

## کار با سیگنال ژنراتور فرکانس رادیویی (RF)

### هدف کلی آزمایش

کار با سیگنال ژنراتور RF، به عنوان یک فرستنده کوچک AM

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش، از فراگیرنده انتظار می‌رود:

- به سؤالات نظری و کارگاهی آزمایش شماره ۵ پاسخ دهد.
- کنترل‌های روی پانل سیگنال ژنراتور RF را نام ببرد.
- کار هر یک از دکمه‌های کنترل روی پانل را شرح دهد.
- سیگنال ژنراتور RF را راه‌اندازی و آماده کار کند.
- حوزه کار سیگنال ژنراتور RF را بیان کند.
- سیگنال خروجی RF ساده را روی اسیلوسکوپ مشاهده کند و شکل موج آن را با مقیاس مناسب رسم نماید.
- سیگنال AM را با مدولاسیون داخلی، روی اسیلوسکوپ مشاهده کند و با مقیاس مناسب رسم نماید.
- درصد مدولاسیون را اندازه‌گیری کند.
- سیگنال ژنراتور RF را، با استفاده از یک فانکشن ژنراتور، از خارج مدوله نماید (مدولاسیون خارجی External Modulation).
- انواع سیگنال‌های مدوله شده AM مربعی، مثلثی و ... را با درصد مدولاسیون مختلف، با مقیاس مناسب، رسم کند.
- ضریب مدولاسیون را اندازه بگیرد.
- ضریب مدولاسیون را با استفاده از دوزنقه مدولاسیون اندازه‌گیری کند.
- مقادیر ضریب مدولاسیون ۱۰۰ درصد، کمتر از ۱۰۰ درصد و بیشتر از ۱۰۰ درصد را با توجه به شکل موج با هم مقایسه کند.
- در صورت امکان با استفاده از یک تقویت‌کننده صوتی و میکروفون، سیگنال صوتی را از طریق سیگنال ژنراتور مدوله کند و شکل موج آن را مشاهده نماید و نتایج را به دست آورد.
- با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم، سیگنال ژنراتور RF را به صورت نرم‌افزاری، مورد استفاده قرار دهد.
- گزارش کار جامعی از فعالیت‌های آزمایشگاهی تهیه کند و آن را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسد. (خارج از محیط آزمایشگاه)
- کلیه هدف‌های رفتاری در حیطه عاطفی که در آزمایش شماره ۱ آمده است را در این آزمایش نیز مورد توجه قرار دهد.

## ۶-۱-۶- اطلاعات اولیه

یکی از دستگاه‌های الکترونیکی، که کاربرد نسبتاً وسیعی در آزمایشگاه‌های الکترونیک دارد، دستگاه سیگنال ژنراتور RF<sup>۱</sup> است. این دستگاه قادر به تولید فرکانس‌های رادیویی است. به وسیله سلکتورهای دستگاه، می‌توان فرکانس مورد نظر را انتخاب کرد. هر قدر باند فرکانسی دستگاه وسیع‌تر باشد، دستگاه گران‌تر است. از مشخصه‌های عمده مولدهای فرکانس، توانایی آن در تولید سیگنال AM است. غالباً دستگاه‌ها به گونه‌ای ساخته می‌شوند که می‌توان از آن‌ها به عنوان مدولاتور با سیگنال داخلی<sup>۲</sup> یا مدولاتور با سیگنال خارجی<sup>۳</sup> استفاده کرد. در شکل ۶-۱، تصویر ظاهری یک نمونه سیگنال ژنراتور RF را ملاحظه می‌کنید. این سیگنال ژنراتور می‌تواند فرکانس‌هایی در محدوده ۱۰۰ KHz تا ۴۵۰ MHz را تولید کند. کار هر یک از دکمه‌ها و سلکتورهای دستگاه به شرح زیر است:

آزمایش ۶

باند C - ۱ تا ۳/۵ مگاهرتز

باند D - ۳ تا ۱۱ مگاهرتز

باند E - ۱۰ تا ۳۵ مگاهرتز

باند F - ۳۲ تا ۱۵۰ مگاهرتز

در صورتی که در باند F از هارمونیک‌ها استفاده شود، فرکانس خروجی از ۹۶ مگاهرتز تا ۴۵۰ مگاهرتز قابل تغییر است.

۶-۱-۲- سلکتور انتخاب حوزه کار، شماره ۲:

این کلید دارای شش وضعیت مختلف است که با آن می‌توان یکی از باندهای A تا F را انتخاب کرد.

۶-۱-۳- سوکت اتصال کریستال X<sup>۲</sup>TAL، شماره ۳:

این ترمینال، به منظور اتصال کریستال کوارتز، ۱ تا ۱۵ مگاهرتز استفاده می‌شود و نوسان‌ساز، به صورت کریستالی، عمل می‌کند، سیگنال‌های خروجی به وسیله نوسان‌ساز کریستالی تولید می‌شود و همواره پایدار است.

۶-۱-۴- کلید خاموش - روشن (ON-OFF)، شماره ۴:

این کلید برای خاموش و روشن کردن دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶-۱-۵- لامپ سیگنال (نشانه)، شماره ۵:

لامپ، روشن یا خاموش بودن دستگاه را نشان می‌دهد.

۶-۱-۶- کلید حالت (Mode Switch)، شماره ۶:

این کلید دارای سه حالت است که به ترتیب عبارت‌اند از EXT-MOD، INT-MOD و X<sup>۲</sup>TAL OSC.

EXT-MOD - به معنی مدولاسیون خارجی است و

در این حالت می‌توان سیگنال پیام را به وسیله دستگاه دیگری به مولد اعمال کرد.

INT - MOD - به معنی مدولاسیون داخلی است. با

قراردادن کلید در این حالت، سیگنال مدوله شده AM با فرکانس پیام یک کیلوهرتز تولید می‌شود.

X<sup>۲</sup>TAL OSC در شرایطی که کریستال به دستگاه اتصال

دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۶-۱- شکل ظاهری دستگاه مولد RF و کنترل‌های آن

۶-۱-۱- صفحه مدرج و عقربه انتخاب فرکانس، شماره ۱:

به وسیله عقربه و درجات روی صفحه می‌توان فرکانس دل‌خواه را انتخاب کرد. درجه‌بندی صفحه مدرج در شش باند A, B, C, D, E, F قابل استفاده است. حوزه فرکانس کار هر یک از باندها به شرح زیر است:

باند A - ۱۰۰ کیلوهرتز تا ۳۰۰ کیلوهرتز

باند B - ۳۰۰ کیلوهرتز تا ۱۰۰۰ کیلوهرتز

۱ - Radio Frequency Signal Generator

۲ - Internal Modulation

۳ - External Modulation

### ۱-۱-۶- ترمینال خروجی (OUTPUT)،

شماره ①: از این ترمینال، سیگنال خروجی دریافت می‌شود. سیگنال‌های خروجی به صورت RF ساده، مدوله AM داخلی و مدوله AM خارجی اند.

در شکل ۶-۲ چهار نمونه سیگنال ژنراتور RF و یک نمونه سیگنال ژنراتور RF (موجود در نرم افزار) را که سه نمونه آن با استفاده از سیستم دیجیتالی کار می‌کند، ملاحظه می‌کنید. سلکتورها و دکمه‌های مختلف این دستگاه به صورت صفحه کلید (کی‌بورد Keyboard) است و با فشار دادن آن، حالات مختلف ایجاد می‌گردد. کار کردن با این دستگاه‌ها به مراتب ساده‌تر از دستگاه نشان داده شده در شکل ۶-۱ است. از مزایای عمده این دستگاه‌ها، نشان دادن مقدار فرکانس روی فرکانس متر دیجیتالی نصب شده روی پانل<sup>۲</sup> دستگاه است، که خواندن مقادیر را آسان می‌کند.

### ۷-۱-۶- ترمینال ورودی - خروجی (INPUT-OUTPUT)

شماره ⑦: این ترمینال‌ها در دو وضعیت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱- اگر کلید در حالت INT-MOD باشد، از این ترمینال می‌توان سیگنال مدوله کننده (پیام) با فرکانس یک کیلوهرتز دریافت نمود.

۲- اگر کلید دستگاه روی حالت EXT-MOD قرار گیرد، از این ترمینال می‌توان برای اعمال سیگنال مدوله کننده (پیام) استفاده کرد.

### ۸-۱-۶- کلید تنظیم دقیق دامنه (FINE)، شماره

⑧: تنظیم مقادیر کم ولتاژ خروجی

### ۹-۱-۶- کلید دامنه RF کم و زیاد

(HIGH LOW)، شماره ⑨: با استفاده از این کلید می‌توان دامنه خروجی را با ضریب ده تغییر داد.



RF ژنراتور معمولی



RF ژنراتور دیجیتالی



RF ژنراتور موجود در نرم افزار

شکل ۶-۲- چند نمونه سیگنال ژنراتور RF

(شکل‌های ۶-۴ الف و ۶-۴ د).

- در صورتی که کلید شماره ⑥ در وضعیت INT قرار داده شود، سیگنال حامل با فرکانس  $F_c$  به وسیله سیگنال پیام سینوسی شکل ۶-۴ ب به صورت AM مدوله می‌شود. سیگنال مدوله شده AM در شکل ۶-۴ ج نشان داده شده است. معمولاً سیگنال پیام (Fm) دارای فرکانسی برابر با یک کیلوهرتز است. هم‌چنین در صورت نیاز، می‌توان سیگنال یک کیلوهرتزی پیام (Fm) را از ترمینال‌های شماره ⑦ نیز دریافت کرد. در شکل

### ۱۱-۱-۶- مشخصات شکل موج‌های خروجی

سیگنال ژنراتور RF: به منظور آشنایی بیشتر با مشخصات شکل موج‌های خروجی سیگنال ژنراتور RF، به شرح شکل موج‌های خروجی می‌پردازیم.

- شکل موج خروجی ترمینال‌های شماره ① (OUTPUT)

در حالتی که کلید شماره ⑥ در وضعیت EXT یا XTAL قرار گیرد و به ورودی ترمینال‌های شماره ⑦ سیگنالی اعمال نشود، یک سیگنال RF ساده است که سیگنال حامل نامیده می‌شود

۱- کی‌بورد یک صفحه کلید است که از مجموعه کلیدهای فشاری تشکیل شده است.

۲- صفحه جلوی دستگاه را پانل Panel می‌نامند.

۶-۴ ب نمونه این شکل موج را مشاهده می کنید.  
 - در صورتی که کلید شماره ⑥ در وضعیت EXT قرار داده شود و به ترمینال شماره ⑦ سیگنال پیام اعمال گردد، شکل موج خروجی یک سیگنال مدوله شده AM خواهد بود. شکل موج متناسب با شکل موج پیام می تواند سینوسی، مربعی، مثلثی و ... باشد. در شکل های ۶-۴ و ۶-۵ و ۶-۶ د یک نمونه سیگنال

مدوله شده با پیام مربعی را ملاحظه می کنید. شکل ۶-۳ اتصال فانکشن ژنراتور را جهت اجرای مدولاسیون خارجی به سیگنال ژنراتور RF نشان می دهد. توجه داشته باشید که دامنه خروجی شده اعوجاج پیدا نکند.

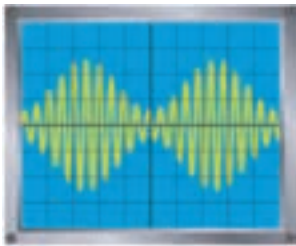


شکل ۶-۳ نحوه اتصال سیگنال ژنراتور RF برای مدولاسیون خارجی

### نکته

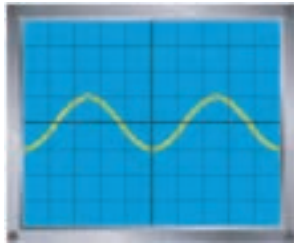
در مراحل بعدی، از اصطلاحات  $m$ ،  $m_p$  و  $M$  استفاده شده است که هر یک دارای معنایی به شرح زیر است.  
 ۱-  $M = m_p$  است و به معنی درصد مدولاسیون یا Modulation Percent است.  
 ۲-  $m$  شاخص مدولاسیون است که برابر با نسبت دامنه پیام به دامنه حامل است.

$$f_c = 1\text{MHz} \quad f_m = 1\text{KHz}$$



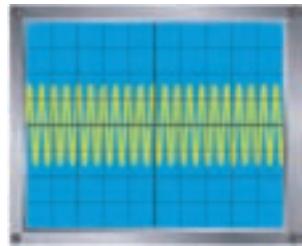
ج - سیگنال مدوله شده AM با پیام سینوسی

$$e_m = E_m \sin \omega_m t \quad f_m = 1\text{KHz}$$



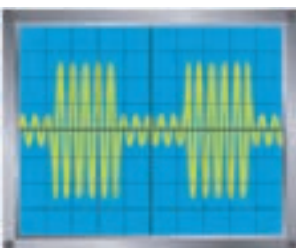
ب - سیگنال پیام سینوسی  $F_m$

$$e_c = E_c \sin 2\pi f_c t \quad f_c = 1\text{MHz}$$



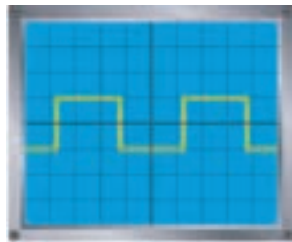
الف - سیگنال حامل  $F_c$

$$f_c = 1\text{MHz} \quad f_m = 1\text{KHz}$$



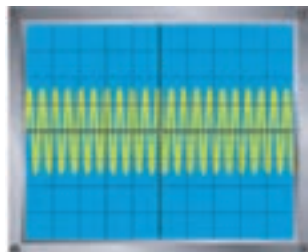
و - سیگنال مدوله شده با پیام مربعی

$$f_m = 1\text{KHz}$$



ه - سیگنال پیام مربعی

$$e_c = E_c \sin 2\pi f_c t \quad f_c = 1\text{MHz}$$



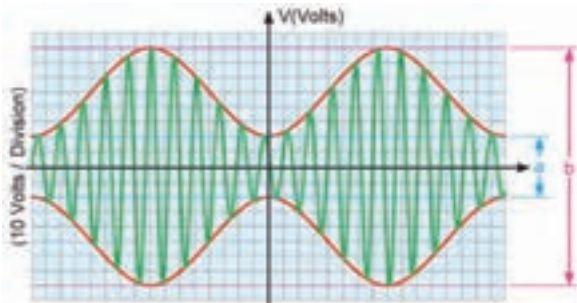
د - سیگنال حامل  $F_c$

شکل ۶-۴ سیگنال مدوله شده AM

۱- اعوجاج ترجمه کلمه Distortion به معنی کج و معوج شدن است.

مثال ۱-۶: مقدار درصد مدولاسیون را در شکل ۶-۶ با روش اندازه‌گیری به دست آورید.

هر تقسیم‌بندی قائم برابر ۱۰ ولت است.



شکل ۶-۶ محاسبه درصد مدولاسیون از طریق اندازه‌گیری

حل: با توجه به معادله (۶-۱) مقادیر  $a$  و  $b$  را اندازه می‌گیریم.

چون هر تقسیم‌بندی، معادل ۱۰ ولت است، داریم:

$$a = 40 \text{ V} \quad b = 160 \text{ V}$$

$$M = \frac{b-a}{b+a} \times 100$$

$$m = \frac{160-40}{160+40} \times 100 = \frac{120}{200} \times 100 = 60\%$$

$$\boxed{M = 60\%}$$

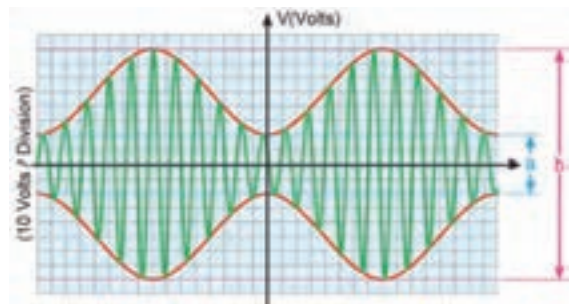
## ۱۲-۱-۶- اندازه‌گیری درصد مدولاسیون:

چنانچه بخواهید درصد مدولاسیون را از روی سیگنال AM به دست آورید، می‌توانید از روش زیر استفاده کنید.

شکل موج AM را روی صفحه اسیلوسکوپ بیاورید. در شکل ۶-۵ یک نمونه سیگنال AM نشان داده شده است. مقادیر  $a$  و  $b$  را از روی شکل اندازه بگیرید. مقدار درصد مدولاسیون از رابطه (۶-۱) قابل محاسبه است.

$$M = m_p = \frac{b-a}{b+a} \times 100 \quad (6-1)$$

در صورت تمایل می‌توانید از رابطه  $m = \frac{E_m}{E_c} \times 100$  استفاده کنید.



شکل ۶-۵ سیگنال AM روی صفحه اسیلوسکوپ

## ویژه هنر جوانان علاقه‌مند

## فعالیت فوق برنامه

با مراجعه به منابع مختلف از جمله اینترنت، تحقیق کنید آیا سیگنال ژنراتوری با مدولاسیون FM وجود دارد؟ پاسخ را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی شرح دهید.

ژنراتور، سلکتورها را به سرعت نچرخانید و فشار بیش از حد به آن‌ها وارد نکنید، زیرا اعمال فشار باعث شکستن خارها و از کار افتادن دستگاه می‌شود (شکل ۶-۷).

## ۲-۶- دستورهای حفاظت و ایمنی

علاوه بر نکات ایمنی ذکر شده در آزمایش ۱، رعایت نکات ایمنی زیر نیز الزامی است.

◀ هنگام کار با سلکتورهای اسیلوسکوپ و فانکشن

### ۶-۳- قطعات و تجهیزات مورد نیاز

- اسیلوسکوپ یک دستگاه
- سیگنال ژنراتور RF یک دستگاه
- فانکشن ژنراتور یا سیگنال ژنراتور AF یک دستگاه
- سیم رابط به مقدار کافی
- رایانه و نرم افزار مولتی سیم یک دستگاه

### ۶-۴- مراحل انجام آزمایش

مواردی که با ستاره (\*) مشخص شده است و هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی بنویسید.

#### ۶-۴-۱- سیگنال ژنراتور RF را روی فرکانس ۴۵۵

کیلوهرتز با مدولاسیون خارجی قرار دهید. کلید Hi-Low روی Low باشد و کلید FINE را روی بیشترین مقدار قرار دهید.

#### ۶-۴-۲- اسیلوسکوپ را به ترمینال خروجی مولد

RF وصل و آن را طوری تنظیم کنید که ۲ یا ۳ سیکل کامل روی صفحه ظاهر شود (Time/Div روی  $\mu s$ ).

#### \* ۶-۴-۳- تصویر ظاهر شده روی صفحه اسیلوسکوپ

را با مقیاس مناسب روی نمودار ۶-۱ ترسیم کنید و مقادیر فرکانس و ولتاژ را با توجه به شکل موج ترسیم شده، محاسبه کنید.

آیا مقادیر به دست آمده از روی اسیلوسکوپ و فرکانس سیگنال ژنراتور با هم تطبیق دارد؟ توضیح دهید.

#### \* ۶-۴-۴- کلید Hi-Low را در وضعیت Hi و

فرکانس سیگنال ژنراتور را روی یک مگاهرتز بگذارید و شکل موج خروجی را روی نمودار ۶-۲ ترسیم کنید. مقادیر ولتاژ و فرکانس را با توجه به شکل ترسیم شده، محاسبه و آن را با مقادیر انتخاب شده روی سیگنال ژنراتور مقایسه کنید و درباره آن توضیح دهید.

کلید Hi-Low میزان دامنه ولتاژ را چه قدر تغییر می دهد؟ مقادیر خروجی را در حالت Hi و Low اندازه گیری کنید و نسبت ولتاژها را به دست آورید و نتیجه را بنویسید.



شکل ۶-۷- مراقبت از سلکتورها و ولوم های دستگاه

◀ به ولوم های کالیبراسیون و تنظیم دقیق، فشار بیش از حد وارد نکنید.

◀ هنگام استفاده از پروب مراقب باشید نوک پروب آسیب نبیند (شکل ۶-۸).

### آزمایش ۶



شکل ۶-۸- مراقبت از نوک پروب

◀ هنگام نصب پروب روی جک مادگی BNC اسیلوسکوپ، مراقب باشید فشار بیش از اندازه به آن وارد نکنید (شکل ۶-۹).



شکل ۶-۹- مراقبت از BNC

را از روی صفحهٔ اسیلوسکوپ، در نمودارهای ۶-۷ و ۶-۸ رسم کنید.

\* ۱۱-۴-۶ مقدار درصد مدولاسیون را از روی نمودارهای ۶-۶، ۶-۷ و ۶-۸ اندازه‌گیری کنید. این اندازه‌گیری را از روی صفحهٔ اسیلوسکوپ انجام دهید و نتیجه را بنویسید.

\* ۱۲-۴-۶ سیگنال ژنراتور RF را روی مدولاسیون داخلی قرار دهید و فرکانس آن را روی دو مگاهرتز بگذارید و درصد مدولاسیون داخلی را اندازه بگیرید و بنویسید.

\* ۱۳-۴-۶ شرایط را برای مدولاسیون خارجی فراهم سازید. مولد AF را روی ۲ کیلوهرتز و مولد RF را روی ۶۰۰ کیلوهرتز قرار دهید. دامنهٔ AF و RF را طوری تغییر دهید که مدولاسیون ۵٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ به وجود آید. شکل موج هر یک از سیگنال‌ها را روی نمودارهای ۶-۹، ۶-۱۰ و ۶-۱۱ رسم کنید.

\* ۱۴-۴-۶ دامنهٔ سیگنال AF و RF را از روی نمودار ترسیم شده مرحلهٔ قبل در مراحل مدولاسیون ۵٪ و ۱۰۰٪ اندازه بگیرید و درصد مدولاسیون را محاسبه کنید و بنویسید.

\* ۱۵-۴-۶ آیا تغییر دامنهٔ سیگنال RF و AF موجب تغییر درصد مدولاسیون می‌شود و از فرمول  $m = \frac{E_m}{E_c}$  تبعیت می‌کند؟ توضیح دهید.

\* ۱۶-۴-۶ دامنهٔ سیگنال AF در مرحله ۱۳-۴-۶ را آن قدر افزایش دهید تا مدولاسیون بیش از صد درصد ایجاد شود. شکل موج مدولاسیون بیش از صد درصد را در نمودار ۶-۱۲ در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی رسم کنید.

\* ۱۷-۴-۶ اسیلوسکوپ را روی حالت X-Y بگذارید. سیگنال AF را به محور  $X (CH_1)$  و سیگنال مدوله شده AM را به محور  $Y (CH_2)$  اعمال کنید. در این حالت یک ذوزنقه بر روی صفحهٔ اسیلوسکوپ، طبق نمودار ۶-۱۳ که در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی مشاهده می‌کنید، ظاهر می‌شود. مقدار درصد مدولاسیون را با استفاده از نمودار ۶-۱۳ به دست آورید و در مورد آن توضیح دهید.

\* ۱۵-۴-۶ کلید MODE را در وضعیت INT قرار دهید و شکل موج ظاهر شده را روی صفحهٔ اسیلوسکوپ، در دو حالت (حدوداً ۲/۰ تا ۱ میکروثانیه و حدوداً ۱/۰ تا ۵/۰ میلی‌ثانیه) در نمودارهای ۶-۳ و ۶-۴ را رسم کنید (فرکانس  $F_c$  روی یک مگاهرتز قرار دارد).

آیا شکل موج به دست آمده در این مرحله سیگنال مدوله شده AM است؟ در صورتی که جواب مثبت است، فرکانس سیگنال مدوله کننده چه قدر است؟ شرح دهید.

\* ۱۶-۴-۶ پروب اسیلوسکوپ را به ترمینال‌های INPUT-OUTPUT متصل کنید و شکل موج ظاهر شده روی صفحهٔ اسیلوسکوپ را در نمودار ۶-۵ رسم کنید و دامنه و فرکانس آن را، با توجه به شکل موج ترسیم شده، محاسبه کنید. ولوم انتخاب فرکانس ① را تغییر دهید. آیا فرکانس تغییر می‌کند؟ چرا؟ شرح دهید.

\* ۱۷-۴-۶ کلید MODE را در وضعیت EXT-MODE قرار دهید و اسیلوسکوپ را به خروجی (OUTPUT) دستگاه سیگنال ژنراتور RF متصل کنید.

سیگنال ژنراتور RF را روی یک مگاهرتز قرار دهید. فانکشن ژنراتور AF را روی ۵KHz سینوسی بگذارید و خروجی آن را به ترمینال‌های INPUT-OUTPUT سیگنال ژنراتور RF متصل کنید.

دامنهٔ فانکشن ژنراتور را طوری تنظیم کنید که سیگنال مدوله شده خروجی بدون اعوجاج باشد.

شکل موج خروجی سیگنال ژنراتور RF را با مقیاس مناسب ترسیم کنید (Tim/Div روی میلی‌ثانیه قرار گیرد).

\* ۱۸-۴-۶ دامنهٔ سیگنال ژنراتور AF را تغییر دهید و اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی کنید و نتیجه را شرح دهید.

\* ۱۹-۴-۶ دامنهٔ سیگنال ژنراتور RF را تغییر دهید و اثر آن را روی سیگنال خروجی بررسی نمایید و نتیجه را تجزیه و تحلیل کنید و توضیح دهید.

\* ۱۰-۴-۶ فانکشن ژنراتور RF را روی سیگنال مربعی و مثلثی قرار دهید و شکل موج سیگنال خروجی مولد RF

\*۱۸-۴-۶- مراحل آزمایش ۱-۴-۶ تا ۱۸-۴-۶ را به کمک نرم افزار مولتی سیم اجرا کنید و گزارش کامل آن را بنویسید.

\*۱۸-۴-۶- دامنه AF را تغییر دهید و مقدار درصد مدولاسیون را با استفاده از دوزنقه مدولاسیون در دو حالت به دست آورید (مدولاسیون ۱۰۰٪، مدولاسیون ۷۵٪).

### ویژه هنرجویان علاقه مند

### فعالیت فوق برنامه

با مراجعه به منابع مختلف، از جمله اینترنت، یک نمونه دیگر از سیگنال ژنراتورهای RF را شناسایی و عملکرد آن را استخراج کنید و در کتاب گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی شرح دهید.

آزمایش ۷

۳-۶-۶- نحوه اندازه گیری درصد مدولاسیون AM

را از روی شکل موج خروجی شرح دهید.

۴-۶-۶- نحوه اندازه گیری درصد مدولاسیون را با

استفاده از دوزنقه مدولاسیون تشریح کنید.

۵-۶-۶- مدولاسیون بیش از صد درصد چیست؟

شرح دهید.

۶-۶-۶- چگونه می توان از سیگنال ژنراتور RF به

عنوان یک فرستنده کوچک AM استفاده کرد؟

۵-۶- نتایج آزمایش

آن چه را که در این آزمایش آموخته اید، به اختصار در کتاب

گزارش کار و فعالیت های آزمایشگاهی بنویسید.

۶-۶- الگوی پرسش

۱-۶-۶- سیگنال های خروجی سیگنال ژنراتور RF

را نام ببرید.

۲-۶-۶- مراحل تنظیم سیگنال ژنراتور RF را برای

اجرای مدولاسیون خارجی به اختصار شرح دهید.