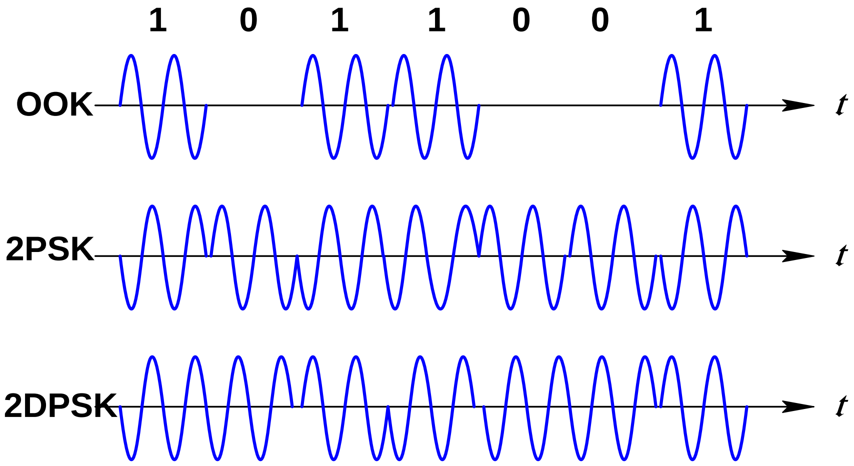
7-1（1）由题意：载波周期为$T_c=\dfrac{1}{f_c}=\dfrac{1}{\dfrac{8\pi\times10^3}{2\pi}}=2.5\times10^{-4}$

码元周期为$T_B=\dfrac{1}{R_B}=\dfrac{1}{2000}=5\times10^{-4}$

每个码元包含的载波周期个数为：$n=\dfrac{T_B}{T_c}=2$

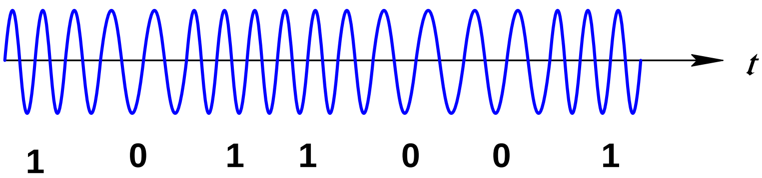
（2）波形



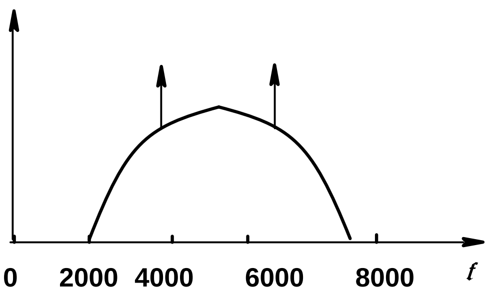
（3）2ASK、2PSK、2DPSK 的第一零点带宽均为：$B=2R_B=4000Hz$

7-2

（1）$f_1=6000=3R_B$，$f_0=4000=2R_B$，所以“1”码有 3 个载波周期，“0”码有 2 个载波周期。



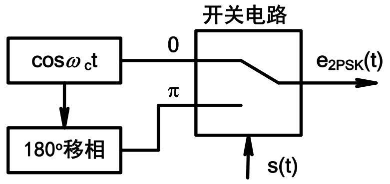
（2）

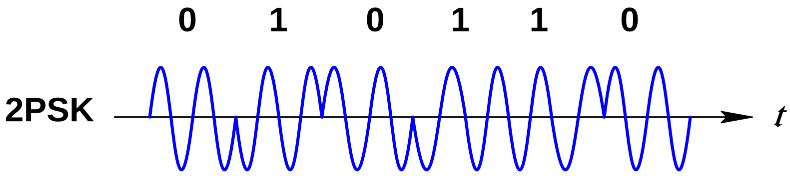


带宽为：$B=\left|f_2-f_1\right|+2R_B=6000-4000+4000=6000Hz$

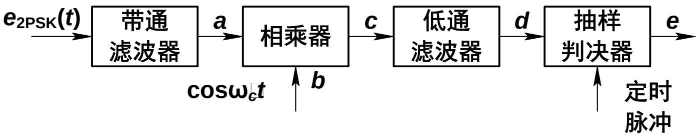
（3）频谱重叠部分较多，上下两支路的串扰较大。若采样非相干解调，则带通滤波器后面的包络检波器不能将串扰信号去除，因此，解调性能降低。而观察到虽然频率间隔较小，但 f_1 和 f_0 两载波信号在码元周期内满足正交条件，即：$\int_0^{T_s}\cos\omega_1 t\cdot\cos\omega_0 t dt=0$，若采用相干解调，则可去除正交信号之间的串扰，因此，选用相干解调比较好。

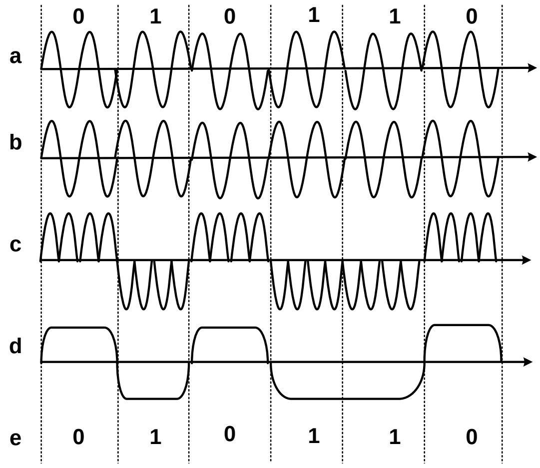
7-4（1）2PSK 的调制框图：





（2）相干解调的框图及波形如下：





（3）$P_{2PSK}(f)=\frac{1}{4}[P_S(f+f_c)+P_S(f-f_c)]$

$P_s(f)$ 是二进制双极性非归零信号的功率谱密度，

$$P_s(f)=4f_BP(1-P)|G(f)|^2+\sum_{m=-\infty}^{\infty}\left|f_B(2P-1)G(mf_B)\right|^2\delta(f-mf_B)$$

$$G(f)=T_BSa(\pi fT_B)=T_B\left[\frac{\sin(\pi fT_B)}{\pi fT_B}\right]$$

$m=0$时，$G(0)\neq 0$

$m\neq 0$时，$G(mf_B)=T_BSa(n\pi)=0$

所以，$P_s(f)=4f_BP(1-P)|G(f)|^2+f_B{}^2(2P-1)^2|G(0)|^2\,\delta(f)$

$$P_{2PSK}(f)=\frac{1}{4}[P_S(f+f_c)+P_S(f-f_c)]$$

$$=f_BP(1-P)[|G(f+f_c)|^2+|G(f-f_c)|^2]+\frac{1}{4}f_B{}^2(2P-1)^2|G(0)|^2[\delta(f+f_c)+\delta(f-f_c)]$$

$$=288[|G(f+f_c)|^2+|G(f-f_c)|^2]+0.01[\delta(f+f_c)+\delta(f-f_c)]$$

7-6

（1）OOK 系统相干解调的最佳判决电平为：$b^*=\frac{a}{2}+\frac{\sigma^2}{a}\ln\frac{P(0)}{P(1)}$，等概时，$b^*=\frac{a}{2}$

$$P_e=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\frac{r}{4}}\right)\approx\frac{1}{\sqrt{\pi r}}e^{-r/4}=0.0146$$

（2）$b^*=\frac{a}{2}+\frac{\sigma^2}{a}\ln\frac{P(0)}{P(1)}$，当 $P<\frac{1}{2}$，即 $P(1)<\frac{1}{2}$ 时，对应的最佳判决电平

$b^*=\frac{a}{2}+\frac{\sigma^2}{a}\ln\frac{P(0)}{P(1)}>\frac{a}{2}$，因此，此时的最佳判决电平比等概时大。

7-9

（1）带通滤波器带宽为：$B_{2ASK}=B_{2PSK}=2R_B=4\times10^6\,Hz$

2FSK 解调器中的滤波器带宽也是 2ASK 的带宽 $B=4\times10^6\,Hz$

所以解调器输入端噪声功率为 $\sigma_n^2=n_0B=4\times10^{-15}\times4\times10^6=1.6\times10^{-8}(W)$

解调器的输入信噪比为：$r=\frac{a^2}{2\sigma_n^2}=\frac{(800\times10^{-6})^2}{2\times1.6\times10^{-8}}=20>>1$

所以，非相干 2ASK 系统的误码率：$P_e=\frac{1}{2}e^{-\frac{r}{4}}=\frac{1}{2}e^{-5}\approx3.37\times10^{-3}$

非相干 2FSK 系统的误码率：$P_e=\frac{1}{2}e^{-\frac{r}{2}}=\frac{1}{2}e^{-10}\approx2.27\times10^{-5}$

非相干 2DPSK 系统的误码率：$P_e=\frac{1}{2}e^{-r}=\frac{1}{2}e^{-20}\approx10^{-9}$

（2）相干 2ASK 系统的误码率：$P_e=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\frac{r}{4}}\right)\approx\frac{1}{\sqrt{\pi r}}e^{-r/4}\approx8.5\times10^{-4}$

相干 2FSK 系统的误码率：$P_e=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{\frac{r}{2}}\right)\approx\frac{1}{\sqrt{2\pi r}}e^{-r/2}\approx4.05\times10^{-6}$

相干 2PSK 系统的误码率：$P_e=\frac{1}{2}erfc\left(\sqrt{r}\right)\approx\frac{1}{2\sqrt{\pi r}}e^{-r}\approx1.26\times10^{-10}$

相干 2DPSK 系统的误码率：$P_e=erfc\left(\sqrt{r}\right)\approx\frac{1}{\sqrt{\pi r}}e^{-r}\approx2.52\times10^{-10}$

7-16

（1）2PSK 信号主瓣带宽 $B_{2PSK}=2R_B=2R_b=4800Hz$

频带利用率 $\eta_b=\dfrac{R_b}{B}=\dfrac{2400}{4800}=0.5(b/(s\cdot Hz))$

（2）2PSK 信号带宽

$$B=2B_{基}=2(1+\alpha)f_N=2(1+\alpha)\frac{R_B}{2}$$

$$=(1+\alpha)R_B=\frac{(1+\alpha)R_b}{\log_2 M}=(1+0.4)2400=3360Hz$$

频带利用率 $\eta_b=\dfrac{R_b}{B}=\dfrac{\log_2 M}{1+\alpha}=\dfrac{1}{1+0.4}\approx 0.71((b/s\cdot Hz))$

（3）传输带宽不变，即波特率不变，当比特率增大至 7200b/s 时，频带利用率增至 0.71*3

$\eta_b=\dfrac{\log_2 M}{1+\alpha}=\dfrac{1\times 3}{1+0.4}\approx 0.71\times 3$，即 M=8，可采用 8PSK。

7-17

（1） $B=\dfrac{(1+\alpha)R_b}{\log_2 M}=\dfrac{(1+1)4800}{\log_2 4}=4800Hz$

$$\eta_b=\frac{\log_2 M}{1+\alpha}=\frac{\log_2 4}{1+1}=1\ (b/(s\cdot Hz))$$

（2） $B=\dfrac{(1+\alpha)R_b}{\log_2 M}=\dfrac{(1+1)4800}{\log_2 8}=3200Hz$

$$\eta_b=\frac{\log_2 M}{1+\alpha}=\frac{\log_2 8}{1+1}=1.5\ (b/(s\cdot Hz))$$