

نام و نام خانوادگی:

شماره‌ی دانشجویی:

مدت ۲ ساعت

توجه: ۱- کلیه‌ی پاسخ‌ها را تمیز و خوانا در برگه‌های پاسخنامه بنویسید.
 ۲- کلیه‌ی پاسخ‌ها باید همراه با دلیل باشد، مگر خلاف آن در صورت مسأله تصریح شده باشد.
 ۳- نمودارهای خواسته شده را با دقت و همراه با اندازه گذاری رسم نمایید.
 موفق باشید.

۱- (۵ نمره) برای هر یک از موارد زیر مناسبترین مدولاسیون را از میان مدولاسیون‌های AM, DSB, SSB, FM و مدولاسیون پالسی مشخص کنید:
 الف) صرفه جویی در پهنای باند، ب) ایمنی در مقابل نویز، ج) سادگی آشکارسازی، د) امکان ادغام زمانی چند سیگنال، ه) امکان ادغام دو سیگنال با حامل ربعی.

۲- (۷ نمره) در کدامیک از مدولاسیون‌های زیر هیچ اطلاعاتی در پوش سیگنال مدوله شده وجود ندارد:
 AM, SSB تک آهنگ, DSB, FM, PPM, PDM و PAM

۳- (۱۰ نمره) رابطه‌ی بین ورودی و خروجی یک کانال انتقال به صورت زیر بیان می‌شود:

$$y(t) = 0.4x(t) + x(t - t_d) + 0.4x(t - 2t_d)$$

این کانال چه نوع اعوجاجی ایجاد می‌کند؟ با دلیل توضیح دهید. پاسخ فرکانسی فیلتر متعادل ساز این کانال را بدست آورید.

۴- (۶ نمره) کدامیک از مدولاسیون‌های زیر برای آشکارسازی در گیرنده نیاز به وجود یک سیگنال راهنما که از فرستنده ارسال شده باشد دارند. (فقط نام ببرید). AM, DSB, SSB, FM, PM و FM استریو.

مسأله ۱- (۱۴ نمره) راندمان در مدولاسیون‌های CW عبارت است از درصدی از توان سیگنال مدوله شده که حاوی اطلاعات است. بنابراین برای مدولاسیون AM راندمان برابر است با نسبت $2P_{sb}/S_T$.
 الف) (۶ نمره) فرمولی برای محاسبه راندمان مدولاسیون AM برحسب شاخص مدولاسیون μ و توان سیگنال مدوله کننده S_x بیابید.

ب) (۸ نمره) سیگنال خروجی یک مدولاتور AM عبارت است از

$$x_c(t) = 20 \cos 2\pi 150t + 6 \cos 2\pi 160t + 6 \cos 2\pi 140t$$

شاخص مدولاسیون و راندمان آن را محاسبه کنید.

مسأله ۲- (۲۰ نمره) یک پالس راداری به فرم

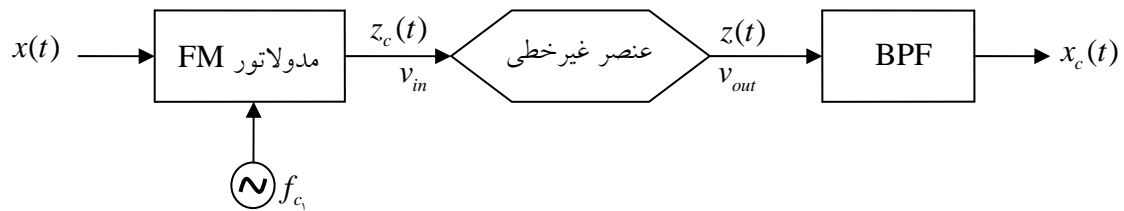
$$x(t) = \begin{cases} \cos(\omega_c t) & |t| < \tau \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

مفروض است.

الف) (۱۲ نمره) با فرض $T \gg \tau = \frac{1}{f_c}$ ، تبدیل فوریه‌ی $x(t)$ را بدست آورید و نمودار آن را بدقت رسم و برحسب پارامترها اندازه گذاری نمایید.

ب) (۸ نمره) اگر یک فرستنده‌ی رادار این سیگنال را ۱۰۰۰ بار در هر ثانیه ارسال نماید شکل طیف سیگنال متناوب حاصل را با فرض $T = 1\mu s$ و $\tau = 10^{-4} s$ رسم کنید.

مسئله ۳- (۱۴ نمره) در یک سیستم مدولاتور FM برای افزایش شاخص مدولاسیون (f_{Δ}) از یک عنصر غیرخطی و یک فیلتر میان‌گذر به شکل زیر استفاده می‌شود.



(الف) سیگنال پیغام با پهنای باند w ، $z_c(t)$ یک سیگنال مدوله شده‌ی FM با انحراف فرکانس f_{Δ} و فرکانس حامل f_c ، و رابطه‌ی بین ورودی و خروجی عنصر غیرخطی $v_{out} = av_{in}^2$ فرض می‌شود.

(ب) برای آنکه خروجی سیستم $x_c(t)$ یک سیگنال مدوله شده‌ی FM با فرکانس حامل f_c و انحراف فرکانس f_{Δ} باشد، f_{Δ} و f_c را برای بدست آوردن پارامترهای مورد نظر f_c و f_{Δ} تعیین کنید.

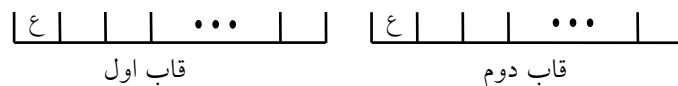
(ج) فرکانس مرکزی و پهنای باند فیلتر میان‌گذر را تعیین کنید.

مسئله ۴- (۲۴ نمره) برای ارسال سیگنال‌های یک سیستم کنترل فرآیند به مرکز کنترل از روش ادغام TDM استفاده می‌شود. دو سیگنال $x_1(t)$ و $x_2(t)$ هر یک با پهنای باند $1/8 \text{ kHz}$ ، دو سیگنال $x_3(t)$ و $x_4(t)$ هر یک با پهنای باند $3/8 \text{ kHz}$ و سیگنال $x_5(t)$ با پهنای باند $7/5 \text{ kHz}$ (جمعاً پنج سیگنال) باید همزمان ارسال شود.

(الف) فرکانس نمونه برداری هر سیگنال را به گونه‌ای تعیین کنید که بتوان آن‌ها را با کمترین آهنگ (نمونه در ثانیه) ممکن ادغام و ارسال نمود.

(ب) در صورتی که در هر قاب ارسالی یک پالس علامت لازم باشد، تعداد پالس‌های هر قاب، آهنگ تعداد قاب‌ها در ثانیه و آهنگ سیگنال‌دهی خروجی (تعداد کل پالس‌ها در هر ثانیه) را بدست آورید.

(ج) نحوه‌ی چینش پالس‌های سیگنال‌ها در کنار یکدیگر را طوری طراحی کنید که نمونه‌های متوالی مربوط به هر سیگنال فاصله‌ی زمانی یکسان داشته باشند. طرح خود را با نمایش محل سیگنال‌ها در دو قاب متوالی به شکل زیر نشان دهید. نمونه‌ی اول هر قاب را به پالس راهنما (علامت) اختصاص دهید و پالس مربوط به $x_i(t)$ را با حرف x_i نشان دهید.



(د) اگر بخواهیم سیگنال TDM حاصل را به صورت PAM مدوله نشده ارسال کنیم، حداقل پهنای باند انتقال برای آنکه پالس‌ها در انتهای کانال قابل تشخیص باشند چقدر است؟ (پهنای هر پالس را نصف فاصله‌ی دو پالس متوالی فرض کنید).

(ه) چنانچه سیگنال به صورت PAM/SSB با فیلتر باند پایه ارسال شود کمترین پهنای باند لازم چقدر است؟

(و) اگر از روش ادغام FDM بجای TDM استفاده شود و بخواهیم این پنج سیگنال را با قرار دادن باند محافظ 0.5 kHz بین هر دو سیگنال با حامل فرعی SSB ادغام کنیم، حد اقل پهنای باند پایه چقدر می‌شود؟