第七章 例题

例 7-1 角调波 u(t)=10cos(2π×10⁶t+10cos2000πt)(V)，试确定：（1）最大频偏；（2）最大相偏；（3）信号带宽；（4）此信号在单位电阻上的功率；（5）能否确定这是 FM 波或是 PM 波？

题意分析： 这是考查角度调制基本概念的典型题目，包括表达式、最大频偏、最大相偏、带宽和功率等。有关结论在基本内容中都已给出。

解：

$$\varphi(t) = 2\pi \times 10^6 t + 10\cos 2000\pi t$$
$$= \omega_c t + \Delta\varphi_m \cos 2000\pi t = \omega_c t + \Delta\varphi(t)$$

由式可知

（1）　最大频偏

$$\Delta f(t) = \frac{1}{2\pi}\cdot\frac{d\Delta\varphi(t)}{dt} = -20000\pi\cdot\frac{1}{2\pi}\cdot\sin 2000\pi t$$
$$= -10^4 \sin 2000\pi t \qquad (Hz)$$

$$\therefore \Delta f_m = 10^4 (H_z)$$

（2）　最大相偏

$$\Delta\varphi_m = 10(rad)$$

（3）　信号带宽

$$F = 1KHz, m_f = 10$$
$$\therefore B_s = 2(m_f+1)F = 2(10+1)\times 10^3 = 22(KHz)$$

（4）单位电阻上的信号功率

不论是 FM 还是 PM 信号，都是等幅信号，其功率与载波功率相等。

$$P = \frac{1}{2}\frac{U^2}{R} = \frac{1}{2} * 10^2/1 = 50(W)$$

（5）由于不知调制信号形式，因此仅从表达式无法确定此信号 FM 波还是 PM 波。

讨论： 对 FM 和 PM 信号的基本概念要牢记在心，并能灵活运用。从角度调制的定义入手，要掌握基本表达式、基本参数以及 FM 波与 PM 波的差别。

例 7-2 某调频信号的调制信号 $u_\Omega = 2\cos 2\pi\times 10^3 t + 3\cos 3\pi \times 10^3 t(V)$，其载波为 $u_c = 5\cos 2\pi \times 10^7 t(V)$，调频灵敏度 k_f=3KHz/V，试写出此 FM 信号表达式并分析其频谱。

题意分析： 此题考查的仍是 FM 信号的基本概念，只不过是从已知调制信号和载波信号求已调信号表达式，与上题相比，是从相反的角度来考虑的。需要注意，这里的调制信号为双音调制，这与 FM 信号的一般表达式稍有不同。通过对双音调频信号的分析，还可以递推出多音调频时的调频信号通式。另外，还要注意 k_f 的量纲问题。

解： 由题意可知

$$\Delta\omega(t) = 2\pi k_f u_\Omega$$
$$= 2\pi\times 6\times 10^3\cos 2\pi\times 10^3 t + 2\pi\times 9\times 10^3\cos 3\pi\times 10^3 t$$

$$\Delta\varphi(t) = \int_0^t \Delta\omega(t)dt$$
$$= 6\sin 2\pi\times 10^3 t + 6\sin 3\pi\times 10^3 t$$

$$\therefore u_{FM} = 5\cos(2\pi\times 10^7 t + 6\sin 2\pi\times 10^3 t + 6\sin 3\pi\times 10^3 t) \qquad (V)$$

上式可改为

$$u_{FM} = \mathrm{Re}[5e^{j2\pi\times 10^7 t}e^{j(6\sin 2\pi\times 10^3 t + 6\sin 3\pi\times 10^3 t)}]$$
$$= 5\sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{k=-\infty}^{\infty} J_n(6)J_k(6)\cos(2\pi\times 10^7 + 2n\pi\times 10^3 + 3k\pi\times 10^3)t$$

由此式可知此信号的频谱分量非常丰富，不仅包含有 $2\pi\times 10^7$，$2\pi\times 10^7 \pm 2n\pi\times 10^3$，以及 $2\pi\times 10^7 \pm 3k\pi\times 10^3$ 分量，而且包含有 $2\pi\times 10^7 \pm 2n\pi\times 10^3 \pm 3k\pi\times 10^3$ 分量。

实际上，由此可以推广到多音调频，其信号表达式为

$$u_{FM} = \mathrm{Re}[U_c e^{j\omega_c t}e^{j(m_{f1}\sin\Omega_1 t + m_{f2}\sin\Omega_2 t + \cdots + m_{fi}\sin\Omega_i t)}]$$
$$= U_c\sum_{n=-\infty}^{\infty}\sum_{k=-\infty}^{\infty}\cdots\sum_{p=-\infty}^{\infty} J_n(m_{f1})J_k(m_{f2})\cdots J_p(m_{fi})\cos(\omega_c + n\Omega_1 + k\Omega_2 + \cdots + p\Omega_i)t$$

讨论： 牢固掌握基本概念，就是不论从哪个角度，哪个方面来考核，不论题型如何，万变不离其宗，抓住本质，就可解决。下面的例题也是考查角度调制的基本概念，只不过是从图形或波形的角度来考查而已。

例 7-3 已知调制信号为 $u_\Omega = U_\Omega\cos 2\pi\times 10^3 t$ （V），$m_f = m_p = 10$，求此时 FM 波和 PM 波的带宽。若 U_Ω 不变，F 增大一倍，两种调制信号的带宽如何？若 F 不变，U_Ω 增大一倍，两种调制信号的带宽如何？若 U_Ω 和 F 都增大一倍，两种调制信号的带宽如何？

题意分析： 调频和调相均为角度调制，两者相似但又不同，特别是带宽与调制信号幅度和频率的关系。本题考查的就是这方面的问题。与此有关的公式和概念要非常清楚。

解：

(1)已知调制信号为$u_\Omega(t)=U_\Omega\cos 2\pi\times10^3t(V)$,即$F=1KHz$,对于$FM$信号,由于$m_f=10$,所以

$$B_S=2(m_f+1)F=2(10+1)\times10^3=22(KHz)$$

对于PM信号,$m_p=10$,所以

$$B_S=2(m_p+1)F=2(10+1)\times10^3=22(KHz)$$

(2)对于FM波,$\Delta f_m=k_fU_\Omega, m_f=\Delta f_m/F=k_fU_\Omega/F$

若U_Ω不变,F增大一倍,则Δf_m不变,m_f减半,即$m_f=5$,因此

$$B_S=2(m_f+1)F=2(5+1)\times2\times10^3=24(KHz)$$

对于PM波,$m_p=k_fU_\Omega$,因此m_p不变,则$B_S=2(10+1)\times2\times10^3=44(KHz)$

（3）F 不变，U_Ω 增大一倍。对于 FM 波，Δf_m 和 m_f 增大一倍，即 m_f =20，因此

$$B_S=2(m_f+1)F=2(20+1)\times10^3=42(KHz)$$

对于 PM 波，m_p 也增大一倍，即 m_p =20，因此

$$B_s=2(m_p+1)F=2(20+1)\times10^3=42(KHz\ )$$

（4） F 和 U_Ω 均增大一倍，对于 FM 波，m_f 不变

$$B_s=2(m_f+1)F=2(10+1)\times2\times10^3=44(KHz)$$

对于 PM 波，m_p 增大一倍，因此

$$B_s=2(m_p+1)F=2(20+1)\times2\times10^3=84(KHz)$$

讨论： 在最大频偏不变的情况下，当调制信号的频率变化时，调频信号的带宽基本不变，而调相信号的带宽变化比较明显。因此，调频可认为是恒定带宽的调制，而调相为非恒定带宽的调制。

例 7-4 调频振荡回路由电感 L 和变容二极管组成。L=2μH，变容二极管的参数为：Co=225pF，u_φ =0.6V，E_Q= 6V，调制信号 u_Ω（t）=3sin（10^4t）（V），求输出 FM 波的（1）载波 f_C；（2）由调制信号引起的载频漂移 Δf_C；（3）最大频偏 Δf_m；（4）调频系数 k_f；（5）二阶失真系数 K_{f2}。

题意分析： 此题为变容二极管直接 FM 电路。由于振荡回路由电感 L 和变容二极管电容 C_j 组成，因此，实际上为全接入电路。

解此类题目的基本思路是：把变容二极管等效为一可变电容 C_j（t），以此 C_j（t）与 L

组成振荡回路，然后求振荡频率。把振荡频率的表示式展开就可求所需的各种参数。若为部分接入，只是展开时略有区别。

解： 变容二极管等效电容为

$$C_j(t)=\frac{C_0}{(1+\frac{u}{u_\varphi})^\gamma}=\frac{C_0}{(1+\frac{|E_Q|+u_\Omega(t)}{u_\varphi})^\gamma}=\frac{225}{(1+\frac{6+3\cos 10^4 t}{0.6})^{\frac{1}{2}}}$$

$$=\frac{67.8}{(1+0.5\cos 10^4 t)^{\frac{1}{2}}}(pF)=\frac{C_{jQ}}{(1+m\cos\Omega t)^\gamma}$$

因为是全接入，因此

$$\omega(t)=\omega_c(1+m\cos\Omega t)^{\frac{\gamma}{2}}$$

$$=\omega_c+\Delta\omega_c+\Delta\omega_m\cos\Omega t+\Delta\omega_{2m}\cos 2\Omega t+\cdots$$

$$\text{其中},\omega_c=\frac{1}{\sqrt{LC_{jQ}}}=\frac{1}{\sqrt{2\times10^{-6}\times67.8\times10^{-12}}}\approx 85.9\times10^6(rad/s)$$

$$\Delta\omega_{2m}=\Delta\omega_c=\frac{v}{16}(C-2)m^2\omega_c=\frac{1}{16}\times\frac{1}{2}\times(\frac{1}{2}-2)\times(\frac{1}{2})^2\times85.9\times10^6\approx -10^6(rad/s)$$

$$\Delta\omega_m=\frac{\gamma}{2}m\omega_c=\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}\times85.9\times10^6\approx 10.7\times10^6(rad/s)$$

因此

$$(1)f_c=\frac{\omega_c}{2\pi}=\frac{85.9\times10^6}{2\pi}\approx 13.7(MHz)$$

$$(2)\Delta f_c=\frac{\Delta\omega_c}{2\pi}=\frac{10^6}{2\pi}\approx 159(KHz)$$

$$(3)\Delta f_m=\frac{\Delta\omega_m}{2\pi}=\frac{10.7\times10^6}{2\pi}\approx 1.7(MHz)$$

$$(4)k_f=\frac{\Delta f_m}{U_\Omega}=\frac{1.7\times10^6}{3}=5.7\times10^5(Hz/V)$$

$$(5)K_{f2}=\frac{\Delta\omega_{2m}}{\Delta\omega_m}=\left|\frac{1}{4}(\frac{\gamma}{2}-1)m\right|=\left|\frac{1}{4}(\frac{1}{4}-1)\times\frac{1}{2}\right|=0.094$$

讨论： 变容二极管直接调频电路是调频电路的主要形式，其实质是频率受控的振荡器。对此电路的分析与计算，实际上就是对以变容二极管结电容为可变电容的振荡回路的分析与计算。这涉及到振荡回路、接入系数、变容二极管的结电容的公式与参数等问题，实际上没有什么难处。

另外，在计算时，绝对的数值不一定要求非常准确，要注意相对大小及数量级，在工程中，远远大于或远远小于一般是指相对大小在 10 倍以上，这时就可以把小者忽略。

例 7-5 互感耦合相位鉴频器电路如图 P7-1（a）所示。

（1）画出信号频率 $f<f_c$ 时的矢量图；

（2）画出二极管 Dl 两端电压波形示意图；

（3）若鉴频特性如图 7-1（b）所示，$S_D = 10mV/KHz$，$f_{01} = f_{02} = f_c = 10MHz$，

$u_1 = 1.5\cos(2\pi \times 10^7 t + 15\sin(4\pi \times 10^3 t))(V)$，求输出电压 uo =?

（4）当发送端调制信号的 U $_\Omega$ 加大一倍时，画出 u_o 的波形示意图；

（5）说明 Dl 断开时能否鉴额?

（6）定性画出次级回路中 L_2 的中心抽头向下偏移时的鉴频特性曲线；

（7）若 k=M/L 不变，Q 由小变大了，鉴频情况将如何变化?

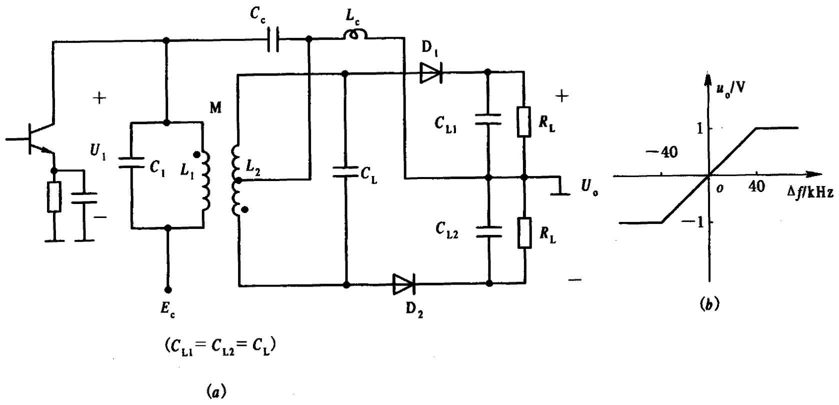


图 P7-11

题意分析： 本题较为全面地考查相位鉴频的电路、工作原理、性能分析等。从题图可以看出，这是一个互感耦合相位鉴频器的典型电路，对其线路形式和器件的配置要了如指掌对此电路与其它电路的异同点也要一清二楚。也就是说，一种电路形式也应该能举一反三，触类旁通。这些小题中，有的要求画矢量图，有的要求画波形图，有的要求画鉴频特性曲线，这些都涉及到鉴频器的基本工作原理。因此，鉴频器（包括相位鉴频器）的工作原理要非常清楚。解题时要根据所问的问题与鉴频器工作原理中相关部分的关系来分析。

解：（1）从工作原理可知，在 f<fC 时的矢量图如图 P7-2（a）所示。

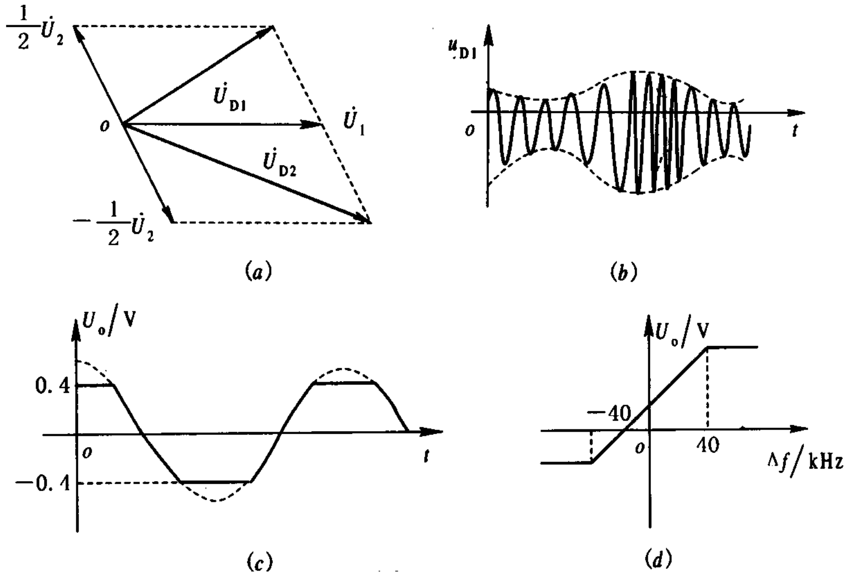


图 P7-2

（2）二极管 Dl 两端的电压 $u_{D1}=u_1+\frac{1}{2}u_2-u_{C_{L1}}$ ，其波形如图 7-17（b）所示。

（3）由题知，输入信号 ul 的频率变化部分为

$$\Delta f(t)=2\times10^3\times15\cos4\pi\times10^3t(Hz)$$
$$=30\cos4\pi\times10^3t \qquad (KHz)$$

$$\Delta f_m=30KHz$$

根据题中的条件，鉴频器的鉴频特性曲线的鉴频带宽为±40KHz，大于 Δfm，而在鉴频带宽之内为线性鉴频，鉴频灵敏 S_D =10mv/ KHz，因此，输出电压为

$$u_o=S_D\cdot\Delta f(t)=10\times10^{-3}\times30\times\cos4\pi\times10^3t=0.3\cos4\pi\times10^3t(V)$$

（4）在发送端，调制电路确定后，调制灵敏度就确定了。若 UΩ 加大一倍，则调频信号的频偏也将加大一倍，即变成

$$\Delta f(t)=2\times30\times\cos(4\pi\times10^3t)=60\cos(4\pi\times10^3t)(KHz)$$

Δf_m =60KHz>鉴频带宽，在接收端必然产生失真。主要是在已调信号瞬时频偏大于鉴频带宽时输出会限幅，如图 P7-2（c）所示。

（5）当 Dl 断开时，C_{L1} 上无电压变化，而 C_{L2} 上的电压变化仍能反映输入信号的频率变化，因此仍可鉴频。同样道理，若只有 D_2 断开时也可鉴频。

（6）L2 的中心抽头的移动只是改变 $\pm\frac{\dot{U}_2}{2}$ 的对称性，即 $\left|\dot{U}_{D1}\right|$ 、$\left|\dot{U}_{D2}\right|$ 的大小，从而改变

在 $\Delta f=0$ 时 u_O 的大小，而不会使鉴频特性在频率（偏）轴上平移。中心抽头向下平移，会使

$\frac{\dot{U}_2}{2}$ 增回一个 Δ，使 $-\frac{\dot{U}_2}{2}$ 减小一个 Δ，从而使输出在 $\Delta f=0$ 时大于 0，如图 P7-2（d）所示。

（7）k 不变，则 $B_m=kf_O$ 不变。Q 变大，则 R_e 变大，S_D 单调增大。因此,鉴频特性在 B_m 不变的情况下，S_D 将增加。

讨论： 相位鉴频器的本质是将调频信号的频率变化转化为相位变化，然后进行鉴相。其核心是频—相转换。不同的相位鉴频器，其频—相转换电路不同，但其原理相似，应予以掌握。比例鉴频器是在相位鉴频器的基础上实现的，也很重要。

例 7-6 某鉴频器的鉴频特性为正弦型，B_m =200KHz 写出此鉴频器的鉴频特性表达式。

题意分析：鉴频器的最重要问题是鉴频特性，鉴频特性的重要参数有鉴频灵敏度（跨导）、鉴频带宽和最大输出电压等。根据鉴频特性的形式（如线性、正弦型等）和某些参数，求另外的参数并写整个鉴频特性的表达式，是本题的最终目标。

解： 鉴频特性为正弦型，设为

$$u_o = U\sin(K\Delta f)$$

此特性在 $K\Delta f=\frac{\pi}{2}$ 时输出最大，对应的 Δf 为 B_m 的一半，即 100 KH_z。因此

$$k=\frac{\frac{\pi}{2}}{100}=\frac{\pi}{2}\times 10^{-5}(V/KH_z)$$

$$\therefore u_o = U\sin(\frac{\pi}{2}\times 10^{-5}\cdot\Delta f) \qquad (V)$$

讨论： （1）要准确理解鉴频特性各参数的含义，如 B_m 的含义；

（2）要注意观察分析鉴频特性函数的特殊性，如 sin（·）在 $K\Delta f=\frac{\pi}{2}$ 时取最大值；

（3）对于某些参数不一定要确定的数值，可以用一个符号表示。

例 7-7 某鉴频器框图如图 P7-3（a）所示，其中移相网络的特性如图 P7-3（b）所示。若输入信号为 $u_1 = U_1\cos(\omega_c t+10\sin(3\times 10^3 t))(V)$，包检为二极管峰值包络检波器，忽略二极管压降，求输出电压表达式，并说明此鉴频特性及包检中 RC 的选择原则。

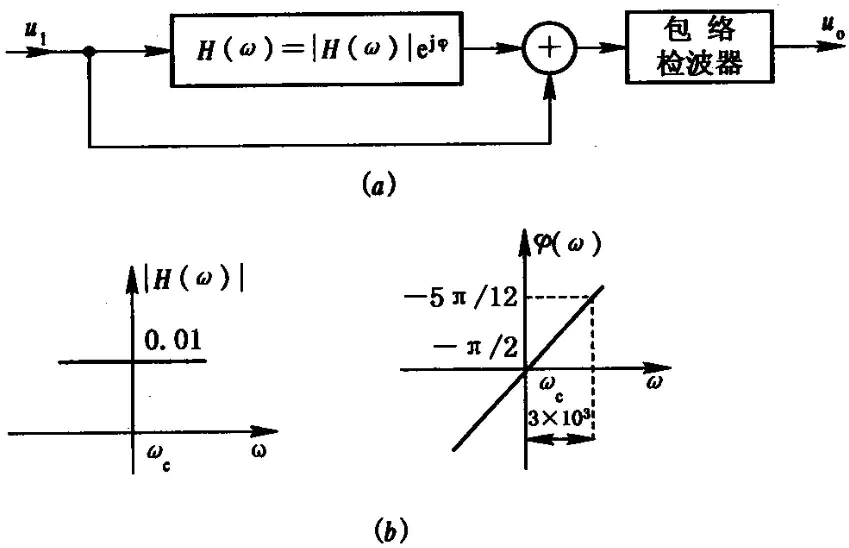


图 P7-3

题意分析： 由移相网络的相移特性可知，此鉴频器为正交鉴频器。设经移相网络的信号为 u_2，经相加后为 u_3，则 u_2 对 u_1 来讲有相移，在 ω_c 处相移为固定的 π/2，在其它地方与输入信号的瞬时频率呈线性关系，即 u_2 为 FM-PM 波。将 u_1 和 u_2 相加，u_3 为 FM—PM—AM 信号，其中 AM 成分含有与 FM 信号相同的信息。经包络检波后可得输出电压 u_0，它反映输入信号的频率变化，即原调制信号。这就是工作原理。

需要注意，移相网络的幅频特性有很大的衰减。这样，送到叠加型鉴相器中就可进行某些近似。

解： $u_1 = U_1\cos(\omega_c t + 10\sin(3\times10^3 t))$　　　(V)

$$\omega(t) = \omega_c + 3\times10^4 \times \cos(3\times10^3 t) \qquad (rad/s)$$

经移相后,u_2的幅度为$0.01U_1$,相位为

$$\varphi_2(t) = -\frac{\pi}{2} + k\Delta\omega(t)$$

$$其中, k = \left(-\frac{5}{12}\pi + \frac{\pi}{2}\right) \Big/ 3\times10^3 = \frac{\pi}{12\times3\times10^3}$$

$$\Delta\omega(t) = 3\times10^4 \times \cos 3\times10^3 t$$

$$\therefore \varphi_2(t) = -\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{12\times3\times10^3} \times 3\times10^4 \times \cos 3\times10^3 t$$

$$= -\frac{\pi}{2} + \frac{5}{6}\pi \cos 3\times10^3 t$$

$$因此, u_2 = 0.01U_1 \cos(\omega_c t + 10\sin 3\times10^3 t - \frac{\pi}{2} + \frac{5}{6}\pi \cos 3\times10^3 t0$$

$$= 0.01U_1 \sin(\omega_c t + 10\sin 3\times10^3 t + \frac{5\pi}{6} \cos 3\times10^3 t)$$

$$u_3 = u_1 + u_2$$

$$= U_1 \cos(\omega_c t + 10\sin 3\times10^3 t) + 0.01U_1 \sin(\omega_c t + 10\sin 3\times10^3 t + \frac{5\pi}{6}\cos 3\times10^3 t)$$

$$= U_3(t)\cos[\omega_c t + 10\sin 3\times10^3 t + \varphi(t)]$$

由于后接包络检波器，因此，这里我们只关心u_3的幅度即可。

$$U_3(t) = \sqrt{U_1^2 + (0.01U_1)^2 + 0.02U_1^2 \sin(\frac{5}{6}\pi\cos 3\times10^3 t)}$$

$$\approx U_1[1 + 0.01\sin(\frac{5}{6}\pi \cos 3\times10^3 t)]$$

因为忽略了二极管的压降，所以可以认为包络检波器的检波效率近似为 1，即 Kd≈1。这样，输出电压为

$$u_o = U_1[1 + 0.01\sin(\frac{5}{6}\pi\cos 3\times10^3 t)] \qquad (V)$$

由此输出电压和Δω（t）表达式可知，此鉴频器的鉴频特性为正弦型，但含有直流成分。若采用平衡电路，不仅可以抵消直流成分，而且可以增加有用输出电压。

把 u_0 看作一个 AM 信号，对包检的 LPF 的要求非常清楚，即要求

$$R << \frac{1}{\Omega C} 且 R >> \frac{1}{\omega_c C} \qquad 同时 RC \le \frac{\sqrt{1-m_a{}^2}}{m_a\Omega}$$

其中$\Omega = 3\times10^3, m_a = 0.001$

代入上式,可得RC的选择原则为

$$R << \frac{1}{3\times10^3 C} 且 R >> \frac{1}{\omega_c C} \qquad 同时 RC \le 3.3\times10^{-2}$$

讨论：（1）这是一种与图 7-11 不同的正交鉴频器，其移相网络后的鉴相器为叠加型同步检波器，这种同步检波器的核心是包络检波器，它前面的加法器完成 FM 信号到 AM-

FM 信号的转换。如果换一种鉴相器或包络检波器，本题的求解应做相应改变。

（2）移相网络的特性要看清楚。不同的移相特性会有不同的鉴频输出。

例 7-8 某鉴频器的鉴频特性如图 P7-4 所示，鉴频器的输出电压为 $u_o(t)=\cos 4\pi\times 10^3 t$(V)，试问：

（1）鉴频跨导 S_D=?

（2）写出输入信号 $u_{FM}(t)$和原调制信号 u_Ω的表达式；

（3）若此鉴频器为互感耦合相位鉴频器，要得到正极性的鉴频特性，如何改变电路?

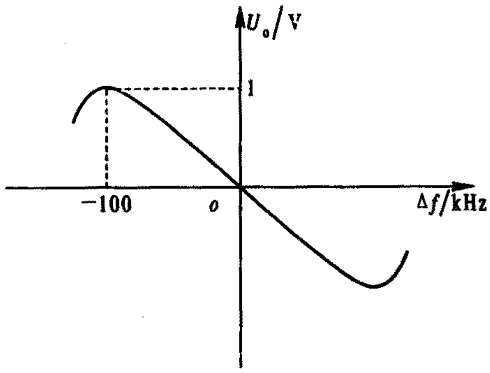


图 P7-4 某鉴频器的鉴频特性

题意分析： 此题是给定鉴频器的鉴频特性曲线和鉴频器的输出电压，来求解鉴频特性的某些参数，并反推回去求输入电压，这是关于鉴频特性的一般问题。至于改变鉴频特性的极性是另外的问题。

由鉴频特性曲线，根据鉴频跨导的定义，即可直接求出 S_D，但要注意鉴频特性的极性。由图可知，输入信号的最大频偏小于鉴频器的最大鉴频带宽，即鉴频器工作于线性区，因此，$S_D=\frac{\partial u_o}{\partial \Delta f(t)}\big|_{\Delta f=0}=\frac{u_o}{\Delta f(t)}$，由此可求出△f（t），从而可求出输入电压。

解： （1）$S_D={}^{u_o}\!/_{\Delta f(t)}$=—1/100=—0.01(V/KHz)

（2） $S_D=\frac{\partial u_o}{\partial \Delta f(t)}\big|_{\Delta f=0}=\frac{u_o}{\Delta f(t)}$=—0.01V/KHz

$\Delta f(t)=u_O/S_D=-100\cos 4\pi\times 10^3 t$(KHz)

因此，原调制信号 $u_\Omega=-U_\Omega\cos 4\pi\times 10^3 t$（V）

由 $f(t)=f_c+\Delta f(t)$ 可得

$u_{FM}(t)=U_{FM}\cos（2\pi f_c+\int_0^t \Delta f(t)\,dt）$

$=U_{FM}\cos（2\pi f_c-\frac{\Delta f_m}{F}\sin\Omega t）$

$= U_{FM}\cos(2\pi f_c — 50\sin 4\pi\times 10^3 t)$ (V)

（3） 若鉴频器为互感耦合相位鉴频器，要得到正极性的鉴频特性，只要改变互感耦合的同名端、两个检波二极管的方向或鉴频器输出电压规定的正方向之一即可。

讨论：（1）若鉴频特性为正极性，则求解会更简单，但一定要注意鉴频特性的极性。

（2）若鉴频特性的横坐标轴为 f，并给出坐标原点 f_c 的值，则 $u_{FM}(t)$的表达式中的 f_c 要用相应的数值代替。

（3）若为电容耦合相位鉴频器或比例鉴频器等其它鉴频器，改变鉴频器极性的方法也应掌握。

（4）以上题目都给出了鉴频器电路，而实际上这些电路也都应该记住。

例 7-9 某鉴频器的鉴频特性为如图 P7-5 所示。输入信号为 $u_i = U_i\sin\left(\omega_c t + m_f\sin 2\pi Ft\right)/V$，试画出下列两种情况下输出电压波形。（1）$F = 1MHz, m_f = 6$；（2）$F = 1MHz, m_f = 12$。

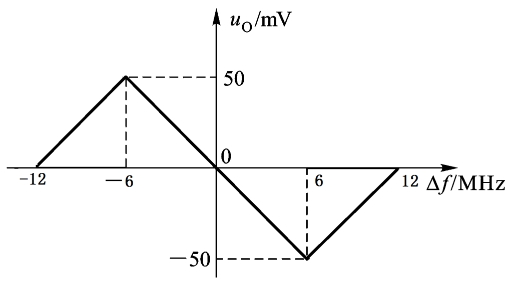
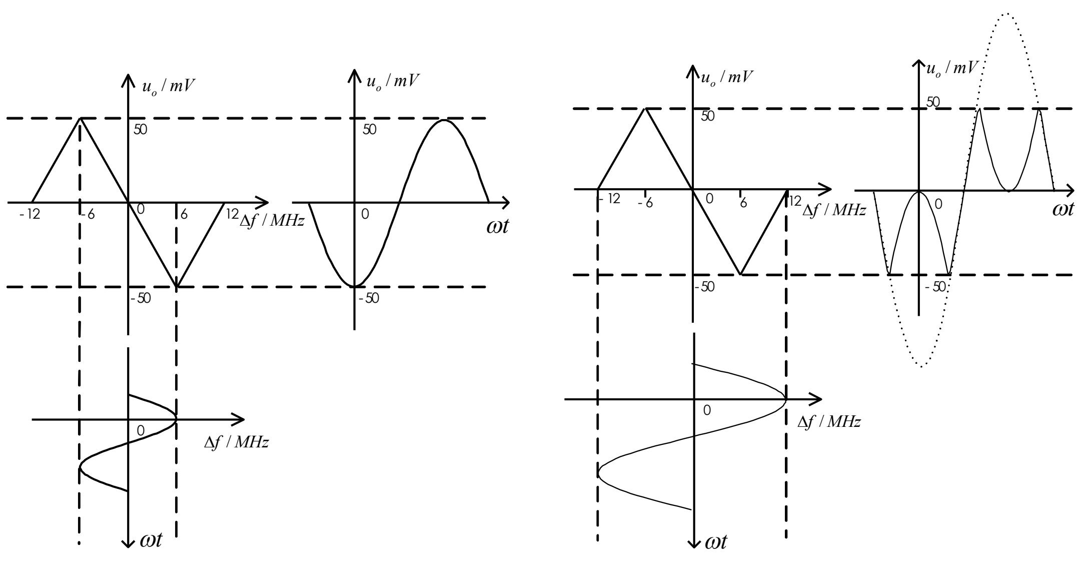


图 P7-5 鉴频特性

题意分析： 此题是给定鉴频器的鉴频特性曲线和输入信号，实际上和前面的例题有相同之处，但是在第二问时，输入信号超出了鉴频特性的线性区，此时输出波形将产生失真。

解：



（a）　　　　　　　　　　　（b）

图 7-6

（a）第一问的解　（b）第二问的解

讨论： 通过本例，进一步说明弄清楚电路的工作区域是非常重要的，这对设计、调试实际电路具有指导意义。