第五章

5-1 某调制器欲发射AM信号，发射天线的负载电阻为50Ω。已知未调载波的峰值电压A为$100V$，载频为$50KHz$，采用频率为$1KHz$的余弦调制信号进行调制，调制度m为60%（注：调幅系数m用百分比表示时，称为调制度）。试确定：

（1）AM信号的表达式；

（2）载波功率、上、下边带功率和总功率；

（3）调制效率；

（4）$m = 0$时的总发射功率。

5-1解：已知AM信号，$R=50\Omega$，载波$A=100V$，$f_c=50KHz$，

单频调制信号$f_m=1KHz$，$m=\frac{A_m}{A_0}=60\%$

（1）
$$\begin{aligned} s_{AM}(t) &= [A_0+m(t)]\cos\omega_c t \\ &= A_0\cos\omega_c t + m(t)\cos\omega_c t \\ &= A\cos\omega_c t + A_m\cos\omega_m t\cdot\cos\omega_c t \\ &= 100\cos 2\pi f_c t + 60\cos 2\pi f_m t\cdot\cos 2\pi f_c t \\ &= 100\cos 10^5\pi t + 60\cos 2000\pi t\cdot\cos 10^5\pi t \end{aligned}$$

（2）载波功率 $P_c=\frac{\overline{(A\cos\omega_c t)^2}}{R}=\frac{A^2}{2R}=\frac{100^2}{2\times 50}=100W$

单边带功率 $P_U=P_L=\frac{\overline{m^2(t)}/2}{2R}=\frac{\overline{A_m^2 cos^2\omega_m t}}{4R}=\frac{A_m^2}{8R}=\frac{60^2}{8\times 50}=9W$

双边带功率 $P_s=P_U+P_L=18W$

总功率 $P_{AM}=P_c+P_s=118W$

（3）调制效率 $\eta_{AM}=\frac{P_s}{P_{AM}}=\frac{18}{118}=\frac{9}{59}\approx 15.3\%$

（4）$m=0$表示没有调制，无P_s，只有P_c

$$P=P_c=100W$$

注：课程中讨论的信号功率通常指电阻为1Ω时的归一化功率，

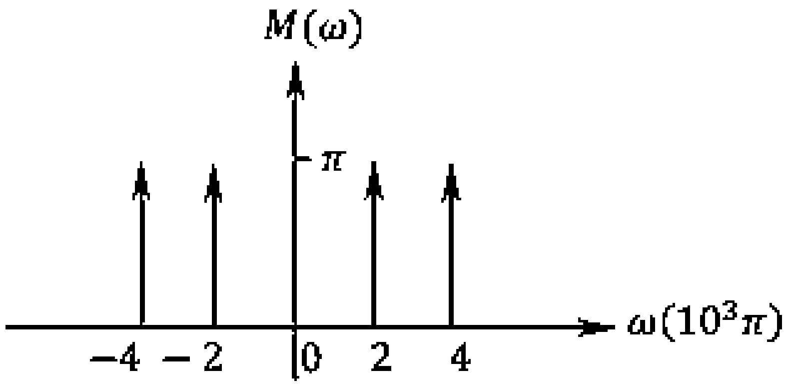
$$P_{AM}=\overline{s_{AM}^2(t)}=P_c+P_s=\frac{1}{2}A_0^2+\frac{1}{2}\overline{m^2(t)}$$

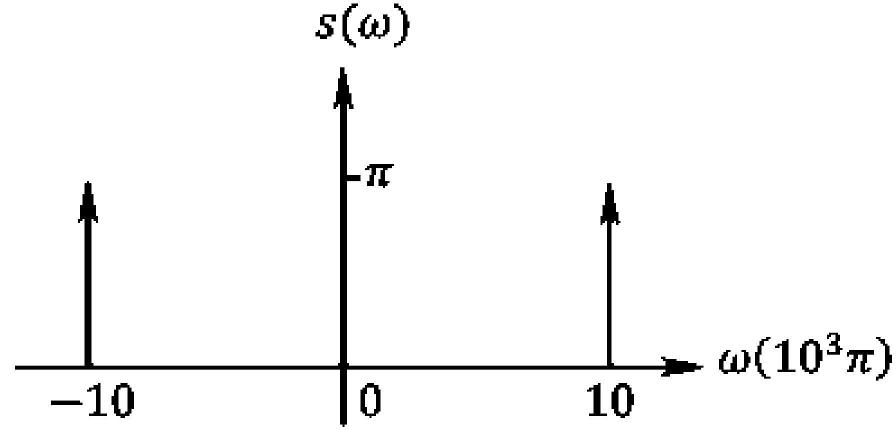
第五章

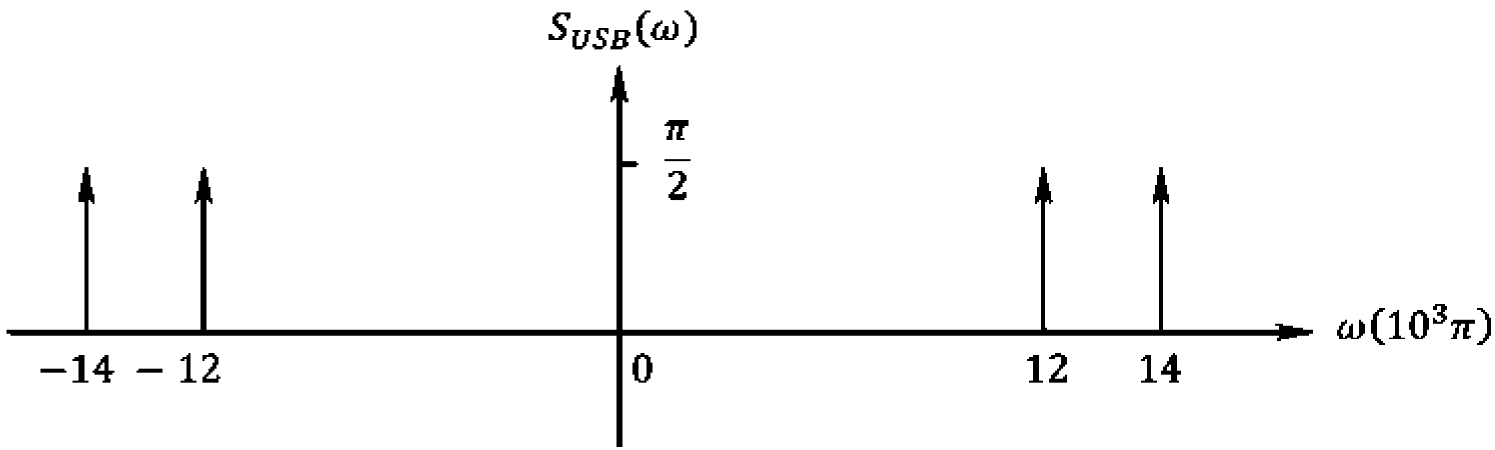
5-4 已知调制信号$m(t) = \cos 2000\pi t + \cos 4000\pi t$，载波$\cos 10^4\pi t$，进行单边带调制，试~~确定该单边带信号的表示式，并~~画出频谱图。

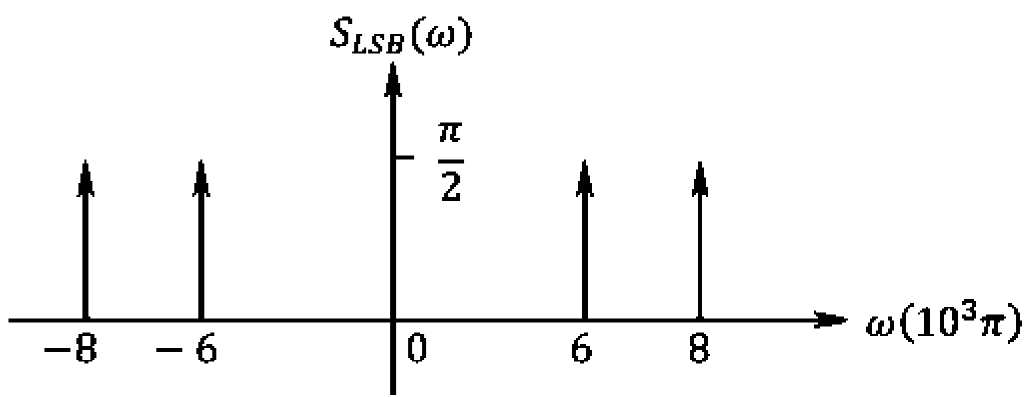
解：基带信号$m(t)$包括两个单频正弦波，$\omega_1 = 2 \times 10^3\pi$，$\omega_2 = 4 \times 10^3\pi$，$\omega_c = 10 \times 10^3\pi$，调制后基带信号搬移到载频两侧，构成上下边带。（或$f_1 = 1KHz$，$f_2 = 2KHz$，$f_c = 5KHz$）

$$\omega_1 = 2\times10^3\pi,\ \ \omega_2 = 4\times10^3\pi,\ \ \omega_c = 10\times10^3\pi$$

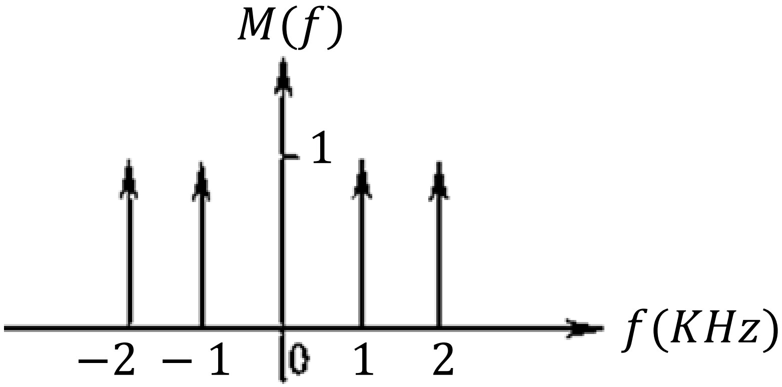


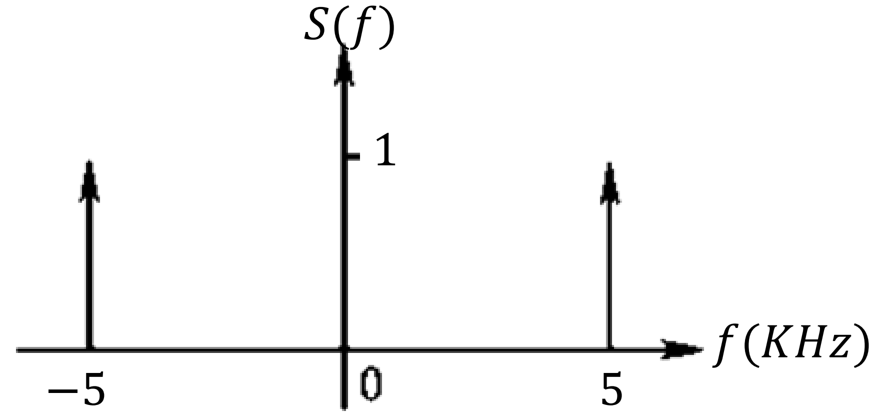


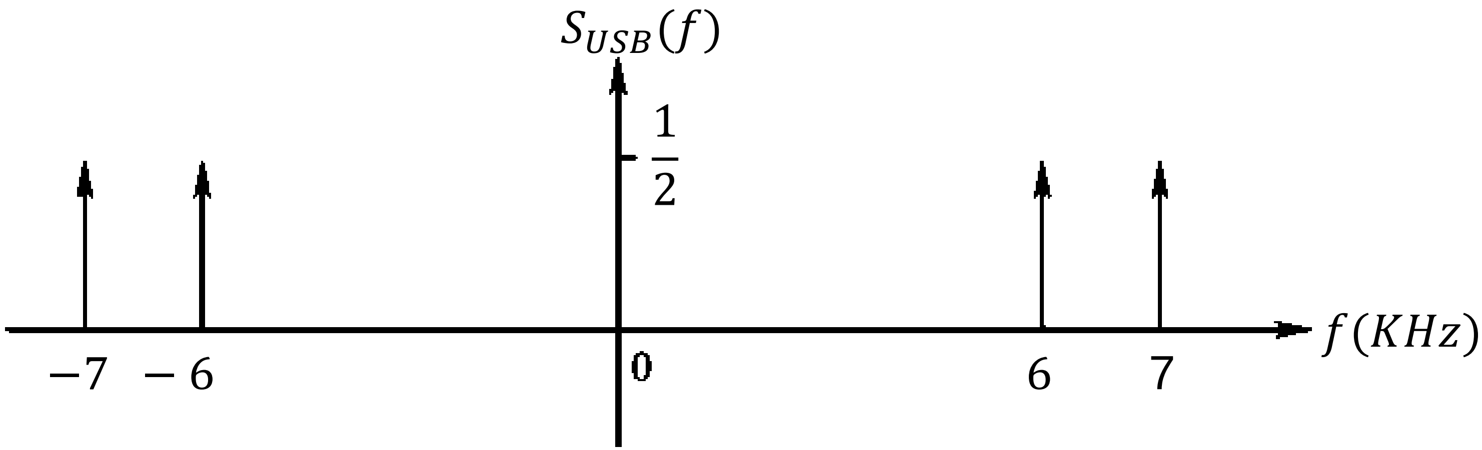


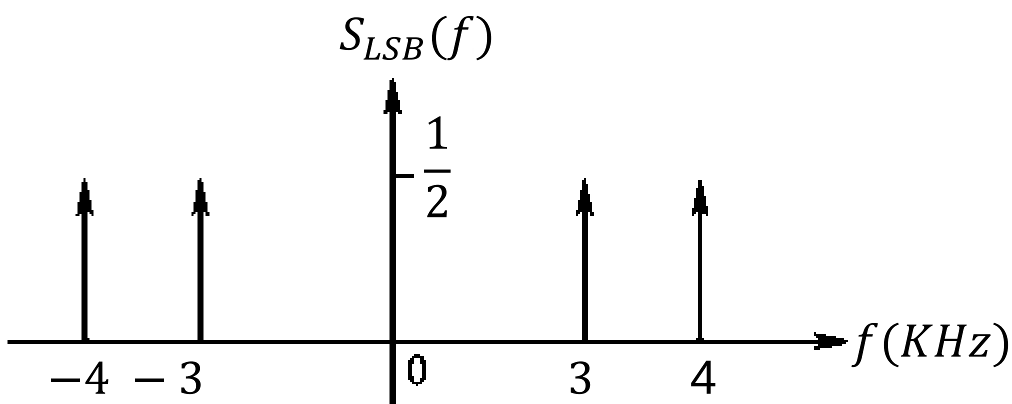


$f_1 = 1KHz$，$f_2 = 2KHz$，$f_c = 5KHz$









- **补充题：** $m(t)$为单频正弦信号，求满调制时AM信号的调制效率。
- 解：设$m(t)=A_m\cos\omega_m t \quad s(t)=\cos\omega_c t$

$$s_{AM}(t)=[A_0+m(t)]\cos\omega_c t$$

$$=A_0\cos\omega_c t+A_m\cos\omega_m t\cdot\cos\omega_c t$$

$$P_c=\frac{1}{2}A_0^2$$

$$P_s=\frac{1}{2}\overline{m^2(t)}=\frac{1}{2}\overline{(A_m\cos\omega_m t)^2}=\frac{1}{4}A_m^2$$

$\because$ 满调制时，$A_0=|A_m|$

$$\therefore\ \eta_{AM}=\frac{P_s}{P_c+P_s}=\frac{\frac{1}{4}A_0^2}{\frac{1}{2}A_0^2+\frac{1}{4}A_0^2}=\frac{1}{3}$$