آزمایش ۸

تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک (C.E)[1]

هدف:

تعیین مشخصه‌های تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک

وسایل آزمایش:

اسیلوسکوپ- سیگنال ژنراتور - منبع تغذیهٔ dc – مولتی‌متر (۲عدد) - برد بورد- سیمهای رابط- ترانزیستورهای (BC۱۰۷ و ۲SC۹۴۵) - خازنهای $۱۰\mu f$ و $۱۰۰\mu f$ (۲عدد). مقاومتهای ۱kΩ، ۵/۶kΩ، ۱۸kΩ، ۱۰۰kΩ، ۱۰kΩ ۵۶kΩ، ۱/۲kΩ

تئوری آزمایش

تنها تقویت‌کننده‌ای است که می‌تواند هم بهرهٔ ولتاژ و هم بهرهٔ جریان بزرگتر از یک داشته باشد و کاربردهای متنوعی دارد و موارد استفاده آن نسبت به تقویت‌کننده‌های دیگر بیشتر است. مقاومت ورودی و خروجی این تقویت‌کننده تغییرات زیادی نداشته و در هر حال در محدودهٔ منحنی‌های مربوط به بیس مشترک و کلکتور مشترک قرار دارد.

روش آزمایش

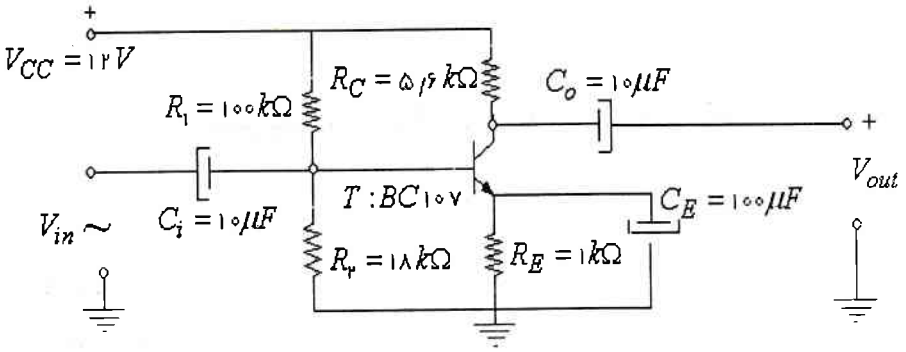
مدار شکل ۸ – ۱، را ببندید:

---

1. Common Emitter

الف) قبل از اعمال سیگنال ورودی، ولتاژ و جریان نقطهٔ کار را به دقت اندازه‌گیری کنید.

ب) سیگنال سینوسی کم دامنه با بسامد ۱KHz، از مولد موج بگیرید و به مدار اعمال کنید.



شکل ۸ – ۱. مدار تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک.

و توسط اسیلوسکوپ همزمان سیگنال ورودی و خروجی را مشاهده کنید، سپس دامنهٔ ورودی را در حداکثر مقداری که در خروجی اعوجاج حاصل نشود تنظیم و مقدار آن را یادداشت کنید. در این حالت سیگنالهای ورودی و خروجی را زیر هم رسم کنید.

ج) مشخصه‌های A_V، A_I، Z_I و Z_O را یکبار با وجود خازن بای پاس امیتر، C_E، و یکبار بدون آن اندازه‌گیری کرده و جدول ۸ – ۱ را کامل کنید.

جدول ۸ – ۱. مشخصه‌های تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک

مشخصه	A_V	A_I	Z_I	Z_O
با خازن، C_E				
بدون خازن، C_E				

با قراردادن اسیلوسکوپ در وضعیت x-y، اختلاف فاز دو سیگنال ورودی و خروجی را اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

پرسش

۱- جریان عبوری از یک مدار کوپلاژ از نظر dc چگونه است؟

۲- جریان عبور از یک مدار کوپلاژ در بسامدهای بالا چگونه‌است؟

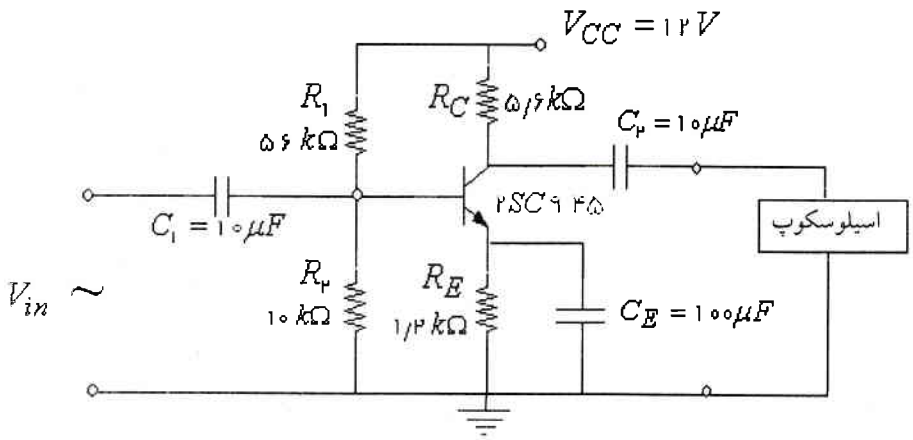
۳- یک خازن از نظر dc و از نظر ac چگونه است؟

٤- به کدام تقویت‌کننده، تقویت کنندهٔ امیتر فالور گفته می‌شود؟

٥- اختلاف فاز بین ولتاژ خروجی و ولتاژ ورودی در تقویت‌کنندهٔ CF چقدر است؟

تمرین مدار

پس از تست سالم بدون ترانزیستور و تشخیص پایه‌های آن مدار شکل زیر را ببندید.



سیگنال ژنراتور را طوری تنظیم کنید تا یک موج سینوسی قابل قبول با حداکثر نوک به نوک در خروجی بر روی اسیلوسکوپ نمایان شود. در این حالت، نوک به نوک سیگنال خروجی را اندازه بگیرید $\left(V_{out(p-p)}\right)$ و سپس بدون تغییر سیگنال ژنراتور با استفاده از اسیلوسکوپ، نوک به نوک سیگنال ورودی را نیز اندازه‌گیری کنید $\left(V_{in(p-p)}\right)$.

با توجه به دو مقدار فوق بهرهٔ ولتاژ تقویت کننده، $A_V = \frac{V_{out(p-p)}}{V_{in(p-p)}}$، را محاسبه کنید.

آزمایش ۹

تقویت کنندهٔ کلکتور مشترک (C.C) [1] یا امیتر فالوور [2]

هدف

تعیین مشخصه‌های تقویت‌کنندهٔ کلکتور مشترک

وسایل آزمایش

اسیلوسکوپ- سیگنال ژنراتور- منبع تغذیهٔ dc- مولتی‌متر (۲عدد)- بردبورد- سیمهای رابط- ترانزیستور (BC۱۰۷ و ۲SC۹٤٥)- خازنهای μf۱۰ (۲عدد) و μf۱۰۰ (۲عدد)- مقاومتهای ۱kΩ، ٤/۷kΩ (۲عدد)، ۱۰kΩ (۲عدد)، ۱۰۰kΩ و ۱٥۰kΩ.

تئوری آزمایش

در این تقویت‌کننده بهرهٔ جریان زیاد و تقریباً با بهرهٔ جریان آرایش امیتر مشترک برابر است، بهرهٔ ولتاژ کمتر از واحد و مقاومت ورودی زیاد و مقاومت خروجی کمترین مقدار را نسبت به آرایشهای دیگر دارد. معمولاً به‌عنوان یک طبقهٔ میانی بین تقویت‌کنندهٔ امیترمشترک و بار با مقاومت کم قرار می‌گیرد و این خود از کاهـــش زیاد

1- Common Collector
2- Emither Follower

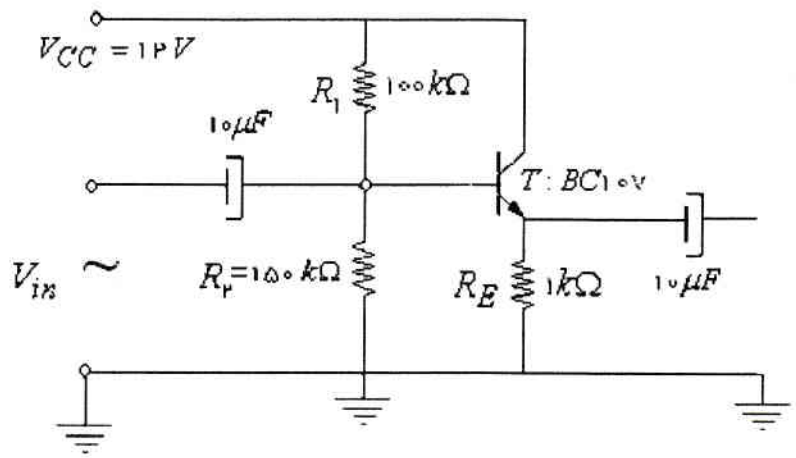
بهرهٔ ولتاژ جلوگیری می‌کند.

روش آزمایش

مدار شکل ۹ - ۱ را ببندید.

الف) قبل از اعمال سیگنال ورودی، ولتاژ و جریان نقطهٔ کار را به دقت اندازه‌گیری کنید.

ب) سیگنال سینوسی کم دامنه با بسامد ۱KHz، از مولد موج بگیرید و به مدار اعمال کنید و توسط اسیلوسکوپ همزمان سیگنال ورودی و خروجی را مشاهده کنید، سپس دامنهٔ ورودی را در حداکثر مقداری که در خروجی اعواج حاصل نشود تنظیم و مقدار آن را یادداشت کنید. در این حالت سیگنالهای ورودی و خروجی را زیر هم رسم کنید.



شکل ۹ - ۱. مدار تقویت کنندهٔ کلکتور مشترک

ج) مشخصه‌های تقویت‌کننده را تعیین و جدول زیر را کامل کنید.

A_V	A_I	R_i	R_O

پرسش

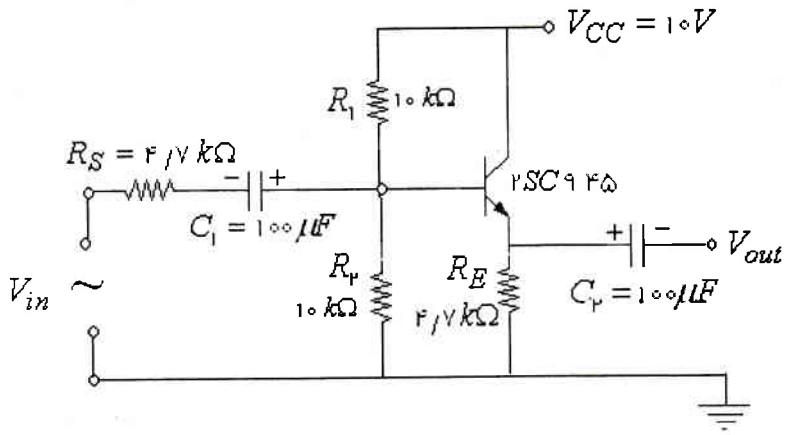
۱- بهرهٔ ولتاژ تقویت کنندهٔ (C.C) تقریباً چقدر است؟

۲- امپدانس ورودی بیس مدار (C.C) معمولاً زیاد است یا کم؟

۳- نسبت ولتاژ خروجی به ولتاژ ورودی در مدار (C.C) تقریباً چقدر است؟

تمرین مدار

مدار شکل زیر را ببندید و بسامد سیگنال ژنراتور را روی ۱KHz تنظیم کنید.



اسیلوسکوپ را به خروجی مدار وصل کنید. سپس دامنهٔ موج حاصل از سیگنال ژنراتور را بتدریج از صفر افزایش دهید تا نوک به نوک ولتاژ خروجی (V_o) به ۵V برسد، در این حالت با استفاده از کانال دیگر اسیلوسکوپ، نوک به نوک سیگنال ورودی (V_{in}) را اندازه‌گیری کنید و از رابطهٔ $A_V = \frac{V_o}{V_{in}}$، بهرهٔ ولتاژ مدار را محاسبه کنید و با مشاهدهٔ موجهای ورودی و خروجی توضیح دهید که آیا بین آنها اختلاف فازی وجود دارد یا نه.

همچنین ولتاژ دو سر مقاومت R_s را اندازه گرفته سپس از رابطهٔ $I_{in} = \frac{V_{R_s}}{٤/٧ \times ١٠^{٣}}$ جریان ورودی را محاسبه کنید، آنگاه از رابطهٔ $Z_{in} = \frac{V_{in}}{I_{in}}$، امپدانس ورودی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

آزمایش ۱۰

تقویت‌کنندهٔ بیس مشترک (C.B)[1]

هدف

تعیین مشخصه‌های تقویت کنندهٔ بیس مشترک

وسایل آزمایش

اسیلوسکوپ - سیگنال ژنراتور - منبع تغذیهٔ dc - مولتی‌متر (۲عدد) - برد بورد- سیمهای رابط - ترانزیستور (BC۱۰۷) - خازنهای μf۱۰(۲عدد) و μf۱۰۰- مقاومتهای ۱kΩ، ۵/۶kΩ، ۱۸kΩ و ۱۰۰kΩ.

تئوری آزمایش

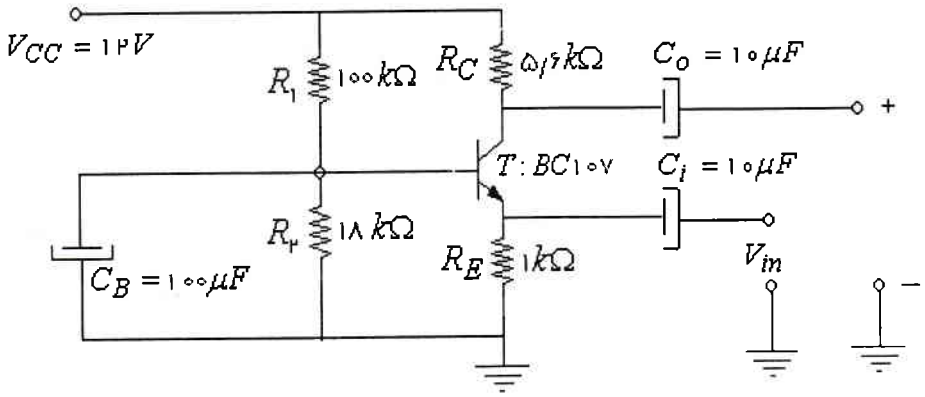
این تقویت‌کننده دارای مقاومت ورودی کم، مقاومت خروجی زیاد و بهرهٔ جریان نزدیک به واحد و بهرهٔ ولتاژ بزرگ است و اغلب به منظور تقویت ولتاژ سیگنال در بسامدهای بالا و در ورودی طبقات RF[2] به کار می‌رود. گاهی نیز به عنوان منبع جریان ثابت یا برای تطبیق یک منبع جریان با مقاومت داخلی کم به یک مقاومت بار بزرگ مورد استفاده قرارمی‌گیرد. معمولاً در این مدار از یک خازن C_B مطابق شکل ۱۰-۱، به موازات مقاومت R_2 استفاده می‌شود تا با ورود موج متناوب، امپدانسی که خازن C_B

1- Common Base
2- Radio Frequency

نشان می‌دهد نسبت به R_2 خیلی کم شده و در حقیقت این خازن مقاومت R_2 را بای‌پس می‌کند و ضریب تقویت را بالا می‌برد. خازن C_B را خازن دکوپلینگ می‌گویند.

روش آزمایش

مدار شکل (۱-۱۰) را ببندید؛



شکل ۱۰ - ۱. مدار تقویت‌کنندهٔ بیس مشترک

الف) قبل از اعمال سیگنال ورودی، ولتاژ و جریان نقطهٔ کار را به دقت اندازه‌گیری کنید.

ب) سیگنال سینوسی کم دامنه با بسامد 1KHz، از مولد موج بگیرید و به مدار اعمال کنید و توسط اسیلوسکوپ، همزمان سیگنال ورودی و خروجی را مشاهده کنید، سپس دامنهٔ ورودی را در حداکثر مقداری که در خروجی اعوجاج حاصل نشود، تنظیم و مقدار آن را یادداشت کنید. در این حالت سیگنالهای ورودی و خروجی را زیر هم رسم کنید.

ج) مشخصه‌های تقویت‌کننده را تعیین و جدول زیر را کامل کنید.

A_V	A_I	R_i	R_O

جدول مقایسهٔ مشخصات تقویت‌کننده‌های (C.E)، (C.B) و (C.C).

نوع تقویت‌کننده	A_V	A_I	R_i	R_o	*اختلاف فاز ورودی و خروجی*	کاربرد
C.E	زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	۱۸۰°	تقویت‌کننده‌های معمولی در توان و بسامد کم و متوسط
C.B	زیاد	(<۱) کم	کم	خیلی زیاد	۰	تقویت‌کنندهٔ ولتاژ در بسامد بالا
C.C	(<۱) کم	زیاد	خیلی زیاد	کم	۰	تقویت‌کننده جریان و تطبیق امپدانس یا بار

پرسش

۱- به منظور تقویت ولتاژ سیگنال در بسامدهای بالا معمولاً از چه نوع تقویت‌کننده‌ای استفاده می‌شود.

۲- چرا از خازن دکوپلینگ به موازات مقاومت $R_۲$ در شکل ۱۰-۱ در مدار تقویت‌کنندهٔ بیس مشترک استفاده می‌شود؟

۳- در مدار تقویت کنندهٔ (C.B) اختلاف فاز ولتاژ ورودی و خروجی چقدر است؟

تمرین مدار

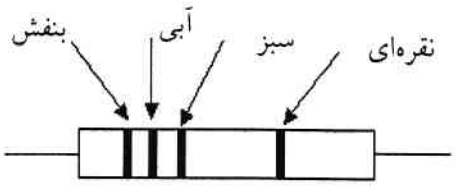
مدار شکل ۱۰-۱ را مجدداً ببندید و با استفاده از اسیلوسکوپ نشان دهید که شکل موجهای ورودی و خروجی اختلاف فازی ندارند، همچنین تأثیر تغییر بسامد ورودی را روی بهرهٔ ولتاژ بررسی‌کنید.

ضمیمهٔ ۱

جدول کد رنگی مقاومتها

رنگ	رقم اول	رقم دوم	رقم سوم	دقت
سیاه	۰	۰	$\times ۱۰^{۰}$	
قهوه‌ای	۱	۱	$\times ۱۰^{۱}$	
قرمز	۲	۲	$\times ۱۰^{۲}$	
نارنجی	۳	۳	$\times ۱۰^{۳}$	
زرد	٤	٤	$\times ۱۰^{٤}$	
سبز	٥	٥	$\times ۱۰^{٥}$	
آبی	٦	٦	$\times ۱۰^{٦}$	
بنفش	۷	۷	$\times ۱۰^{۷}$	
خاکستری	۸	۸	$\times ۱۰^{۸}$	
سفید	۹	۹	$\times ۱۰^{۹}$	
طلایی			$\times ۱۰^{-۱}$	±٪٥
نقره‌ای			$\times ۱۰^{-۲}$	±٪۱۰
بی‌رنگ				±٪۲۰

مثال :



$۷٦\times۱۰^{٥}\pm\%۱۰\Omega$

ضمیمهٔ ۲. آشنایی با چند دستگاه الکترونیکی مورد استفاده در آزمایشگاه

۱- منبع تغذیهٔ دوبل تراکینگ دیجیتالی مدل JPS[1]-۳۰۲D

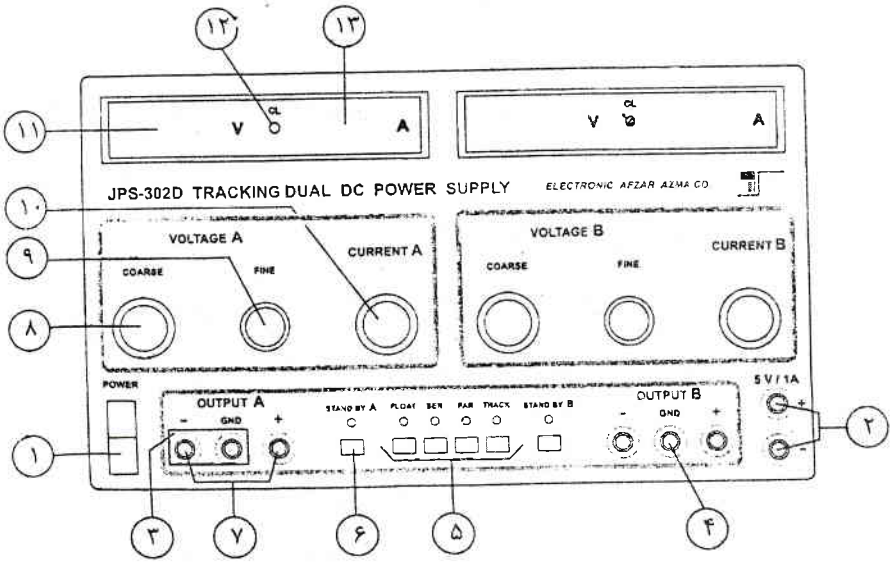
قابلیتهای دستگاه:

- دارای دو منبع تغذیه مستقل با ولتاژ صفر الی ۳۰ ولت و جریان صفر الی ۲ آمپر
- دارای یک منبع تغذیهٔ مستقل با ولتاژ ۵ ولت و حداکثر جریان ۱ آمپر
- نمایش همزمان جریان و ولتاژ خروجی به صورت دیجیتالی برای هر دو منبع تغذیه و با دقت بالا
- در حالت تراکینگ دو منبع مستقل و مساوی و با کنترل ولتاژ واحد
- با فشار دادن کلیه سری (SER)، ولتاژ از صفر الی ٦۰ ولت و جریان از صفر تا ۲ آمپر در دسترس قرارمی‌گیرد.
- با فشار دادن کلیه موازی (PAR)، ولتاژ از صفر الی ۳۰ ولت و جریان از صفر تا ٤ آمپر در دسترس قرار می‌گیرد.
- دارای کلید قطع خروجی (STANDBAY)
- ریپل ولتاژ خروجی کم (حدود ۲ میلی ولت)
- محافظت در مقابل اتصال کوتاه و اضافه جریان
- سهولت استفاده از دستگاه

---

۱. برگرفته از دفترچهٔ راهنمای شرکت الکترونیک افزارآزما

شکل زیر قسمتهای مختلف صفحهٔ جلوی دستگاه را نشان می‌دهد؛ که شرح و نحوهٔ کار آنها در ادامه آمده است.



شکل ۱

۱- کلید روشن و خاموش دستگاه، POWER، با فشردن آن دستگاه روشن می‌شود.

۲- ترمینالهای ولتاژ خروجی ۵V و ۱Amp.

۳- تیغهٔ اتصال ترمینال منفی به بدنه.

٤- ترمینال اتصال بدنهٔ دستگاه.

۵- کلیدهای انتخاب وضعیت کار دستگاه؛ مستقل (FLOAT)، تراکینگ (TRACK)، سری (SER) و موازی (PAR). با فشار دادن یکی از این کلیدها، وضعیت دلخواه انتخاب می‌شود.

توجه: برای ایمنی بیشتر مدارهای الکترونیک ابتدا ولتاژ و جریان دستگاه را تنظیم و سپس مدار را به آن وصل نمایید.

• حالت FLOAT، در این حالت دو منبع تغذیهٔ مستقل A و B در اختیار دارد، جهت جلوگیری از ایجاد نویزهای ناخواسته بهتر است که تیغهٔ ۳ وصل باشد.

تنظیم ولتاژ در حالت FLOAT

ابتدا توسط ولوم تنظیم سریع ۸ ولتاژ مورد نظر را به طور تقریبی تنظیم کنید، آنگاه جهت تنظیم دقیقتر از ولوم تنظیم دقیق ۹ استفاده کنید.

تنظیم جریان در حالت FLOAT

جهت تنظیم جریان محدود شده به روش زیر عمل کنید:

۱) ترمینالهای خروجی مثبت و منفی را اتصال کوتاه کنید.

۲) توسط ولوم جریان ۱۰ حد جریان مورد نظر را تنظیم کنید.

۳) اتصال ترمینالها را باز کنید.

٤) بار موردنظر را به ترمینالهای خروجی دستگاه وصل کنید،

دستگاه اجازه نخواهد داد که جریانی بیش از مقدار تنظیم شده از بار مورد نظر عبورکند، در این صورت نشاندهندهٔ CL ۱۲ روشن خواهد شد، LED نشاندهندهٔ اضافهٔ جریان ٦ کلیه‌های STAND BY، جهت قطع خروجی به کار می‌روند که با فشار دادن آنها، خروجی‌ها فاقد ولتاژ می‌شوند. دقت کنید هنگام کار این کلیدها بیرون باشند.

• حالت TRACK، در این حالت دو منبع تغذیهٔ مستقل در اختیار دارید که به صورت تراکینگ (B تابع A) کار می‌کنند. در مواردی که به دو منبع تغذیهٔ مساوی یا دو ولتاژ مثبت و منفی مساوی نیاز باشد، از این حالت استفاده می‌شود.

تنظیم ولتاژ در حالت TRACK

در مورد ولتاژ A ؛ مشابهٔ حالت FLOAT عمل شود در مورد ولتاژ B که تابع مقدار ولتاژ A است توسط ولوم‌های ۸ و ۹ مربوط به منبع تغذیهٔ A تنظیم شوند.

تنظیم جریان در حالت TRACK

برای تنظیم جریان B و A مشابهٔ حالت FLOAT عمل کنید و در صورت استفادهٔ همزمان از دو قسمت A و B، ولتاژ B تابع ولتاژ A خواهد بود.

تذکر: در صورتی که بخواهیم از ولتاژ مثبت و منفی استفاده کنیم، A را مثبت و B را منفی اختیار کنید.

• حالت سری، SERIES ، در این حالت دو منبع تغذیهٔ A و B به صورت سری کار خواهند کرد.

تنظیم ولتاژ در حالت SERIES

برای تنظیم ولتاژ مشابهٔ حالت FLOAT عمل کنید و ولتاژهای A و B را تنظیم کنید، در این صورت دو سر ترمینال + (قرمز) A و − (مشکی) B ، دارای ولتاژی برابر مجموع ولتاژهای تنظیم شده A و B می‌باشد.

تنظیم جریان در حالت SERIES

برای تنظیم جریان مشابهٔ حالت FLOAT عمل کنید. جریان خروجی برابر جریان قرائت شده در هر یک از آمپرمترهای A یا B ، ۱۳، است. جریان محدودشده برابر کمترین مقدار جریان محدود شده توسط ولوم‌های A و B می‌باشد.

تذکر مهم (۱): در این حالت به هیچوجه نباید هر دو ترمینال منفی (مشکی) A و B با هم به بدنه وصل باشند.

تذکر مهم (۲): در این حالت برای قطع ولتاژ خروجی‌ها هر دو کلیه STAND BY باید به داخل فشرده شوند و برای وصل ولتاژ خروجی باید هر دو کلید را مجدداً با هم فشار دهید.

• حالت موازی، PARALLEL، در این حالت دو ولتاژ A و B به منظور داشتن جریان بیشتر به صورت موازی کار می‌کنند و ترمینالهای A و B تفاوتی با هم ندارند. به طوری که می‌توانید بار مورد نظر را به ترمینالهای A و B یا هر دو متصل کنید.

تنظیم ولتاژ در حالت PARALLEL

جهت تنظیم ولتاژ A مشابهٔ حالت FLOAT عمل کنید. ولتاژ خروجی B تابع ولتاژ خروجی A است و توسط ولوم‌های ۸ و ۹ از A تنظیم می‌شود.

تنظیم جریان در حالت PARALLEL

برای تنظیم جریان مشابهٔ حالت FLOAT عمل کنید. جریان خروجی برابر مجموع جریانهای خوانده شده آمپرمترهای A و B، ۱۳ می‌باشد و مقدار جریان در کمترین مقدار تنظیم شدهٔ A و B محدود می‌شود.

تذکر مهم : جهت استفاده از کلید STAND BY، در این حالت بایستی هر دو کلید به داخل فشار داده شدند و در حالت کار نیز هر دو کلید را با هم فشار دهید تا خروجی‌ها وصل شوند.

۷ ترمینالهای ولتاژ خروجی صفر الی ۳۰ ولت را نشان می‌دهد.

۱۱ ولتمتر دیجیتالی

توجه: شماره‌های ٤ و ٦ الی ۱۳ در مورد هر دو منبع تغذیهٔ BA مشابهند. همچنین برای موازی کردن دستگاه با دستگاه مشابه یا سری کردن دو دستگاه با هم به دفترچهٔ مربوطه مراجعه شود.

۲- اُسیلوسکوپ دو کانالهٔ، MHz ۲۰ مدل ۸۲۲۰[1]

در آزمایشگاه فیزیک پایهٔ ۲ دانشجویان ضمن کار با اسیلوسکوپ، با برخی از موارد استفادهٔ آن آشنا شده‌اند. برای مثال :

- با استفاده از مولد موج و اسیلوسکوپ شکل موجهای سینوسی، مربعی و مثلثی را روی صفحهٔ اسیلوسکوپ مشاهده کرده‌اند.
- ولتاژهای اوج به اوج (P-P) ، حداکثر (V_m) و مؤثر (V_{rms}) را با توجه به شکل موج و ضریب کلید ولت بر قسمت تعیین کرده‌اند.

---

۱. برگرفته از دفترچه راهنمای شرکت صاایران

• زمان تناوب و بسامد هر موج را باتوجه به ضریب کلید زمان بر قسمت، به دست آورده‌اند.

• دو موج سینوسی را با بسامدهای مختلف با یکدیگر ترکیب کرده و شکل موجهای لیساژو را مشاهده کرده‌اند و توانسته‌اند از روی سیگنالی با بسامد معلوم و شکل موج لیساژو، بسامد مجهول سیگنال دیگر را به دست آورند.

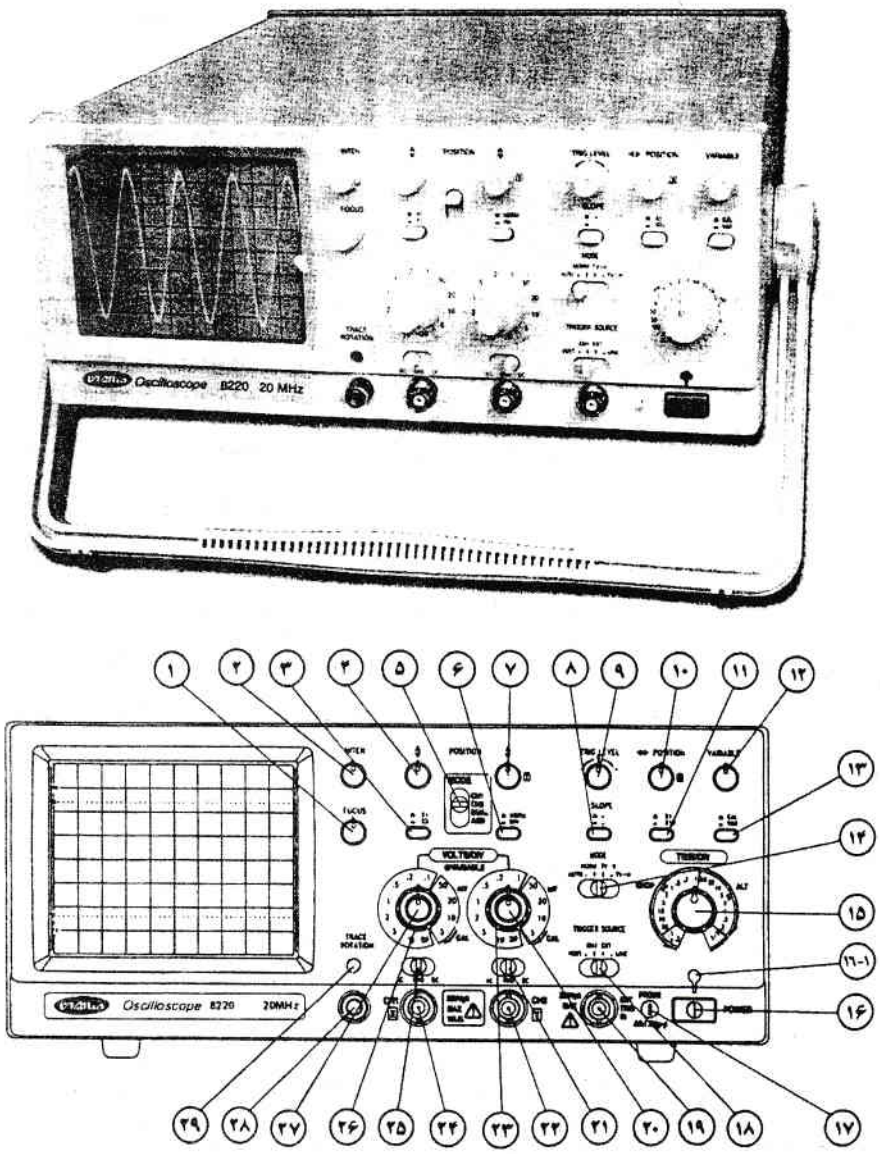
• توانسته اند دامنهٔ دو موج را با یکدیگر جمع یا از یکدیگر کم کنند.

• همچنین اختلاف فاز دو موج را از روی شکل موج لیساژو تعیین کرده‌اند.

بنابراین در اینجا به شرح عملکرد کنترل کننده‌ها، اتصالها و نمایشگرهای این نوع اسیلوسکوپ (مدل ۸۲۲۰) می‌پردازیم.

شرح کنترلها، کانکتورها و نمایشگرها

نمای جلوی اسیلوسکوپ در شکل زیر نمایش داده شده‌است که در ذیل شرح هر کلید با توجه به شماره آمده است :



شکل ۲ نمای جلوی دستگاه

الف) قسمتهای نمایش و تغذیه

(۱۶) کلید اصلی: جهت روشن و خاموش کردن دستگاه.

(۱-۱۶) چراغ اصلی: هنگام روشن بودن دستگاه، روشن است.

(۲) کنترل کننده شدت: چرخش این دکمه در جهت عقربهٔ ساعت درخشش را افزایش می‌دهد.

(۱) کنترل کننده فوکاس: جهت به دست آوردن بیشتر وضوح می‌باشد.

(۲۹) کنترل کننده چرخش: با تنظیم به وسیلهٔ پیچ گوشتی، راستای تریس را نسبت به خطوط افقی روی صفحهٔ CRT تغییر می‌دهد.

(۳۳) انتخاب کنندهٔ ولتاژ: تغییر محدودهٔ ولتاژ کار را میسر می‌کند.

(۳٤) کانکتور خط: جهت اتصال سیم برق یا قطع آن.

ب) قسمت تقویت کنندهٔ عمومی

(۲٤) کانکتور CH_1 یا XIN: جهت اعمال سیگنال ورودی به تقویت کنندهٔ عمودی کانال (یا تقویت‌کنندهٔ محور X (افقی) در حالت X-Y.

توجه: جهت اجتناب از آسیب‌رسیدن به اسیلوسکوپ از اعمال بیش از ٤۰۰v (DC+Peak AC) بین ترمینال CH_1 و زمین خودداری کنید.

(۲۲) کانکتور CH_2 یا YIN: جهت اعمال سیگنال ورودی به تقویت‌کنندهٔ عمودی کانال ۲ یا تقویت‌کنندهٔ محور Y (عمودی) در حالت X-Y.

توجه: جهت اجتناب از آسیب‌رسیدن به اسیلوسکوپ را اعمال بیش از ٤۰۰V (DC+Peak AC) بین ترمینال CH_2 و زمین خودداری کنید.

(۲۵) کلید، CH_1 AC/GND/DC: جهت انتخاب نحوهٔ کوپل کردن سیگنال ورودی به تقویت‌کنندهٔ عمودی CH_1. حالت AC یک خازن بین کانکتور ورودی و قسمت تقویت‌کننده قرار می‌دهد تا هرگونه مؤلفهٔ DC را در سیگنال ورودی سد کند.

حالت GND تقویت‌کننده را به جای کانکتور ورودی را به جای کانکتور ورودی به زمین وصل می‌کند بنابراین یک مرجع زمین به دست می‌آید.

حالت DC تقویت‌کننده را مستقیماً به کانکتور ورودی خود وصل می‌کند، بنابراین تمامی سیگنالها را به تقویت کننده منتقل می‌کند.

(۲۱) کلید $CH_۲$ AC/GND/DC: جهت انتخاب نحوهٔ کوپل کردن سیگنال ورودی به تقویت کنندهٔ عمودی $CH_۲$.

(۲۶) کلید $CH_۱$ Volts/div: جهت انتخاب ضریب تضعیف (از پیش تنظیم شده) سیگنال ورودی اعمالی به ورودی تقویت‌کنندهٔ عمودی $CH_۱$.

(۲۳) کلید $CH_۲$ Volts/div: جهت انتخاب ضریب تضعیف (از پیش تنظیم شده) سیگنال ورودی اعمالی به ورودی تقویت‌کنندهٔ عمودی $CH_۲$.

(۲۰) و **(۲۷)** کنترل کننده VARIABLE: تغییر پیوستهٔ ضریب تضعیف بین گامهای کلید Volts/div را میسر می‌کند. تنظیمات Volts/div فقط هنگامی دقیق هستند که کنترل‌کنندهٔ VARIABLE در جهت عقربهٔ ساعت در منتهای چرخش خود قفل شود.

(۳) کلید 5MAG×: با قراردادن این کلید در حالت 5MAG× حساسیت محور عمودی ۵ برابر می‌شود. به عبارتی ولتاژ اندازه‌گیری شده نمایش داده شده در این حالت $\frac{۱}{۵}$ برابر ولتاژ نمایش داده شده ضربدر مقدار Volts/div می‌باشد. (در این حالت حداکثر حساسیت برابر mv/div ۱ خواهد بود).

(٤) کنترل کنندهٔ $CH_۱$ POSITION: جهت تغییر موقعیت عمودی تریس $CH_۱$ روی صفحهٔ CRT. چرخش در جهت عقربهٔ ساعت تریس را به بالا و چرخش در جهت عکس عقربهٔ ساعت تریس را به پایین منتقل می‌کند.

(۷) کنترل کننده $CH_۲$ POSITION: جهت تغییر موقعیت عمودی تریس $CH_۲$ روی صفحهٔ CRT. چرخش درجهت عقربه ساعت تریس را به بالا و چرخش در جهت عکس عقربهٔ ساعت تریس را به پایین منتقل می‌کند.

(٦) کلید $CH_۲$ INV : با انتخاب این کلید سیگنال اعمالی به $CH_۲$ معکوس خواهد شد (از نظر جبری).

(۵) کلید V MODE : جهت انتخاب حالت نمایش تقویت‌کننده عمودی.

موقعیت $CH_۱$ فقط سیگنال ورودی کانال ۱ را روی صفحهٔ CRT نشان می‌دهد.

موقعیت $CH_۲$ فقط سیگنال ورودی کانال ۲ و۱ روی صفحهٔ CRT نشان می‌دهد.

موقعیت DUAL سیگنالهای ورودی کانالهای ۱ و ۲ را روی صفحهٔ CRT به طور همزمان نشان می‌دهد.

حالت CHOP : Time/div ۰/۲s ~ ۱ms

حالت ALT : Time/div ۰/۵ms ~ ۰/۲μs

موقعیت ADD جمع جبری سیگنالهای CH_1 و CH_2 را نشان می‌دهد.

(۳۰) کانکتور CH_1 OUTPUT: این کانکتور یک خروجی تقویت شده از سیگنال کانال ۱ که مناسب جهت راه‌اندازی شمارندهٔ فرکانس و سایر دستگاههای مشابه است، را ارائه می‌کند.

ج) واحدهای جاروب و تریگر

(۱۵)کلید TIME/DIV: جهت انتخاب میزان اصلی زمان پایه جاروب یا عملیات X-Y.

(۱۲) کنترل کننده VARIABLE: تغییر پیوسته ضریب جاروب را بین گامهای کلید TIME/DIV مقدور می‌کند. تنظیمات TIME/DIV فقط وقتی دقیق هستند که کنترل‌کننده VARIABLE در جهت عقربهٔ ساعت در منتهای چرخش خود قفل شود.

(۱۱) کلید 10MAG× : با قراردادن این کلید در وضعیت 10MAG× زمان جاروب به ۱۰ برابر افزایش می‌یابد و در این حالت معادل $\frac{۱}{۱۰}$ مقدار نشان داده شده توسط TIME/DIV خواهد بود.

(۱۰) کنترل کننده HORIZONTAL POSITION: جهت تنظیم موقعیت افقی ترسیمهای نشان داده شده روی CRT. چرخش در جهت عقربه‌های ساعت ترسیمها را به راست و چرخش در جهت عکس عقربه‌های ساعت ترسیمها را به چپ می‌برد.

(۱٤) کلید TRIGGER MODE : جهت انتخاب حالت تریگر شدن جاروب.

موقعیت AUTO یک جاروب آزاد را انتخاب می‌کند و در زمانی که سیگنالی وجود ندارد. یک خط پایه را نشان می‌دهد. این شرایط زمانی که یک سیگنال تریگر ۲۵ هرتزی یا بالاتر دریافت شود و کنترل کننده‌های تریگر دیگر نیز به درستی تنظیم شده باشند، به طور خودکار از حالت جاروب آزاد به جاروب تریگر شده برمی‌گردد.

موقعیت NORM فقط زمانی عملیات جاروب را انجام می‌دهد که یک سیگنال تریگر دریافت شود و کنترل‌کننده‌های دیگر به درستی تنظیم شده باشند. زمانی که فرکانس سیگنال ۲۵ هرتز یا پایین‌تر باشد، هیچ تریسی قابل مشاهده نیست.

موقعیت TV-V جهت مشاهده یک سیگنال مرکب تصویری با سرعت فریم استفاده می‌شود.

موقعیت TV-H جهت مشاهده یک سیگنال مرکب تصویری با سرعت خط استفاده می‌شود.

(۱۸) کلید TRIGGER SOURCE : جهت انتخاب تریگر مطلوب.

در حالت VERT سیگنالی که ورودی CH_1 یا CH_2 می‌باشد به عنوان منبع تریگر استفاده می‌شود.

در صورتی که کلید TRIGGER SOURCE روی CH_1 باشد، CH_2 به طور خودکار به منبع تریگر تبدیل می‌شود.

توجه: اندازه‌گیری حالت VERT فقط زمانی مقدور است که در حالت DUAL باشد و کلید TIME/DIV در محدودهٔ ۰/۵ ms/div تا ۰/۲ µs/div باشد. زمانی که سیگنالی روی CH_1 یا CH_2 قرار ندارد کلید Verticale mode را روی DUAL بگذارید و کلید TRIGGER SOURCE را روی VERT SWEEP بگذارید.

CH_1: زمانیکه CH_1 سیگنال وجود دارد می‌توانید از منبع تریگر CH_1 استفاده کنید.

LINE: این موقعیت تریگری را که از خط تغذیه مشتق می‌شود انتخاب می‌کند. این امر اسیلوسکوپ را قادر می‌سازد که نمایش تریس را نسبت به مؤلفه‌های خط پایدار سازد حتی اگر این مؤلفه‌ها در سیگنالی خیلی ضعیف باشند.

EXT : این موقعیت سیگنالی را انتخاب می‌کند که به کانکتور EXT TRIG IN اعمال شده‌است.

(۹) کنترل کنندهٔ TRIGGER LEVEL: جهت انتخاب دامنهٔ سیگنال تریگرکننده. در صورت چرخش این دکمه در جهت عقربه‌های ساعت، نقطهٔ تریگر به سمت اوج مثبت سیگنال تریگر حرکت می‌کند و زمانی که در جهت عکس عقربه‌های ساعت چرخش کند نقطهٔ تریگر به سمت اوج منفی سیگنال تریگر حرکت می‌کند.

(۸) کلید SLOPE: جهت انتخاب شیب مثبت یا منفی سیگنال تریگر برای شروع جاروب.

(۱۹) کانکتور EXT TRIGIN: جهت اعمال سیگنال تریگر خارجی به مدارات تریگر.

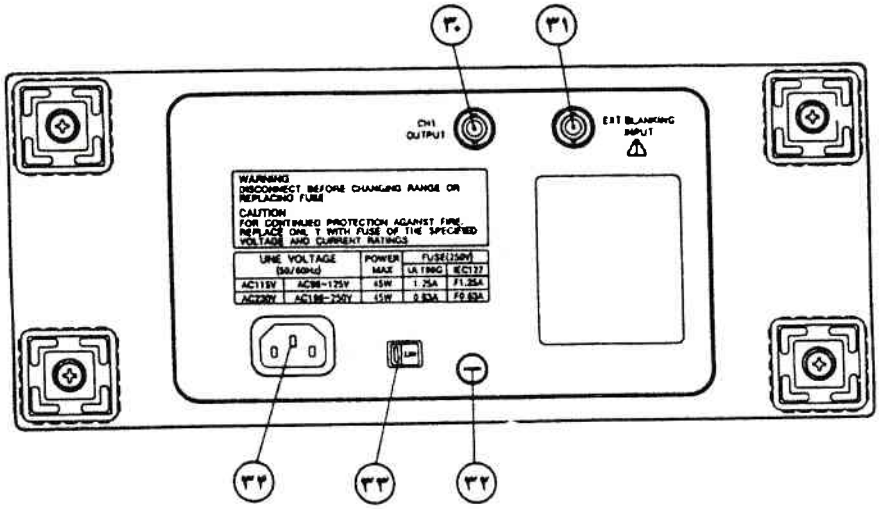
توجه: جهت اجتناب از آسیب‌رسیدن به اسیلوسکوپ بیش از (DC+Peak AC)٤٠٠V بین ترمینال EXT TRIG IN و زمین اعمال نکنید.

د) ویژگیهای متفرقه

(۳۱) کانکتور EXT BLANKING INPUT: جهت اعمال سیگنال برای مدولاسیون شدت CRT. درخشش تریس با سیگنال مثبت کاهش و با سیگنال منفی افزایش می‌یابد.

(۱۷) PROBE ADJUST : یک موج مربعی صعود سریع با دامنهٔ دقیق جهت تنظیم تقویت کنندهٔ عمودی به دست می‌دهد.

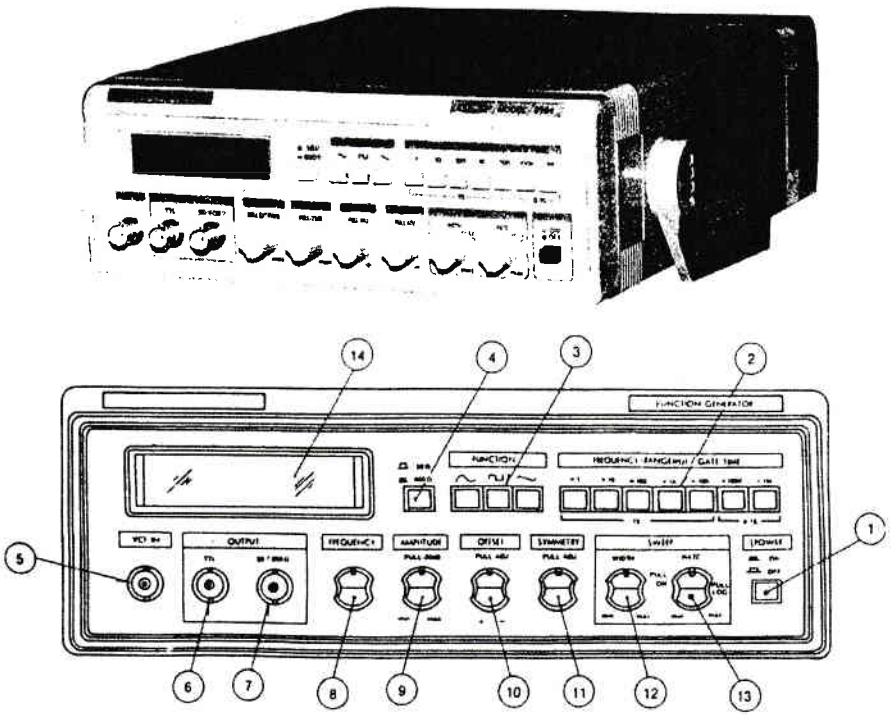
(۲۸) کانکتور Ground : نقطهٔ اتصالی جهت لیدهای مجزای زمین ارائه می‌کند.



شکل ۳ نمای پشت دستگاه

۳- مولد موج مدل ۸۱۰٤[1]

باتوجه به نمای جلو و پشت دستگاه مولد موج چگونگی کارکرد کلیدهای کنترل و سوئیچهای دستگاه به شرح ذیل است:



شکل ٤ نمای جلوی دستگاه

(۱) کلید قطع و وصل برق ورودی: کلید فشاری برای خاموش و روشن کردن دستگاه (برق ورودی)

(۲) کلیدهای انتخاب فرکانس ورودی: برای انتخاب یکی از رنجهای فرکانسی در محدودهٔ ۲ Hz٪ تا ۲MHz استفاده می‌شود، در حالتی که از این دستگاه به عنوان

---

۱. برگرفته از دفترچهٔ راهنمای صاایران

شمارنده استفاده می‌شود با انتخاب رنج مناسب می‌توان gate time مناسب را برای نشان دادن فرکانس خارجی انتخاب کرد.

کلید	محدوده
×1	٪۲ Hz ~ ۲ Hz
×10	۰/۲ Hz ~ ۲۰ Hz
×100	۲ Hz ~ ۲۰۰ Hz
×1k	۲۰ Hz ~ ۲ KHz
×10k	۲۰۰ Hz ~ ۲۰ KHz
×100k	۲ KHz ~ ۲۰۰ KHz
×1M	۲ KHz ~ ۲ KHz

(۳) کلیدهای انتخاب شکل موج خروجی: با انتخاب یکی از کلیدهای انتخاب «شکل موج» می‌توان شکل موج مورد نظر را انتخاب کرد.

« ~ » شکل موج سینوسی

« » شکل موج مثلثی

« » شکل موج مربعی

(٤) کلید انتخاب امپدانس خروجی ٦۰۰ اهم / ۵۰ اهم: این کلید برای انتخاب امپدانس خروجی استفاده می‌شود. وقتی این کلید پایین باشد امپدانس خروجی ٦۰۰، اهم و زمانی که کلید بالا باشد امپدانس خروجی ۵۰، اهم است.

(۵) ورودی کنترل فرکانس خروجی (VCF): با اعمال ولتاژی که حد مجاز آن بین صفر تا ده ولت می‌باشد می‌توان فرکانس خروجی را تغییر داد.

(٦) خروجی TTL: خروجی TTL یک موج مربعی با دامنهٔ ثابت و فرکانسی برابر فرکانس خروجی اصلی است. (SYMMETRY قابل تغییر است).

(۷) خروجی اصلی دستگاه (F/G): خروجی مولد موج، که می‌توان یکی از شکل موجهای سینوسی، مربعی، مثلثی را از آنجا دریافت کرد.

(۸) ناب کنترل فرکانس: به وسیلهٔ این ناب می‌توان فرکانس خروجی دستگاه را تغییرداد (در یک محدوده که به وسیلهٔ یک کلید انتخاب می‌شود). وقتی این ناب پایین باشد نشان‌دهندهٔ دستگاه، فرکانس شکل موج تولیدی را در خروجی نشان می‌دهد. هنگامی که ناب کشیده می‌شود نشان‌دهندهٔ دستگاه فرکانس موج خارجی را نشان می‌دهد.

(۹) ناب کنترل دامنه: این ناب برای کنترل دامنهٔ خروجی اصلی دستگاه استفاده می‌شود. وقتی این ناب کشیده می‌شود دامنهٔ خروجی ۲۰ db تضعیف می‌شود.

(۱۰) کنترل‌کننده سطح ولتاژ مستقیم خروجی: این ناب برای کنترل سطح ولتاژ مستقیم خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای استفاده از این ناب ابتدا باید آن را بالا کشید، سپس با تغییر آن سطح ولتاژ مستقیم خروجی را بین ۱۰V- تا ۱۰V+ تغییر داد.

(۱۱) ناب کنترل تقارن شکل موج (SYMMETRY): به وسیلهٔ این ناب می‌توان تقارن شکل موج خروجی را تغییر داد. برای فعال کردن این ناب باید ابتدا آن را بالا کشید (نسبت تغییرات از ۱ به ۱۰ تا ۱۰ به ۱ می‌باشد).

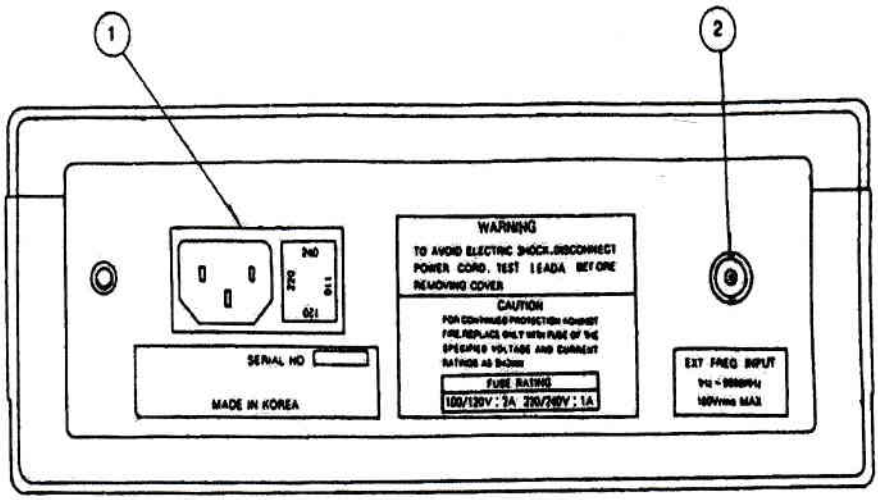
(۱۲) ناب کنترل عرض (SWEEP): این ناب برای کنترل عرض SWEEP مورد استفاده قرارمی‌گیرد (برطبق فرکانس انتخابی). با کشیدن این ناب حالت SWEEP داخلی فعال می‌شود.

(۱۳) ناب کنترل (SWEEP): این ناب برای کنترل نسبت SWEEP بین ۲۰ msec تا ۲sec، است.

(سرعت تکرار). وقتی این ناب پایین باشد تکرار sweep به صورت خطی است و وقتی بالا باشد به صورت لگاریتمی می‌باشد.

(۱٤) نشان‌دهنده شمارنده: این نشان‌دهنده تا ٤ رقم را می‌تواند نشان دهد (چه در حالت مولد چه در حالت شمارنده) این نشان‌دهنده علاوه بر نشان دادن ٤ رقم می‌تواند ٥ فاکتور دیگر را نشان دهد که عبارتند از:

OVER, EXT, Hz, KHz, GATE



شکل۵ نمای پشت دستگاه

(۱) ورودی AC: محلی برای وصل شدن یک کابل سه سر است که یک سر آن مربوط به زمین دستگاه است و دو سر دیگر ولتاژ AC را به مدار وصل می‌کند.

(۲) محل ورودی دستگاه (شمارنده): این ورودی برای شمارش فرکانس خارجی مورد استفاده قرارمی‌گیرد.

دستورالعمل کارکرد

الف) احتیاط: قبل از وصل کردن ولتاژ ورودی از مناسب بودن ولتاژ خط تغذیه و فیوز دستگاه اطمینان حاصل کنید. حدود ۳۰ دقیقه برای کارکرد صحیح صبر کنید. هرگز پوشش کانکتور BNC را اتصال کوتاه نکنید.

ب) انتخاب شکل موج: با فشار دادن یکی از کلیدهای انتخاب کنندهٔ شکل موج (۳) می‌توان شکل موج دلخواه (سینوسی، مربعی یا مثلثی) را انتخاب کرد.

ج) انتخاب رنج فرکانس: ابتدا رنج فرکانس را متناسب با فرکانسی که می‌خواهید انتخاب کنید. رنج فرکانس را طوری انتخاب کنید که فرکانس مورد نظر در محدودهٔ

بسامدی (۲) باشد. در این صورت نشان‌دهندهٔ دستگاه (۱٤) فرکانس تولیدشده مولد موج را نشان می‌دهد. آنگاه ناب کنترل فرکانس را به آرامی چرخانیده و باتوجه به نشان‌دهنده‌ها، فرکانس مورد نظر را تنظیم کنید. فرکانسهای داخلی دستگاه GATE TIME متناسب را می‌توان با توجه به محدودهٔ فرکانسی (۲) انتخاب کرد و برای این که نشان‌دهنده فرکانس داخلی را نشان دهد مطمئن شوید که ناب کنترل فرکانس داخل باشد (۸).

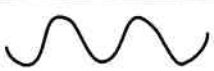
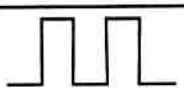
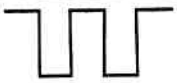
د) کنترل فرکانس توسط ولتاژ ورودی: به وسیله یک ولتاژ خارجی می‌توان فرکانس خروجی دستگاه را از طریق کانکتور ورودی VCF تغییر داد (۵) و برطبق محدودهٔ فرکانسی (۲) که انتخاب شده‌است به وسیلهٔ یک ولتاژ مستقیم بین صفر تا ۱۰ ولت می‌توان فرکانس خروجی را به نسبت ۱ به ۱۰۰ تغییر داد. برای عملکرد حالت VCF کافیست که ناب کنترل فرکانس (۸) را در جهت عکس عقربه‌های ساعت به طور کامل بچرخانید، سپس ولتاژ خارجی را به اتصال «VCF» وصل کنید (۵).

هـ) کنترل دامنهٔ خروجی: ماکزیمم دامنهٔ ولتاژ خروجی بیش از ۲۰V بدون بار می‌باشد و با بار ۵۰ یا ٦۰۰، اهم به میزان ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. دامنهٔ ولتاژ خروجی در رنج ۲۰ dB به وسیلهٔ ناب کنترل دامنه (۹) به طور پیوسته قابل کنترل است. اگر ناب کنترل دامنهٔ (۹) کشیده شود، دامنه به اندازهٔ ۲۰dB کاهش می‌یابد.

و) کنترل سطح ولتاژ مستقیم خروجی: ولتاژ مستقیم خروجی را می‌توان به وسیلهٔ ناب کنترل OFFSET (۱۰) بین ۱۰V- تا ۱۰V+ به طور پیوسته تغییر داد. برای تنظیم ولتاژ مستقیم خروجی ابتدا باید ناب کنترل OFFSET را بکشیم سپس اگر بخواهیم سطح ولتاژ مستقیم مثبت باشد، ناب را در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخانیم و اگر بخواهیم سطح ولتاژ مستقیم منفی باشد، ناب را در جهت عکس عقربه‌های ساعت می‌چرخانیم. اگر ناب کنترل OFFSET (۱۰) را فشار دهید تا در موقعیت داخل قرارگیرد، هیچ ولتاژ مستقیمی در خروجی نخواهید داشت و فقط ولتاژ AC در خروجی وجود خواهد داشت.

ز) کنترل تقارن شکل موج: تقارن شکل موج خروجی را می‌توان به طور پیوسته از نسبت ۱ به ۱۰ تا نسبت ۱۰ به ۱ به وسیلهٔ ناب کنترل SYMMETRY (۱۱) تغییر داد و برای تنظیم تقارن شکل موج خروجی باید ناب کنترل SYMMETRY (۱۱) را بکشید.

تغییرات شکل موج بستگی به این دارد که ناب را در جهت عقربه‌های ساعت یا در جهت عکس عقربه‌های ساعت بچرخانید (مطابق شکل زیر).

درخلاف جهت عقربه‌های ساعت	درجهت عقربه‌های ساعت	شکل موج
		
سینوسی مورب	سینوسی مورب	سینوسی
		
پالس	پالس	مربعی
دندان اره‌ای	دندان اره‌ای	مثلثی

شکل موجها

توجه: بعد از تنظیم تقارن شکل موج خروجی فرکانس خروجی کاهش می‌یابد و باید باتوجه به مطالب بخش (ج) مجدداً فرکانس را تنظیم کنید.

ح) کنترل SWEEP: برای وارد شدن به حالت SWEEP باید ناب کنترل SWEEP WIDTH را بکشید (۱۲). عرض فرکانس SWEEP را می‌توان به وسیلهٔ ناب کنترل SWEEP WIDTH در رنج ۱۰۰ به ۱ به طور پیوسته تغییر دهید. بیشترین عرض SWEEP وقتی است که ناب کنترل فرکانس (۸) را کاملاً در جهت خلاف عقربه‌های ساعت بچرخانید و ناب کنترل SWEEP WIDTH (۱۲) را کشیده و کاملاً در جهت عقربه‌های ساعت بچرخانید. برای تنظیم میزان فرکانس SWEEP می‌توان با چرخانیدن ناب SWEEP RATE (۱۳) در جهت عقربه‌های ساعت یا خلاف عقربه‌های ساعت تنظیم دلخواه را انجام داد. (برای فرکانسهای خطی SWEEP). با کشیدن ناب SWEEP RATE (۱۳) تغییرات فرکانس SWEP به طور لگاریتمی انجام می‌شود.

ط) عملکرد خروجی TTL: سیگنال خروجی TTL که با خروجی اصلی مولد موج هم فرکانس می‌باشد را می‌توان در کانکتور خروجی TTL (٦) جلوی صفحه دریافت

کرده خروجی TTL می‌تواند ۳۰ عدد بار که در حالت HIGH باشد یا ۱۵ عدد بار که در حالت LOW باشد را راه‌اندازی کند. هر عدد بار در حالت HICH حدود ٤٠ μA و در حالت LOW حدود ۱/٦ mA جریان می‌کشد.

ی) امپدانس خروجی: امپدانس خروجی مولد موج (۷) را می‌توان در حالت ۵۰ اهم یا ٦۰۰، اهم قراردارد. به وسیلهٔ یک کلید فشاری (٤) می‌توانید امپدانس خروجی را انتخاب کنید. فرکانس قابل دسترس در حالت ٦۰۰، اهم در محدودهٔ ۲ Hz ٪ تا KHz ۱۰۰ می‌باشد.

ک) فرکانس متد خارجی: با کشیدن ناب کنترل فرکانس می‌توان این دستگاه را به عنوان یک شمارندهٔ مورد استفاده قرارداد. موجی را که می‌خواهید فرکانس آن شمارش شود به ورودی پشت دستگاه وصل کنید. اگر ناب کنترل فرکانس را بیرون بکشیم، روی نشان دهندهٔ (١٤) علامت «EXT» چشمک می‌زند و نشان می‌دهد که دستگاه در حالت شمارنده قرار دارد. به وسیلهٔ یک نمایشگر ٤ رقمی، فرکانس ورودی دستگاه قابل نمایش است. جدول زیر TIME GATE لازم را برای اندازه‌گیری فرکانس خارجی نشان می‌دهد.

زمان gate	حداقل نمایش	واحد	فرکانس قابل اندازه‌گیری	محدوده
۱Sec	۱Hz	Hz	۱~۹۹۹۹	×۱
۱Sec	۱Hz	Hz	۱~۹۹۹۹	×۱۰
۱Sec	۱Hz	Hz	۱~۹۹۹۹	×۱۰۰
۱Sec	۱Hz	Hz	۱~۹۹۹۹	×۱K
۱Sec	۱۰Hz	KHz	٪۱~۹۹/۹۹	×۱۰K
۰/۱Sec	۱۰۰Hz	KHz	۰/۱~۹۹۹/۹	×۱۰۰K
۰/۱Sec	۱KHz	KHz	۱~۹۹۹۹	×۱M

٤- مالتی‌متر دیجیتال آزمایشگاهی مدل ۸۵۰۳[1]

با توجه به نمای جلوی و پشت دستگاه مالتی‌متر دیجیتال، چگونگی کارکرد کلیدها و کنترل‌ها و نشانگرها به شرح زیر است؛

۱- دکمهٔ روشن - خاموش ، ON (وضعیت روشن) ، OFF (وضعیت خاموش).

ON؛ برق مورد نیاز ورودی را به دستگاه اعمال می‌کند.

OF؛ باعث قطع برق ورودی به قسمتهای مختلف دستگاه بجز قسمت شارژ کنندهٔ باتری می‌شود.

۲- دکمه‌های مشخص‌کننده کمیت مورد نظر؛

• اندازه‌گیری وضعیت $\begin{pmatrix} AC \\ mA \end{pmatrix}$ ؛ جریان متناوب برحسب میلی‌آمپر

جهت اندازه‌گیری شدت جریان متناوب، پروب اندازه‌گیری مشکی را به ورودی مشترک (COMMON) و پروب اندازه‌گیری قرمز را به ورودی mA وصل نمایید.

• اندازه‌گیری وضعیت $\begin{pmatrix} AC \\ v \end{pmatrix}$ ؛ ولتاژ متناوب برحسب ولت

جهت اندازه‌گیری ولتاژ متناوب، پروب اندازه‌گیری مشکی را به ورودی (COMMON) و پروب اندازه‌گیری قرمز را به ورودی $V-\Omega$ (ولت- اهم) وصل کنید.

• اندازه‌گیری وضعیت $\begin{pmatrix} DC \\ mA \end{pmatrix}$ ؛ جریان مستقیم برحسب میلی آمپر

جهت اندازه‌گیری جریان مستقیم پروب اندازه‌گیری مشکی را به ورودی مشترک (COMMON) و پروب اندازه‌گیری قرمز را به ورودی mA (میلی‌آمپر) وصل نمایید.

• اندازه‌گیری وضعیت $\begin{pmatrix} DC \\ v \end{pmatrix}$ ؛ ولتاژ مستقیم برحسب ولت

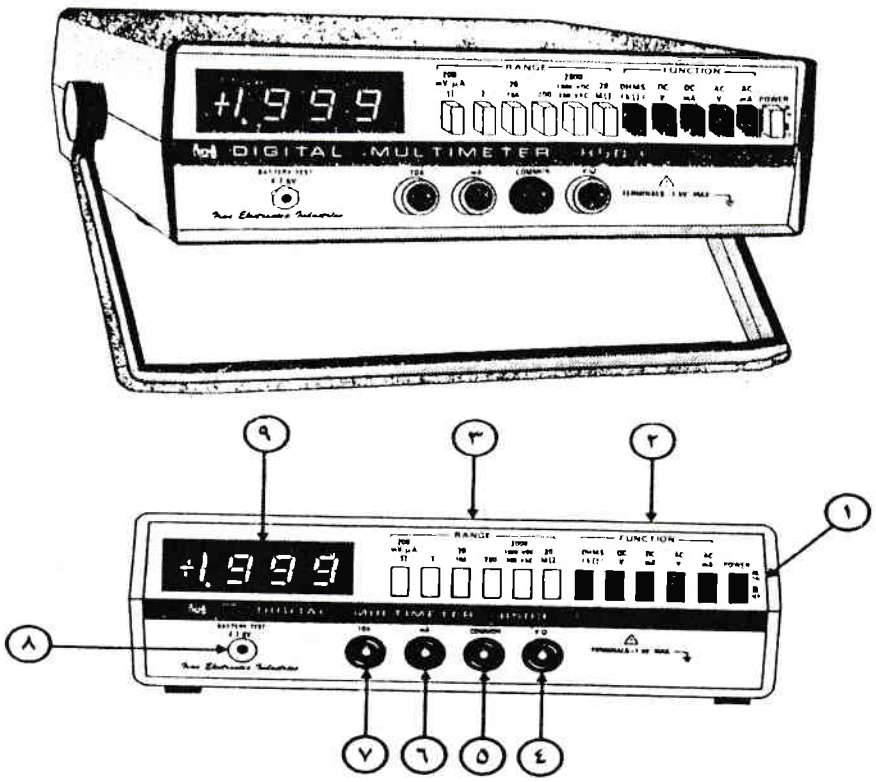
جهت اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم پروب اندازه‌گیری مشکی را به ورودی مشترک (COMMON) و پروب اندازه‌گیری قرمز را به ورودی $V-\Omega$ (ولت-اهم) وصل کنید.

---

۱. برگرفته از دفترچهٔ راهنمای صاایران

• اندازه‌گیری وضعیت $\begin{pmatrix} \text{OHMS} \\ \text{K}\Omega \end{pmatrix}$؛ مقاومت برحسب اهم و کیلو اهم.

جهت اندازه‌گیری مقاومت پروب اندازه‌گیری مشکی را به ورودی مشترک (COMMON) و پروب اندازه‌گیری قرمز را به ورودی $\Omega - V$ (ولت–اهم) وصل کنید.



(نمای جلوی دستگاه)

۳- دکمه‌های مشخص‌کننده محدودهٔ اندازه‌گیری کمیتها

• وضعیت $\begin{pmatrix} ۲۰۰ \\ mv, \mu A \\ \Omega \end{pmatrix}$

الف) ولتاژ :

در صورت فشار دادن دکمهٔ مورد نظر می‌توان کمیتهای زیر را اندازه‌گیری کرد:

- از صفر تا ۲۰۰ ± میلی‌ولت مستقیم (mV DC)
- از صفر تا ۲۰۰ میلی ولت متناوب (mv AC)

ب) شدت جریان :

- از صفر تا ۲۰۰ ± میکروآمپر مستقیم (μADc)
- از صفر تا ۲۰۰ میکروآمپر متناوب (μAAc)

ج) مقاومت :

- از صفر تا ۲۰۰ اهم که اندازه‌گیری مقادیر بالا بستگی به انتخاب دکمهٔ مشخص‌کنندهٔ کمیت مورد اندازه‌گیری دارد.
- دکمه‌های ؛ ۲۰۰۰
  ۱۰۰۰ VDC و ۲۰
  ۶۰۰ VAC و ۲۰۰ و ۱۰ A و ۲

در صورت فشار دادن هر یک از این دکمه‌ها می‌توان در موارد ± DCV (ولتاژ مستقیم)، Ω (اهم)، ± DCmA (شدت جریان مستقیم برحسب میلی‌آمپر)، AcmA (شدت جریان متناوب برحسب میلی‌آمپر)، ACV (ولتاژ متناوب) و در محدوده‌های مشخص‌شده اندازه‌گیری را به عمل آورد. لازم به تذکر است که اندازه‌گیری هر یک از کمیتهای بالا بستگی به انتخاب دکمهٔ مشخص‌کنندهٔ کمیت مورد اندازه‌گیری دارد.

- وضعیت $\begin{pmatrix} ۲۰ \\ M\Omega \end{pmatrix}$

با فشار این دکمه می‌توان مقاومتهای بین صفر تا ۲۰ MΩ (۲۰ مگااهم) را اندازه‌گیری نمود به شرطی که دکمهٔ مشخص‌کنندهٔ کمیت مورد نظر روی OHMS (KΩ) باشد.

٤- ترمینال ورودی ولت اهم $(V-\Omega)$: این ترمینال ورودی جهت اندازه‌گیری تمام محدوده‌های ولتاژ و مقاومت به‌کار برده می‌شود، نوع کمیت اندازه‌گیری بستگی به انتخاب دکمهٔ مشخص‌کنندهٔ آن کمیت و محدودهٔ اندازه‌گیری دارد.

٥- ترمینال ورودی مشترک (COMMON): این ترمینال ورودی با خط ورودی برق اصلی به دستگاه متمایز بوده و هنگام اندازه‌گیری کمیتهای مورد نظر، به همراه دیگر ترمینالهای ورودی به کارگرفته می‌شود.

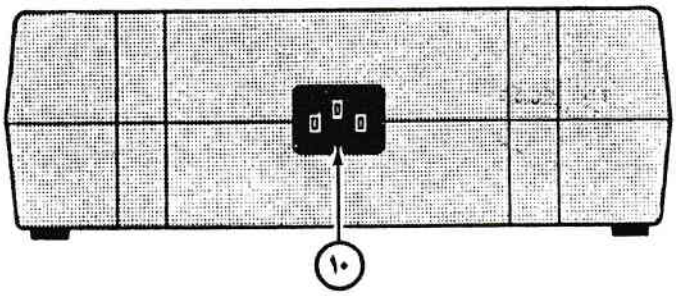
٦- ترمینال ورودی میلی‌آمپر (mA): این ترمینال ورودی به همراه ورودی مشترک (COMMON) جهت اندازه‌گیری شدت جریانهای مستقیم و متناوب در محدودهٔ میلی‌آمپر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷- ترمینال ورودی ۱۰ آمپر (۱۰A): این ترمینال ورودی به همراه ورودی مشترک (COMMON) جهت اندازه‌گیری شدت جریانهای مختلف تا حداکثر ۱۰ آمپر به کاربرده می‌شود. برای این منظور دکمهٔ $\begin{pmatrix}۲۰\\۱۰A\end{pmatrix}$ دستگاه را فشار داده و بسته به نوع جریان مورد اندازه‌گیری از دکمه‌های DcmA یا AcmA استفاده می‌شود.

۸- ترمینال ورودی تست باتری $\begin{pmatrix}\text{BATTERYTEST}\\٤/٧-٦V\end{pmatrix}$: این ترمینال ورودی از داخل به قطب مثبت جا باتری متصل است. جهت تست باتری ابتدا ترمینال ورودی $V-\Omega$ (ولت - اهم) را توسط پروب اندازه‌گیری و به ورودی تست باتری (BATTERY TEST) وصل کرد، و دکمه‌های $\begin{pmatrix}DC\\V\end{pmatrix}$ و $\begin{pmatrix}۲۰\\۱۰A\end{pmatrix}$ را فشار دهید در این حالت نمایشگر دستگاه باید ولتاژی بین ٤/٧+ ولت تا ٦+ ولت را نشان دهد، چنانچه نمایشگر عددی بیش از ٦+ ولت را نشان داد، دستگاه یا فاقد باتری است و یا این که باتری خوب در جای آن قرار نگرفته است.

۹- نمایشگر عددی: نمایشگر دستگاه از نوع دیودهای نورافشان (LED) هفت قسمتی (قابل شمارش از ۰ تا ۹) بوده و شامل علامت قطبیت (+ و -) ، رقم «۱» ، نقطهٔ اعشار (ممیز) می‌باشد. نقطهٔ اعشار بستگی به محدودهٔ اندازه‌گیری دستگاه، موقعیتش تغییر

می‌کند. چنانچه مقدار اندازه‌گیری خارج از محدودهٔ دستگاه باشد (از ۲۰۰۰ به بالا)، نمایشگر شروع به چشمک‌زدن می‌نماید.



نمای پشت دستگاه

۱۰- محل تغذیهٔ دستگاه توسط کابل ۲۲۰ ولت متناوب: در این محل کابل مخصوص، جهت تأمین برق ۲۲۰ ولت مورد نیاز دستگاه و شارژ باتریها قرار می‌گیرد.

طریقهٔ استفاده از دستگاه

برای جلوگیری از صدمهٔ احتمالی ناشی از شوک، قبل از استفاده، احتیاطهای ایمنی زیر را در نظر بگیرید:

• سیمهای تست و اندازه‌گیری، پروبها، رابطها و کابل برق دستگاه را بررسی کنید تا بریدگی، سائیدگی یا شکستگی نداشته باشند.

• هنگام کار با دستگاه، دست، کفش، کف اتاق و میز کار باید کاملاً خشک باشند، از هرگونه اندازه‌گیری و کار با دستگاه در شرایط مرطوب، نم‌دار و یا شرایط محیطی دیگر که باعث پایداری ولتاژ بر روی عایق پوششی سیمهای تست و اندازه‌گیری دستگاه می‌شوند، خودداری نمایید.

• هنگامی که ولتاژ به مدار مورد اندازه‌گیری اعمال شد، از تماس با دستگاه، سیمهای تست و اندازه‌گیری و مدارهای مربوط خودداری کنید.

• در موارد اندازه‌گیری و تست ولتاژهای بالا، مانند تقویت‌کنندهٔ rf ، نهایت دقت و احتیاط لازم را بعمل آورید.

• فقط از سیمهای تست و اندازه‌گیری خود دستگاه استفاده نمایید و از بکارگیری نمونه‌های دیگر خودداری کنید.

• قبل از به کارگیری دستگاه در محدودهٔ اندازه‌گیری AC، مطمئن شوید که سومین سیم کابل تغذیهٔ دستگاه به زمین وصل شده باشد.

• دستگاه را جهت اندازه‌گیری ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت DC و ۶۰۰ ولت AC به کارنگیرید (با توجه به ورودی و اتصال به زمین دستگاه)

توجه: قبل از راه‌اندازی دستگاه، نکات و موارد زیر را هر جا لازم باشد، اجرا کنید:

• جهت راه‌اندازی دستگاه با برق شهر (خط AC) :

دو شاخهٔ کابل برق دستگاه را به پریز برق مجهز به اتصال زمین وصل کنید. دستگاه می‌تواند با باتری یا بدون باتری کار کند. چنانچه دستگاه مجهز به باتری باشد، در موقع استفاده از برق شهر (خط AC) باتری دستگاه شارژ می‌شود.

• در موقع راه‌اندازی دستگاه باتری موارد زیر را اجرا کنید:

الف) برق شهر ورودی (خط AC) به دستگاه را قطع کرده و کلید روشن- خاموش دستگاه را در وضعیت OFF قراردهید. چهار عدد باتری نیکل - کادمیوم اندازهٔ «D» را با رعایت قطبهای مثبت و منفی، در جا باتری مربوط جایگذاری کرده و کلید روشن- خاموش دستگاه را در وضعیت ON قرار دهید.

ب) دکمه‌های DCV و $\begin{pmatrix} ۲۰ \\ ۱۰A \end{pmatrix}$ را به داخل فشار دهید.

ج) توسط یک عدد سیم تست (پروب اندازه‌گیری ورودی $V-\Omega$ را به ورودی BATTERY TEST وصل کنید. در این حالت مقدار خوانده شده باید بین ۴/۷+ ولت و ۶+ ولت باشد.

د) اگر ولتاژ باتری کمتر از ۴/۷+ ولت باشد و نمایشگر دستگاه روشن شده باتریها کاملاً در جای خود قرار نگرفته‌اند و یا اینکه شارژ دوبارهٔ باتریها لازم است.

توجه: چنانچه باتریها کاملاً در محل مربوط جای نگرفته باشند، نمایشگر دستگاه ولتاژ باتری را بیش از ٦+ ولت نشان خواهد داد، که این مقدار ولتاژ شارژ مدار باز باتری می‌باشد.

• جهت شارژ باتری مراحل زیر را دنبال کنید:

الف) دکمهٔ روشن، خاموش دستگاه را در وضعیت OFF قراردهید. دو شاخهٔ کابل برق ورودی دستگاه را به یک منبع تغذیهٔ مناسب و مجهز به سیستم اتصال به زمین وصل نمایید.

ب) در این حالت باتری شروع به شارژ شدن می‌کند و حداقل ١٦ ساعت لازم است تا باتری کاملاً شارژ شود.

چنانچه ولتاژ باتری از ٤/٧+ ولت کمتر باشد، قبل از استفاده دکمهٔ روشن- خاموش دستگاه را حداقل برای ١٥ دقیقه در وضعیت OFF قراردهید.

بررسی کلی کارکرد دستگاه

الف) احتیاطهای ایمنی گفته شده را مرور کنید.

ب) پروب اندازه‌گیری مشکی را به ورودی مشترک دستگاه (COMMON) و پروب قرمز را به ورودی ولت – اهم Ω – V دستگاه وصل کنید و دو انتهای دیگر آنها را به یکدیگر متصل نمایید.

ج) دکمه‌های $(K\Omega)$ OHMS و ١/٢ را که به ترتیب مشخص‌کنندهٔ کمیت مورد اندازه‌گیری و محدودهٔ اندازه‌گیری می‌باشد به طرف داخل فشار دهید.

د) پروبها را از یکدیگر جدا نمایید نمایشگر دستگاه شروع به چشمک زدن خواهد کرد و عددی که بر روی صفحهٔ آن آشکار می‌شود خارج از محدودهٔ اندازه‌گیری دستگاه می‌باشد.

هـ) حال پروبها را به یکدیگر متصل سازید. نمایشگر عدد (١ رقم ± 0.000) را نشان خواهد داد.

اندازه‌گیری ولتاژ مستقیم (DC)

الف) احتیاطهای ایمنی گفته شده را مرور کنید.

ب) پروب‌های مشکی و قرمز را به ترتیب به ورودی مشترک (COMMON) و ورودی ولت- اهم $(V-\Omega)$ وصل کنید.

ج) دکمهٔ DCV (ولتاژ مستقیم) را به طرف داخل فشار دهید.

د) با توجه به مقدار ولتاژ مورد اندازه‌گیری، دکمهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری مربوطه را فشار دهید، اگر مقدار ولتاژ مورد اندازه‌گیری نامعلوم بود، دکمهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری ۱۰۰۰V را فشار دهید.

هـ) برق ورودی به دستگاه یا مدار تحت آزمایش را قطع کرده تا کلیهٔ خازنهای موجود در مدار دشارژ (خالی) شوند.

احتیاط: ولتاژهای بیش از ۱۰۰۰ ولت مستقیم را با این دستگاه اندازه‌گیری نکنید.

و) پروبهای اندازه گیری را به مدار تحت آزمایش وصل کنید.

ز) مدار مورد نظر را به منبع تغذیه وصل کنید. در این حالت دستگاه به طور اتوماتیک علامت و ولتاژ مورد نظر را مشخص می‌کند.

ح) در حال تغذیهٔ ولتاژ از مدار مورد نظر قطع کنید و اجازه دهید تمام خازنهای مدار دشارژ گردند، سپس پروبها را از مدار جدا کنید.

اندازه‌گیری ولتاژ متناوب (AC)

الف) احتیاطهای ایمنی گفته شده را مرور کنید.

ب) پروبهای مشکی و قرمز را به ترتیب به ورودی مشترک (COMMON) و ورودی ولت - اهم $(V-\Omega)$ وصل کنید.

ج) دکمهٔ ACV ولتاژ متناوب را به داخل فشار دهید.

د) با توجه به مقدار ولتاژ مورد اندازه‌گیری، دکمهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری مربوطه را فشار دهید. اگر مقدار ولتاژ مورد اندازه‌گیری نامعلوم باشد، دکمهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری ۶۰۰ ولت متناوب (ACV) را فشار دهید.

هـ) تغذیه مدار تحت آزمایش را قطع کنید تا تمامی خازنهای موجود در مدار دشارژ شوند.

و) پروب‌های اندازه‌گیری را به مدار تحت آزمایش وصل کنید.

ز) مدار مورد نظر را به منبع تغذیه وصل کنید. در این حالت مقدار ولتاژ اندازه‌گیری‌شده بر روی نمایشگر دستگاه ظاهر می‌شود.

ح) تغذیهٔ ولتاژ را از مدار مورد نظر قطع کنید و اجازه دهید تمام خازنهای مدار دشارژ شوند، سپس پروبها را از مدار جدا نمایید.

احتیاط: ولتاژهای بیش از ۶۰۰۰ ولت متناوب را با این دستگاه اندازه‌گیری نکنید.

اندازه‌گیری مقاومت

الف) پروب‌های مشکی و قرمز را به ترتیب به ورودی مشترک (COMMON) و ورودی ولت - اهم $(V-\Omega)$ وصل کنید.

ب) دکمهٔ OHMS $(K\Omega)$ را به طرف داخل فشار دهید.

ج) با توجه به مقدار مقاومت مورد اندازه‌گیری، دکمهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری مناسب را فشار دهید.

د) چنانچه مقاومت مورد اندازه‌گیری متصل به مدار بود، نسبت به قطع تغذیه مدار و دشارژ بودن خازنها اطمینان حاصل کنید. مسیرهای عبور جریان را به غیر از مسیر مقاومت اندازه‌گیری و بررسی کنید. این مسیرها در کل مقداری را نشان خواهند داد که کمتر از مقدار حقیقی مقاومت مورد اندازه‌گیری می‌باشد.

هـ) پروب‌ها را به دو سر مقاومت مورد اندازه‌گیری وصل کنید، در هنگام اندازه‌گیری مقاومت، خصوصاً مقاومتهای خیلی زیاد، مواظب باشید تا پروبها به نقاط مجاور، حتی اگر عایق هم باشند، تماس پیدا نکنند. زیرا برخی از عایقها دارای مقاومت عایقی کم بوده و در صورت تماس، با مقاومت مورد اندازه‌گیری موازی شده و در نتیجه مقدار اندازه‌گیری شده، کمتر از مقدار مورد نظر خواهد بود.

توجه: چنانچه مقاومت مورد اندازه‌گیری دارای خاصیت قطبی شدن بوده و یا این که در برابر ولتاژ حساس باشد، (برای مثال، نیمه هادیها) در موقع برقراری اتصالات و انتخاب محدودهٔ اندازه‌گیری مقاومت، دقت کنید.

و) هرگاه مقاومتی را با دستگاه اندازه‌گیری می‌نمایید، اجازه دهید که نمایشگر عدد ثابتی را نشان دهد. خصوصاً در مواردی که یک مقاومت بزرگ با خازنی با ظرفیت زیاد موازی شده باشد.

ز) پروبها را از مدار جدا سازید.

اندازه‌گیری جریان مستقیم (DC)

الف) احتیاطهای ایمنی گفته شده را مرور کنید.

ب) دکمهٔ DCmA (جریان مستقیم برحسب میلی آمپر) را به طرف داخل فشار دهید.

ج) حال باتوجه به مقدار جریان مورد اندازه‌گیری، دکمهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری مناسب را فشار دهید.

چنانچه مقدار جریان مورد اندازه‌گیری نامشخص بود (زیر ۱۰A)، دکمهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری $\begin{pmatrix} ۲۰ \\ ۱۰A \end{pmatrix}$ را فشار داده و پروبهای مشکی و قرمز را به ترتیب در ورودی مشترک (COMMON) و ورودی ۱۰A قرار دهید.

د) تغذیهٔ مدار مورد اندازه‌گیری را قطع کنید و اجازه دهید تمامی خازنهای مدار دشارژ شوند.

هـ) مدار مورد اندازه‌گیری را باز نموده و دستگاه مالتی‌متر را توسط پروبها به طور سری در مدار قرار دهید، مطمئن شوید که دستگاه مالتی‌متر در مسیر خط ولتاژ قرار نگرفته باشد، زیرا این امر باعث افزایش مقادیر خوانده شده توسط دستگاه می‌شود.

ز) مدار مورد اندازه‌گیری را به منبع تغذیه (ولتاژ) متصل نمایید.

ح) مقدار جریان اندازه‌گیری‌شده بر روی نمایشگر دستگاه ظاهر خواهد شد.

ط) تغذیهٔ مدار را قطع نمایید و اجازه دهید تمامی خازنها دشارژ شوند.

ی) پروبها اندازه‌گیری را از مدار جدا کنید و آن قسمت از مدار را که جهت سری قراردادن مالتی‌متر قطع کرده بودید، مجدداً وصل کنید.

اندازه‌گیری جریان متناوب (AC)

الف) احتیاطهای ایمنی گفته شده را مرور کنید.

ب) دکمهٔ AcmA (جریان متناوب بر حسب میلی آمپر) را به طرف داخل فشار دهید.

ج) حال باتوجه به مقدار جریان مورد اندازه‌گیری، دکمهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری مناسب را فشار دهید. اگر مقدار جریان مورد اندازه‌گیری نامشخص بود (زیر ۱۰A)، دکمهٔ محدودهٔ اندازه‌گیری $\begin{pmatrix} ۲۰ \\ ۱۰A \end{pmatrix}$ را فشار داده و پروبهای مشکی و قرمز را به ترتیب در ورودی مشترک (COMMON) و ورودی ۱۰A قرار دهید.

د) تغذیهٔ مدار مورد اندازه‌گیری را قطع نموده و اجازه دهید تمامی خازنهای مدار دشارژ شوند.

هـ) مدار مورد اندازه‌گیری را باز کنید و دستگاه را توسط پروبها به طور سری در مدار قرار دهید، مطمئن شوید که دستگاه در مسیر خط ولتاژ قرار نگرفته باشد، زیرا این امر باعث افزایش مقادیر خوانده شده توسط دستگاه می‌شود.

و) پروبهای اندازه‌گیری را به دستگاه وصل کنید.

ز) مدار مورد اندازه‌گیری را به منبع تغذیه (ولتاژ) متصل کنید.

ح) مقدار جریان اندازه‌گیری‌شده بر روی نمایشگر دستگاه ظاهر می‌شود.

ط) تغذیهٔ مدار مورد اندازه‌گیری را قطع کنید و اجازه دهید تمامی خازنهای مدار دشارژ شوند.

ی) پروبهای اندازه‌گیری را از مدار جدا کنید و آن قسمت از مدار را که جهت سری قراردادن مالتی‌متر باز کرده بودید دوباره وصل کنید.

فهرست منابع و مآخذ

۱- آموزش تضمینی الکترونیک، بهروز سهرابیان، انتشارات استاد

۲- آزمایشگاه الکترونیک ۱، سید محمود نجفیان رضوی، دانشگاه پیام نور

۳- اصول الکترونیک، خلیل باغانی، انتشارات خراسان

٤- اصول الکترونیک ۱، سعید خرازی‌زاده، موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

٥- اصول الکترونیک ۲، سعید خرازی‌زاده، موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

٦- الکترونیک عملی، مهندس س.خطیب، و. نیک‌نیازی

۷- مبانی الکترونیک (جلداول)، سیدعلی میرعشقی، نشر شیخ بهایی

۸- مبانی و کاربردهای الکترونیک، کریستوس‌هالکیاس، ترجمهٔ نعمت‌ا... گلستانیان، محمود بهار، چاپ سلمن

9. Electronics. I.P.ZHEREBTSOV. Mir publishers. Moscow