



دانشگاه پیام نور

آزمایشگاه الکترونیک ۱

(رشته فیزیک)

سید محمود نجفیان رضوی

دانشگاه پیام نور

۱۰۳۳

گروه فیزیک

(۲۰/م)

نجفیان رضوی، محمود
آزمایشگاه الکترونیک ۱ (رشته فیزیک) / تألیف محمود نجفیان رضوی؛ ویراستار
علمی هوشنگ نحوی — تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۸۲.
هفت، ۱۰۰ ص.

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.
۱. آموزش از راه دور — ایران. ۲. الکترونیک — آزمایشگاهها — آموزش
برنامه‌ای. الف. دانشگاه پیام نور. ب. عنوان.

۳۷۸ / ۱۷۵۰۹۵۵

۲۷ ن ۹ الف / ۵۸۰۸ LC

۲۷۷۵۱ - ۸۲ م

کتابخانه ملی ایران

ISBN 964 - 387 - 040 - 5

شابک ۹۶۴ - ۳۸۷ - ۰۴۰ - ۵



دانشگاه پیام نور

آزمایشگاه الکترونیک ۱

سید محمود نجفیان رضوی

ویراستار علمی: مهندس هوشنگ نحوی

حروفچینی، نمونه خوانی، صفحه‌آرایی: مدیریت تدوین

طراح جلد: زهرا شریفی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول مرداد ۱۳۸۴

کلیه حقوق برای دانشگاه پیام نور محفوظ است.

قیمت: ۶۹۰۰ ریال

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتابهای دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف به صورت درسنامه، آزمایشی، قطعی، متون آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شود. کتاب درسنامه (د) نخستین ثمره کوششهای علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصلهای مصوب تهیه می‌شود و پس از داوری علمی در گروههای آموزشی، بدون طراحی آموزشی و ویرایش چاپ می‌شود. با تجدیدنظر صاحب اثر و دریافت بازخوردها و اصلاح نارساییها، درسنامه با طراحی آموزشی، ویرایش، و طراحی فنی - هنری به صورت آزمایشی (آ) چاپ می‌شود. با دریافت نظرهای اصلاحی، صاحب اثر در کتاب تجدید نظر می‌کند و کتاب به صورت قطعی (ق) چاپ می‌شود. در صورت ضرورت، در کتابهای چاپ قطعی نیز تجدید نظرهای اساسی به عمل می‌آید یا متناسب با پیشرفت علوم و فناوری بازنویسی می‌شوند. متون آزمایشگاهی (م) متونی است که دانشجویان با استفاده از آن و راهنمایی مربیان کارهای عملی آزمایشگاهی را انجام می‌دهند. کتابهای فرادرسی (ف) و کمک‌درسی (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه می‌شوند. کتابهای فرادرسی با تأیید معاونت پژوهشی و کتابهای کمک‌درسی با تأیید شورای انتشارات تهیه می‌شوند.

مدیریت تدوین

فهرست

۱	مقدمه و آشنایی با وسایل
۱۹	آزمایش ۱: آشنایی با وسایل و انجام چند آزمایش ساده
۲۵	آزمایش ۲: صافیها
۳۵	آزمایش ۳: دیود
۴۵	آزمایش ۴: یکوسازها
۵۵	آزمایش ۵: برشگرها
۶۳	آزمایش ۶: چند برابرکننده ولتاژ
۶۷	آزمایش ۷: تنظیمکننده ولتاژ
۷۳	آزمایش ۸: ترانزیستور
۸۵	آزمایش ۹: تغذیه DC
۹۱	آزمایش ۱۰: بررسی مدارهای تقویتکننده (C.E) و (C.B) و (C.C)

مقدمه و آشنایی با وسایل

انجام هر آزمایش مستلزم اندازه‌گیری یک یا چند کمیت فیزیکی است. به این منظور لازم است با زمینه‌های نظری آزمایشها و روش انجام هر آزمایش و نیز طرز کار دستگاهها و وسایل اندازه‌گیری آشنایی داشته باشیم.

همچنین نکات ایمنی و مقررات آزمایشگاه را رعایت کنیم و با حضور به موقع در آزمایشگاه شرایط لازم برای انجام آزمایش را که یک کار جمعی است، فراهم سازیم. در ارتباط با نگهداری از وسایل لازم است نکات ذیل را یادآوری کنیم:

- (الف) مشخص کنیم که با یک وسیله چه کمتهایی را می‌توانیم اندازه بگیریم.
- (ب) حداکثر و حداقل درجه سنجش کمیتها و نیز یکای آنها را در نظر بگیریم.
- (ج) با حساسیت و قدرت تشخیص دستگاه در کالیبره‌های مختلف آشنا باشیم.
- (د) در آغاز کار، دستگاه آزمایش شود و تدابیر حفاظتی لازم جهت کار دستگاه در حوزه انتخابی، پیش‌بینی شود.

(ه) ولتاژ منبع تغذیه با ظرفیت و قدرت تحمل مصرف‌کننده‌ها و دستگاههای اندازه‌گیری متناسب باشد.

در این آزمایشگاه بیشتر از دستگاهها و وسایل ذیل استفاده می‌کنیم:

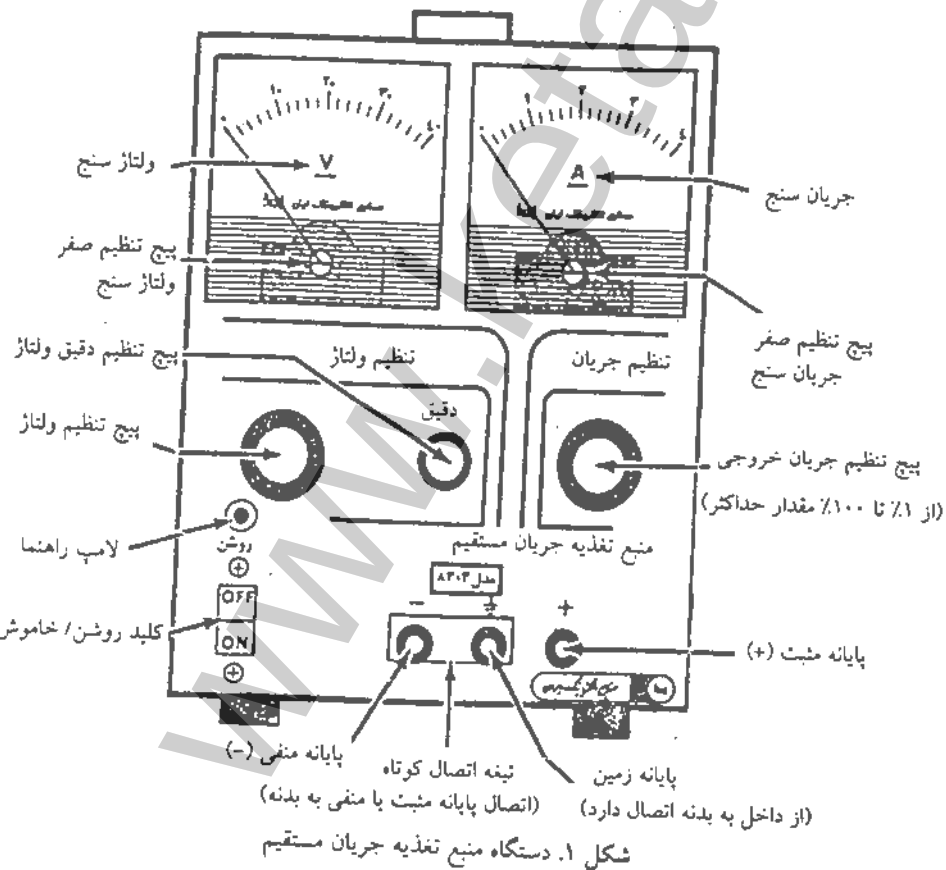
منبع تغذیه جریان مستقیم، سیگنال ژنراتور (مولد موج)، مولتی متر دیجیتال (چندگانه‌سنج رقمی)، اسیلوسکوپ و برد بورد (تخته آزمایش).

نخست به بررسی مختصر طرز کار و مشخصات این وسایل می‌پردازیم:

منبع تغذیه جریان مستقیم^۱

مشخصات کلی

۱. در خروجی قادر به تولید ولتاژ DC تثبیت شده با مقدار بین صفر تا ۳۲ ولت و جریان خروجی DC (مستقیم) بین صفر تا ۳ آمپر است.
۲. به یک ولت‌متر (ولتاژسنج) و یک آمپر متر (جریان‌سنج) جهت نمایش ولتاژ و جریان خروجی مجهز است.
۳. در طراحی دستگاه یک مدار محافظ جهت محافظت دستگاه از حوادث ناشی از اتصال کوتاه شدن خروجی و یک مدار داخلی جهت تعیین حد نهایی جریان در نظر گرفته شده است.



دستگاه مولد موج^۱

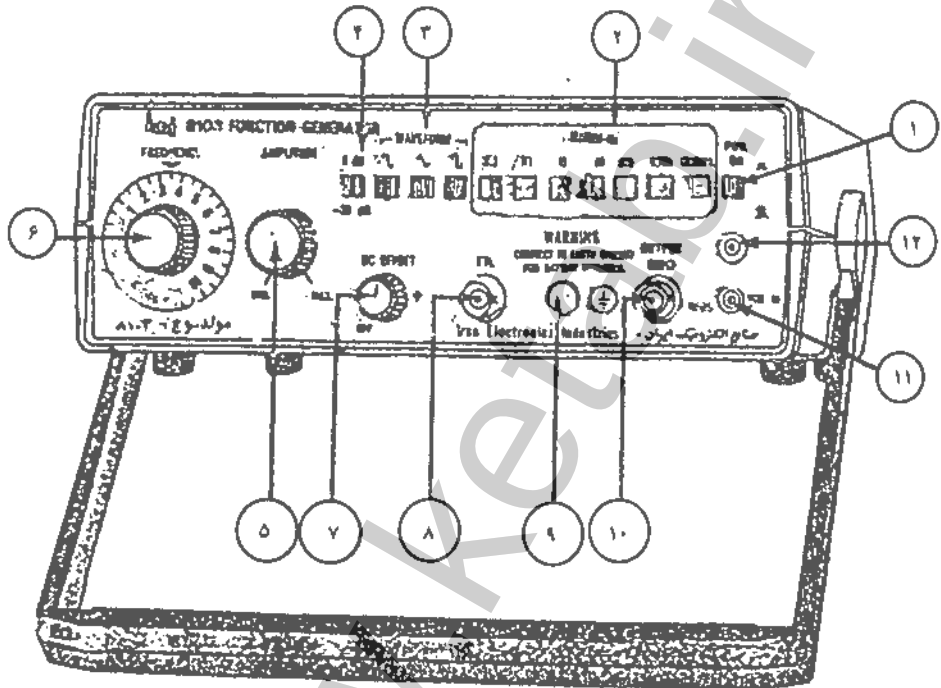
مشخصات کلی

- دستگاه قادر است انواع امواج سینوسی، مثلثی و مربعی را تولید و در خروجی خود ارائه کند. علاوه بر آن دستگاه یک خروجی با دامنه ثابت ۵ ولت برای کار با ICهای TTL دارد.
- با تغییر پیچ تنظیم بسامد و فشار دادن یکی از هفت حوزه بسامدی^۲، می توان بسامد موردنظر را در یک محدوده ۰.۱Hz تا ۱MHz تنظیم کرد.
- مقاومت خروجی دستگاه ۶۰۰Ω و درصد تغییرات آن $5 \pm$ درصد است.
- حداکثر دامنه ولتاژهای خروجی در حالت بی باری ۲۰ ولت اوج به اوج (۲۰V_{p-p}) است و تحت بار ۶۰۰Ω تا میزان ۱۰ ولت اوج به اوج (۱۰V_{p-p}) کاهش می یابد.
- در صورتی که هیچ یک از کلیدهای انتخاب شکل موج فشار داده نشده باشند، خروجی دستگاه ولتاژ مستقیمی با مقدار حداکثر ۱۰۷ $\pm$ در حالت بی باری است و امپدانس خروجی دستگاه در این حالت هم ۶۰۰Ω است. در این حالت کار، دامنه ولتاژ خروجی به وسیله پیچ کنترل ولتاژ مستقیم^۳، کنترل می شود.
- این دستگاه دارای یک ورودی به نام (VC GIN) است که با اعمال یک ولتاژ خارجی به آن می توان بسامد خروجی را تغییر داد. اگر ولتاژ اعمال شده مثبت باشد، باعث افزایش بسامد و اگر منفی باشد باعث کاهش بسامد خروجی می شود.
- به وسیله پیچ کنترل ولتاژ مستقیم، می توان شکل موجهای خروجی دستگاه را به میزان مناسبی تغذیه کرد.

شرح دکمه ها و پیچهای کنترل و پایانه ها

- دکمه روشن و خاموش کردن دستگاه؛ با قرار گرفتن دکمه روی ON دستگاه روشن و برق موردنیاز به دستگاه اعمال می شود. این دکمه باعث قطع و وصل برق ورودی به قسمتهای مختلف دستگاه به جز قسمت شارژ باتری می شود.
- دکمه های انتخاب حوزه بسامدی؛ با فشردن یکی از این دکمه ها به ترتیب بسامد خروجی با ضریب ۱۰ افزایش می یابد و با تغییر پیچ تنظیم بسامد، می توان بسامد موردنظر را در محدوده ۰.۱Hz تا ۱MHz تنظیم کرد. مثلاً اگر پیچ تنظیم بسامد روی ۱۰ قرار گیرد و

دکمه انتخاب حوزه در حالت $\times 100$ باشد، بسامد خروجی $1000 \text{ Hz} = 10 \times 100$ خواهد بود.
 ۳. دکمه‌های انتخاب شکل موج؛^۱ با فشردن هر یک از سه دکمه این قسمت می‌توان یکی از سه شکل موج سینوسی، مثلثی و یا مربعی را انتخاب کرد که در این صورت موج انتخابی در پایانه خروجی 600Ω (OUT PUT 600) در دسترس خواهد بود.



شکل ۲. دستگاه مولد موج

۴. دکمه تضعیف دامنه (-30 dB)؛ اگر این دکمه بیرون باشد دامنه سیگنال خروجی دستگاه به میزان تقریبی ۳۰ دسی‌بل کاهش می‌یابد.
۵. پیچ کنترل دامنه؛ این دکمه به همراه دکمه تضعیف دامنه (-30 dB) جهت کنترل دامنه سیگنال خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۶. پیچ تنظیم بسامد؛ مقدار بسامد تنظیم شده توسط این پیچ کنترل، ضرب در ضریب دکمه‌های حوزه بسامدی، مقدار بسامد خروجی توسط رابط‌های (TTL) و خروجی 600Ω (OUT PUT 600)، را تنظیم می‌کند.
۷. پیچ کنترل ولتاژ مستقیم؛ این پیچ مولفه ولتاژ مستقیم سیگنال خروجی را در

ترمینال خروجی (OUT PUT ۶۰۰) تغییر می‌دهد. اگر این پیچ در وضعیت OFF قرار گیرد، مؤلفه ولتاژ مستقیم سیگنال خروجی به کلی حذف می‌شود.

۸. خروجی (TTL): این خروجی دارای یک موج مربعی با همان بسامد سیگنال خروجی (OUT PUT ۶۰۰) است و مقدار ولتاژ آن ثابت است و بستگی به تغییرات پیچ کنترل دامنه و پیچ کنترل ولتاژ مستقیم و دکمه تضعیف دامنه ندارد.

۹. محل اتصال دستگاه با زمین است.

۱۰. خروجی 600Ω (OUT PUT ۶۰۰): سیگنالی که توسط دکمه انتخاب شکل موج و پیچ کنترل ولتاژ مستقیم تنظیم می‌شود، از طریق این خروجی در دسترس قرار می‌گیرد.

۱۱. ورودی کنترل بسامد خروجی (VC GIN): با اعمال ولتاژ مناسب خارجی به این ورودی می‌توان بسامد انتخاب شده را تغییر داد.

۱۲. دیود نورده (LED): با فشردن کلید، روشن/خاموش، این دیود روشن می‌شود که بیانگر آماده به کار بودن دستگاه است.

مولتی متر دیجیتال

مولتی متر دیجیتال یا چندگانه سنج رقمی دستگاهی است که برای اندازه گیری سه کمیت اختلاف پتانسیل (برحسب ولت)، جریان (برحسب آمپر) و مقاومت الکتریکی (برحسب اهم) به جای وسایل تک منظوره ای مثل ولت متر (ولتاژسنج) یا آمپر متر (جریان سنج) به کار می‌رود.

همچنین این دستگاه برای تست دیود و اندازه گیری h_{fe} (بهره جریان DC) ترانزیستور نیز به کار می‌رود و برای مقاومتهای زیر 20Ω دارای بوق اتصال کوتاه است. این وسیله اندازه گیری با نمایش دیجیتالی (رقمی) خودکار خواندن کمیتها را بسیار ساده می‌کند.

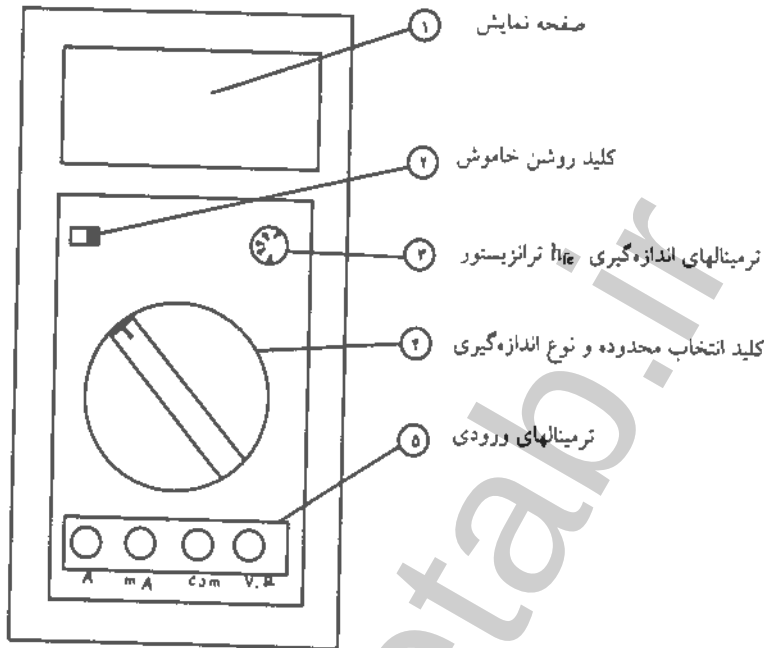
برای ایمنی دستگاه هنگام اندازه گیری بایستی به حداکثر ورودیهای مجاز آن، به شرح زیر، توجه کرد:

ولتاژ متناوب: حداکثر تا ۷۵۰ ولت (rms)

ولتاژ مستقیم: حداکثر تا ۱۰۰۰ ولت

شدت جریان ورودی: حداکثر تا ۱۰ آمپر

محدوده بسامد ورودی: از ۴۵ تا ۵۰۰ هرتز



شکل ۳. دستگاه مولتی متر دیجیتال

شرح دکمه‌ها و پیچهای کنترل و پایانه‌ها

۱. نمایشگر: نمایشگر این دستگاه از نوع کریستالی مایع بوده و جهت خواندن ارقام بر روی دستگاه به کار می‌رود و دارای ۳ رقم هفت تکه‌ای^۱ است.
۲. کلید (روشن/خاموش): با قرار دادن کلید در وضعیت ON دستگاه آماده به کار است و ولتاژ مورد نیاز آن از باتری تأمین می‌شود.
۳. پایانه‌های^۲ اندازه‌گیری h_{FE} : از این پایانه‌ها جهت اندازه‌گیری h_{FE} ترانزیستورها استفاده می‌شود. در این قسمت با انتخاب نوع ترانزیستور NPN یا PNP می‌توان h_{FE} (بهره جریان DC) را به دست آورد. برای انجام این کار بایستی پایه‌های ترانزیستور در محل‌های مربوطه قرار گیرند.
۴. کلید انتخاب حوزه سنجش و نوع کمیت: کمیتها و حوزه‌های اندازه‌گیری آنها به شرح زیر است:

الف) مقاومت سنج: با انتخاب این بخش، مقاومت الکتریکی اندازه‌گیری می‌شود. حوزه‌های سنجش این بخش عبارت‌اند از:

200Ω تا $2k\Omega$ - تا $20k\Omega$ - تا $200k\Omega$ - تا $2M\Omega$ تا $20M\Omega$

ب) اندازه‌گیری ولتاژ DC یا (DC.V): برای اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم انتخاب می‌شود و حوزه‌های اندازه‌گیری آن عبارت‌اند از: $200mV$ - تا $2V$ تا $20V$ - تا $200V$ - تا $1000V$.

ج) اندازه‌گیری ولتاژ AC یا (AC.V): جهت اندازه‌گیری ولتاژ متناوب با حوزه‌های سنجش ذیل به‌کار می‌رود؛ تا $200mV$ - تا $2V$ تا $20V$ - تا $200V$ - تا $750V$.

د) اندازه‌گیری شدت جریان AC یا (AC.A): در صورت انتخاب این قسمت، می‌توان شدت جریان متناوب را در حوزه‌های $200\mu A$ - تا $2mA$ - تا $20mA$ تا $10A$ - تا $200mA$ اندازه‌گیری کرد.

ه) اندازه‌گیری شدت جریان DC یا (DC.A): با انتخاب این بخش می‌توان شدت جریان مستقیم را در یکی از حوزه‌های تا $2\mu A$ - تا $20mA$ - تا $200mA$ و $10A$ اندازه‌گیری کرد.

و) اتصال کوتاه‌سنج: در این قسمت اگر بین دو سیم رابط دستگاه مقاومتی کمتر از 20Ω وجود داشته باشد، بوق دستگاه به نشانه اتصال کوتاه به صدا در می‌آید.

ز) تست دیود: در این بخش در صورتی که دیود سالم باشد، با اتصال سیم رابط قرمز (مثبت) به آند دیود و سیم رابط مشکی به کاتد دیود، عددی بین 500 تا 800 را نمایش می‌دهد و اگر سیمها در جهت عکس به دیود سالم اتصال داده شوند، چندگانه‌سنج عدد ۱ را نشان می‌دهد.

توجه: هنگام اندازه‌گیری شدت جریان باید متناسب با حوزه اندازه‌گیری، سیم رابط قرمز در یکی از دو ورودی مربوطه و سیم مشکی همیشه در ورودی مشترک (Com) قرار گیرد. همچنین در صورت خارج بودن مقدار کمیت مورد اندازه‌گیری از حوزه انتخابی، چندگانه‌سنج عدد ۱ یا ۱- را نمایش می‌دهد.

۵. پایانه‌های ورودی: این دستگاه ۴ پایانه ورودی دارد که یک جفت آن برای سیمهای قرمز و مشکی در حالت اندازه‌گیری ولتاژ و مقاومت الکتریکی و جفت دیگر برای سیم قرمز به هنگام اندازه‌گیری شدت جریان به‌کار می‌رود. و سیم مشکی چنان که قبلاً اشاره شد همیشه در ورودی مشترک (Com) قرار می‌گیرد. چندگانه‌سنج مورد استفاده به فیوز محافظ آمپر و باتری کتابی ۹ ولتی جهت تأمین ولتاژ موردنیاز برای کار

مجهر است.^۱

اسیلوسکوپ

یکی از وسایل اندازه‌گیری که با آن می‌توان شکل موج، دامنه، بسامد، شدت جریان، زمان و اختلاف فاز بین دو موج را مشاهده و تعیین کرد، اسیلوسکوپ است. با توجه به این که الکترون‌ها تحت تأثیر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی منحرف می‌شوند و این انحراف به ولتاژ اعمال شده بستگی دارد، می‌توان گفت اسیلوسکوپ در اصل یک ولتازسنج است که با استفاده از مدارهای اضافی امکان اندازه‌گیری کمتهای الکتریکی دیگر را فراهم می‌آورد.

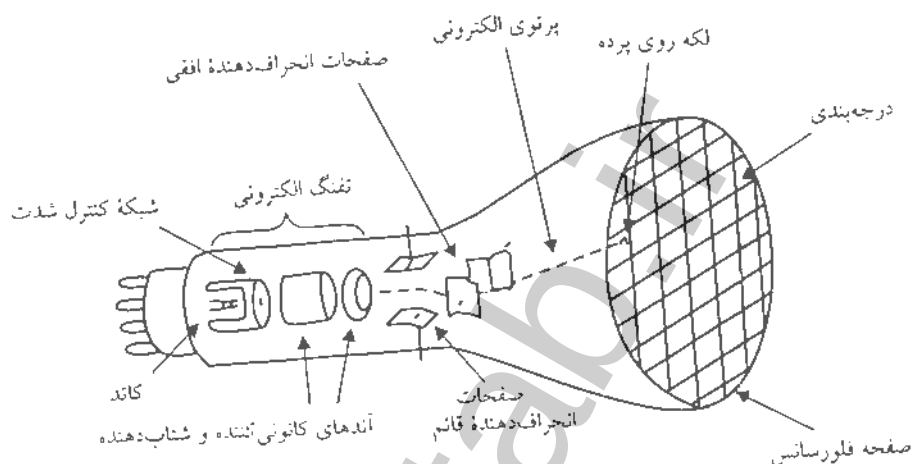
قسمتهای مختلف یک اسیلوسکوپ ساده

۱. لامپ اشعه کاتدی^۲ (C.R.T): تشکیل شده است از تفنگ الکترونی^۳ یا پرتاب‌کننده الکترون که با گرم شدن کاتد، از آن الکترون‌ها گسیل می‌شوند و یک شبکه کنترل، درخشندگی و چند آند شتاب‌دهندگی الکترون‌ها و متمرکز یا کانونی کردن آنها را بر عهده دارد. با تغییر ولتاژ منفی متصل به شبکه می‌توان تعداد الکترون‌ها (روشنایی حاصل از برخورد الکترون‌ها به صفحه) را کنترل کرد. الکترون‌ها با عبور از آندهای متمرکزدهنده و شتاب‌دهنده که شبیه عدسی عمل می‌کنند به صورت شعاع باریکی با سرعت به سمت صفحه فلورسانس هدایت می‌شوند. این باریکه در مسیر خود از میان دو جفت صفحه منحرف‌کننده عمود بر هم عبور می‌کند که اگر هیچ ولتاژی به این صفحات اعمال نشده باشد اشعه با طی مسیر مستقیم به وسط صفحه برخورد کرده، یک نقطه روشن به وجود می‌آورد. با اتصال ولتاژ DC به این صفحات می‌توانیم اشعه را در هر نقطه‌ای از صفحه متمرکز کنیم و با تغییر این ولتاژ توسط پتانسیومترهای موسوم به کنترل مکان می‌توان شکل موج روی صفحه را به هر طرف دلخواه انتقال داد. با توجه به اینکه صفحه فلورسانس مدت کوتاهی پس از برخورد اشعه به تابش ادامه می‌دهد و نیز با توجه به اثر پسماند نور در چشم، هنگامی که شعاع الکترون از مسیر یکسانی

۱. انواع دیگری از چندگانه‌سنج نیز در آزمایشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرند که دانشجویان هنگام استفاده، با طرز کار و حوزه‌های کاری آنها آشنا می‌شوند و برای جلوگیری از طول کلام از پرداختن به آنها در این قسمت خودداری شده است.

2. Cathode Raytube . (C.R.T) 3. Electron Gun

به طور متناوب و به اندازه کافی سریع عبور کند. مجموع نقاط نورانی روی صفحه به صورت یک مسیر پیوسته به نظر می رسد.

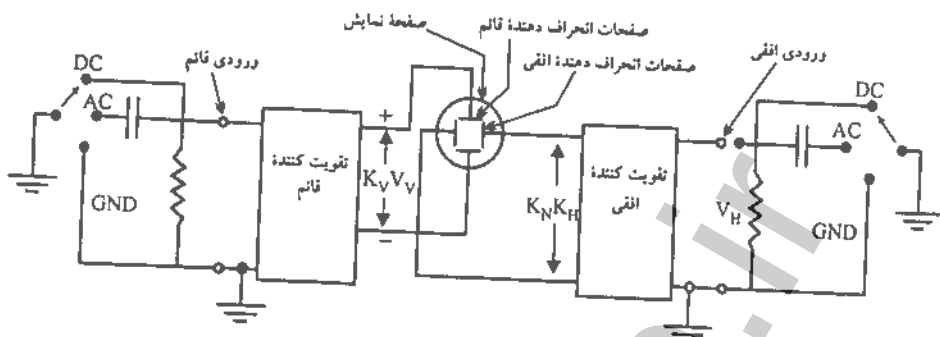


شکل ۴. لامپ اشعه کاتدی به طور ساده

با توجه به اینکه ۹۰ درصد انرژی الکترونها به گرما و تنها ۱۰ درصد آن به انرژی نورانی تبدیل می شود، با کم کردن درخشندگی به خصوص وقتی که لکه نورانی روی صفحه ثابت است، می توان از سوختن فسفر و ایجاد سوراخ بر روی پوشش فسفر صفحه اسیلوسکوپ جلوگیری کرد. این عمل توسط کلید شدت نور^۱ انجام می شود. بنابراین باید سعی شود لکه نور مدت طولانی روی صفحه ثابت نماند. در اغلب اسیلوسکوپها صفحه نمایش به صورت سانتی متری مدرج شده است و در برخی از آنها مداری برای تنظیم روشنایی این صفحه در نظر گرفته اند.

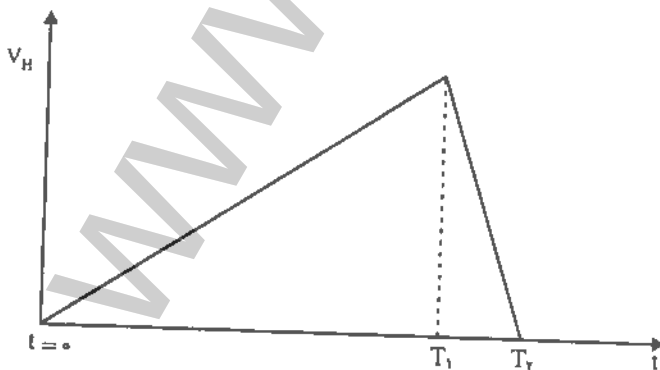
۲. تقویت کننده های اسیلوسکوپ: چون ولتاژهایی که به ورودیهای اسیلوسکوپ اعمال می شوند معمولاً خیلی کوچکتر از آن هستند که مستقیماً به صفحات انحراف دهنده متصل شوند، این ولتاژهای ورودی ابتدا به تقویت کننده هایی که دامنه آن را افزایش می دهند وصل می شوند. تنظیم درجه تقویت در اسیلوسکوپ توسط کلید ولت بر قسمت (V/div) صورت می گیرد. اغلب اسیلوسکوپها علاوه بر تقویت AC قابلیت تقویت DC را نیز دارند. معمولاً در ورودی هر تقویت کننده یک کلید سه وضعیتی (AC-GND-DC) قرار دارد که به وسیله آن می توان سیگنالهای مختلف و مؤلفه های آنها را با دقت دلخواه روی

صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کرد.



شکل ۵

با قرار دادن کلید سه وضعیتی در حالت GND، ورودی زمین شده و هیچ گونه سیگنالی به تقویت کننده وارد نمی شود. یکی از موارد استفاده این حالت، تنظیم صفر بر روی صفحه است. در حالت AC فقط مؤلفه AC وارد مدار تقویت کننده می شود. در حالی که در حالت DC مؤلفه های AC و DC با هم وارد می شوند. یکی از موارد استفاده از حالت AC مشاهده سیگنال AC کوچکی است که بر روی یک مقدار DC خیلی بزرگتر از خود سوار شده باشد. ۳. مدار قسمت زمان: برای نمایش یک سیگنال بر حسب زمان باید آن را با سیگنالی که توسط قسمت زمانی تولید می شود و موج جاروب^۱ نام دارد ترکیب و همزمان کرد. نمایش موج جاروب بر حسب زمان به صورت زیر است:

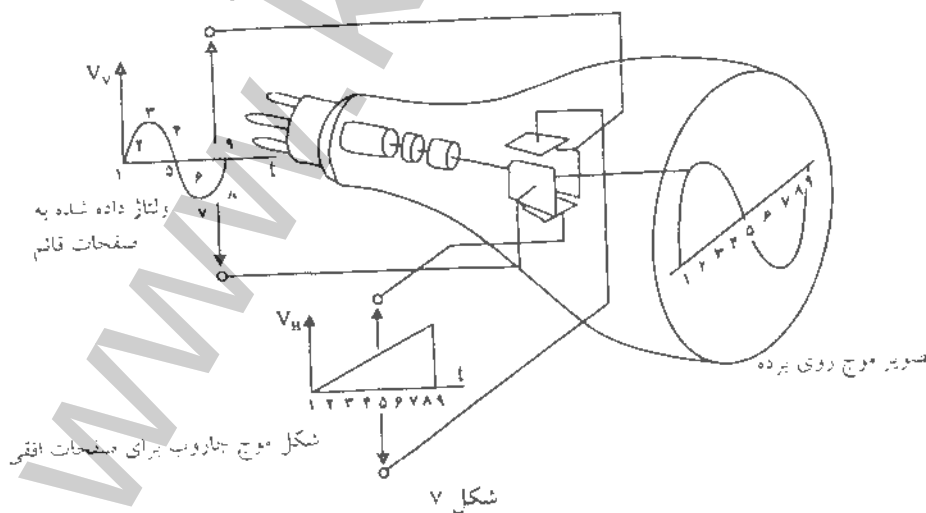


شکل ۶

با اتصال این سیگنال به ورودی افقی، اگر در لحظه $t = 0$ پرتو الکترون در منتهای قسمت چپ صفحه نمایش باشد، افزایش ولتاژ T_1 باعث کشیده شدن پرتو در جهت افقی می شود و پس از پایان زمان t_1 تمام طول صفحه را طی کرده و از زمان t_1 تا t_2 ولتاژ مجدداً رو به صفر می رود و اشعه به سرعت به مکان اولیه یعنی سمت چپ صفحه باز می گردد. در این زمان مدار دیگری باعث می شود که شعاع الکترون قطع شده و از ایجاد یک مسیر دیگر در زمان برگشت جلوگیری شود. این عمل را خاموشی در برگشت می نامند.

با کلید $\frac{\text{time}}{\text{div}}$ (زمان بر قسمت)، می توان زمانی را که طول می کشد تا اشعه فاصله یک قسمت افقی از صفحه مدرج را طی کند، تنظیم کرد. در شکل زیر چگونگی تغییرات زمانی یک سیگنال به کمک موج جاروب را نمایش داده ایم.

برای اینکه نمایش موج ورودی روی صفحه اسیلوسکوپ ساکن جلوه کند، لازم است موج راه اندازی که برای همزمانی ایجاد می شود، و سیگنال ورودی همزمان باشند. به این منظور می توان از موج ورودی به عنوان سیگنال راه انداز استفاده کرد^۲ و یا سیگنال راه انداز را از خارج تأمین کرد^۱. در حالت اخیر از پایانه ورودی سیگنال خارجی که بر روی اسیلوسکوپ با علامت (EXT.Trig) مشخص شده است، استفاده می شود.



1. Retrace Blanking

2. Triggering Signal

3. Internal Triggering

4. External Triggering

۴. منابع تغذیه: اسیلوسکوپ دو منبع تغذیه دارد، یکی منبع تغذیه فشار قوی که ولتاژی بیش از ۱۰KV تولید می‌کند و در لامپ اشعه کاتدی به کار می‌رود و دیگری منبع تغذیه فشار ضعیف که ولتاژهای زیر ۲۵۰V را برای تقویت‌کننده‌های افقی و عمودی مدارهای زمانی تولید می‌کند.

شرح کنترل‌ها، نشانگرها و رابط‌ها از نمای جلوی دستگاه

نمای جلوی اسیلوسکوپ در شکل ۸ نمایش داده شده است. شماره‌های کلیدها به شرح ذیل معرفی شده‌اند.

۱. لامپ اشعه کاتدی (C.R.T): که به خانه‌هایی به ابعاد یک سانتی‌متر تقسیم

شده است.

۲. POWER، دکمه قطع و وصل منبع تغذیه:

۳. لامپ تغذیه: این لامپ زمانی روشن می‌شود که دکمه قطع و وصل منبع

تغذیه در حالت روشن (داخل) باشد.

۴. $Cal, 1V_{pp}$ ، تنظیم پروب به وسیله پایانه کالیبره: سیگنال خروجی این پایانه

یک موج مربعی با دامنه‌ای برابر یک ولت اوج به اوج است و برای تنظیم دستگاه به کار می‌رود.

۵. INTENSITY، تنظیم شدت نور: میزان روشنایی اشعه را برای سهولت

مشاهدات تنظیم می‌کند، وقتی ساعتگرد پیچانده شود، روشنایی تصویر بیشتر می‌شود.

۶. FOCUS، تنظیم کانونی: جهت دستیابی به واضحترین تصویر نسبت به میزان

روشنایی، از این پیچ کنترل استفاده می‌شود.

۷. ASTIG، آستیگمات: به همراه تنظیم کانونی (۶) و تنظیم شدت نور (۵) جهت

دستیابی به واضحترین نقطه گرد استفاده می‌شود، پس از تنظیم اولیه نیاز به تنظیم مجدد دارد.

۸. TRACE-ROTA، چرخش محور افقی: توسط این پیچ کجی محور افقی کاملاً

در وضعیت افقی (خط مبنا) تصحیح می‌شود، کجی محور افقی ممکن است ناشی از میدان

مغناطیسی کره زمین باشد.

۹. اتصال زمین دستگاه:

۱۰. POSITION، کلید انتقال عمودی: در حالت X-Y از این پیچ برای تغییر

مکان عمودی استفاده می‌شود.

۱۱. VARIABLE VOLTS/DIV، تنظیم مرحله به مرحله حساسیت عمودی کانال یک: وقتی پیچ تنظیم دقیق (۱۲) در وضعیت کالیبره قرار گیرد، بهره عمودی را می‌توان در دوازده محدوده کالیبره از یک میلی ولت بر قسمت ($\frac{mv}{div}$) تا پنج ولت بر قسمت ($\frac{V}{DIV}$) تغییر داد. در حالت X-Y برای تنظیم مرحله به مرحله حساسیت عمودی از این پیچ استفاده می‌شود.

۱۲. تنظیم دقیق حساسیت عمودی کانال یک: وقتی تا منتهی‌الیه موافق حرکت عقربه‌های ساعت پیچانده شود، تضعیف‌کننده عمودی کالیبره می‌شود.

۱۳. اهرم سه وضعیتی (DC-GND-AC): ویژه سیگنال ورودی کانال یک، که با قرار گرفتن آن در هر یک از سه وضعیت

AC: راه بر مؤلفه DC سیگنال ورودی در کانال یک بسته می‌شود.
GND: مسیر سیگنال باز شده و ورودی تقویت‌کننده عمودی به زمین وصل می‌شود، به این ترتیب خط صفری به‌دست می‌آید که از آن می‌توان به منزله مبنا در اندازه‌گیریهای DC استفاده کرد.

DC: امکان عبور هر دو مؤلفه AC و DC از کانال یک فراهم می‌آید.

۱۴. INPUT، محل اتصال سیگنال ورودی کانال یک و ورودی عمودی در حالت X-Y:

۱۵. BAL، پیچ کنترل بالانس: ^۱ به دلیل استفاده از دستگاه در مناطق و دماهای متفاوت باید پیچ را تنظیم کرد و با چرخاندن آن می‌توان کلید ولت بر قسمت را بدون این که خط Trace به طرف بالا و پایین تغییر مکان یابد، چرخاند. این پتانسیومتر قبلاً تنظیم شده است.

۱۶. POSITION، کلید ویژه بالا و پایین بردن موج کانال دو: در حالت X-Y از این پیچ برای تغییر مکان عمودی استفاده می‌شود.

۱۷. VARIABLE-VOLTS/DIV، تنظیم مرحله به مرحله حساسیت عمودی

کانال دو: وقتی پیچ تنظیم دقیق (۱۸) در وضعیت کالیبره قرار گیرد، بهره عمودی را می‌توان در محدوده کالیبره از یک میلی ولت بر قسمت ($\frac{vid}{vm}$) تا ۵ ولت بر قسمت ($\frac{V}{DIV}$) تغییر داد. در حالت X-Y برای تنظیم مرحله به مرحله حساسیت افقی از این

پیچ استفاده می‌شود.

۱۸. تنظیم دقیق حساسیت عمودی کانال دو: وقتی تا منتهی‌الیه موافق حرکت

عقربه‌های ساعت پیچانده شود، تضعیف‌کننده عمودی کالیبره می‌شود.

۱۹. اهرم سه وضعیتی (DC-GND-AC): دقیقاً مثل اهرم (۱۳) برای کنترل سیگنال

ورودی کانال دو عمل می‌کند.

۲۰. INPUT، پایانه ورودی: محل اتصال ورودی کانال دو در وضعیت عادی و

ورودی افقی خارجی در حالت X-Y.

۲۱. BAL، پیچ کنترل بالانس: این پیچ مربوط به کانال دو است و مانند پیچ

کنترل (۱۵) عمل می‌کند و به تنظیم جریان مستقیم DC کانال دو مربوط می‌شود.

۲۲. VERT.MODE، اهرم نمایش محور عمودی: این اهرم پنج حالتی انواع

نمایش روی صفحه را به ترتیب زیر کنترل می‌کند:

الف) CH: فقط سیگنال ورودی به کانال یک را نشان می‌دهد.

ب) ALT: یا متناوب، سیگنالهای دو کانال بدون توجه به پایه زمانی با هم نمایش

داده می‌شوند.

ج) CHOP: یا مقطع، سیگنالهای دو کانال روی صفحه نمایش با بسامد حدود

۲۵۰ KH بدون توجه به پایه زمانی نوسان می‌کند.

د) ADD: یا مجموع، موجی با دامنه‌ای برابر مجموع دامنه‌های دو موج را نمایش

می‌دهد. وقتی دکمه IN (۲۳) فشار داده شود، موج کانال دو از موج کانال یک کم شده و

تفاضل دو موج روی صفحه نشان داده می‌شود.

ه) CH₁: فقط سیگنال ورودی به کانال دو را نشان می‌دهد.

۲۳. وارون یا IN: برای وارونه کردن سیگنال کانال دو به داخل فشرده می‌شود.

۲۴. MODE، راه‌اندازی: اهرم سه وضعیتی که نوع راه‌اندازی را به ترتیب زیر

مشخص می‌کند:

الف) خودکار: راه‌اندازی پایه زمانی با ظاهر شدن موج راه‌اندازی صورت می‌گیرد،

در این حالت حتی در غیاب موج راه‌اندازی، سیستم جاروب پایه زمانی عمل می‌کند.

ب) عادی: راه‌اندازی پایه زمانی به‌طور عادی صورت می‌گیرد و بدون اعمال

موج راهاندازی صحیح، هیچ گونه تصویری مشاهده نمی شود.

ح) X-Y: سیگنال ورودی کانال یک، انحراف عمودی (محور Y) و سیگنال ورودی کانال دو، انحراف افقی (محور X) را موجب می شود، در این حالت وضعیت دکمه هیچ گونه اثری در وضعیت عملکرد دستگاه ندارد.

۲۵. COUPLING، اهرم همزمانی: اهرم سه وضعیتی، نوع همزمانی موج راهاندازی تطبیق را مشخص می کند که وقتی روی AC باشد، مؤلفه AC سیگنال ورودی عهده دار راهاندازی است و راه بر مؤلفه DC سیگنال ورودی بسته می شود، که این وضعیت بیشترین کاربرد را دارد. در دو وضعیت دیگر پالسهای تطبیق عمودی سیگنال مرکب تصویری و پالس تطبیق افقی سیگنال مرکب تصویری، عهده دار راهاندازی پایه زمانی است.

۲۶. SOURCE، منبع: اهرم پنج وضعیتی، که منبع راهاندازی پایه زمانی را به ترتیب زیر انتخاب می کند.

الف) وضعیت دکمه های نمایش: منبع راهاندازی را به شرح زیر مشخص می کند

* سیگنال کانال یک به عنوان منبع راهاندازی به کار می رود.

* سیگنال کانال دو به عنوان منبع راهاندازی به کار می رود.

* مجموع: که جمع جبری سیگنال دو کانال یک و دو به عنوان منبع راهاندازی به کار می رود. اگر دکمه IN فشار داده شود، تفاضل دو سیگنال به عنوان منبع راهاندازی به کار می رود.

* CHOP یا مقطع: تا زمانی که علامت مقطع به عنوان منبع راهاندازی به کار می رود شکل موج نمایشی بر موج ورودی منطبق نخواهد شد.

ب) CH₁: سیگنال کانال یک پایه زمانی را راه می اندازد (علی رغم وضعیت دکمه نمایش)

ج) CH₂: سیگنال کانال دو پایه زمانی را راه می اندازد (علی رغم وضعیت دکمه نمایش)

د) تغذیه: راهاندازی پایه زمانی بر عهده ولتاژ منبع تغذیه است.

ه) خارجی: سیگنالی که به محل اتصال راهاندازی خارجی (۲۹) وصل می شود

سیستم جاروب پایه زمانی را کنترل می کند.

۲۷. SLOP، شیب: علامت (+) نشان دهنده مثبت ترین نقطه و علامت (-) نماینده

منفی ترین نقطه راهاندازی است. وضعیت بیرون یا داخل این دکمه، شیب مثبت یا منفی

را تعیین می‌کند، یعنی سیستم جاروب پایه زمانی در شیب مثبت یا منفی موج تطبیق به راه می‌افتد.

۲۸. TRIGGER LEVEL، پیچ کنترل راه‌انداز سطح: جهت تنظیم ولتاژ راه‌انداز

آستانه، یک نقطه روی شیب شکل موج آغازگر زمان جاروب خواهد بود.

۲۹. EXT. TRIG، راه‌انداز خارجی: محل راه‌انداز خارجی. با قرار دادن اهرم

منبع (۲۶) در وضعیت خارجی، سیگنال ورودی که به این محل وصل است، راه‌انداز پایه زمانی را بر عهده می‌گیرد.

۳۰. POSITION، تغییر مکان: برای حرکت دادن تصویر به چپ و راست

صفحه (به‌طور افقی) به کار می‌رود.

۳۱. SWEEP Time/Div، زمان بر قسمت: این کلید برای انتخاب پایه زمانی

استفاده می‌شود. وقتی پیچ تنظیم دقیق (پیچ کوچک روی این کلید) در وضعیت کالیبره قرار گیرد، توسط این کلید می‌توان هر یک از پایه‌های کالیبره زمانی از ۰.۲ میکروثانیه تا ۵۰ ثانیه بر قسمت را انتخاب کرد.

۳۲. VARIABLE، هنگام اندازه‌گیری و محاسبه دقیق این کلید باید در وضعیت

Cal قرار گیرد.

۳۳. MAG $\times 10$: با استفاده از این دکمه می‌توان تصویر را ده برابر بزرگتر کرد.

نمای پشت دستگاه

۳۴. ZINPOT JACK (Z. AXIS)، پایه محور Z: ورودی برای شدت مدولاسیون

پرتو الکترونی صفحه (C.R.T) است. ولتاژ روشن شدت روشنایی را کاهش می‌دهد. سطح ولتاژ TTL شدت مدولاسیون را امکانپذیر می‌سازد.

۳۵. CH. OUT PUT JACK، پایه خروجی کانال یک: پایه خروجی محور

عمودی کانال یک هنگامی که اهرم COUPLING در وضعیت AC باشد عمل می‌کند.

همچنین هنگامی که برای اندازه‌گیری بسامد از بسامدسنج استفاده می‌شود به

علت وجود پارازیت، اندازه‌گیری دقیق نخواهد بود. اما در صورت استفاده از این پایه

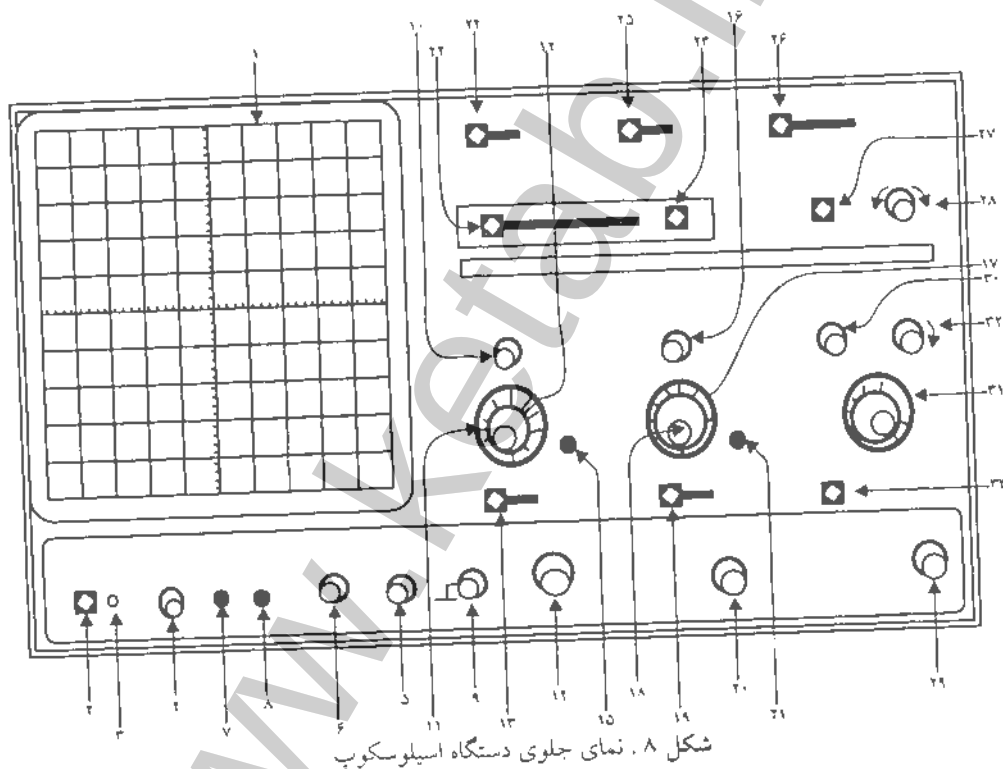
حتی اگر وضعیت ولت بر قسمت کانال یک یا پیچ متغیر (VARIABLE) تغییر نماید،

در اندازه‌گیری بسامد توسط بسامدسنج هیچ‌گونه تغییری انجام نخواهد شد.

۳۶. POWER CORD RECEPTACLE، کابل برق: این کابل به دستگاه متصل بوده و یکپارچه است.

۳۷. پایه‌های لاستیکی: چهار عدد پایه لاستیکی برای استقرار دستگاه به‌طور عمودی و جلوگیری از آسیب دیدن آن به‌کار می‌رود.

۳۸. صفحه راهنمای ولتاژ ورودی فیوز.



بردهورد^۱

پردهورد یا تخته آزمایش وسیله‌ای است برای ساخت سریع مدارهای الکترونیکی در آزمایشگاه. این وسیله با سوراخهای فترداری که دارد، نیاز به لحیم‌کاری را برطرف می‌سازد. در عین حال چون ممکن است پایه‌های عناصر مدار (خازن، مقاومت، دیود، ترانزیستور و ...) ضخیم و خارج از تحمل فتر داخل تخته آزمایش باشند، می‌توان آنها را به سیمهای نازکی لحیم کرد و سپس سیمها را درون سوراخهای تخته آزمایش قرار داد.

