

توجه: ۲- نام، نام خانوادگی و شماره‌ی دانشجویی خود را روی تمام برگه‌ها و پیش‌نویس بنویسید. پیش‌نویس را همراه پاسخنامه تحویل دهید.

۳- کلیه‌ی پاسخ‌ها را تمیز و خوانا در محل‌های تعیین شده بنویسید. برگه‌ها را به هیچ وجه از هم جدا نکنید.

۴- کلیه‌ی پاسخ‌ها باید همراه با استدلال باشد. آنچه در کتاب یا کلاس اثبات شده نیاز به استدلال ندارد.

۵- نمودارهای خواسته شده را با دقت و همراه با اندازه‌گذاری رسم نمایید. موفق باشید.

**مسئله ۱** - در یک گیرنده‌ی سوپرهتروداین فرکانس محلی با فرمول  $f_{LO} = f_c + f_{IF}$  تعیین می‌شود.

الف) (۴ نمره) با فرض  $f_{IF} = 2MHz$  و  $1/6 \leq f_c \leq 2/6MHz$  محدوده‌ی فرکانس تصویر را تعیین کنید.

ب) (۳ نمره) آیا تقویت کننده‌ی RF در این گیرنده نیاز به تنظیم دارد؟ چرا؟ اگر نیاز به تنظیم ندارد، فرکانس مرکزی و پهنای باند آن را تعیین کنید.

ج) (۳ نمره) فرکانس تصویر چیست؟ مختصراً شرح دهید.

**مسئله ۲** - الف) (۸ نمره) نسبت‌های  $\frac{P_{sb}}{S_T}$  (توان باند کناری به توان کل) و  $\frac{P_{sb}}{A_{max}^2}$  (توان باند کناری به توان بیشینه‌ی لحظه‌ای) را برای دو نوع مدولاسیون AM با ضریب مدولاسیون  $\mu$  و DSB تعیین کنید. توان سیگنال پیغام را  $S_x$  بگیرید.

ب) (۲ نمره) این دو نوع مدولاسیون را با فرض  $\mu = 1$  برای AM، از نظر دو نسبت بالا مقایسه کنید. کدامیک بهتر است.

**مسئله ۳** - (۸ نمره) برای هریک از مدولاسیون‌های زیر مهمترین مزیت و مهمترین عیب را نام ببرید.

الف) FM: مزیت: عیب:

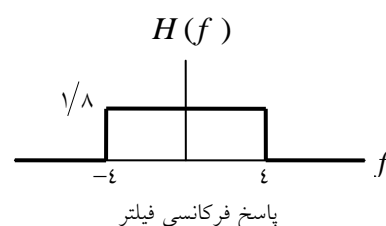
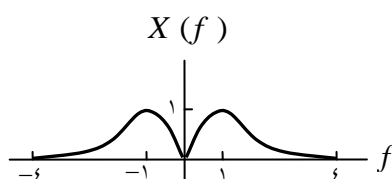
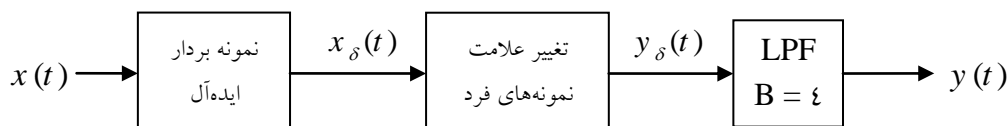
ب) AM: مزیت: عیب:

ج) SSB: مزیت: عیب:

د) پالسی: مزیت: عیب:

**مسئله ۴** - سیگنال تلفنی  $x(t)$  که طیف آن در شکل زیر رسم شده است توسط یک سیستم رمز کننده به سیگنال تلفنی دیگر

$y(t)$  که قابل فهم نیست تبدیل می‌گردد. سیستم رمز کننده (بلوک دیاگرام زیر) از یک نمونه بردار ایده‌آل، یک واحد تغییر علامت و یک فیلتر پایین‌گذر ایده‌آل تشکیل می‌شود.



پاسخ فرکانسی فیلتر

سیگنال‌های  $x_\delta(t)$  خروجی نمونه بردار و  $y_\delta(t)$  خروجی واحد تغییر علامت به فرم زیر است.

$$x_\delta(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(kT_s)\delta(t - kT_s) \quad y_\delta(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k x(kT_s)\delta(t - kT_s)$$

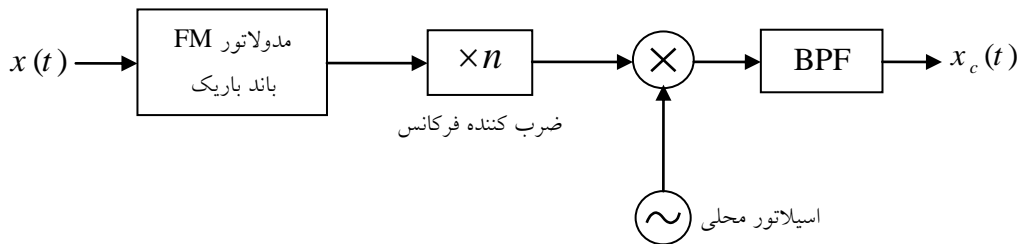
فرکانس نمونه برداری مساوی با آهنگ نایکویست، یعنی  $f_s = 8 = 1/T_s$  است. پهنای باند فیلتر پایین گذر  $\Delta$  و دامنه‌ی آن در باند عبور  $H(f) = 1/8$  است.

الف) (۱۵ نمره) با تحلیل در حوزه‌ی فرکانس، طیف سیگنال خروجی  $Y(f)$  را بدست آورید و با دقت رسم و اندازه گذاری نمایید.

ب) (۳ نمره) توضیح دهید که چرا سیگنال بدست آمده قابل فهم نیست.

ج) (۶ نمره) با نظر به تغییر شکل طیف خروجی نسبت به ورودی، یک سیستم معکوس (سیستم کشف رمز) برای این سیستم پیشنهاد کنید.

**مسئله ۵ -** یک مدولاتور FM پهن باند توسط بلوک دیاگرام زیر ساخته شده است. در این ساختار ابتدا یک مدولاتور FM باریک باند (NBFM)، یک سیگنال مدوله شده با نسبت انحراف  $D_1 = 0.05$  و فرکانس مرکزی  $f_{c1} = 200 \text{ kHz}$  تولید می‌کند. پهنای باند سیگنال پیغام  $w = 15 \text{ kHz}$  است. سیگنال مدوله شده‌ی پهن باند  $x_c(t)$  باید نسبت انحراف  $D = 5$  و فرکانس مرکزی  $f_c = 86 \text{ MHz}$  داشته باشد.



الف) (۴ نمره) ماکزیمم انحراف فرکانس سیگنال‌های FM باریک باند و پهن باند، به ترتیب  $f_{\Delta 1}$  و  $f_{\Delta}$  را معین کنید.

ب) (۴ نمره) مقدار مناسب  $n$  برای ضرب کننده فرکانسی چقدر است؟

ج) (۴ نمره) دو مقدار مناسب برای فرکانس اسیلاتور محلی بدست آورید.

د) (۴ نمره) پهنای باند سیگنال‌های مدوله شده‌ی باریک باند و پهن باند، به ترتیب  $B_1$  و  $B$  را محاسبه کنید.

ه) (۴ نمره) فرکانس مرکزی و پهنای باند فیلتر میان گذر را تعیین کنید.

**مسئله ۶ -** می‌خواهیم ۱۵ عدد سیگنال صدا هر کدام با پهنای باند  $w = 4 \text{ kHz}$  را با هم ادغام کنیم و از طریق یک کانال میان گذر ارسال نماییم. برای هر یک از دو روش زیر حد اقل پهنای باند مورد نیاز برای ارسال را محاسبه کنید.

الف) (۶ نمره) روش TDM: هر سیگنال با فرکانس  $f_s = 10 \text{ kHz}$  نمونه برداری می‌شود و به صورت PAM به همراه یک پالس علامت در هر قاب (برای همزمانی) با یکدیگر ادغام می‌شوند. قطار پالس ایجاد شده پس از عبور از یک فیلتر باند پایه به صورت SSB مدوله و ارسال می‌گردد (مدولاسیون PAM/SSB).

ب) (۴ نمره) روش FDM: هر سیگنال با یک فرکانس زیر حامل مناسب به صورت USSB مدوله شده و با باند محافظ  $B_g = 1 \text{ kHz}$  با یکدیگر مالتی پلکس فرکانس می‌شوند (سیگنال اول بدون مدولاسیون در کنار بقیه می‌نشیند). سیگنال حاصل مجدداً به صورت SSB مدوله و ارسال می‌گردد.

**مسأله ۷ - (۱۸ نمره)** در شکل زیر موج پیغام  $x(t)$  رسم شده است. اگر این موج را به فواصل  $T_s = 10ms$  نمونه برداری کنیم و آن را با استفاده از مدولاسیون پالس مدوله کنیم، شکل موج پالس بدست آمده را در سه حالت مدولاسیون PAM، PDM و PPM در محل خود رسم کنید. دقت کنید که اولین نمونه پیغام که اندازه‌ی صفر دارد در شکل به صورت پالسی مربعی با ارتفاع و پهنای مشخص نشان داده شده است. برای PAM،  $\mu = 0.8$  و برای تبدیل تغییرات اندازه به زمان در دو مورد دیگر، اندازه‌ی  $0.5$  را معادل  $1ms$  بگیرید.

