دفترچه راهنما

سوئیپ فانکشن ژنراتور
دیجیتالی ۳مگاهرتز
مدل : JFG - 3MD

شرکت الکترونیک افزارآزما

(سهامی خاص)

فانکشن ژنراتور ۳ مگاهرتز

مدل JFG-3MD

فهرست مطالب صفحه

۱- کلیات ۲
۲- مشخصات فنی..... ۲
۳- شرح صفحه (پنل) جلوی دستگاه و عملکرد کلیدها..... ۵
۴- نحوه کار بادستگاه..... ۷
۵- موارد کاربرددستگاه..... ۱۲

۱- کلیات

فانکشن ژنراتور JFG-3MDدستگاهی است که جهت تولید انواع شکل موج ها با پایداری و مشخصات خطی بالا و اعوجاج کم طراحی شده است.

شکل موج های خروجی عبارتند از: مثلثی، مربعی، سینوسی، دندانه اره ای و پالس. در این دستگاه می توان فرکانس خروجی را بصورت دستی یا اتوماتیک سوئیپ (جاروب) نموده و حد بالائی و پائینی جاروب و همچنین زمان آن قابل برنامه ریزی می باشند. انتخاب نحوه جاروب به دو صورت خطی (LIN) و لگاریتمی (LOG) امکان پذیر است.

دامنه ولتاژ خروجی در حالت بدون بار ۲۰ ولت پیک تا پیک (Vpp) و با اتصال بار ۵۰ اهم برابر با ۱۰ ولت پیک تا پیک بوده و می توان آن را تا ۶۰db تضعیف نمود. ضمنا دستگاه دارای خروجی های سازگار با TTL و همچنین خروجی COMS با دامنه خروجی متغیر از ۵ الی ۱۵ ولت می باشد که می تواند در آزمایشگاه های مدارات منطقی مورد استفاده قرار گیرد.

در کل می توان گفت که این دستگاه برای انجام آزمون های الکترونیکی در آزمایشگاه ها و کارگاه های الکترونیک، ساختن نمونه دستگاه ها، کنترل کیفی تولید در کارخانجات و مصارف تعمیراتی مناسب می باشد.

۲-مشخصات فنی

محدوده فرکانس ۰/۲ هرتز الی ۳ مگاهرتز تقسیم شده در ۷ باند سینوسی، مثلثی، مربعی، CMOS،TTL ، پالس، دندانه اره ای و سینوسی نامتقارن.

تنظیم تقارن ۱:۱ الی ۱:۱۰ (قابل تنظیم بصورت پیوسته)

DUTY (CYCLE)

افست DC ۱۰ ± ولت در حالت بی باری

۵ ± ولت با بار ۵۰ اهم

موج مربعی

عدم تقارن کمتر از ۱٪ در فرکانس های ۰/۲ هرتز الی ۲۰۰ کیلوهرتز

زمان صعود/ نزول کمتر از ۱۲۰ نانو ثانیه

موج سینوسی

اعوجاج	کمتر از ۱٪ فرکانس های ۰/۲ هرتز الی ۲۰۰ کیلو هرتز
پاسخ فرکانسی	کمتر از dB ۰/۱ در فرکانس های۰/۲Hz--۱۰۰ kHz
	کمتر از dB ۰/۵ در فرکانس هایkHz۱۰۰--۳ MHz

موج مثلثی

میزان خطی بودن	بیشتر از ۹۸٪ تا فرکانس ۱۰۰ کیلوهرتز
(LINEARITY)	بیشتر از ۹۵٪ تا فرکانس ۳ مگاهرتز

خروجی TTL

FAN OUT	۲۰ عدد گیت TTL
حداکثر سطح خروجی	بیشتر از ۳ ولت
زمان صعود/ نزول	کمتر از ۲۵ نانو ثانیه

خروجی CMOS

FAN OUT	۲۰ عدد گیت CMOS
دامنه خروجی	قابل تنظیم از ۵ الی ۱۵ ولت بصورت پیوسته
زمان صعود/ نزول	کمتر از ۱۲۰ نانو ثانیه

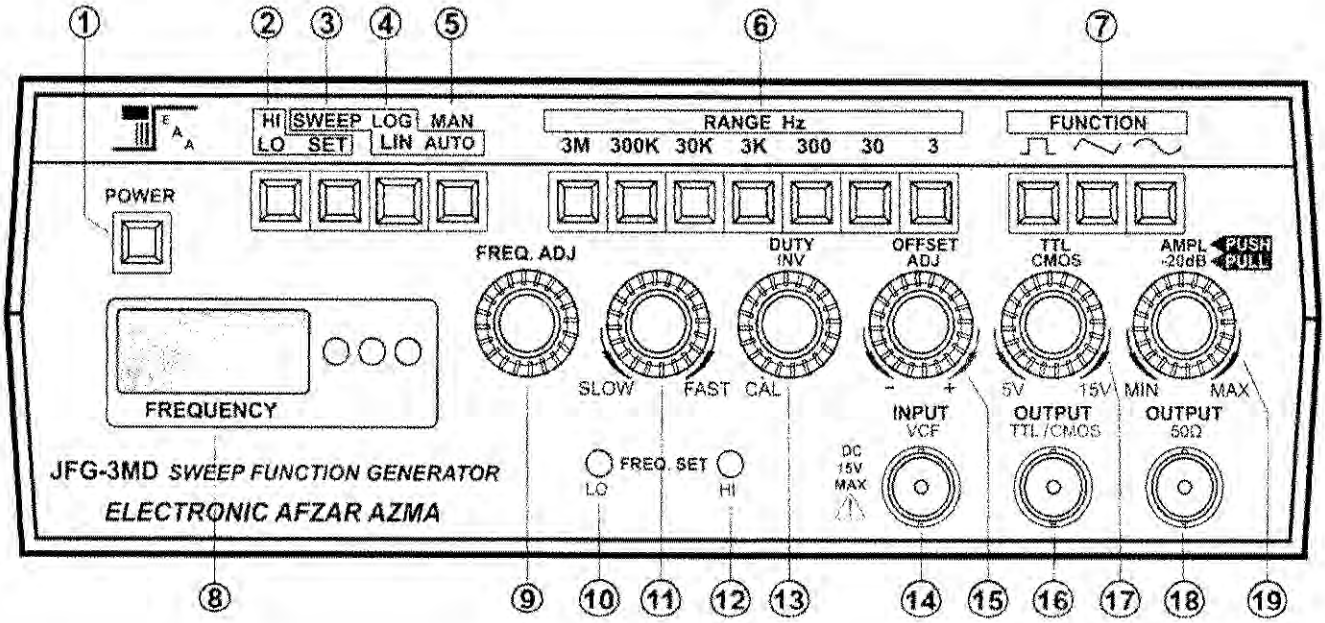
خروجی اصلی

دامنه	قابل تنظیم از صفر الی ۲۰ ولت پیک تا پیک (بدون بار)
	قابل تنظیم ازصفر الی ۱۰ ولت پیک تا پیک (با بار ۵۰ اهم)
امپدانس	۵۰ اهم با تلرانس ۱۰٪±
تضعیف	کلید تضعیف کننده ۲۰dB

ورودی VCF

ولتاژ ورودی	صفر الی ۱۰ ولت (±۱V)

تغییرات فرکانس	حداکثر ۱:۱۰۰۰ (بسته به وضعیت ولوم فرکانس)
امپدانس ورودی	۱۰ کیلو اهم با تلرانس ٪۵±
جاروب فرکانس	خطی یا لگاریتمی (قابل انتخاب)
Sweep	حداقل و حداکثر فرکانس جاروب قابل تنظیم می باشند. برای مثال در باند ۳۰ کیلوهرتز فرکانس بالا از ۲ الی ۳۰ کیلوهرتز و فرکانس پائین از ۳۰ هرتز الی ۵ کیلوهرتز بصورت پیوسته قابل تنظیم بوده و این نسبت را می توان در سایر باندها نیز بدست آورد.
زمان جاروب	۰/۵ الی ۳۰ ثانیه قابل تنظیم
ولتاژ ورودی	۲۲۰±٪۱۵ ولت و فرکانس ۵۰ الی ۶۰ هرتز
مشخصات فیوز	۲۵۰ ولت و ۲۰۰ میلی آمپر
دمای کار	صفر الی ۴۰ درجه سانتیگراد
ابعاد (سانتیمتر)	طول ۲۲ ارتفاع ۹ عمق ۳۱
وزن	۲kg



شکل ۱

۳- شرح صفحه (پنل) جلوی دستگاه و عملکرد کلیدها :

① کلید روشن و خاموش دستگاه

② کلید HI /LO

از این کلید باید در تنظیم حدود بالا (Hi) و پائین (Lo) فرکانس جاروب استفاده نمود.

③ کلید SWEEP/SET

در صورتیکه بخواهیم فرکانس های بالائی و پائینی جاروب را تنظیم نمائیم، کلید را باید در حالت SET قرار دهیم. در حالت SWEEP این مقادیر بعنوان حدود جاروب فرکانس مورد استفاده واقع می شود.

④ کلید انتخاب نوع جاروب (LOG/LIN)

در صورت فشار دادن، جاروب خطی و در صورت آزاد بودن، جاروب بصورت لگاریتمی خواهد بود.

⑤ کلید AUTO /MANU

با فشاردادن کلید عمل جاروب فرکانس بصورت اتوماتیک انجام می پذیرد.

⑥کلیدهای انتخاب محدوده فرکانس

جهت تنظیم فرکانس خروجی ابتدا محدوده انتخاب مطلوب را توسط این کلیدها مشخص کرده و سپس توسط ولوم تنظیم فرکانس، مقدار دقیق آن را تنظیم نمائید.

⑦ کلیدهای انتخاب شکل موج

با فشاردادن هر یک از ۳ کلید فوق می توان شکل موج مربوطه را بدست آورد. در صورت بیرون بودن هر سه کلید، سیگنال خروجی وجود نخواهد داشت. در این حالت می توان سطح ولتاژ DC خروجی را به نحو مطلوب تنظیم نمود.

⑧ نمایشگرفرکانس

⑨ ولوم تنظیم فرکانس

در یک باند فرکانس مشخص، میزان فرکانس خروجی را تعیین می نماید.

⑩ تنظیم فرکانس پائین (Lo) جاروب

حد ابتدای جاروب را توسط این پتانسیومتر تنظیم می نمائیم.

⑪ کنترل زمان جاروب

توسط این ولوم می توان سرعت انجام جاروب فرکانس را تغییر داد.

⑫ تنظیم فرکانس بالائی (Hi)جاروب

حد انتهای جاروب را توسط این پنانسیومتر تنظیم می نمائیم.

⑬ ولوم تنظیم تقارن و معکوس نمودن شکل موج

با چرخاندن این ولوم تقارن شکل موج تغییر می یابد. در حالت CAL شکل موج متقارن بوده و با بیرون کشیدن این ولوم تقارن شکل موج معکوس می گردد.

⑭ ترمینال ورودی VCF

با اعمال ولتاژ به این ورودی می توان فرکانس موج خروجی را تغییر داد (حداکثر ورودی ۱۵ ولت).

⑮ولوم کنترل افست DC

با بیرون کشیدن این ولوم می توان به هر نوع شکل موج خروجی مولفه DC را اضافه نمود. چرخش در جهت عقربه های ساعت ولتاژ مثبت و در جهت خلاف عقربه های ساعت ولتاژ منفی را اضافه می نماید. در حالت فشرده این ولوم مقدار ولتاژ DC برابر صفر می باشد.

⑯ترمینال خروجی TTL/CMOS

از این ترمینال BNC می توان خروجی TTL با دامنه ثابت و خروجی CMOS با دامنه متغیر قابل تنظیم را بدست آورد.

⑰ ولوم کنترل دامنه خروجی CMOS و کلید انتخاب TTL /CMOS

در حالت عادی، خروجی دارای دامنه ثابت TTL بوده و با بیرون کشیدن ولوم و چرخاندن آن دامنه سیگنال CMOS قابل تنظیم می گردد.

⑱ ترمینال خروجی

محل خروج کلید شکل موج ها این ترمینال BNC با امپدانس ۵۰ اهم است.

⑲ ولوم تنظیم دامنه با کلید تضعیف

در صورتیکه این ولوم را در جهت عقربه های ساعت تا انتها چرخانده شود، دامنه حداکثر بوده و در جهت خلاف عقربه های ساعت تضعیفی به میزان ۴۰dB بر روی سیگنال اعمال می شود.

با بیرون کشیدن این ولوم، یک تضعیف پله ای ۲۰dB نیز ایجاد خواهد شد.

۴- نحوه کار با دستگاه

این فانکشن ژنراتور می تواند شکل موج های بسیار متنوعی را ایجاد نماید. آشنائی کامل با نحوه عملکرد کلیدها علاوه بر افزایش کارایی، سبب سهولت کار با دستگاه نیز خواهد شد. لذا توصیه می نمائیم که دستگاه را به یک اسیلوسکوپ متصل نموده و اثرات تنظیم های مختلف دستگاه بر شکل موج خروجی را مطابق مراحل زیر مشاهده نمائید تا اینکه با عملکرد هر کلید آشنائی کامل حاصل نمائید.

۴ -۱.مقدمات کار با دستگاه

سیم برق دستگاه را به سوکت موجو د در پشت آن متصل نموده و دقت نمائید که دو شاخه سیم به برق ورودی مناسب دستگاه (۲۲۰V ±٪۱۵) متصل گردد.

کلید روشن و خاموش دستگاه ① را فشار داده (وضعیت داخل) و سایر کلیدهای موجود در بالای دستگاه را در وضعیت خاموش (بیرون) قرار دهید. ولوم های دامنه ⑲ و افست ⑮ را در وسط (خط سفید رو به بالا) تنظیم نمائید.

ولوم تنظیم تقارن ⑬ را در موقعیت CAL قرار داده و ولوم تنظیم فرکانس ⑨ را در جهت عقربه های ساعت تا انتها بچرخانید. با این تنظیم ها هیچگونه سیگنالی در خروجی نخواهید داشت.

۴-۲.موج های مثلثی، مربعی و سینوسی

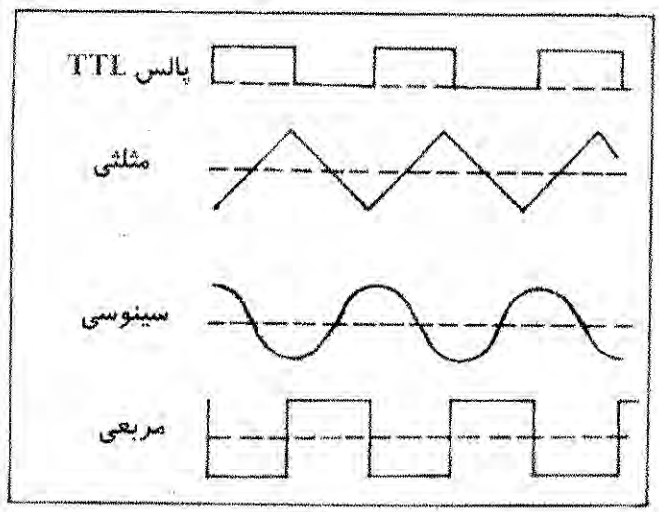
ابتدا نوع شکل موج را توسط کلیدهای ⑦ و سپس محدوده فرکانس را توسط کلیدهای ⑥ انتخاب نموده و با چرخانیدن ولوم تنظیم فرکانس ⑨ فرکانس مورد نظر را تنظیم نمائید.

در این وضعیت، سیگنال خروجی از ترمینال (۱۸) قابل حصول بوده ومی توانید آن را جهت مشاهده به اسیلوسکوپ متصل نموده و یا جهت آزمایش به مدار اعمال نمائید.

حال با چرخانیدن ولوم تنظیم دامنه (۱۹) تاثیر آن بر دامنه سیگنال خروجی را مشاهده نموده و با بیرون کشیدن ولوم تنظیم تقارن (۱۳) شکل موج را معکوس نمائید.

اگر به تضعیف پله ای سیگنال احتیاج دارید ولوم دامنه (۱۹) را بیرون کشیده تا ۲۰dB تضعیف حاصل شود.

نحوه ارتباط فازی شکل موج های تولیدی این دستگاه در شکل ۲ نمایش داده شده اند.



شکل ۲

۴-۳. تولید پالس

ابتدا کلیدی از سری کلیدهای (۷) را فشار داده و سپس با انتخاب محدوده فرکانس (۶) و چرخانیدن ولوم تنظیم فرکانس (۹) فرکانس مورد نظر را تنظیم نمائید.

سیگنال خروجی از ترمینال (۱۸) را جهت مشاهده به اسیلوسکوپ متصل نمائید.

با چرخانیدن ولوم تنظیم تقارن (۱۳) از وضعیت CAL می توانید پهنای پالس و فرکانس آن را تنظیم نمائید. جهت درک کامل عملکرد این ولوم به نحوه تغییر شکل موج روی صفحه اسیلوسکوپ مراجعه شود.

با چرخانیدن ولوم دامنه (۱۹) می توانیدپالس خروجی را کنترل نموده و با بیرون کشیدن ولوم تقارن (۱۳) پالس با تقارن معکوس بدست می آید.

بیرون کشیدن ولوم دامنه (۱۹) ، تضعیف ۲۰dB را بر دامنه پالس اعمال خواهد نمود.

۴-۴.تولید موج دندانه اره ای

ابتدا کلیدی از سری کلیدهای (۷) را فشارداده و سپس با انتخاب محدوه (۶) و چرخانیدن ولوم تنظیم فرکانس (۹) فرکانس مورد نظر را تنظیم نمائید.

سیگنال خروجی را از ترمینال (۱۸) جهت مشاهده به اسیلوسکوپ متصل نمائید.

با چرخانیدن ولوم تنظیم تقارن (۱۳) از وضعیت CAL می توانید شیب بالا رفتن و فرکانس موج دندانه اره ای را تنظیم نمائید. جهت درک کامل عملکرد این ولوم نحوه تغییر شکل موج بر روی صفحه اسیلوسکوپ را ملاحظه نمائید.

با چرخانیدن ولوم دامنه (۱۹) می توانید دامنه شکل موج دندانه اره ای را کنترل نمائید.

بیرون کشیدن ولوم دامنه (۱۹) تضعیف ۲۰dB را بر دامنه موج اعمال خواهد نمود.

۴-۵. تولید سیگنال های TTL/CMOS

ابتدا با انتخاب محدوده فرکانس (۶) و چرخانیدن ولوم تنظیم فرکانس (۹) فرکانس مورد نظر را تنظیم نمائید.

در ترمینال BNC خروجی TTL/CMOS (۱۶) سیگنال مورد نظر تولید شده که می توانید جهت مشاهده آن را به اسیلوسکوپ متصل نموده و یا جهت آزمایش به مدار اعمال نمائید.

با تنظیم های موجود، سیگنال خروجی دارای دامنه ثابت سازگار با TTL بوده و جهت اعمال به این گونه مدارات مناسب می باشد.

در صورت نیاز به پالس با دامنه CMOS باید ولوم کنترل دامنه CMOS (۱۷) رابیرون کشیده تنظیم نمائید.

۴-۶. تغییر فرکانس توسط اعمال ولتاژ خارجی(VCF)

ابتدا شکل موج مورد نظر را توسط کلیدهای (۷) و سپس محدوده فرکانس را توسط کلیدهای (۶) انتخاب نموده و با چرخانیدن ولوم تنظیم فرکانس (۹) فرکانس مورد نظر را تنظیم نمائید.

ورودی VCF (۱۴) را به ولتاژ DC خارجی صفر الی ۱۰ ولت متصل نموده و تغییرات فرکانس را در خروجی اصلی دستگاه (۱۸) مشاهده نمائید.

سایر تنظیم های دستگاه نظیر حالت عادی عمل می نماید: با چرخانیدن ولوم تنظیم دامنه (۱۹) ، دامنه سیگنال تغییر کرده و با بیرون کشیدن آن تضعیف ۲۰dB اعمال می شود، با ولوم (۱۵) می توان یک سطح

DC به سیگنال اضافه نمود و با تغییر ولوم ⑬ می توان تقارن شکل موج ها را به سوی پالس و یا دندانه اره ای سوق داد.

۴-۷. جاروب اتوماتیک

ابتدا شکل موج را توسط کلیدهای ⑦ و سپس محدوده فرکانس را توسط کلیدهای ⑥ انتخاب نمائید.

خروجی را از ترمینال ⑱ به اسیلوسکوپ متصل نموده و شکل موج را مشاهده کنید.

کلیدهای SWEEP/SET ③ و AUTO/MANU ⑤ را با فشردن به ترتیب در وضعیت های SET و AUTO قرار دهید.

با استفاده از کلید LOG/LIN ④ می توانید نوع عمل جاروب فرکانس را بصورت خطی یا لگاریتمی به دلخواه انتخاب نمائید.

کلید HI/LO ② را در وضعیت LO فشار داده و با تنظیم پتانسیومتر ⑩ حد پائین جاروب فرکانس مورد نظر را بر روی صفحه اسیلوسکوپ بدست آورید.

کلید HI/LO ② را به وضعیت HI بازگردانده و با تنظیم پتانسیومتر⑫ حد بالا جاروب فرکانس مورد نظر را بر روی صفحه اسیلوسکوپ بدست آورید.

کلید SWEEP/SET را به وضعیت بیرون SWEEP بازگردانیده و جاروب فرکانس را روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده نمایید.

با تغییر ولوم کنترل زمان جاروب ⑪ می توانید این عمل را سریعتر و یا کندتر انجام دهید.

دقت نمائید در تنظیم حدود بالا و پائین، ابتدا حد پائین LO و سپس حد بالا HI را تنظیم کنید.

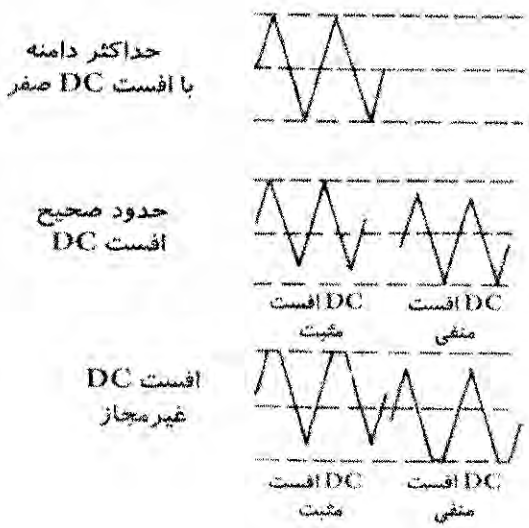
۴-۸. نکات قابل توجه

تنظیم افست DC باعث اضافه نمودن ولتاژ DC به میزان ۱۰V ± (بی باری) یا ۵V ± (با بار ۵۰ اهم) می گردد. این در حالی است که سطح سیگنال با این مقدار DC به همان سطح خروجی دستگاه یعنی ۲۰V + یا ۲۰V- (بی باری) و ۱۰V+ یا ۱۰V- (با بار ۵۰ اهم) محدود می باشد. لذا در صورت افزایش دامنه از این مقادیر، پدیده برش موج مطابق با شکل شماره ۳ روی داده که باید در اجتناب از آن دقت شود.

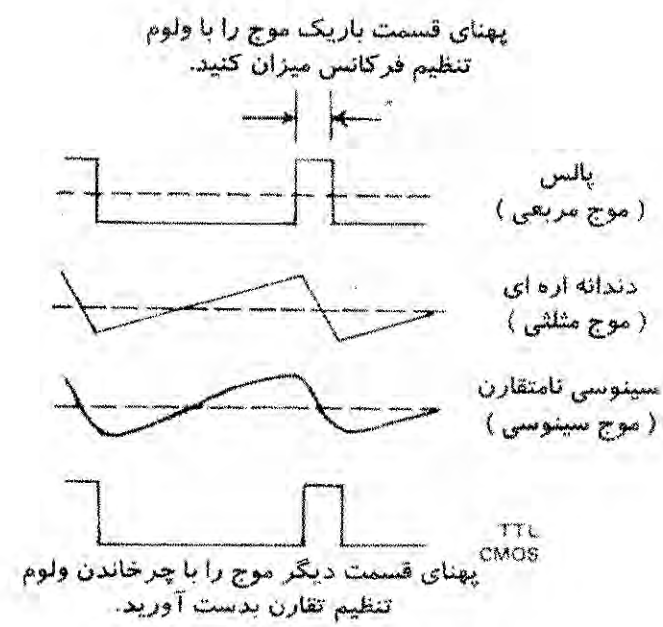
امپدانس خروجی دستگاه برابر ۵۰ اهم می باشد. از آنجا که بار اعمالی ممکن است دارای هر گونه امپدانسی باشد، سعی نمائید تا علی الخصوص در فرکانس های بالا و شکل موج های مربعی از یک مقاومت ۵۰ اهم و با کوتاهترین سیم ممکن نسبت به دستگاه بصورت موازی با بار استفاده نموده تا از نوسانات ناخواسته جلوگیری شود.

با خارج نمودن ولوم تقارن موج ⑬ از وضعیت CAL می توان نسبت دو قسمت مثبت و منفی موج را تا

مقدار ۲۰:۱ تغییر داد و از امواج مربعی، مثلثی و سینوسی به ترتیب پالس، دندانه اره ای و سینوسی نامتقارن بدست آورد. دقت نمائید که با تغییر این ولوم پهنای یک قسمت از موج ثابت مانده و پهنای قسمت دوم تغییر می پذیرد. لذا برای بدست آوردن شکل موجی با فرکانس و تقارن (DUTY CYCLE) مشخص باید ابتدا زمان MARK پالس یا FLY BACK دندانه اره ای (کلید ولوم ⑬ در حالت فشرده) را توسط ولوم فرکانس تنظیم نموده، سپس با تغییر ولوم تقارن پهنای قسمت دیگر موج و فرکانس خروجی مورد نظر را بدست آورد. در صورت بیرون کشیدن ولوم ⑬ وضعیت معکوس می گردد. (به شکل ۴ مراجعه نمائید)



شکل ۳



شکل ۴

۵-موارد کاربرد دستگاه

در این بخش برخی از کاربردهای عملی این دستگاه با استفاده از بلوگ دیاگرام تشریح می گردد.

الف) عیب یابی مدارات با روش ردیابی موج

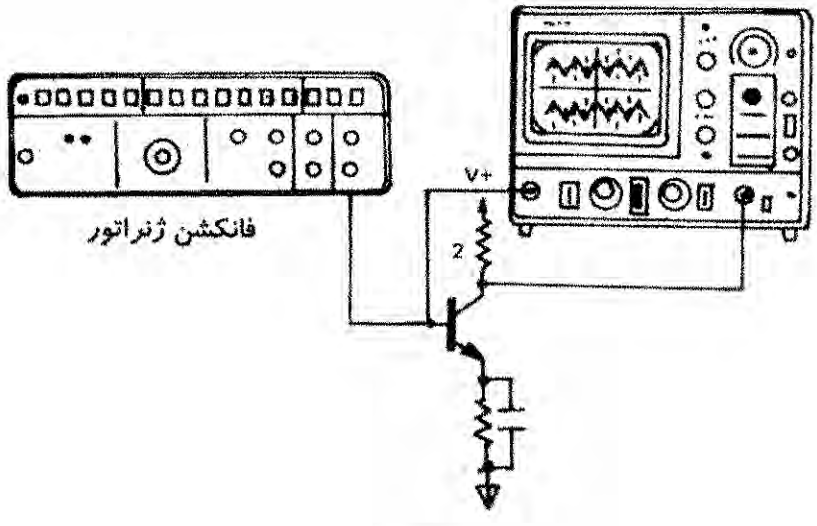
در این روش سیگنالی مناسب به ورودی مدار اعمال شده و با استفاده از اسیلوسکوپ سیگنال خروجی هر طبقه مشاهده می شود. اولین طبقه فاقد خروجی قسمت معیوب دستگاه خواهد بود.

ب) استفاده از دستگاه به عنوان منبع توام بایاس و سیگنال

با توجه به شکل ۵، از این دستگاه می توان هم به عنوان منبع بایاس ترانزیستور و هم به عنوان منبع سیگنال استفاده نمود.

ابتدا با تنظیم های دامنه و افست DC حداکثر خروجی بدون اعوجاج را در خروجی مدار بدست آورید.

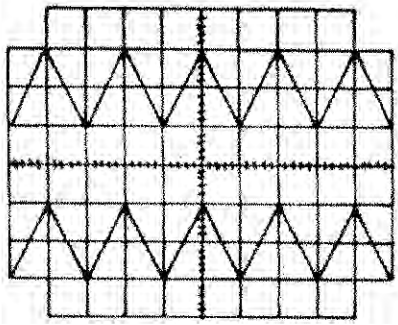
سپس با تغییر افست DC اثرات تغییر بایاس و نقطه کار ترانزیستور را مشاهده نمائید.



شکل ۵

ج) بررسی مشخصه خروجی آمپلی فایر

در هنگام مشاهده خروجی مدارات آمپلی فایر استفاده از موج سینوسی اطلاعات چندانی بدست نمی دهد. در اینگونه موارد موج مثلثی را به ورودی اعمال نموده و با مشاهده خطوط مستقیم آن حداکثر دامنه قابل حصول بدون اعوجاج را مشخص نمائید.



شکل ۶

د) استفاده از موج مربعی برای بررسی مشخصات مدارات آمپلی فایر

منحنی پاسخ فرکانسی حاصل از اعمال موج سینوسی نمی تواند بیانگر پاسخ گذرای (Transient) یک آمپلی فایر باشد. با استفاده از یک موج مربعی دارای هارمونیک های بالا و استفاده از اسیلوسکوپ می توان بسیاری از مشخصات آمپلی فایر را بشرح زیر بدست آورد:

در شکل 7a نحوه بستن مدار مشخص شده است.

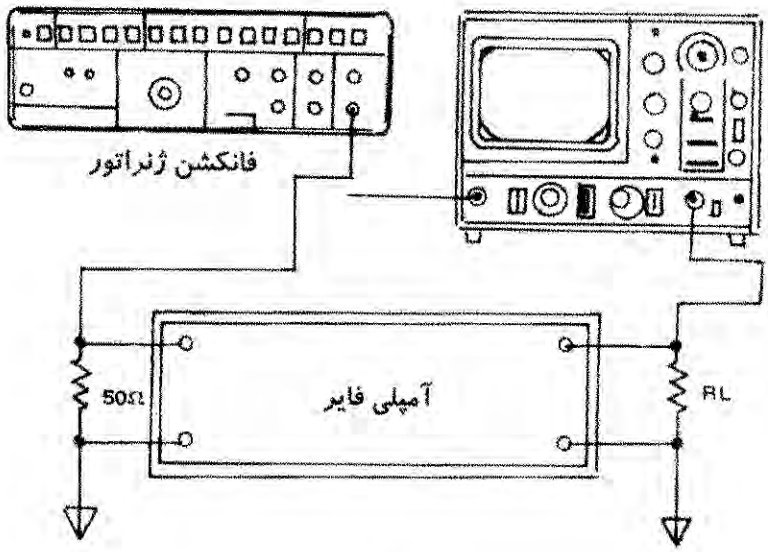
در این مدار مقاومت ۵۰ اهم به منظور جلوگیری از نوسانات ناخواسته در هنگام اعمال موج مربعی به ورودی مدار اضافه شده است.

با استفاده از اعمال موج مثلثی، حداکثر دامنه موج خروجی بدون برش را بدست آورید.

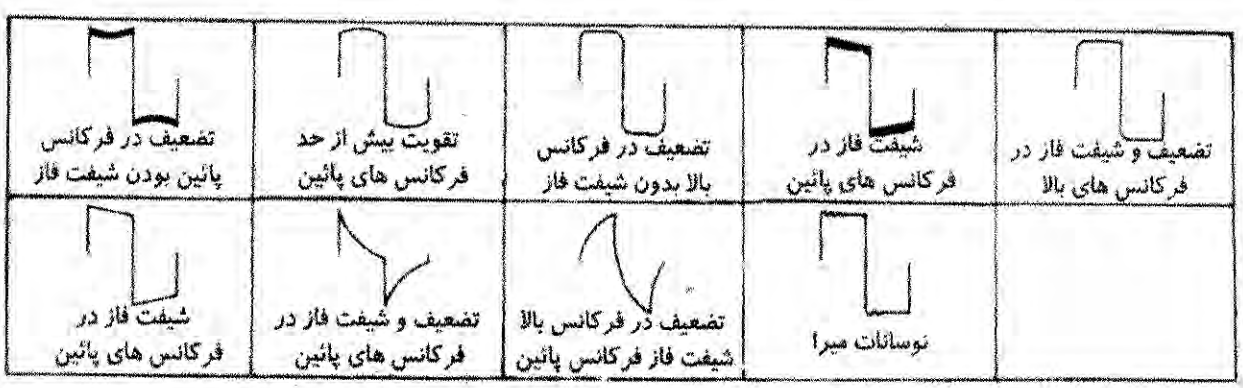
شکل موج را به مربعی تبدیل نموده و فرکانس را در چند نقطه از پهنای باند آمپلی فایر (بطور مثال ۲۰Hz، 1kHz و ۱۰kHz) تنظیم نموده و خروجی را مشاهده نمائید.

شکل 7b برخی از شکل موج های خروجی ممکن و نتیجه گیری مربوطه را نشان می دهد.

توجه: هارمونیک های وسیع موجود در موج مربعی مناسب برای تست آمپلی فایر های با پهنای باند باریک نمی باشد.



شکل 7a



شکل 7b

ه) تست مدارات منطقی

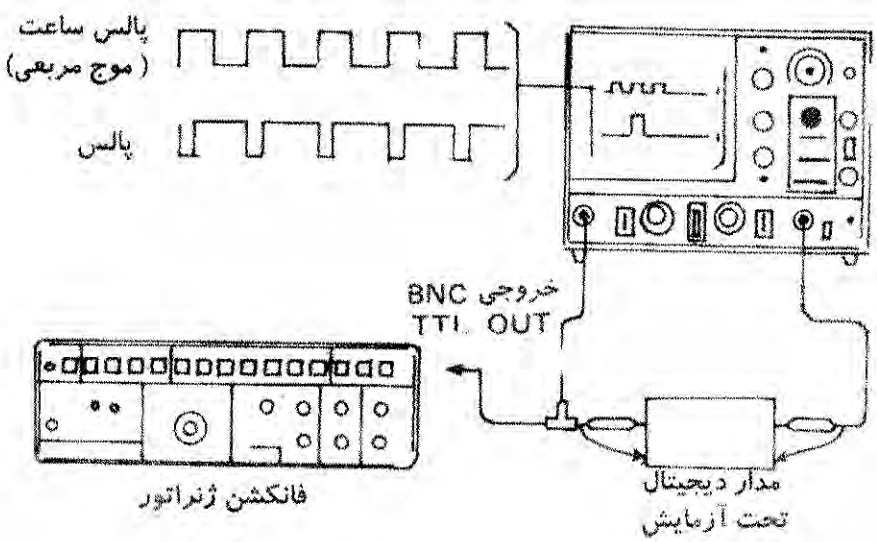
خروجی مربعی و پالس موجود در این دستگاه، وسیله بسیار مناسبی برای تست مدارات منطقی می باشد.
همچنین کنترل افست DC می تواند در عیب یابی مدارات مفید واقع گردد.
نحوه اعمال موج و بستن مدار مطابق با شکل ۸ می باشد.

مطابق دستورالعمل های بخش ۴ این راهنما، شکل موج را بر روی مربعی یا پالس با فرکانس مورد نظر تنظیم نمائید.

در مدارات TTL، ولوم ⑰ را در حالت داخل نگاه داشته و خروجی را از ترمینال ⑯ به مدار اعمال نمائید.

در مدارات CMOS، ولوم ⑰ را بیرون کشیده و سطح سیگنال اعمالی را توسط چرخاندن آن تنظیم کنید. خروجی از ترمینال ⑯ قابل حصول می باشد.

با استفاده از اسیلوسکوپ ۲ کانال می توان هر دو سیگنال ورودی و خروجی را مشاهده نموده و رابطه زمانی میان آنها را مورد بررسی قرار داد.



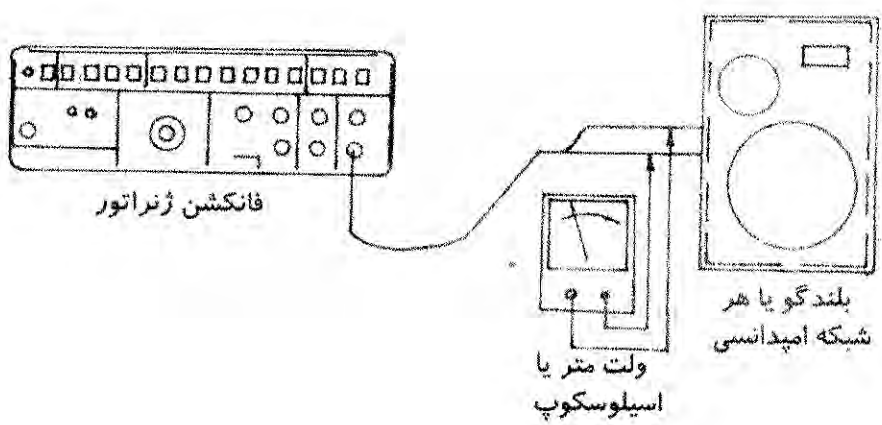
شکل ۸

و) تست بلندگو یا هر شبکه امپدانس

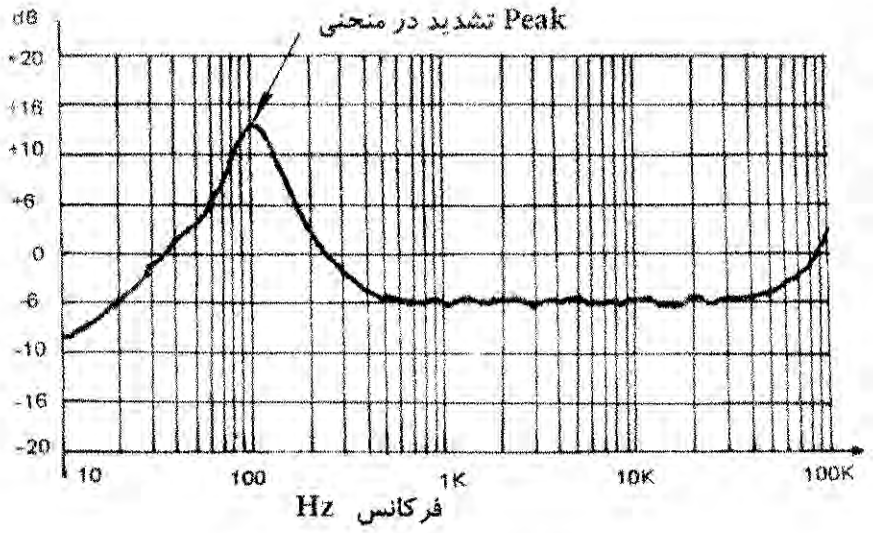
با استفاده از این دستگاه می توان مشخصه فرکانسی بلندگو یا هرگونه امپدانس دیگری را مشخص نموده و همچنین فرکانس تشدید را در شبکه های امپدانسی معین کرد.

بلندگو یا هر مدار دیگر را مطابق شکل 9a در مدار قرار دهید. می توانید از اسیلوسکوپ بجای ولت متر استفاده نمائید.

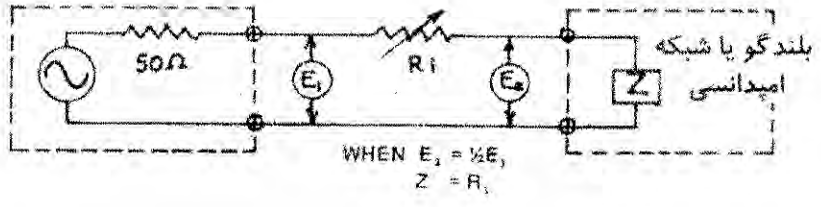
از حداقل فرکانس شروع نموده و با افزایش آن میزان قرائت ولت متر را یادداشت کنید. در مورد بلندگو اولین پیک ولتاژی که بدست می آید مربوط به فرکانس تشدید آن است. (ر. ک. به شکل 9b).
این فرکانس ارتباطی به طراحی جعبه بلندگو نداشته ولی در صورت طراحی صحیح باید دو Peak کوچک در اطراف این Peak بزرگ ایجاد شود.
در تست سایر مدارات امپدانسی ممکن است فرکانس تشدید در فرکانس های پائین اتفاق نیفتد ولی به هرحال پدیده افزایش دامنه در نزدیکی فرکانس تشدید را خواهیم داشت.
برای اندازه گیری امپدانس در هر فرکانس می توان مطابق شکل 9c، یک مقاومت متغیر VR بصورت سری با شبکه امپدانس مورد نظر قرار داده و با قرائت ولتاژهای E1 و E2 وتنظیم VR، ولتاژ E2 را به میزان نصف E1 بدست آورد. در این حالت امپدانس شبکه برابر با مقدار VR می باشد.



شکل 9a- نحوه بستن مدار



شکل 9b- منحنی پاسخ فرکانسی



شکل 9c