

东南大学考试卷 (A 卷)

课程名称 通信电子线路 考试学期 08-09-02 得分
适用专业 电子信息类本科生 考试形式 闭卷 考试时间长度 120 分钟

一、填空题 (本题 10 分, 每空格 1 分)

- 工程中将射频输入功率与混频器中频输出功率之比称为 变频增益。
 $G = 10 \lg \frac{P_{IF}}{P_{RF}}$
- 本振信号频率在 14.545MHz, 则对于天线进入的接收频率 14.090MHz 混频变换为 455kHz 中频信号, 而对于 14.090 MHz 的频率, 也将接收产生中频信号, 这种干扰称为镜像干扰。
- 两个噪声网络级联, $N_{F1} = 2\text{dB}$, $G_1 = 12\text{dB}$, 而 $N_{F2} = 6\text{dB}$, $G_2 = 10\text{dB}$ 。则总的噪声系数 N_F 等于 2.79 dB。
- D 类功率放大器工作时功率管处于 开关 状态, 而 A、B、C 类功放, 功率管是处于 线性 工作状态。
- 1dB 压缩点和 三阶互调 是衡量射频器件线性性能的两个重要指标。
- 锁相环中三种经常用到的环路滤波器分别为 RC 积分、RC 微分、有源 RC 带通。
- SSB 波的解调可以采用 相移法、同步检波 电路。

二、判断题 (本题 5 分, 每题 1 分) (请在每道题前的括号内打“√”或者“×”)

- (X) SSB 调制是振幅调制的一种方式, 其带宽为 AM 已调信号的频带带宽的 1/4。
- (√) 抑制镜频干扰的最有效方法是高中频方案, 将镜频排除在波段以外, 由通道滤波器滤除。
- (X) PLL 在锁定时, 鉴相器的两个输入信号的相位一定相等。
- (X) 4、A 类功放输入正弦波的一个周期内, 功率管半个周期导通, 半周期截止。
- (X) 5、等效噪声温度是衡量系统噪声性能的参数, 它是一个能够测量的真实现理值。

三、计算题 (本题 85 分, 共 7 题)

- 某接收机的噪声带宽为 400kHz, $N_F = 3\text{dB}$, 输入三阶互调阻截点 $IIP3 = -10\text{dBm}$, 输出信噪比 $D = 20\text{dB}$, 输入 1dB 压缩点为 -20dBm ,

- 求接收机的等效噪声底 (N_{F1})
- 求接收机的无杂散动态范围 (SFDR)
- 求接收机的线性动态范围 (IEDR)
- 若该接收机用 50 欧姆同轴电缆与 50 欧姆阻抗天线相接, 已知同轴电缆的插入损耗为 2dB, 请重新求解该接收机的灵敏度。

$$N_{Ft} = -174 + 10 \lg B + N_F$$

$$= -174 + 10 \lg (4 \times 10^5) + 3 \text{ dB}$$

$$= -115 \text{ dBm}$$

$$S_{max} = \frac{IIP3 + N_{Ft}}{3} = \frac{-10 + (-115)}{3} = -41.67 \text{ dBm}$$

$$S_{min} = N_{Ft} + D = -115 \text{ dBm} + 20 \text{ dB} = -95 \text{ dBm}$$

$$\therefore \text{SFDR} = S_{max} - S_{min} = -41.67 + 95 = 53.33 \text{ dB}$$

$$\text{IEDR} = S_{1\text{dB}} - S_{min}$$

$$= -20 \text{ dBm} + 95 = 75 \text{ dB}$$

阻抗匹配时, 损耗等于噪声系数 $N_F = 2\text{dB}$

$$\therefore S = -174 + 10 \lg B + N_F + D$$

$$= -174 + 10 \lg (4 \times 10^5) + 2 + 20$$

$$= -96 \text{ dBm}$$

$$10 \lg \left(\frac{IIP3}{0.001} \right) = 10 \text{ dBm}$$

$$10 \lg 10^{-4} = -40 \text{ dB}$$

- 2、已知某混频器的 1dB 压缩点的输出功率为 $P_{1dB}=10\text{dBm}$ ，对应射频输入功率为 0dBm ，试求两个输入干扰功率均为 -20dBm 时的输出三阶互调失真功率。

$$P_{i-1dB} + G(\text{dB}) - 1\text{dB} = P_{1dB}(\text{dBm})$$

$$0 + G - 1 = 10$$

$$G = 11\text{dB}$$

$$P_{01} = G P_{1m}$$

$$P_{03} = G_3 \cdot P_{1m}^3$$

$$\therefore G = G_3 \cdot (IP_3)^2$$

$$\therefore G_3 = \frac{G}{(IP_3)^2} \quad (IP_3) = 0 + 9.6 = 9.6\text{dB}$$

$$\therefore P_{03} = \frac{G}{(IP_3)^2} \cdot P_{1m}^3$$

$$= 11\text{dB} - 2(9.6\text{dB} + 3 \cdot (-20)\text{dBm})$$

$$= -68.2\text{dBm}$$

- 3、试求如图 1 所示传输线变压器的阻抗变换关系(R_i/R_L)及相应的各特性阻抗 Z_c 。

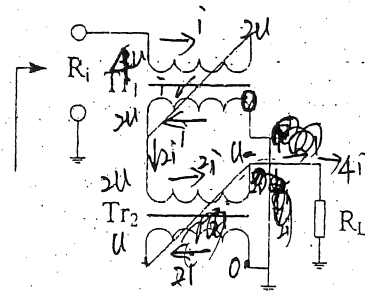


图 1

$$R_i = \frac{4U}{i} = 2 \cdot \frac{2U}{i} = 2Z_c$$

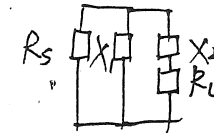
$$Z_c = \frac{2U}{i}$$

$$R_o = \frac{U}{4i} = \frac{1}{8} \cdot \frac{2U}{i} = \frac{1}{8}Z_c = R_L$$

$$\therefore Z_c = 8R_L$$

$$\frac{R_i}{R_L} = \frac{2Z_c}{\frac{1}{8}Z_c} = 16:1$$

- 4、某射频功放的输出功率 $P_O=1\text{W}$ ， $V_{CC}=24\text{V}$ ， $R_L=50\Omega$ ，功率管的饱和压降 $V_{CE(sat)}=2\text{V}$ ，射频频率 $f_R=10\text{MHz}$ ，若采用 L 型匹配网络与负载匹配，试画出 L 型匹配网络电路图并计算网络元件参数值。



$$R_s = \frac{(V_{CC} - V_{CE})^2}{2P_O}$$

$$Q_e = \sqrt{\frac{R_s}{R_L} - 1}$$

$$|X_1| = \frac{R_s}{Q_e} = \omega L$$

$$X_2 = R_L \cdot Q_e = \omega L$$

- 5、1) 画出图 2 所示锁相环路的线性频域模型框图。
2) 假设低通滤波器的传递函数是 $F(s)$ ，推导出该锁相环路的闭环传递函数。
3) 若环路滤波器为图 3 所示，写出 $F(s)$ 的表达式和该锁相环路的闭环传递函数。

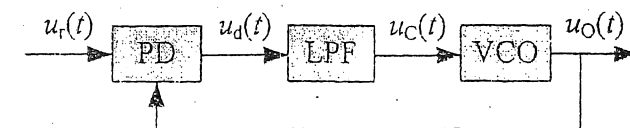


图 2

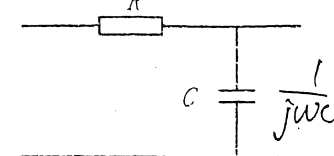
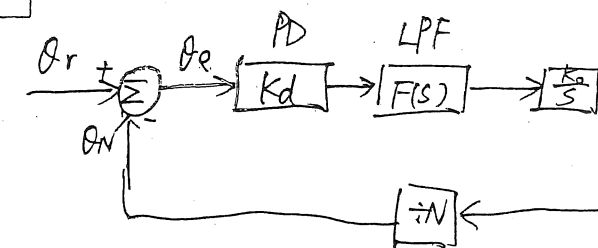


图 3

$$F(s) = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + j\omega CR}$$

$$K = \frac{K_d K_o}{N}$$

$$H(s) = \frac{K F(s)}{s + K F(s)}$$



$$\theta_e = \theta_r - \theta_n = \theta_r - \frac{\theta_o}{N}$$

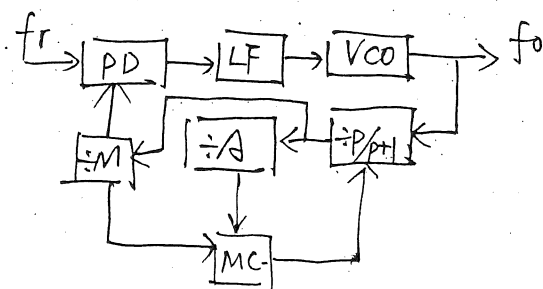
$$\theta_o = \theta_e \cdot K_d \cdot F(s) \cdot \frac{K_o}{s}$$

$$\therefore \theta_e = \theta_r - \frac{K_d F(s) K_o}{N s} \theta_e$$

$$1 + \frac{K_d F(s) K_o}{N s} \theta_e = \theta_r$$

$$\frac{\theta_o}{\theta_r} = \frac{K_d F(s) K_o}{K_d F(s) K_o + N s} = \frac{N K F(s)}{s + K F(s)}$$

6、某接收机中由单环整数双模频率合成器产生的本振频率为 1172.6 MHz~1221.8MHz，参考信号频率为 2.05MHz。(1) 画出频率合成器中可变分频器的结构框图；(2) 并给出可变分频器的设计方案（给出 N、M、A 的数值范围，P 为 16）。



$$\begin{cases} N = Mp + A \\ M > A \end{cases}$$

$$\frac{f_0}{f_r} = \frac{1172.6 \sim 1221.8}{2.05 \text{ MHz}} = 572 \sim 596$$

$$16M + A = 572 \sim 596$$

$$\begin{cases} M=37 \\ M=38 \\ M=36 \end{cases} \quad \begin{cases} A=12 \sim 36 \end{cases}$$

7、有一已调信号：

$$v(t) = 10 \cos(2\pi \times 455 \times 10^3 t) + 5 \cos(2\pi \times 450 \times 10^3 t) + 5 \cos(2\pi \times 460 \times 10^3 t) \text{ V}$$

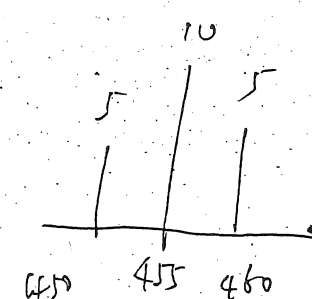
求：

- (1) 载波频率与调制信号频率；
- (2) 此信号为何调制信号？求调制指数；
- (3) 画出此信号的频域图，并在图中注明相应各参数。
- (4) 求在 1Ω 负载上的调制信号一周期内的平均功率 P_{av} 。

$$f_R = 455 \times 10^3 \text{ Hz}$$

$$f_L = 5 \times 10^3 \text{ Hz}$$

双边带调幅信号



$$\begin{aligned} U_m &= U_{cm} + k_f U_{nm} \cos \Omega t \\ &= U_{cm} \left(1 + \frac{k_f U_{nm}}{U_{cm}} \right) \cos \Omega t \\ &= U_{cm} \cos \omega_c t + \frac{1}{2} k_f U_{nm} [\cos(\omega_c + \Omega)t + \cos(\omega_c - \Omega)t] \end{aligned}$$

$$M_A = k_f \frac{U_{nm}}{U_{cm}}$$

$$= \frac{U_{cm} \cos \omega_c t + \frac{1}{2} M_A U_{cm} [\cos(\omega_c + \Omega)t + \cos(\omega_c - \Omega)t]}{10}$$

$$M_A = 1$$

$$P_{av} = P_0 \left(1 + \frac{1}{2} M_A^2 \right)$$

$$P_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{10^2}{R} = \frac{1}{2} \cdot 100 = 50$$

$$P_{av} = 50 \left(1 + \frac{1}{2} \right) = 75 \text{ W}$$