第一题：移相法单边带调制器的原理分析

设单频调制信号为

$$m(t) = A_m cos w_m t$$

载波为

$$c(t) = cos w_c t$$

则DSB信号的时域表示为

$$s_{DSB}(t) = A_m cos w_m t cos w_c t \\ = \frac{1}{2}A_m cos(w_c + w_m)t + \frac{1}{2}A_m cos(w_c - w_m)t$$

保留上边带，则有

$$s_{USB}(t) = \frac{1}{2}A_m cos(w_c + w_m)t \\ = \frac{1}{2}A_m cos w_m t cos w_c t - \frac{1}{2}A_m sin w_m t sin w_c t$$

保留下边带，则有

$$s_{LSB}(t) = \frac{1}{2}A_m cos(w_c - w_m)t \\ = \frac{1}{2}A_m cos w_m t cos w_c t + \frac{1}{2}A_m sin w_m t sin w_c t$$

把上、下边带公式合并起来写，可以写成

$$s_{SSB}(t) = \frac{1}{2}A_m cos w_m t cos w_c t \mp \frac{1}{2}A_m sin w_m t sin w_c t$$

式中：“$-$”表示上边带信号；“$+$”表示下边带信号。

在上式中，$A_m sin w_m t$可以看成是$A_m cos w_m t$相移$\frac{\pi}{2}$的结果，而幅度大小保持不变，这一过程称为希尔伯特变换，记为“Λ”，则$A_m sin w_m t = A_m c\hat{o}s w_m t$

因此，上下边带公式可以改写为

$$s_{SSB}(t) = \frac{1}{2}A_m cos w_m t cos w_c t \mp \frac{1}{2}A_m c\hat{o}s w_m t sin w_c t$$

上述关系虽然是在单频调制下得到的，但是它不失一般性，因为任意一个基带波形总可以表示成许多正弦信号之和，因此，将改写后式s推广到一般情况，则可以得到调制信号为任意信号时SSB信号的时域表达式，即

$$s_{SSB} = \frac{1}{2}m(t) cos w_m t \mp \frac{1}{2}\widehat{m}(t) sin w_c t$$

式中：$\widehat{m}(t)$为$m(t)$通过传递函数为$-jsgnw$的滤波器得到。

此滤波器是利用相移网络，对载波和调制信号进行适当的相移，以便在合成过程中将其中一个边带抵消而获得SSB信号，不需要具有陡峭的截至特性，不论频率有多高，均可以一次实现SSB调制。

第二题：数字基带传输系统中无码间串扰的频域条件

只要基带传输系统的冲激响应波形$h(t)$仅在本码元的抽样时刻上有最大值，并在其他码元的抽样时刻上均为0，则可以消除码间串扰。若对$h(t)$在时刻$t+kT_B$（这里假设信道和接收滤波器所造成的延迟$t_0=0$），则无码间串扰的时域条件为

$$h(kT_B)=\begin{cases}1 & \text{k=0}\\0 & \text{k为其他数}\end{cases}$$

$h(t)$的抽样值除了在$t=0$时不为零外，在其他所有抽样点上均为零。

因为

$$h(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}H(w)e^{jwt}dw$$

所以，在$t=kT_B$时，有

$$h(kT_m)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}H(w)e^{jwkT_B}dw$$

把上式的积分区间用分段积分求和代替，每段长为$\frac{2\pi}{T_B}$，则可以改写为

$$h(kT_B)=\frac{1}{2\pi}\sum_i\int_{(2i-1)\pi/T_B}^{(2i+1)\pi/T_B}H(w)e^{jekT_B}dw$$

令$w'=w-\frac{2i\pi}{T_B}$，则有$dw'=dw$，$w=w'+\frac{2i\pi}{T_B}$。当$w=\frac{(2i\pm1)\pi}{T_B}$时，$w'=\pm\frac{\pi}{T_B}$，于是

$$\begin{aligned}h(kT_B)&=\frac{1}{2\pi}\sum_i\int_{-\pi/T_B}^{\pi/T_B}H(w'+\frac{2i\pi}{T_B})e^{jw'kT_B}e^{j2\pi ik}dw'\\&=\frac{1}{2\pi}\sum_i\int_{-\pi/T_B}^{\pi/T_B}H(w'+\frac{2i\pi}{T_B})e^{jw'kT_B}dw'\end{aligned}$$

当上式右边一致收敛时，求和与积分的次序可以互换，于是有

$$\begin{aligned}h(kT_B)&=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi/T_B}^{\pi/T_B}\sum_i H(w+\frac{2i\pi}{T_B})e^{jwkT_B}dw'\\&=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi/T_B}^{\pi/T_B}\sum_i H(w+\frac{2i\pi}{T_B})e^{jwkT_B}dw\end{aligned}$$

由傅里叶级数

$$F(w)=\sum_i f_n e^{-jnwT_s}$$

$$f_n=\frac{T_s}{2\pi}\int_{-\pi/T_s}^{\pi/T_s}F(w)e^{jnwT_s}dw$$

可知$h(kT_s)$即$\frac{1}{T_s}\sum\limits_i H(w+\frac{2i\pi}{T_s})$的指数型傅里叶级数的系数，有

$$\frac{1}{T_s}\sum_i H(w+\frac{2i\pi}{T_s})=\sum_k h(kT_s)e^{-jwkT_s}$$

因此，无码间串扰的频域条件为

$$\frac{1}{T_s}\sum_i H(w+\frac{2i\pi}{T_s})=1\qquad |w|\le\frac{\pi}{T_B}$$