماره ۵ در عدد ضریب انتخاب شده روی کلید شماره ۶، مقدار فرکانس موج انتخابی به‌دست می‌آید. به‌عنوان مثال اگر کلید حوزه‌کار روی ۱۰۰ × و عدد صفحه مدرج ۳۰ انتخاب شده باشد، فرکانس خروجی دستگاه برابر ۳۰۰۰ HZ = ۳۰ ×۱۰۰یعنی ۳KHz خواهد بود.



کلیدهای حوزه کار یا رنج فرکانس

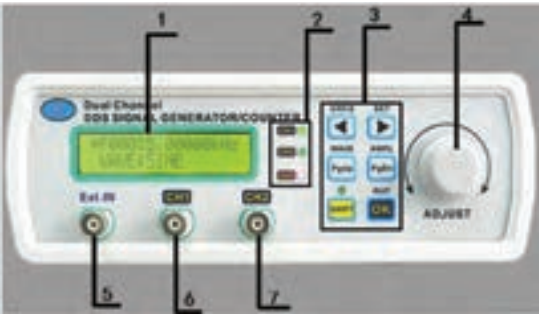
کلیدهای حوزه کار یا رنج فرکانس

کلید حوزه کار (رنج) نمونه دیگر سیگنال ژنراتور را در شکل صفحهٔ بعد مشاهده می‌کنید. این ضرایب برای هر دستگاه متفاوت است.

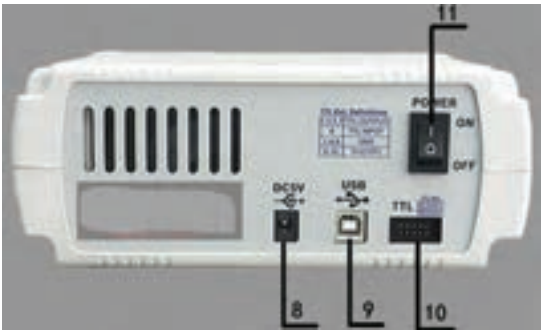
✓ **ترمینال خروجی (OUT PUT):** از این پایانه می‌توان سیگنال خروجی را دریافت کرد. برای این مدل دستگاه حداکثر ولتاژ خروجی در حالتی که بار به آن اتصال ندارد حدود ۲۴ ولت پیک و مقاومت داخلی (امپدانس) آن ۶۰۰ اهم است. این مشخصات در راهنمای کاربرد دستگاه قید می‌شود.

آشنایی با یک نمونه سیگنال ژنراتور با شمارنده دیجیتالی

✓ در شکل‌های زیر صفحه جلو و پشت (PANEL) یک نمونه سیگنال ژنراتور با شمارنده دیجیتالی را مشاهده می‌کنید.



پانل روی دستگاه



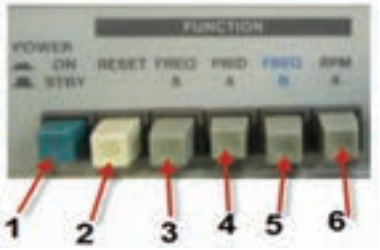
پانل پشت دستگاه

✓ در شکل زیر قاب (پانل) جلو و پشت نمونه‌ای از سیگنال ژنراتور دیجیتالی را مشاهده می‌کنید. اطلاعات مربوط به عملکرد دکمه‌ها و ولوم‌ها به زبان اصلی آورده شده است.

پانل رو و پشت دستگاه

شرح عملکرد کلیدها و ولوم‌های یک نمونه فرکانس‌متر دیجیتالی :

برای کارکردن با فرکانس‌متر دیجیتالی باید راهنمای کاربرد آن‌را مورد مطالعه قرار دهید. کار تعدادی از دکمه‌های یک نمونه از فرکانس‌متر که از زبان اصلی به فارسی برگردانده شده است به شرح زیر است.



برخی دکمه‌های فرکانس‌متر دیجیتالی

۱ دکمه روشن ـ خاموش (ON- OFF)

۲ Reset : با فشاردادن این دکمه، دستگاه به حالت پیش‌تنظیم اولیه برمی‌گردد.

۳ با فشار دادن این دکمه، فرکانس موج داده شده به ورودی A اندازه‌گیری می‌شود.

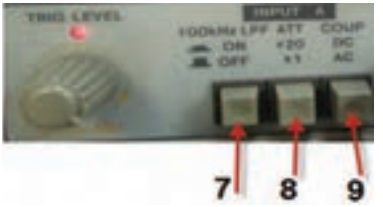
۴ با فشاردادن این دکمه، زمان تناوب موج داده شده به ورودی A اندازه‌گیری می‌شود.

۵ با فشار این دکمه، فرکانس موج داده شده به ورودی B اندازه‌گیری می‌شود.

۶ با فشار این دکمه، دستگاه به‌عنوان شمارنده عمل می‌کند.

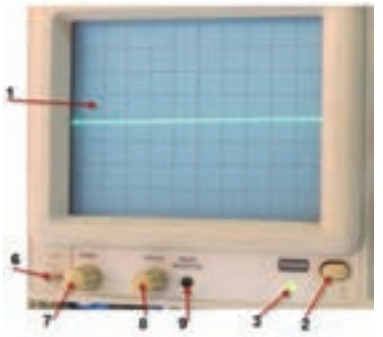
۷ **فیلتر پایین‌گذر (LPF)**: برای اندازه‌گیری فرکانس‌های کمتر از ۱۰۰ کیلوهرتز این دکمه فشرده می‌شود.

۸ **کار دکمه تضعیف (ATT)**: در صورتی‌که این کلید آزاد باشد، ولتاژ ورودی عیناً وارد دستگاه می‌شود. چنان‌چه کلید را فشار دهیم، سیگنال ورودی با ضریب $\frac{۱}{۲۰}$ تضعیف شده و وارد دستگاه می‌شود.



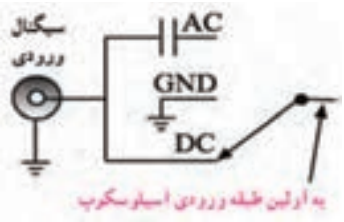
۹ **کار دکمه COUP-DC-AC** : اگر سیگنال مورد اندازه‌گیری دارای جزء DC باشد، باید این کلید را فشار دهیم تا در داخل قرارگیرد. اگر سیگنال مورد اندازه‌گیری فقط دارای جزء AC باشد، کلید در حالت بیرون قرار می‌گیرد. شکل روبه‌رو این کلیدها را نشان‌می‌دهد.

شرح عملکرد دکمه‌ها و ولوم‌ها و سلکتورهای یک نمونه اسیلوسکوپ: برای کار با اسیلوسکوپ و ظاهرنمودن موج پایدار روی صفحه نمایش آن، باید بتوانید به‌راحتی با دکمه‌ها و ولوم‌ها و سلکتورهای دستگاه کارکنید. لذا توصیه می‌شود مطالب مطرح شده را به دقت مطالعه کنید و در خلال کار با اسیلوسکوپ آنها را به‌کار بگیرید. دکمه‌ها و ولوم‌ها و سلکتورها یک نمونه اسیلوسکوپ مانند شکل روبه‌رو شماره‌گذاری شده‌اند. صرفاً به‌منظور آشنایی هنرجویان به شرح عملکرد هر مورد می‌پردازیم. برای کار با اسیلوسکوپ لازم است حتماً از راهنمای کاربرد آن استفاده کنید.



۱ **صفحه‌نمایش (Display)**: صفحه نمایش محل ترسیم شکل‌موج‌ها است.

۲ **کلید روشن- خاموش(Power ON-OFF)**: با فشردن این کلید ولتاژ به دستگاه می‌رسد و LED (شماره ۳) را روشن می‌کند به این‌ترتیب از برقراری جریان الکتریکی در دستگاه اطمینان حاصل می‌کنیم.



۳ **ترمینال ورودی کانال یک (CH-۱)**: این ترمینال به‌صورت BNC مادگی برای اتصال سیگنال ورودی است. شکل روبه‌رو ورودی کانال۱ را نشان می‌دهد.

۴ **کلید AC-DC-GND** : این کلید مسیر سیگنال ورودی را به مدارهای اسیلوسکوپ تعیین می‌کند. اگر کلید در حالت DC قرار داده شود، سیگنال ورودی به‌طور مستقیم وارد اسیلوسکوپ می‌شود. به‌عبارت دیگر اگر سیگنال ورودی DC باشد یا جزء DC داشته باشد، مستقیماً وارد اسیلوسکوپ شده و روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. شکل روبه‌رو مدار این‌بخش را نشان می‌دهد.

ورودی کانال ۱

اگر کلید AC-DC-GND در وضعیت AC قرار گیرد، در مسیر ورودی مدار اسیلوسکوپ یک خازن قرار می‌گیرد. این خازن مانع عبور جریان DC به ورودی اسیلوسکوپ می‌شود. در این حالت فقط سیگنال AC وارد مدار شده و روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. چنانچه کلید در وضعیت مشترک با زمین(GND) قرارگیرد، ارتباط ترمینال ورودی با مدار داخلی اسیلوسکوپ قطع می‌شود و سیگنال ورودی نمی‌تواند وارد مدار داخلی اسیلوسکوپ شود.

۵ **ولتاژ مربعی کالیبره**: از طریق این پین فلزی (زایده) می‌توان ولتاژ مربعی کالیبره شده با دامنه $2V_{PP}$ و فرکانس ۱KHZ را دریافت کرد. از این سیگنال می‌توان برای تست صحت عملکرد دستگاه و تنظیم آن استفاده‌کرد. شکل روبه‌رو مکان پین فلزی را روی اسیلوسکوپ نشان می‌دهد.

مکان پین فلزی

۶ **ولوم روشنایی (INTEN)**: به کمک این ولوم می‌توان نور اشعه را روی صفحه‌نمایش تنظیم کرد.

۷ **ولوم کانونی (FOCUS)**: به کمک این ولوم می‌توان اشعه را تا حد ممکن کانونی کرد. اشعه باید فوق‌العاده باریک (SHARP) باشد. شکل روبه‌رو این ولوم‌ها را نشان می‌دهد.

۸ **پتانسیومتر تنظیم خط روشن (Trace Rotation)**: با این پتانسیومتر می‌توان خط روشن را دقیقاً به موازات خط افقی مدرج روی صفحه حساس تنظیم کرد. چنان‌چه مانند شکل زیر این خط تنظیم نباشد می‌توان به کمک یک پیچ‌گوشتی ظریف و کوچک تنظیم را انجام داد.

الف

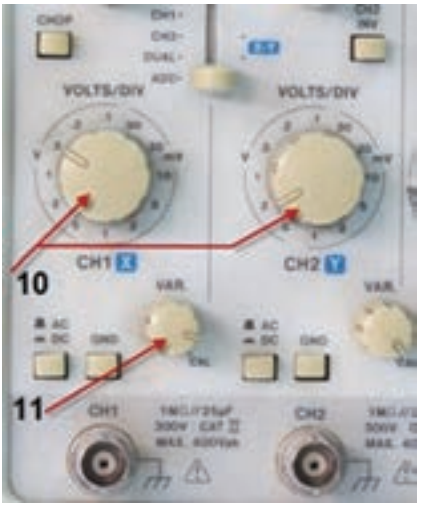
ب

۹ **ولوم موقعیت عمودی(▲▼ Position)**: با این ولوم محل اشعه در جهت عمودی تنظیم می‌شود.

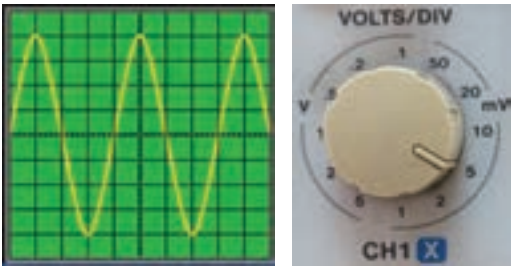
۱۰ **کلید سلکتور (VOLT/DIV)**: این سلکتور مربوط به تقسیم‌بندی ولتاژ در جهت قائم است. هنگامی که این سلکتور روی یکی از تقسیمات مثلاً MV/DIV ۵۰ قرار می‌گیرد، هریک از خانه‌های تقسیم‌بندی عمودی روی صفحه‌نمایش به‌منزلهٔ ۵۰ میلی‌ولت است.

۱۱ **ولوم تغییرات برای کالیبره کردن (VAR=VARIABLE)**: این ولوم برای کالیبره‌کردن دستگاه (CAL) به‌کار می‌رود یعنی اگر آن‌را در خلاف حرکت عقربه‌های ساعت بچرخانیم، درجه‌بندی از تنظیم خارج می‌شود. اندازه‌گیری صحیح زمانی صورت می‌گیرد که این ولوم تا به انتها در جهت عقربه‌های ساعت گردانده شود.

شکل زیر موقعیت این ولوم را روی صفحه اسیلوسکوپ نشان می‌دهد.



تمرین: با توجه به کلید Volt/ Div و موج ظاهر شده روی صفحه نمایش شکل زیر دامنه قله تا قله (Peak to Peak) موج را محاسبه کنید. ولت‌متر AC چند ولت را نشان می‌دهد؟



کلید Volt/ Div و موج روی صفحه نمایش

VPP = (عدد کلید سلکتور VOLT/DIV) × (تعداد خانه‌های عمودی قله تا قله)

$$VPP = ۸ \times ۵ = ۴۰ m\,Volt \qquad Veff = \frac{VPP}{۲\sqrt{۲}} = \frac{۴۰}{۲/۸۲} = ۱۴/۱۸ mVolt$$

✓ **کلید MODE :** روی صفحه جلویی (پانل) اسیلوسکوپ‌های دو کاناله کلیدی (مانند شکل زیر) برای نمایش سیگنال یک کانال یا سیگنال هردو کانال به‌طور هم‌زمان وجود دارد که به شرح عملکرد وضعیت‌های این کلیدها می‌پردازیم.

✓ **CH۱ :** اگر کلید در این حالت قرار گیرد، فقط سیگنال اعمال شده به کانال ۱(X) روی صفحه ظاهر می‌شود و کانال ۲ قطع است.

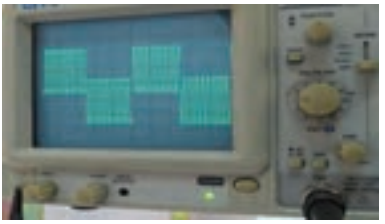
✓ **CH۲:** درصورت قرارگرفتن کلید در این حالت، فقط سیگنال اعمال‌شده به کانال ۲(Y) روی صفحه حساس ظاهر می‌شود و کانال ۱ قطع است.

✓ **DUAL:** با قرارگرفتن کلید در این حالت، هر دو سیگنال اعمال شده به کانال ۱ و ۲ به‌طور هم‌زمان نشان داده می‌شوند. شکل صفحه بعد دو موج سینوسی و مربعی را روی صفحه نمایش نشان‌می‌دهد.

✓ **ADD:** در این حالت، دو سیگنال کانال ۱ و ۲ که روی صفحه حساس ظاهر شده‌اند با یکدیگر جمع لحظه‌ای می‌شوند.

شکل ۳۸ جمع لحظه‌ای دو سیگنال مربعی و سینوسی را پس‌از فشردن کلید ADD نشان می‌دهد.

موج سینوسی و مربعی



جمع لحظه‌ای دوموج

✓ **CHOP** : اگر کلید در حالت CHOP باشد، سیگنال کانال ۱ و سیگنال کانال ۲ به طور همزمان به‌صورت شکل‌موج‌های قطعه‌قطعه شده (Chopping) روی صفحه حساس ظاهر می‌شوند.

✓ **CH۲ Inv**: با فشردن این کلید سیگنال مربوط به کانال ۲ که روی صفحه حساس ظاهرشده است ۱۸۰ درجه اختلاف فاز می‌یابد و معکوس می‌شود. شکل زیر این کلیدها را نشان می‌دهد.

بخش افقی

در شکل‌روبه‌رو ولوم‌ها و کلیدهای کنترل قسمت افقی اسیلوسکوپ (Horizontal) را مشاهده می‌کنید. عملکرد هر کلید و ولوم به‌این شرح است.

کلیدها و ولوم‌های بخش افقی

۱۲ **ولوم موقعیت افقی (Position ◄►)**: با این ولوم محل اشعه در جهت افقی تنظیم می‌شود.

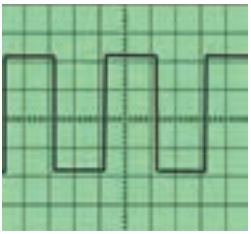
۱۳ **کلید زمان‌بر قسمت (Time/DIV)**:این کلید مربوط به تقسیم‌بندی زمان در جهت افقی است. هنگامی که سلکتور Time/ DIV روی یکی از تقسیمات، مثلاً ۰/۵ میلی‌ثانیه قرار می‌گیرد، هر یک از تقسیمات صفحه نمایش در جهت افقی معادل ۰/۵ میلی‌ثانیه است. یعنی اگر یک سیکل موج در جهت افقی به اندازه ۴ خانه منحرف شود، زمان تناوب $T = ۴ \times ۰/۵ = ۲\ ms$ است.

۱۴ **ولوم تغییرات زمان برای کالیبره کردن (SWP .VAR):** این ولوم برای کالیبره‌کردن زمان به‌کار می‌رود و باید تا به انتها در جهت عقربه‌های ساعت چرخانده شود تا اندازه‌گیری زمان به‌طور صحیح صورت گیرد.

تمرین: با توجه به کلید **Time / DIV** و موج مربعی شکل زیر، زمان تناوب و فرکانس موج را محاسبه کنید.

T = (عدد کلید سلکتور TIME/DIV) × (تعداد خانه‌های افقی یک سیکل)

$T = ۴ \times ۰/۲ = ۰/۸ \text{msec}$ $\qquad F = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۸ \times ۱۰^{-۴}} = \frac{۱۰۰۰۰}{۸} = ۱۲۵۰ \text{HZ}$

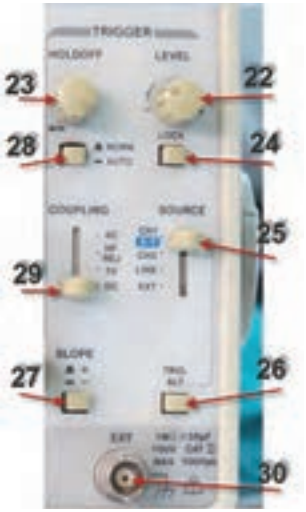


۱۵ **کلید SWP.UNCAL:** وقتی این کلید فشرده شود، زمان جاروب افقی کم‌تر از مقدار واقعی نشان‌داده می‌شود. زمان جاروب افقی وقتی صحیح است که این کلید فشرده نشود.

۱۶ **MAGx10** : وقتی این کلید فشرده شود، زمان تناوب موج ۱۰ برابر بزرگتر می‌شود.

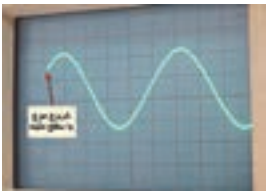
کلیدهای منابع تریگر (Trigger)

تریگر در لغت آتش‌کردن یا تحریک‌کردن معنی شده است. زمانی سیگنال روی صفحه اسیلوسکوپ به‌صورت ثابت ظاهر می‌شود که موج قسمت عمودی (موج ورودی کانال ۱ یا کانال ۲) با موجی که در داخل اسیلوسکوپ به صفحات انحراف افقی اعمال می‌شود (موج دندانه اره‌ای یا **RAMP**) همزمان باشد. این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که کلیدها و ولوم‌های مدار هم‌زمانی یا تریگر به درستی تنظیم شده باشند. در شکل روبه‌رو کلیدها و ولوم‌های این بخش را ملاحظه می‌کنید.



۱۷ **LEVEL :** از این ولوم برای ایجاد موجی هماهنگ و پایدار روی صفحه نمایش استفاده می‌شود. اگر موج روی صفحه نمایش درجهت افقی حرکت دارد و ثابت نیست، به کمک این ولوم می‌توان موج را ثابت نگه داشت.

در ضمن شروع حرکت موج با شیب مثبت (به‌سمت بالا) و یا با شیب منفی (به سمت پایین) توسط این ولوم تنظیم می‌شود. در شکل‌های زیر ولوم LEVEL شروع موج با سطح مثبت را نشان می‌دهد.



۱۸ **HOLDOFF** : وقتی شکل موج سیگنال جمع شده و ولوم LEVEL به تنهایی نمی‌تواند موج را روی صفحه پایدارکند، از این ولوم استفاده می‌شود.

۱۹ **LOCK** : با فشردن این کلید، ولوم LEVEL قفل می‌شود و عمل نمی‌کند لذا تنظیم دستی سطح تریگر انجام نمی‌گیرد و سطح تریگر به‌طور خودکار در مقدار مطلوب نگه داشته می‌شود.

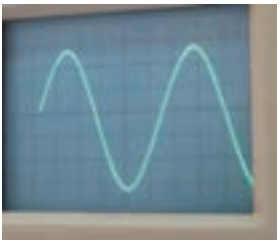
۲۰ **SOURCE :** برای هماهنگی بین موج صفحات انحراف افقی (موج دندانه اره‌ای یا RAMP) با موجی که می‌خواهیم روی صفحه نمایش به صورت پایدار ظاهرشود، باید فرمان هماهنگی با انتخاب وضعیت‌های صحیح کلید SOURCE صورت‌گیرد. با انتخاب صحیح، سطح تریگر به‌طور خودکار در مقدار مطلوب نگه داشته می‌شود. شکل زیر وضعیت‌های کلید SOURCE را نشان می‌دهد.

وضعیت‌های کلید منابع تریگر

✓ ۱ـ CH_1: با استفاده از این حالت، همزمانی با سیگنال کانال ۱ انجام‌می‌گیرد.

✓ ۱ـ CH_2: با استفاده از این حالت، همزمانی با سیگنال کانال ۲ انجام می‌گیرد.

✓ EXT: وقتی کلید منبع تریگر در حالت EXT (خارجی = EXTERNAL) قرار می‌گیرد، منبع تریگر داخلی (موج دندانه اره‌ای صفحات انحراف افقی) قطع می‌شود و باید از طریق ترمینال نشان داده شده در شکل زیر سیگنال تریگر را به اسیلوسکوپ اعمال‌کنیم.



۲۱ **TRIG ALT**: وقتی کلید MODE روی DUAL یا ADD قراردارد و کلید SOURCE روی CH-۱ یاCH-۲ قرار داده می‌شود، باید دکمه TRIG ALT را بفشاریم. در این حالت عمل هماهنگی به تناوب با کانال ۱ و کانال ۲ انجام می‌گیرد و موج‌ها به‌صورت پایدار روی صفحه نمایش ظاهر می‌شوند. شکل روبه‌رو موقعیّت کلید TRIG ALT را روی اسیلوسکوپ نشان‌می‌دهد.

۲۲ **SLOPE** +/-: این دکمه شیب سیگنال تریگر را در عمل هماهنگی انتخاب می‌کند.

(+) : زمانی‌که سیگنال تریگر شیب مثبت را طی می‌کند، عمل هماهنگی اتفاق می‌افتد.

(–): زمانی‌که سیگنال تریگر شیب منفی را طی می‌کند، عمل هماهنگی اتفاق می‌افتد. لذا انتخاب + ، سیگنال روی صفحه حساس را مانند شکل روبه‌رو با شیب مثبت و انتخاب – ، سیگنال روی صفحه حساس را مانند شکل زیر با شیب منفی ظاهر می‌کند.

۲۳ **NORM-AUTO**: در مدارهای الکترونیکی اسیلوسکوپ، قسمتی وجود دارد که می‌تواند وجود یا عدم وجود سیگنال ورودی را تشخیص دهد. اگر این کلید در حالت AUTO باشد، همواره سیگنال روی صفحه حساس وجود دارد. حتی اگر سیگنال به ورودی CH-۱ یا CH-۲وصل نباشد، جاروب افقی به صورت متناوب انجام می‌گیرد و یک خط افقی روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود. اگر کلید روی حالت NORM قرارگیرد، زمانی سیگنال روی صفحه حساس نقش می‌بندد که اولاً سیگنال ورودی وجود داشته باشد، ثانیاً موج تریگر (موج دندانه اره‌ای صفحات انحراف افقی) هماهنگ باشد. در غیر این‌صورت هیچ موجی روی صفحه نمایش ظاهر نمی‌شود.

۲۳ **COUPLING** : این کلید شیوه اتصال(کوپلینگ) بین منبع سیگنال تریگر و مدار تریگر را انتخاب می‌کند. شکل زیر وضعیت‌های کلید COUPLING را نشان‌می‌دهد.

AC : کوپلاژ AC

DC : کوپلاژ DC

HF-REJ: دراین حالت مؤلفه فرکانس بالای مزاحم در موج ورودی که روی موج اصلی سوارند و مانع عمل تریگر می‌شوند، حذف‌شده و سپس عمل تریگر انجام می‌گیرد.

TV: در این حالت عمل تریگر توسط سیگنال‌هایی از بخش‌های افقی و عمودی تلویزیون صورت می‌گیرد.

وضعیت‌های کلید کوپلینگ

۲۴ **کلید در وضعیت X_Y**: یکی دیگر از کلیدهای نسبتاً پُرکاربرد در اسیلوسکوپ، وضعیت X-Y است (شکل زیر). در صورتی‌که کلید در این وضعیت قرار گیرد، ارتباط موج دندانه اره‌ای با صفحات انحراف افقی قطع می‌شود و محور زمان در اسیلوسکوپ تشکیل نمی‌شود. در این حالت سیگنال‌های اعمال‌شده به کانال ۱(X) و کانال ۲ (y) به‌طور مستقیم به صفحات انحراف افقی و قائم متصل می‌شوند. از حالت x-y می‌توان برای نمایش منحنی مشخصه ولت آمپر عناصر نیمه هادی مانند دیود و ترانزیستور و تعیین اختلاف فاز بین دو موج و برخی موارد دیگر استفاده کرد.

موقعیت کلید x-y

جریان مجاز سیم‌ها

مهم‌ترین نکته‌ای که برای انتخاب سطح مقطع سیم مناسب مورد توجه قرار می‌گیرد جریان مجاز سیم است.

جریان مجاز: مقدار جریانی است که در یک شیفت کاری اگر از سیم عبور کند هادی سیم بیش از حد مجاز گرم نشده و تغییراتی در مشخصات سیم ایجاد نگردد. تغییرات در سیم می‌تواند آب شدن و شکنندگی عایق، تغییرات سطح مقطع سیم در اثر حرارت، خوردگی سیم، کاهش طول عمر سیم و... باشد.

در صورتی که سیم مورد نیاز به‌طور صحیح و مناسب انتخاب نگردد علاوه بر اشکالات ذکر شده در بالا، عبور جریان بیش از حد مجاز از سیم باعث افزایش درجه حرارت سیم گشته و احتمال آتش‌سوزی را به همراه خواهد داشت که می‌تواند خسارات زیادی به تأسیسات الکتریکی و بقیه سیستم‌ها وارد نماید. جدول زیر جریان مجاز سیم‌های تأسیسات الکتریکی را با توجه به گروه‌بندی سیم‌ها و جریان فیوز نشان می‌دهد.

برای انتخاب سیم مناسب باید به نکات زیر توجه کرد.

۱ محل و نوع نصب و کاربرد آن مطابق جدول (مشخصات انواع سیم‌ها) برای تعیین نوع سیم؛
۲ جریان مجاز سیم با توجه به جدول زیر جهت تعیین سطح مقطع سیم؛
۳ درجه حرارت محیطی که سیم نصب خواهد شد؛ برای تعیین ضریب تصحیح جریان مجاز؛
۴ در نظر گرفتن افت ولتاژ مجاز اگر برای فواصل طولانی استفاده می‌شود؛
۵ انتخاب فیوز مناسب برای حفاظت در مقابل اتصال کوتاه؛
۶ تعداد سیم‌هایی که در داخل یک لوله قرار می‌گیرند؛
۷ رعایت گروه‌بندی سیم‌ها؛

سطح مقطع mm	گروه ۱				گروه ۲				گروه ۳			
	جریان مجاز سیم به A		جریان نامی‌فیوز به A		جریان مجاز سیم به A		جریان نامی‌فیوز به A		جریان مجاز سیم به A		جریان نامی‌فیوز به A	
	سیم مسی	سیم آلومینیوم	سیم مسی	سیم آلومینیومی	سیم مسی	سیم آلومینیومی	سیم مسی	سیم آلومینیومی	سیم مسی	سیم آلومینیومی	سیم مسی	سیم آلومینیوم
۰/۷۵	–	–	–	–	۱۳	–	۱۰	–	۱۶	–	۱۶	–
۱	۱۲	–	۱۰	–	۱۶	–	۱۶	–	۲۰	–	۲۰	–
۱/۵	۱۶	–	۱۶	–	۲۰	–	۲۰	–	۲۵	–	۲۵	–
۲/۵	۲۱	۱۶	۲۰	۱۶	۲۷	۲۱	۲۵	۲۵	۳۴	۲۷	۳۵	۲۵
۴	۲۷	۲۱	۲۵	۲۰	۳۶	۲۹	۳۵	۳۵	۴۵	۳۵	۵۰	۳۵
۶	۳۵	۲۷	۳۵	۲۵	۴۷	۳۷	۵۰	۳۵	۵۷	۴۵	۶۳	۵۰
۱۰	۴۸	۲۳	۵۰	۳۵	۶۵	۵۱	۶۳	۵۰	۷۸	۶۱	۸۰۰	۶۳
۱۶	۶۵	۵۱	۶۳	۵۰	۸۷	۶۸	۸۰	۶۳	۱۰۴	۸۲	۱۰۰	۸۰
۲۵	۸۸	۶۹	۸۰	۶۳	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰	۱۳۷	۱۰۷	۱۲۵	۱۰۰
۳۵	۱۱۰	۸۶	۱۰۰	۸۰	۱۴۳	۱۱۲	۱۲۵	۱۰۰	۱۶۸	۱۳۲	۱۶۰	۱۲۵
۵۰	۱۴۰	۱۱۰	۱۲۵	۱۰۰	۱۷۸	۱۴۰	۱۶۰	۱۲۵	۲۱۰	۱۶۵	۲۰۰	۱۶۰
۷۰	۱۷۵	–	۱۶۰	–	۲۲۰	۱۷۳	۲۲۵	۱۶۰	۲۶۰	۲۰۵	۲۵۰	۲۰۰
۹۵	۲۱۰	–	۲۰۰	–	۲۶۵	۲۱۰	۲۵۰	۲۰۰	۳۱۰	۲۴۵	۳۰۰	۲۲۵
۱۲۰	۲۵۰	–	۲۵۰	–	۳۱۰	۲۴۵	۳۰۰	۲۲۵	۳۶۵	۲۸۵	۳۵۰	۲۶۰
۱۵۰	–	–	–	–	۳۵۵	۲۸۰	۳۵۰	۲۶۰	۴۱۵	۳۳۰	۴۲۵	۳۰۰

گروه ۱: سیم‌های یک رشته‌ای (مفتولی) داخل لوله

گروه ۲: سیم‌های چند رشته‌ای (افشان) مثل سیم‌های لوله‌ای، سیم‌های روپوشی، سیم‌های با روکش سربی، سیم‌های اصلی تغذیه و سیم‌های متحرک

گروه ۳: سیم‌های یک رشته به‌طور آزاد نصب‌شده در هوا و سیم‌های یک رشته متحرک

مقادیر جدول بالا برای حالتی است که درجه حرارت محیط از ۲۵ درجه تجاوز نکند، و به مفهوم حداکثر درجه حرارت قابل‌تحمل سیم نمی‌باشد به‌طوری که اگر درجه حرارت مجاز برای سیم‌ها با پوشش پلاستیکی ۳۵ درجه سانتی‌گراد باشد، حداکثر درجه حرارت ۶۰ = ۳۵ + ۲۵ می‌تواند باشد.

برای سیم‌های هوایی با عایق ترموپلاستیک افزایش درجه حرارت تا ۴۵+ درجه مجاز است.

بار مجاز سیم‌های هوایی تابیده در جریان متناوب با مقادیر حاصل از جدول بالا کمی اختلاف دارد.

جریان مجاز سیم‌های عایق‌دار در مواردی که درجه حرارت محیط بیش از ۲۵ درجه باشد باید مقدار جریان جدول ضربدر ضریب تصحیح از جدول زیر انتخاب گردد.

درجه حرارت محیط C	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
ضریب تصحیح سیم‌ها برای عایق پلاستیک ٪	۱۲۰	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۹۲	۸۵	۷۵	۶۵	۵۳	۳۸	۳۰
ضریب تصحیح سیم‌ها برای عایق PVC ٪	۱۲۴	۱۱۸	۱۱۲	۱۰۶	۱۰۰	۹۴	۸۸	۸۲	۷۵	۶۷	۵۸	۴۸

در این بخش عیب‌هایی که بیشتر در موتورهای الکتریکی اتفاق می‌افتد را به همراه دلیل و روش رفع عیب را بررسی خواهیم کرد.

عیب‌یابی الکتروموتور

برای تشخیص و رفع عیوب احتمالی در راه‌اندازی الکتروموتورها می‌توان از جدول ۳، انواع معیوب و علت و رفع آنها را مورد بررسی قرار داد.

جدول عیب‌یابی موتورهای القایی

علائم عیب	نوع عیب	علل عیب	چگونگی رفع عیب
موتور راه‌اندازی نمی‌شود	برق به موتور نمی‌رسد	فیوز سوخته است	آمپراژ، فیوزها بررسی شود که نباید کمتر از ۱۲۵٪ جریان نامی بار کامل موتور باشد. موتور را از شبکه قطع کنید. فیوزها را تعویض کنید. موتور را به شبکه مجدداً وصل کنید. اگر فیوزها نسوزند خرابی از فیوزها است.
		وسیله حفاظتی اضافه‌بار قطع کرده است	وسیله حفاظتی اضافه‌بار (بی‌متال) را وصل کنید اگر دوباره قطع شد مدار الکتریکی را بررسی کنید.
	ولتاژ کافی نیست	تغییر ولتاژ شبکه ولتاژ شبکه با ولتاژ نامی موتور یکی نیست.	مشخصات موجود در پلاک موتور را از قبیل ولتاژ، فرکانس و تعداد فازها را، با مشخصات شبکه، مطابقت دهید. در صورت مشاهده تفاوت‌ها در صدد هماهنگی تلاش شود مثلاً موتور ac در جریان dc راه‌اندازی نمی‌شود. موتور تک فاز با شبکه سه فازه از طریق فاز و نول راه‌اندازی می‌شود موتورهای سه فاز یا برق تک‌فاز راه‌اندازی نمی‌شوند. مگر به کمک خازن‌ها.
		قطع یا تغییر ولتاژ شبکه	ولتاژ ترمینال‌های موتور را با بستن کلید اصلی اندازه‌گیری کنید. مقدار ولتاژ با ۱۰٪ اختلاف باید برابر ولتاژ اسمی موتور باشد، در غیراین صورت شبکه تغذیه مناسب با تغییر اتصالات موتور لازم است.
	اتصالات شبکه صحیح نیست	سر سیم‌ها جابه‌جا شده است.	اتصلات موتور را با نقشه موتور تطبیق دهید. دیاگرام‌ها را از کتاب‌های مطالعه شده، در اختیار بگیرید و طریق اتصال را با اتصال موتور تطبیق دهید ممکن است سر سیم‌ها مطابق نقشه به تخته کلم هدایت نشده باشد. هدایت سیم‌ها را در تخته کلم تصحیح کنید. سر کلاف‌ها را با اهم متر پیدا کنید و محل اتصال صحیح را بررسی کنید و اصلاح کنید.
موتور داغ می‌کند	موتور راه‌اندازی نمی‌شود	کنترل‌کننده معیوب است	کنترل‌کننده‌های خارجی موتور را بررسی کنید و عیب را رفع کنید.
		کلید راه‌انداز معیوب است	تعمیر کلید راه‌انداز، مناسب است کلید راه‌انداز عوض شود.
موتور به هنگام کار سر و صدا می‌کند	ساییدگی یاتاقان‌ها و یا دنده‌ها	کشش تسمه خیلی زیاد و یا عدم انطباق تسمه	عیب مکانیکی را رفع کنید. تسمه‌ها جایی که مسطح شکل باشند باید دارای کشش کافی برای V یا جلوگیری از لغزش باشد.
		اتصال نامتعادل دنده‌های درگیر	دنده‌ها را از نظر اندازه کنترل کنید.
		سنگینی بیش از حد چرخ تایر یا بارها	انتخاب موتور مناسب با بار
		محور از مرکز خارج شده	درپوش را بردارید و محور را در مرکز تقارن تنظیم کنید.
	یاتاقان‌ها کثیف و بیش از حد ساییده شده‌اند.	محیط کثیف و ذرات معلق زیاد است	اگر شرایط بد باشد حفاظی برای جلوگیری از ورود مواد زاید به موتور تهیه گردد یا موتور مناسب موقعیت مکان تهیه شود.
	روانکاری غیرکافی بوده است	ــــــــــ	یاتاقان‌های استوانه‌ای در شرایط کار عادی سالی یک بار با روغن ماشین سبک و خوب روانکاری شود و در شرایط کار دائم باید دفعات روانکاری بیشتر شود.
موتور داغ می‌کند	جریان زیاد می‌کشد یا جریان فازها با هم برابر نیستند	اتصالات شبکه صحیح نیست	اتصالات را یک‌بار دیگر کنترل کنید
		ــــــــــ	ابزار محرکه، تسمه اتصالات مکانیکی بین موتور و بار بررسی شود که موتور با قدرت مناسب به‌کار گرفته شده یا نه، بار اضافی عمر موتور را به شدت کاهش می‌دهد.

موتور سوخته است	یاتاقان‌ها گیر کرده است	کاربرد غلط	تجدید سیم‌بندی و آزمایشات لازم
سر و صدای موتور خیلی زیاد است	روتور نامتعادل	نامتعادل شدن یا کج‌شدن موتور	روتور نامتعادل سبب ایجاد لرزش می‌شود که می‌توان آن را به سادگی احساس کرد . برای رفع آن بایستی روتور را به‌طور دینامیکی با وسایل موجود متعادل کرد. همچنین محورکمی تاب برداشته باشد باید صاف شود.
		ساییدگی یاتاقان‌ها	در موتورهای تک فاز یاتاقان‌های ساییده و خشک شده سبب افزایش سر و صدا می‌شود. سر و صدا با فرکانس لغزش ترکیب شده در بی‌باری صدای خر خر گربه را می‌دهد. روغن‌کاری سر و صدا را کم می‌کند و گرنه یاتاقان‌ها باید تعویض شوند.
	کلید تلق‌تلق می‌کند	کلید از جای خود باز شده	کلید بررسی شود در صورت شکستن باید تعویض شود
	لقی بیش از حد دو سر موتور	جابه‌جا شدن بوش‌ها یا بلبرینگ‌ها	موتور را پیاده کرده، واشرهای مناسب برای رفع لقی در طرف کلید گریز از مرکز اضافه شود اگر موتور در دو طرف محور، جا داشته باشد واشرها را در دو طرف برای رفع لقی اضافه می‌کنند.
	بار با ماشین تطابق کامل ندارد	موتور مناسب انتخاب نشده است	شرایط مکانیکی بار اصلاح شود.
	موتور در جای خود لرزش بیشتری دارد	اتصال موتور به پایه‌ها کامل نیست	شرایط مکانیکی نصب اصلاح شود.
		وسایل یدکی روی موتور خوب بسته نشده	درپوش‌های خود موتور و جعبه اتصالات درپوش روغن، درپوش خازن و لوله روغن محکم شوند.
موتور داغ می‌کند	موتور جریان زیاد می‌کشد یا جریان فازها یکسان نیست	ولتاژ مدار زیاد است	ولتاژ ترمینال‌های موتور در حالت بارداری و حین کار، اندازه‌گیری شود. اگر ولتاژ اندازه‌گیری شده بیش از ۱۰٪ ولتاژ نامی باشد ولتاژ تغذیه اصلاح شود وگرنه آزمایش اشباع بار کامل را انجام دهید اگر توان ورودی بیش از توان نامی باشد به احتمال زیاد ولتاژ شبکه درست نیست.
		فرکانس شبکه با فرکانس نامی موتور یکسان نیست	فرکانس شبکه را با فرکانس موجود در پلاک موتور مقایسه نموده و هماهنگی لازم به‌عمل آید.
		راه‌اندازی به دفعات زیاد	در صورت کنترل اتوماتیک موتور ممکن است این شرایط به‌وجود آید در صورت امکان کنترل را برای طولانی‌کردن سیکل تنظیم کنید.
	اشکال در تهویه	مسیر تهویه مسدود شده یا کامل نیست	مسیر تهویه را کاملاً تمیز کنید. هدایت هوای خنک‌کننده را با سیستم موجود اصلاح کنید و اطمینان حاصل کنید که در مسیر هوای خنک مانعی وجود ندارد.
		دمای بدنه خیلی زیاد است	دمای بدنه بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد یا ۱۰۴ درجه فارنهایت، برای موتورهای استاندارد، خیلی زیاد است اگر موتور در داخل محفظه از دمای محیط کار می‌کند دمای این محفظه از دمای محیط کار چند درجه بالاتر است معمولاً دماهای اطراف زیاد تعیین‌کننده نیستند.
	یاتاقان‌های معیوب	ساییدگی یاتاقان	تعویض یاتاقان‌ها
	اتصال کوتاه کلاف‌ها	سوختن سیم‌ها	این حالت توسط سر و صدای مغناطیسی غیرعادی با قدرت بی‌باری بیش از حد مشخص می‌شود
	سیم‌پیچ با کلید راه‌انداز زمین شده است	خرابی عایق	اگر محل زمین شدن قابل تشخیص نیست موتور باید دوباره سیم‌پیچ شود.
	کلید راه‌انداز عمل نمی‌کند	خرابی کلید راه‌انداز	تعویض کلید راه‌انداز (تعمیر توصیه نمی‌شود)

سرو صدای موتور خیلی زیاد است	فاصله هوایی غیریکنواخت است	کجی محور	محور موتور خم شده، محور را صاف کنید و مواد زاید روی محور را پاک کنید یا باربرداری کنید.
		مواد زائد در فاصله هوایی	سر و صدای بی‌قاعده، متناوب و خراشیده می‌باشد موتور را پیاده و تمیز کنید.
	سر و صدای موتور تقویت می‌شود.	متعلقات نصب فرسوده شده‌اند.	در چنین شرایطی موتور را از بار جدا کرده و آن را بدون بار بچرخانید. اگر سر و صدا پا برجا باشد پیچ‌ها را شل کرده و موتور را در حالی‌که کار می‌کند به آرامی بلند کنید اگر موتور آرام گرفت پایه‌های نصب تشدیدکننده صدا عمل می‌کنند با روش نصب فنری می‌توان سر و صدا را از بین برد.
	زوزه در تکیه‌گاه‌های محور شکستگی محور	نامناسب بودن شرایط نصب بار	محور را بررسی کنید و نارسایی‌های مکانیکی را برطرف کنید.

کنتاکتورها

در جدول زیر انواع کنتاکتورها و کاربرد آنها مشخص شده است. در این جدول انواع کنتاکتورها و کاربرد آنها مشخص شده است:

نوع جریان	استاندارد و طبقه‌بندی کنتاکتور	مورد استفاده
AC	AC۱	بار سلفی ـ بار غیراندکتیو یا اندکتیو ضعیف ـ گرم‌کن برقی با ضریب توان حدود ۰/۹۵
AC	AC۲	برای راه‌اندازی موتورهای آسنکرون روتور سیم‌پیچی، بدون ترمز جریان مخالف، جریان راه‌اندازی بستگی به مقاومت مدار روتور دارد.
AC	AC۲-	برای راه‌اندازی موتورهای آسنکرون روتور سیم‌پیچی، با ترمز جریان مخالف
AC	AC۳	برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای ـ هنگام قطع، جریان نامی از تیغه‌های کنتاکتور عبور می‌کند ـ تحمل جریان راه‌اندازی ۵ تا ۷ برابر جریان نامی
AC	AC۴	برای راه‌اندازی موتور آسنکرون روتور قفسه‌ای ـ به‌کار بردن ترمز جریان مخالف تغییر جهت گردش الکتروموتور روتور قفسه‌ای ـ تعداد دفعات قطع و وصل در فواصل زمانی اندک
AC	AC۱۱	کنتاکتور کمکی ـ کنتاکتور فرمان بدون داشتن کنتاکت قدرت کویل مغناطیسی ـ استفاده فقط در مدار فرمان
DC	DC۱	بار سلفی ـ بار غیراندکتیو یا اندکتیو ضعیف ـ گرم‌کن برقی

DC	DC۲	راه‌اندازی موتور شنت ـ قطع کردن موتور هنگام کار
DC	DC۳	برای راه‌اندازی موتور شنت با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک ـ مدار ترنر
DC	DC۴	راه اندازی موتور سری ـ قطع موتور هنگام کار
DC	DC۵	برای راه‌اندازی موتور سری با تعداد دفعات قطع و وصل زیاد در فواصل زمانی اندک ـ تغییر جهت گردش موتور ـ مدار ترنر
DC	DC۱۱	کنتاکتور کمکی ـ کنتاکتور فرمان ـ کویل مغناطیسی

جدول انتخاب فیوز، بیمتال، و کابل موتورهای سنکرون

توان موتور KW	جریان نامی A	فیوز A	بی‌متال A	کابل mm^2
۱/۵	۲/۶	۴	۲/۵ـ۴	۱/۵
۲	۳/۵	۶	۲/۵ـ۴	۱/۵
۳	۵	۱۰	۴ـ۶	۱/۵
۴	۶/۶	۱۶	۵/۵ـ۸	۲/۵
۵/۴	۸/۵	۲۰	۷ـ۱۰	۲/۵
۷/۴	۱۱/۵	۲۵	۱۰ـ۱۳	۲/۵
۱۰	۱۵/۵	۳۵	۱۳ـ۱۸	۴
۱۵	۲۲	۳۵	۱۸ـ۲۵	۶
۲۰	۳۰	۳۵	۱۳ـ۱۸	۱۰
۲۵	۳۷	۵۰	۱۸ـ۲۵	۱۰
۳۰	۴۴	۵۰	۱۸ـ۲۵	۱۶
۴۰	۶۰	۶۳	۲۳ـ۳۲	۱۶
۵۰	۷۲	۸۰	۲۸ـ۴۰	۲۵
۶۰	۸۵	۱۰۰	۳۸ـ۵۰	۲۵
A	۱۰۵	۱۲۵	۵۷ـ۶۶	۳۵
۱۰۰	۱۴۰	۱۶۰	۶۰ـ۸۰	۷۰
۱۲۰	۱۷۰	۲۰۰	۷۵ـ۱۰۵	۷۰
۱۵۰	۲۰۵	۲۵۰	۹۵ـ۱۲۵	۱۲۰

مشخصات فیوز استوانه‌ای

ظرفیت سوییچ نامی KA	ولتاژ نامی V	رشته فیوز A	جریان نامی پایه فیوز A	اندازه mm
۲۰	۴۰۰ AC	۲, ۴, ۶, ۱۰, ۱۶, ۲۰	۲۰	۸/۵ × ۳۱/۵
۱۰۰	۵۰۰ AC ۵۰۰ AC ۴۰۰ AC	۲, ۴, ۶, ۸, ۱۰, ۱۲ ۱۶, ۲۰, ۲۵ ۳۲	۳۲	۱۰ × ۳۸
۱۰۰	۵۰۰ AC ۵۰۰ AC ۴۰۰ AC	۴, ۶, ۸, ۱۰, ۱۲, ۱۶ ۱۶, ۲۰, ۲۵ ۳۲	۵۰	۱۴ × ۵۱
۱۰۰	۵۰۰ AC ۵۰۰ AC ۵۰۰ AC ۴۰۰ AC	۸, ۱۰, ۱۲, ۱۶, ۲۰ ۲۵, ۳۲, ۴۰, ۵۰, ۶۳ ۸۰ ۱۰۰	۱۰۰	۲۲ × ۵۸

قدرت قطع فیوز

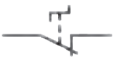
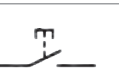
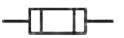
قدرت قطع یا ظرفیت شکست فیوز، نشان‌دهنده مشخصه عملکرد فیوز در جریان اتصال کوتاه می‌باشد. به‌طوری که مشخصات پایه فیوز در همان جریان اتصال کوتاه تغییر نکند. یا حداکثر جریانی که فیوز می‌تواند در هنگام اتصال کوتاه بدون آسیب به پایه و حامل خود حمل کند را قدرت قطع فیوز می‌نامند. قدرت قطع یا ظرفیت شکست نامی‌فیوزها بین ۱۰۰ـ۵۰ کیلوآمپر در جریان متناوب می‌باشد.

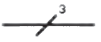
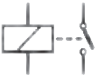
جریان قطع فیوز

علاوه‌بر 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 می‌شود فاکتور مهمی‌می‌باشد. جریان قطع فیوز به مقدار جریانی گفته می‌شود که در حالت اتصال کوتاه باعث ذوب اِلمان فیوز می‌گردد. جریان قطع فیوز باید کمتر از قدرت قطع آن باشد.

قدرت قطع (KA)	جریان قطع (KA)	جریان نامی‌فیوز استوانه ای (A)		
۱۰۰	۱/۵		۳۲/۲	۲۰/۲
۱۰۰	۳/۰	۶۳/۱۰	۳۲/۱۰	۲۰/۱۰
۱۰۰	۴/۰	۶۳/۱۶	۳۲/۱۶	۲۰/۱۶
۱۰۰	۵/۰		۳۲/۲۰	
۱۰۰	۷/۰		۳۲/۳۲	
۱۰۰	۱۵/۰	۶۳/۶۳		

چند علامت اختصاری

symbol/ علامت اختصاری	description/ شرح قطعه	symbol/ علامت اختصاری	description/ شرح قطعه
	کلید سه‌فاز		مالتی کلید
	کنتاکت بسته کلید گردان		مالتی کلید گردان
	شستی وصل		مالتی کلید
	شستی قطع		کلید باز
	کنتاکت باز بیمتال		کلید بسته
	کلید فشاری باز		کلید فشاری بسته
	لیمیت کلید فشاری		کلید فشاری دوبل
	کلیدفیوز		کلید قطع‌کننده با فیوز
	سکسیونر با قطع اتوماتیک		کنتاکتور با قطع اتوماتیک
	مدار شکن		کلید ایزوله‌کننده
	ایزولاتور		تیغه کنتاکتور
	فیوز		فیوز
	فیوز		فیوز
	کلید گردان		فیوز تندکار

مدارشکن (کلید) حرارتی		فیوز روغنی برای ولتاژ بالا	
فیوز کارتریج		فیوز سه قسمتی	
خط تغذیه قدرت		نقطه اتصال در خط قدرت	
خط عبوری بدون اتصال		خط عبوری با اتصال	
خط عبوری با اتصال		خط عبوری بدون اتصال	
خط سه‌فاز		خط سه‌فاز	
کنتاکت بسته		کنتاکت باز	
کنتاکت باز		کنتاکت بسته	
رله		رله	
رله		رله بیمتال	
رله افزایش جریان		رله دیفرانسیلی	
رله کاهش ولتاژ		رله افزایش ولتاژ	
رله ولتاژ		رله کاهش امپدانس	
رله جریان برگشتی		رله کاهش توان	
فیوز کندکار		رله کنترل سه‌فاز	

	دستگاه اندازه‌گیری		پانل کنترل
	امپرمتر		ولت‌متر
	رله فرکانسی		تایمر
	کسینوس فی متر		واتمتر
	فرکانس متر		سنکروسکوپ
	ترانس با هسته آهنی		ترانس با هسته هوایی
	ترانس کاهنده		ترانس افزاینده
	ترانس سه‌فاز ستاره ـ مثلث		ترانس ولتاژ تک‌فاز
	اتوترانس		ترانس جریان
	اتوترانس		ترانس جریان
	ترانس سه‌فاز ورودی ستاره خروجی ستاره و مثلث		ترانس سه‌فاز با سه سیم‌پیچ
	ترانس ولتاژ سه‌فاز		ترانس سه فاز ستاره‌ـ ستاره
	ریدرله		

با توجه به اینکه عیوب متنوع و گوناگونی در هنگام کار با مدارهای کنتاکتوری بروز می‌کند، مهم‌ترین آنها جمع‌بندی طی جدول زیر ارائه شده است.

جدول عیب‌یابی مدارهای کنتاکتوری

نوع عیب		علت عیب	طریقهٔ برطرف کردن عیب
کنتاکتور جذب نمی‌کند	۱	در مدار فرمان قطع‌شدگی وجود دارد.	فیوز مدار فرمان را کنترل کنید؛ سیم‌های رابط را کنترل کنید؛ در صورت لزوم آنها را تعویض نمایید؛ بی‌متال را کنترل نمایید.
	۲	کنتاکت‌های شستی یا میکروسویچ خوب اتصال نمی‌کند.	کنتاکت‌ها را تمیز و در صورت لزوم آنها را تعویض کنید.
	۳	ولتاژ تغذیهٔ کنتاکتور کم است.	از بوبین مناسب یا ولتاژ مناسب استفاده کنید.
	۴	تایمر یا کلیدهای خودکار دیگر عمل نمی‌کنند.	مدار تغذیهٔ تایمر را کنترل کنید؛ کنتاکت‌های تایمر را کنترل کنید.
کنتاکتور به‌طور موقت جذب و بعد قطع می‌شود.	۱	کنتاکت کمکی، مدار نگاه‌دارنده را نمی‌بندد.	کنتاکت‌ها را تمیز کنید؛ اتصالات را کنترل کنید.
در موقع وصل، فیوز مدار فرمان قطع می‌شود.	۱	اتصال کوتاه در مدار فرمان و یا در شستی‌ها وجود دارد.	اتصال کوتاه را برطرف کنید. اغلب اتصال کوتاه در شستی‌ها اتفاق می‌افتد.
	۲	سیم‌پیچ کنتاکتور سوخته است.	بوبین کنتاکتور را تعویض کنید.
بوبین کنتاکتور زیاد گرم است و می‌سوزد.	۱	مدار هسته بسته نشده است و فاصلهٔ هوایی وجود دارد.	مسیر حرکت هسته و سطح قطب‌ها را کنترل و با بنزین یا تری‌کلراتیلن تمیز نمایید.
	۲	بوبین کنتاکتور با ولتاژ نامی خود تغذیه نمی‌شود.	برای کنتاکتور از بوبین مناسب استفاده کنید.
	۳	بوبین کنتاکتور اتصال حلقه دارد.	بوبین کنتاکتور را تعمیر یا تعویض نمایید.
کنتاکتور جذب کرده است اما صدا می‌دهد.	۱	مدار هسته بسته نمی‌شود.	سطح قطب‌ها و مسیر حرکت هسته را کنترل و با بنزین یا تری‌کلراتیلن تمیز کنید .
	۲	حلقهٔ اتصال کوتاه روی سطح قطب‌ها در هنگام مونتاژ، اشتباه گذاشته شده است.	هسته را درآورید و کنترل کنید و آن را درست جا بزنید.
	۳	حلقه یا اتصال کوتاه روی هسته قطع شده است.	حلقهٔ اتصال کوتاه روی هسته را کنترل و تعمیر یا تعویض نمایید.
کنتاکتور قطع نمی‌کند.	۱	کنتاکت‌های اصلی کنتاکتور، به یکدیگر جوش خورده‌اند. پایان عمر مکانیکی.	کنتاکتور را باز و کنتاکت‌ها را تعویض نمایید.
	۲	در سیم‌های رابط المان‌های مدار فرمان، اتصال کوتاه یا در چند نقطه اتصال زمین وجود دارد.	سیم‌ها را کنترل و اتصالی را برطرف کنید.
	۳	کنتاکت‌های تایمر به یکدیگر اتصالی دارند و باز نمی‌شوند.	کنتاکت‌های تایمر را تمیز یا تعویض نمایید.