

« فصل دوم »

مدولاسیون و انواع آن

(مطابق فصل سوم کتاب مبانی مخابرات و رادیو)

هدف کلی :

نمایش شکل موج انواع مدولاسیون‌ها در فضای نرم‌افزای

هدف های رفتاری:

در پایان این آزمایش که با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا می‌شود از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

- ۱- شکل موج مدوله شده‌ی مدولاسیون AM را مشاهده کند.
- ۲- شکل موج مدوله شده‌ی مدولاسیون FM را مشاهده کند.
- ۳- شکل موج مدولاسیون دیجیتالی را مشاهده کند.
- ۴- شاخص مدولاسیون AM را اندازه‌گیری کند.
- ۵- شاخص مدولاسیون FM را اندازه‌گیری کند.
- ۶- سیگنال با مدولاسیون AM کم‌تر از صددرصد را مشاهده کند.
- ۷- سیگنال با مدولاسیون AM صددرصد را مشاهده کند.
- ۸- سیگنال با مدولاسیون AM بیش‌تر از صددرصد را مشاهده کند.
- ۹- درصد مدولاسیون را اندازه‌گیری کند.
- ۱۰- طیف فرکانسی AM را در حوزه‌ی فرکانس مشاهده کند.
- ۱۱- طیف فرکانسی AM را با استفاده از سیگنال مربعی مشاهده کند.

۱-۲ آزمایش ۱: مدولاسیون AM

مدولاسیون FM نسبت انحراف فرکانس به فرکانس پیام را شاخص مدولاسیون تشکیل می‌دهد.

۱-۲-۲ برای مشاهده‌ی انواع مدولاسیون در نرم‌افزار مولتی‌سیم می‌توانیم از دستگاهی به نام فانکشن ژنراتور که مشابه فانکشن ژنراتور واقعی است و قابلیت مدولاسیون داخلی AM و FM را نیز دارد استفاده کنیم. این دستگاه را مطابق شکل ۱-۲ از قسمت ابزار بر روی صفحه‌ی کار می‌آوریم.

۱-۱-۲ چنان‌چه یکی از مشخصه‌های اصلی سیگنال حامل توسط سیگنال پیام طوری کنترل شود که گیرنده بتواند اطلاعات ارسال شده مانند صوت، موسیقی و ... را دوباره بازسازی کند، عمل مدولاسیون صورت می‌گیرد. از انواع مدولاسیون می‌توان مدولاسیون‌های AM، FM و PM را نام برد. هم‌چنین انواع مدولاسیون‌ها به صورت دیجیتالی نیز صورت می‌گیرد. در مدولاسیون AM نسبت دامنه‌ی سیگنال پیام به سیگنال حامل را شاخص مدولاسیون می‌نامند. در

۵-۱-۲ برای تنظیم فرکانس مورد نظر نیز می‌توانید پس از فعال کردن دکمه‌ی فرکانس، مقدار دل‌خواه را با چرخاندن کلید سلکتور به وسیله‌ی موشواره مطابق شکل ۴-۲ انتخاب کنید.



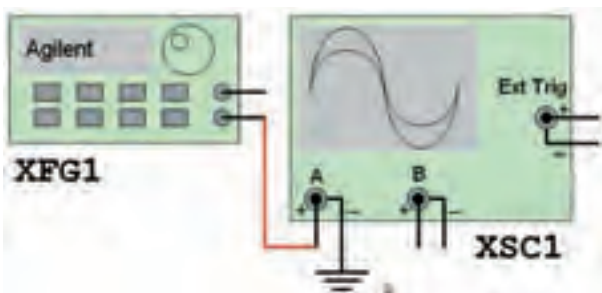
شکل ۴-۲ تنظیم فرکانس در حالت AM

۶-۱-۲ جهت تعیین در صد مدولاسیون، باید پس از انتخاب حالت AM، دکمه‌ی shift و Ampl را فشار دهید تا مقدار در صد بر روی نمایشگر دستگاه ظاهر شود. با چرخاندن کلید سلکتور به وسیله‌ی موشواره میزان درصد مدولاسیون دل‌خواه را مشابه شکل ۵-۲ انتخاب می‌کنیم.

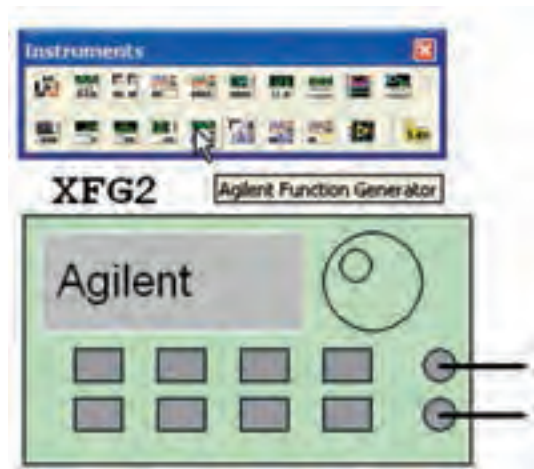


شکل ۵-۲ تنظیم درصد مدولاسیون در حالت AM

۷-۱-۲ فانکشن ژنراتور را مطابق شکل ۶-۲ به اسیلوسکوپ متصل کنید. برای مشاهده‌ی شکل موج به صورت مدوله شده‌ی AM، تنظیمات اسیلوسکوپ را بر اساس آموخته‌های قبلی خود انجام دهید.



شکل ۶-۲(الف) اتصال فانکشن ژنراتور به اسیلوسکوپ



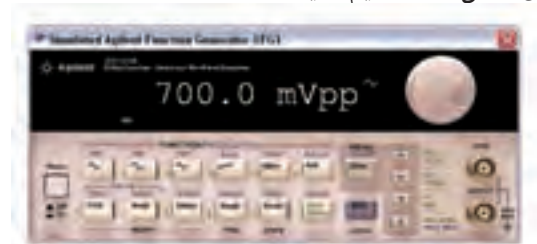
شکل ۱-۲ چگونگی آوردن فانکشن ژنراتور Agilent بر روی صفحه‌ی کار

۳-۱-۲ بر روی دستگاه دو بار کلیک کنید تا شکل ۲-۲ ظاهر شود.



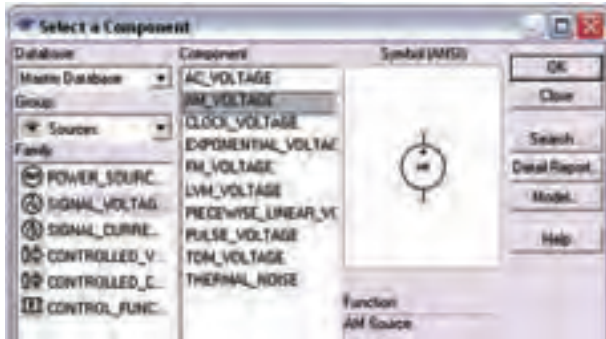
شکل ۲-۲ نمای ظاهری دستگاه فانکشن ژنراتور

۴-۱-۲ دکمه‌ی خاموش/روشن دستگاه را فعال کنید تا دستگاه روشن شود. دکمه‌های shift و AM را به طور هم‌زمان فعال کنید تا علامت AM روی صفحه‌ی دستگاه ظاهر شود. سپس دکمه‌ی level را فعال کنید و با چرخاندن کلید سلکتور، به وسیله‌ی موشواره مقدار دامنه‌ی دل‌خواه را مطابق شکل ۳-۲ تنظیم کنید.



شکل ۳-۲ تنظیم دامنه در حالت AM

۸-۱-۲ برای مشاهده‌ی شکل موج مدوله شده‌ی AM علاوه بر فانکشن ژنراتور می‌توانید از قسمت منابع موجود در نوار Components مطابق شکل ۷-۲ منبع AM را انتخاب کنید.



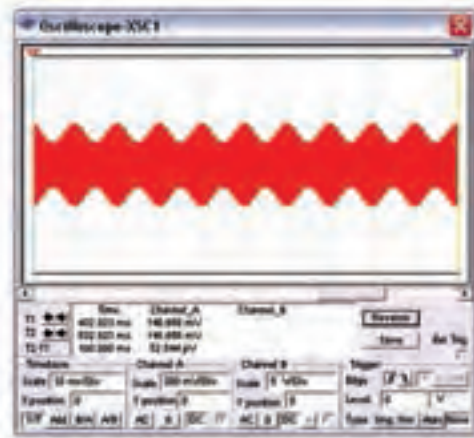
شکل ۷-۲ انتخاب منبع مولد موج AM

۹-۱-۲ منبع مولد موج AM را بر روی میز کار بیاورید. روی دستگاه دو بار کلیک کنید تا صفحه‌ای مطابق شکل ۸-۲ ظاهر شود. در این صفحه تنظیم‌های دامنه، فرکانس و درصد مدولاسیون را انجام دهید.



شکل ۸-۲ صفحه‌ی مربوط به تنظیمات منبع مولد موج AM

۱۰-۱-۲ منبع مولد موج AM را مطابق شکل ۹-۲ به اسیلوسکوپ وصل کنید. نرم‌افزار را راه‌اندازی نمایید و شکل موج مدوله شده‌ی خروجی را مشاهده کنید.

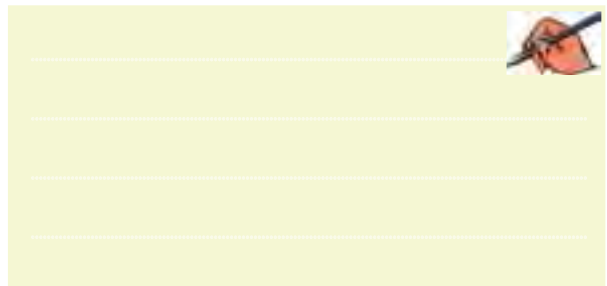


شکل ۶-۲ (ب) نمایش شکل موج AM

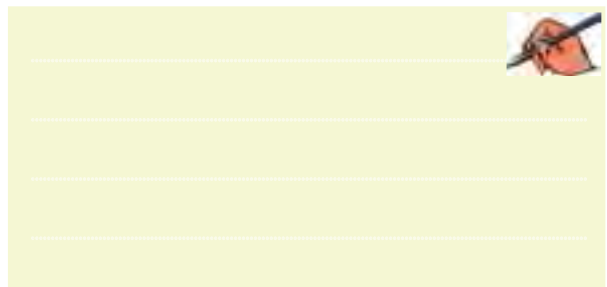
تمرین ۱: فرکانس فانکشن ژنراتور را تغییر دهید و تغییرات ایجاد شده در شکل موج مدوله شده را مشاهده کنید. با استفاده از مطالب تئوری که در درس مبانی مخابرات و رادیو آموخته‌اید، دامنه‌ی موج پیام و موج حامل را اندازه بگیرید.

$$V_m = \dots\dots V \quad V_C = \dots\dots V$$

تمرین ۲: موج مربعی را برای سیگنال ژنراتور انتخاب کنید و شکل موج مدوله شده‌ی AM را مشاهده و رسم کنید.

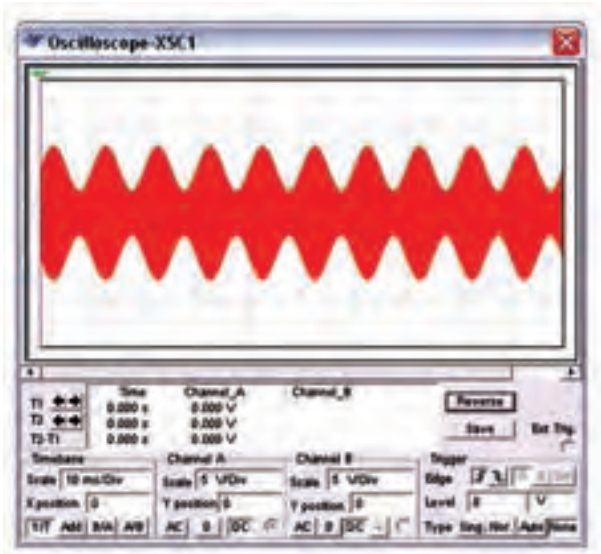


تمرین ۳: موج دندان‌اره‌ای را انتخاب کنید و شکل موج خروجی را مشاهده و رسم نمایید.



۲-۲-۲- آزمایش ۲: شاخص مدولاسیون

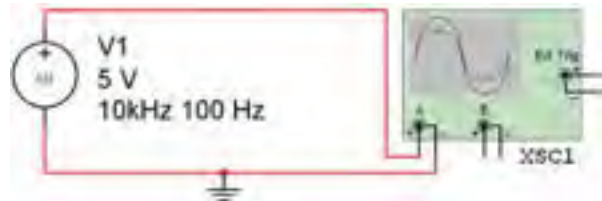
۲-۲-۱- در مدولاسیون AM نسبت دامنه‌ی موج پیام به دامنه‌ی موج حامل را شاخص مدولاسیون می‌گویند. هر چه دامنه‌ی موج پیام بیش تر باشد شاخص بیشتر است. اگر شاخص مدولاسیون را در ۱۰۰ ضرب کنیم در صد مدولاسیون به دست می‌آید. در شکل ۲-۱۰ مدولاسیون کم‌تر از صد در صد را مشاهده می‌کنید.



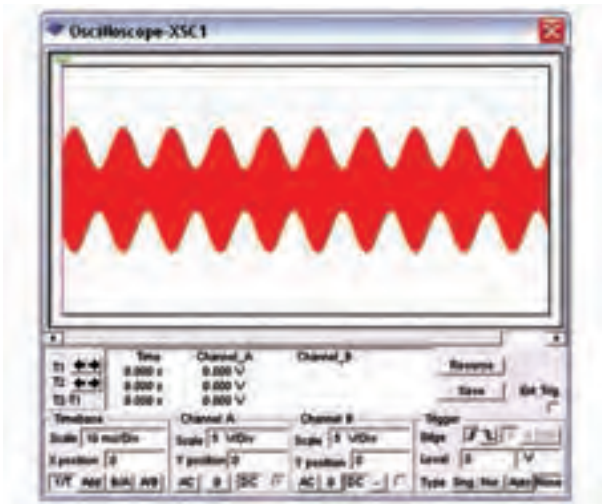
شکل ۲-۱۰ مدولاسیون کم‌تر از صد در صد

سؤال ۲: آیا می‌توانید در صد مدولاسیون شکل ۲-۷ را به دست آورید؟ توضیح دهید.

۲-۲-۲- در شکل ۲-۱۱ مدولاسیون صد در صد را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۹ الف) اتصال منبع مولد موج AM به اسیلوسکوپ



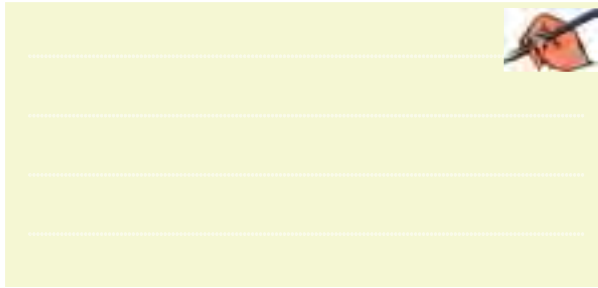
شکل ۲-۹ ب) موج مدوله شده‌ی AM

سؤال ۱: آیا می‌توانید در باره‌ی هر یک از قابلیت‌های منبع مولد موج AM توضیح دهید؟

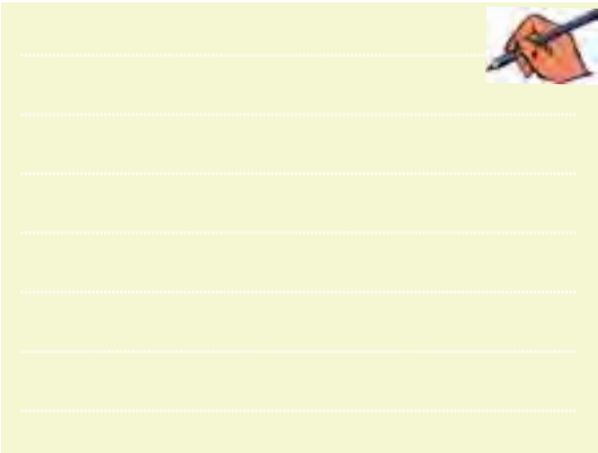
۲۳۸

تمرین ۴: با تغییر مشخصات منبع مولد موج AM و اتصال آن به اسیلوسکوپ، شکل موج مدوله شده‌ی AM را مشاهده کنید و نتیجه‌ی تغییرات ایجاد شده در شکل را توضیح دهید.

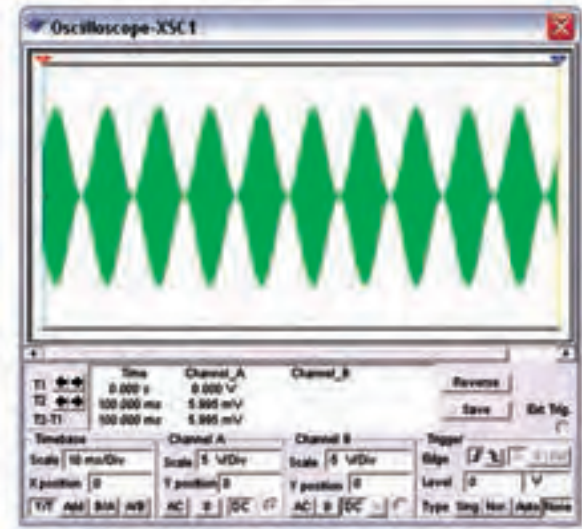
سؤال ۳: در کدام حالت از در صد مدولاسیون‌ها اطلاعات پیام حذف می‌شود؟ توضیح دهید.



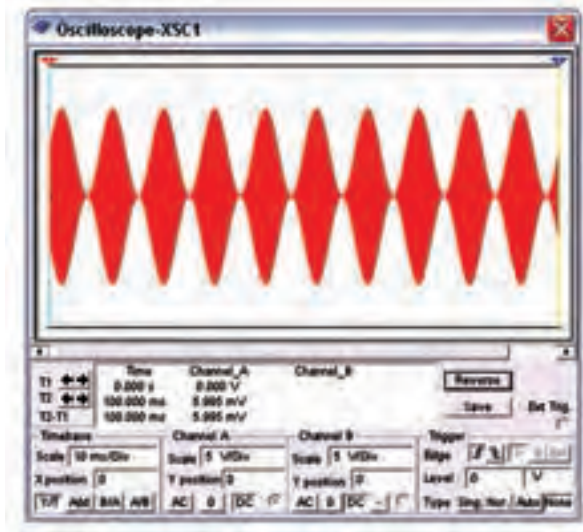
سؤال ۴: چه در صدی در مدولاسیون AM معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد؟ شرح دهید.



سؤال ۵: در شکل ۲-۱۳ درصد مدولاسیون را به دست آورید.

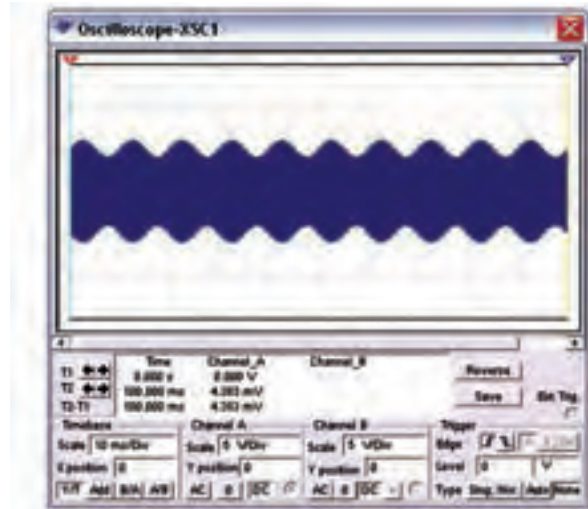


شکل ۲-۱۳ نمایش درصد مدولاسیون مربوط به سؤال ۵



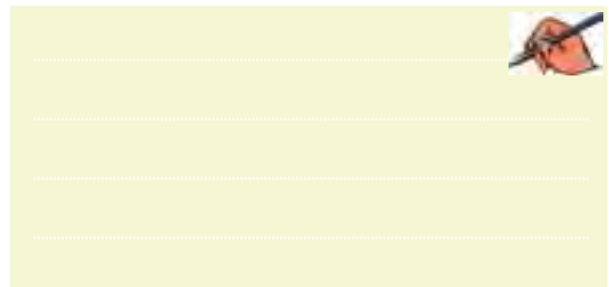
شکل ۲-۱۱ مدولاسیون صد در صد

تمرین ۵: در شکل ۲-۱۲ در صد مدولاسیون را به دست آورید و چگونگی محاسبه‌ی آن را توضیح دهید.



شکل ۲-۱۲ تعیین درصد مدولاسیون مربوط به تمرین ۵

تمرین ۶: با تغییر در صد مدولاسیون در دستگاه فانکشن ژنراتور مدولاسیون بیش‌تر از صد در صد را نشان دهید و شکل آن را رسم کنید.



۳-۲ آزمایش ۳: مدولاسیون FM

۳-۲-۱ مدولاسیون FM یکی دیگر از انواع مدولاسیون است. برای مشاهده‌ی این نوع مدولاسیون باید دستگاه فانکشن ژنراتور را مطابق شکل ۲-۱۴ در حالت FM قرار دهید.



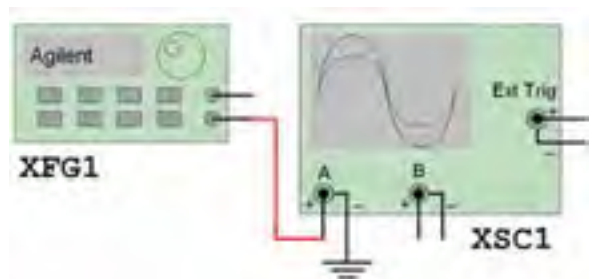
شکل ۲-۱۴ دستگاه فانکشن ژنراتور در حالت FM

۳-۲-۲ برای تنظیم شاخص مدولاسیون باید دکمه‌ی Shift را همراه با دکمه‌ی Frequency انتخاب کنید. درصد مدولاسیون را مطابق شکل ۲-۱۵ تنظیم نمایید.

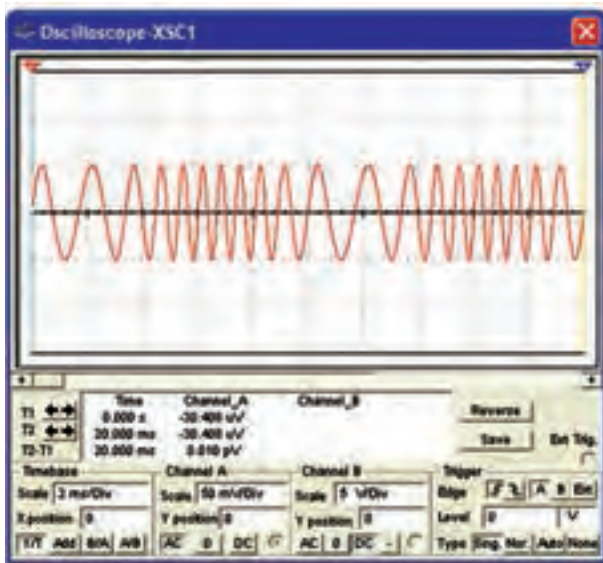


شکل ۲-۱۵ چگونگی تنظیم شاخص مدولاسیون در حالت FM

۳-۲-۳ مطابق شکل ۲-۱۶ فانکشن ژنراتور را به اسیلوسکوپ وصل کنید و شکل مدوله شده را مشاهده نمایید. در این شکل فرکانس حامل ۱KHz و فرکانس پیام ۱۰۰ هرتز و انحراف فرکانس ۵۰۰ هرتز در نظر گرفته شده است.



شکل ۲-۱۶ (الف) اتصال فانکشن ژنراتور به اسیلوسکوپ



شکل ۲-۱۶ (ب) شکل موج مدوله شده در حالت FM

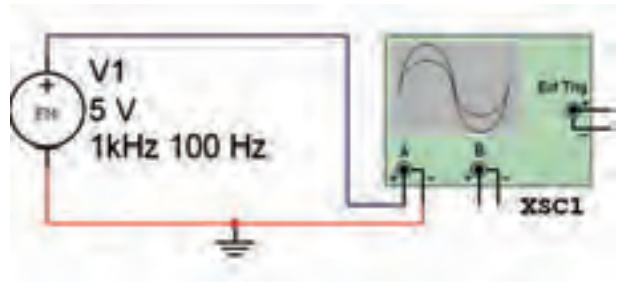
تمرین ۷: درصد مدولاسیون و فرکانس مدار شکل ۲-۱۶ را تغییر دهید و شکل موج را مشاهده کنید. نتیجه‌ی تغییرات را بنویسید.

۳-۲-۴ در شکل ۲-۱۷ انحراف فرکانس را در حدود ۸۰۰ Hz قرار داده‌ایم. چه تغییراتی را در شکل مدوله مشاهده می‌کنید؟ توضیح دهید.



شکل ۲-۱۷ انحراف فرکانس در حدود ۸۰۰ Hz

۳-۲-۵ با استفاده از منبع FM در قسمت منابع مدار شکل ۲-۱۸ را ببندید.



شکل ۲-۱۸ مدار مربوط به شکل موج مدوله شده FM

تمرین ۸: فرکانس و دامنه‌ی منبع FM مدار شکل ۲-۱۸ را تغییر دهید و شکل موج مدوله‌ی ایجاد شده را مشاهده و رسم کنید.