电子科技大学

2010 年攻读硕士学位研究生入学试题

科目名称：831 通信与信号系统

注:所有答案必须写在答题纸上,做在试卷或草稿纸上无效。

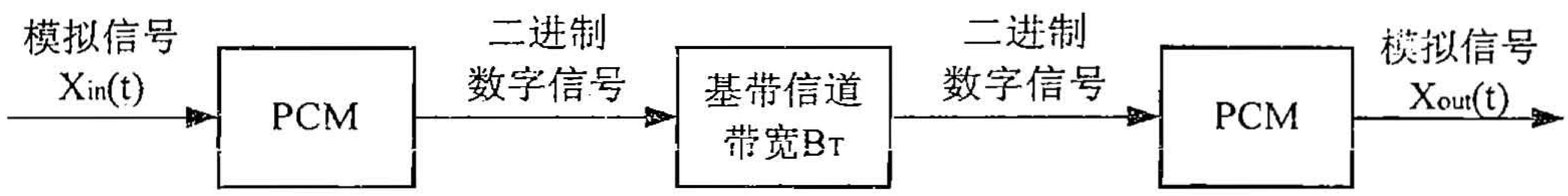
试题一、(15 分)

通信系统如下图所示。其中 PCM 采用均匀量化，其量化范围为{-2, +2}伏特；允许模拟输入信号 $X_{in}(t)$ 的带宽为 4kHz；二进制数字传输信道带宽 B_T 为 35kHz。若用单频正弦测试信号作为系统输入，试问：在理想情况下

(1) PCM 的最小采样率 $f_{s\,min}$ 和最大二进制数据传输率 R_b？

(2) 为获得最大输出信噪比，输入正弦信号的最大幅值 A_{max} 及每采样值的量化比特数 n？

(3) 系统输出平均信噪比的最大 dB 值 SNR_{dB}？



试题二、(15 分)

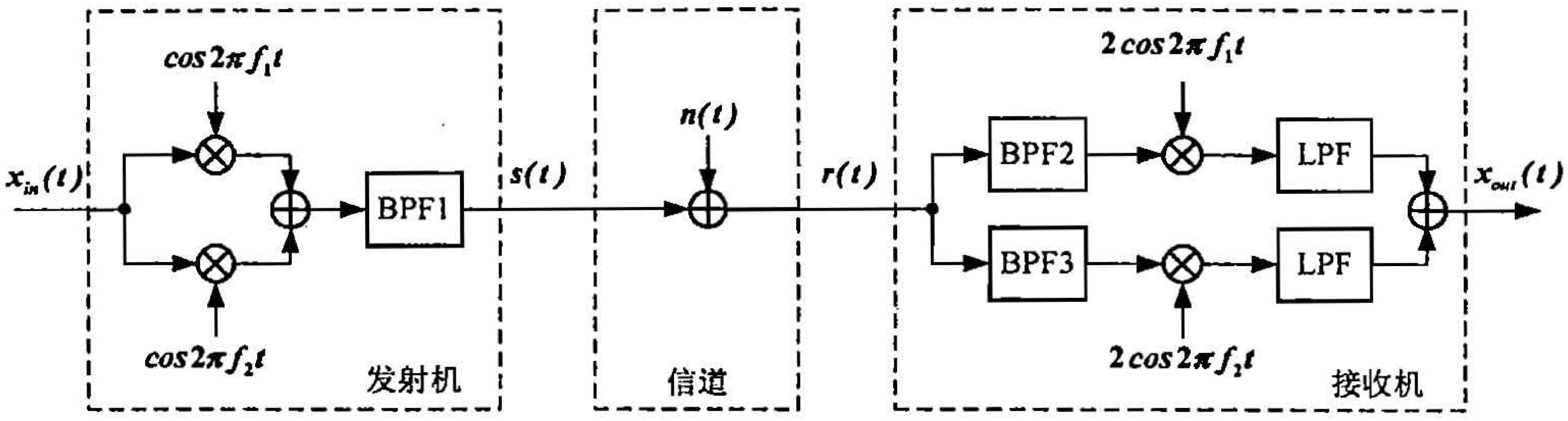
某传输系统如下图所示，带通滤波器 BPF1 的带宽为 16kHz，允许发射信号 $s(t)$ 的最大功率为 1W，信道噪声 $n(t)$ 的双边功率谱为 $10\mu W/Hz$，载波信号频率为 $f_1=1000kHz, f_2=1008kHz$，为获得接收机输出的最大信噪比，试求：

(1) 信号 $x_{in}(t)$ 允许的最大带宽。

(2) 信号 $x_{in}(t)$ 的功率

(3) 带通滤波器的 BPF2 和 BPF2 通带{ 用(f_L, f_H)表示 }，及低通滤波器 LPF 的带宽。

(4) 接收机输出的最大信噪比。



试题三、(15 分)

16QAM 信号的表达式为 $s_{16QAM}(t)=A\{x(t)\cos\omega_c t-y(t)\sin\omega_c t\}$，其中 $x(t),y(t)$ 均为方波基带信号，其可能的幅度为 $x(t),y(t)\in\{\pm1,\pm3\}$，幅度单位为伏特。假设 QAM 调制器的输入为二进制信号的各符号彼此独立且等概，若要求 $16QAM$ 发射信号的归一化功率为 20W，信号零—零点带宽为 $2MHz$。试求：

(1) 二进制输入信号的数据率 R_b。

(2) 参数 A 的值。

试题四、(15 分) 如下图所示系统。已知输入 $x(t)=\sin(7.5t)+2\cos(9t)$，$p(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-\frac{\pi}{2}n)$，$H(j\omega)=\begin{cases}1, & |\omega|<2\\ 0, & |\omega|>2\end{cases}$。试画出 $r(t)$ 的频谱 $R(j\omega)$ 图形，并求系统的输出信号 $y(t)$ 的表达式。

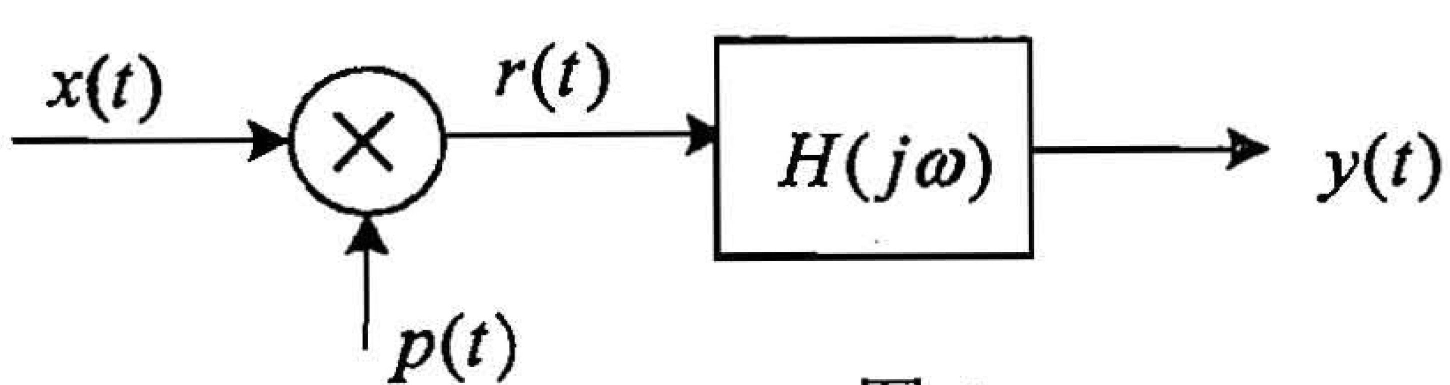


图 4

试题五、(15 分) 已知实信号 $x(t)\xleftrightarrow{FT}X(j\omega)=|X(j\omega)|e^{j\theta(\omega)}$。

其幅度、相位频谱如图 5 (a)、(b) 所示。

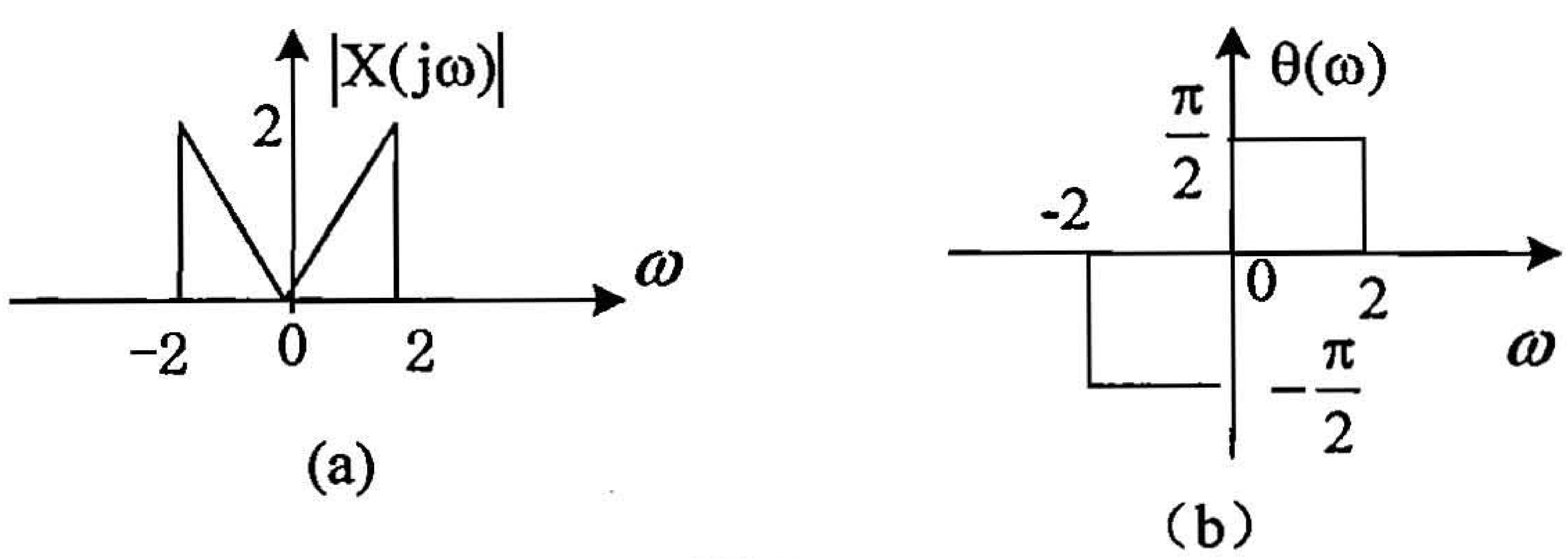


图 5

（1） 求 $x(t)$ 的表达式。

（2） 令 $y(t) \xleftrightarrow{FT} Y(j\omega)=\left|X(j2\omega)\right|$，计算 $\int_{-\infty}^{\infty} y(t)\cos(\frac{t}{2})dt$ 的数值。

试题六、 （15 分）已知因果系统微分方程为

$$\frac{d^2}{dt^2}y(t)+b\frac{d}{dt}y(t)+\omega_0^2 y(t)=b\frac{d}{dt}x(t)$$

$x(t)$ 为系统输入， $y(t)$ 为系统输出。b 、 ω_0 为正实数。

（1） 求该系统函数 $H(s)$ 的表达式，画出用积分器、放大器、加法器实现的系统方框图。

（2） 试求该系统幅频响应 $\left|H(j\omega)\right|$ 的最大值 $\left|H(j\omega)\right|_{\max}$，并指出在什么频率处 $\left|H(j\omega)\right|$ 为最大值。

（3）求该系统-3dB 带宽 $\Delta\omega$（注：系统-3dB 带宽定义为 $\Delta\omega=\omega_2-\omega_1$，其中，$\left|H(j\omega_1)\right|=\left|H(j\omega_2)\right|=\frac{\sqrt{2}}{2}\left|H(j\omega)\right|_{\max}$，$0<\omega_1<\omega_2$）。

试题七、（15 分）存在傅立叶变换的实信号 $x(t)$，其解析信号 $z_x(t)$ 定义为

$$z_x(t)=x(t)+\frac{j}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\frac{x(\tau)}{t-\tau}d\tau 。$$

（1） 试证明：$g(t)=x(t)*f(t)$ 的解析信号为 $z_g(t)=\frac{1}{2}z_x(t)*z_f(t)$。

（2） 若 $x(t)=\cos(\omega_1 t)\cos(\omega_2 t)$，$0<\omega_1<\omega_2$，计算 $z_x(t)$ 的表达式。

试题八、（共 15 分） 已知 $X(s)=\dfrac{1}{s(e^s+e^{-s})}$ ， $\mathrm{Re}\{s\}>0$

（1） 求其拉普拉斯逆变换 $x(t)$ 的表达式，画出其波形图。

（2） 若 $h(t)=u(t)-u(t-2)$，画出 $y(t)=x(t)*h(t)$ 的波形图。

试题九、（15 分）已知某线性因果系统差分方程为

$$y[n]-\frac{1}{4}y[n-2]=x[n-2]-\frac{1}{4}x[n]。$$

（1）画出系统函数的零、极点分布图，指出该系统是否稳定系统。

（2）试求系统的单位阶跃响应表达式。

（3）若输入 $x[n]=u[n]-u[n-5]$，试计算输出 $y[n]$ 的能量，即 $\sum_{n=-\infty}^{\infty}y^2[n]$ 的数值。

试题十、（15 分）离散实序列 $x[n]$ 的自相关定义为：

$$\phi_{xx}[n]=\sum_{k=-\infty}^{\infty}x[k]x[n+k].$$

（1）试求 $\phi_{xx}[n]$ 的 Z 变换 $\Phi_{xx}(z)$ 与 $x[n]$ 的 Z 变换 $X(z)$ 的关系式。

（2）证明 $\phi_{xx}[n]$ 的最大值为 $\phi_{xx}[0]$。

（3）若某因果信号 $x[n]=(\frac{1}{2})^n u[n]$ 的自相关为 $\phi_{xx}[n]$，且 $\phi_{xx}[n]$ 的 DTFT（离散时间傅立叶变换）为 $\Phi_{xx}(e^{j\omega})$，试求 $\Phi_{xx}(e^{j\omega})$ 的表达式及 $\phi_{xx}[1]$ 的数值。