

东南大学考试卷 (A 卷)

课程名称 通信电子线路 考试学期 08-01-09 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) $T_N = (F-1) \cdot T$
 $75 = 290(F-1)$

1、已知在室温 17°C 度时, 某放大器的等效噪声温度为 $T_N = 75\text{K}$, 则其噪声系数 $N_F = 0.999$ dB。

2、接收机把波段内的任意接收信号经高放和混频器后, 都变换成一个固定中频, 这种接收机称为 超外差式接收机。

3、SSB 调制电路有两种实现方法: 一是 相乘滤波法; 二是 移相法。

4、功率放大器中阻抗匹配的目的在于 实现最大功率传输, 即负载获得最大功率。

* 在 PLL 无源环路滤波器中, 具有滞后-超前特性的滤波器为 RC 网络 因而得到了广泛的应用。 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{4}$

6、已知某 4:1 传输线变压器的输入阻抗是 8Ω , 则其特性阻抗 Z_0 为 4 Ω 。

* 在 FM 解调电路中, 斜率鉴频器先把 FM 波变换成为 振幅调制信号, 再由包络检波器检出基带信号。

8、波形因子是衡量滤波器选频特性的重要指标之一, 它的定义是 -60dB 带宽与 -3dB 带宽之比。

9、功率放大器的效率 η 定义为 功率放大器的输出功率与电源电压提供功率之比。

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“×”)

(√) 1、对于理想的无源互易网络, 其损耗等于噪声系数。

(√) 2、在级联系统中, 如果前后级端口的阻抗匹配, 则电压增益(dB)与功率增益(dB)相等。

(X) 3、三阶互调阻断点的输入幅度比 1dB 压缩点的输入幅度低 9.6dB。

(X) 4、PLL 在锁定时, 鉴相器的两个输入信号的相位一定相等。 错

(X) 5、调幅、包络检波和混频的实质都是频谱的线性搬移。

三、计算题 (本题 85 分, 共 9 题)

1、已知在室温 $T=17^\circ\text{C}$ 时, 某放大器的带宽 $BW = 1\text{MHz}$, 天线阻抗 $R_A = 50\Omega$, 噪声因数 $F=2$, 输入三阶互调阻截点 $IIP_3 = -10\text{dBm}$, 要求输出信噪比 $D=12\text{dB}$, 1dB 压缩点的输入功率 $S_{in1} = -20\text{dBm}$ 。

求: (1) 求此接收机的接收灵敏度 E_A ;

(2) 求此接收机的接收灵敏度 S (dBm);

(3) 求接收机的无失真动态范围 SFDR;

(4) 求此接收机的线性动态范围 IEDR。

$$E_A = 4 \times 10^{-6} \times \sqrt{BDF R_A} \text{ uV}$$

$$S = -174 + 10 \lg B + 10 + N_F \text{ (dBm)}$$

$$N_{Ft} = -174 + 10 \lg B + N_F \text{ (dBm)}$$

$$S_{max} = \frac{2IIP_3 + N_{Ft}}{3} \text{ (dBm)}$$

$$S_{min} = N_{Ft} + 10$$

$$SFDR = S_{max} - S_{min}$$

$$IEDR = S_{in1} - S_{min}$$

$Q = \frac{\omega L}{r}$
 $Q = \frac{1}{\omega r}$

2、某低噪声放大器电路如下图所示，三极管的输入阻抗为 $1k\Omega$ ，输出阻抗为 $80k\Omega$ ，电感的空载品质因素 $Q=100$ ，三极管 $\beta=100$ 。

- (1) 说明该电路在发射极的串联电感 L_e 的作用；
若该电路无电感 L_e ，试计算：
- (2) LC 并联谐振网络的谐振频率；
- (3) 放大器的三分贝带宽；
- (4) LC 网络并联谐振时放大器的电压增益。

① L_e 用来抵消输入阻抗进行阻抗匹配，并且不提高噪声，获得最小噪声系数

② $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{10^{-5} \times 10^{-11}}} = 10^8 \text{ rad/s}$

③ $Q = \frac{\omega_0 L}{r}$

$Q_{\text{线圈}} = \frac{\omega_0 L}{r} \Rightarrow r = \frac{\omega_0 L}{Q_{\text{线圈}}} = \frac{10^8 \times 10 \times 10^{-6}}{100} = 10\Omega$

$r' = (1+Q^2)r = (1+100^2) \times 10 = 10^5 = 100k\Omega$

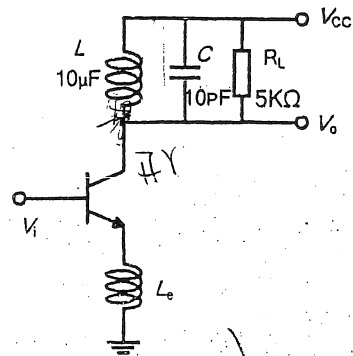
$\therefore r_g = r' // R_L = 100k\Omega // 5k\Omega = 4.76k\Omega$

$\therefore Q = \frac{r_g}{\omega_0 L} = \frac{4.76 \times 10^3}{10^8 \times 10^{-5}} = 4.76$

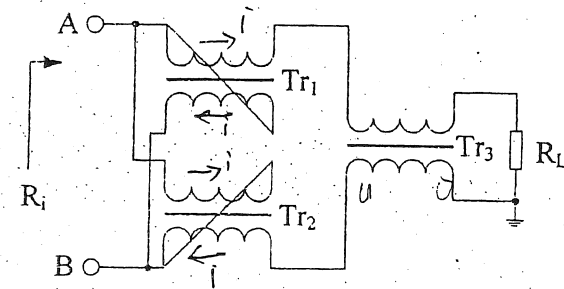
$\therefore BW_{3dB} = \frac{f_0}{Q} = \frac{10^8}{4.76} = 2.1 \times 10^7 \text{ Hz}$

④ $A_v = -\beta \frac{R_g // R_o}{R_i}$

$= -100 \times \frac{80k\Omega // 4.76k\Omega}{1k\Omega} = -449$

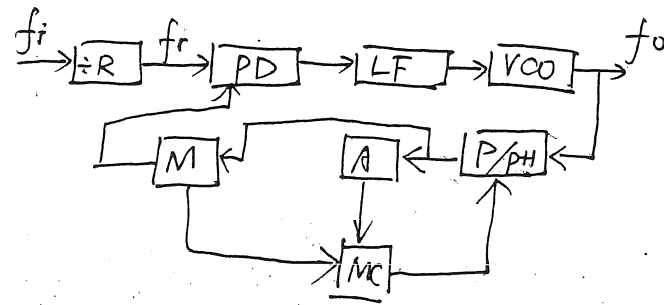


3、试求如图所示各传输线变压器的阻抗变换关系(R_i/R_L)及相应的特性阻抗 Z_c 。



4、要求某双模前置分频频率合成器的分频比 N 为 2445，双模模值 P 为 32。

- 1) 画出双模前置分频频率合成器的基本框图；
- 2) 写出输出频率的表达式；
- 3) 求主计数器 M 和吞吐计数器 A 的值。



$$f_o = (pM + A)f_r$$

$$pM + A = 2445$$

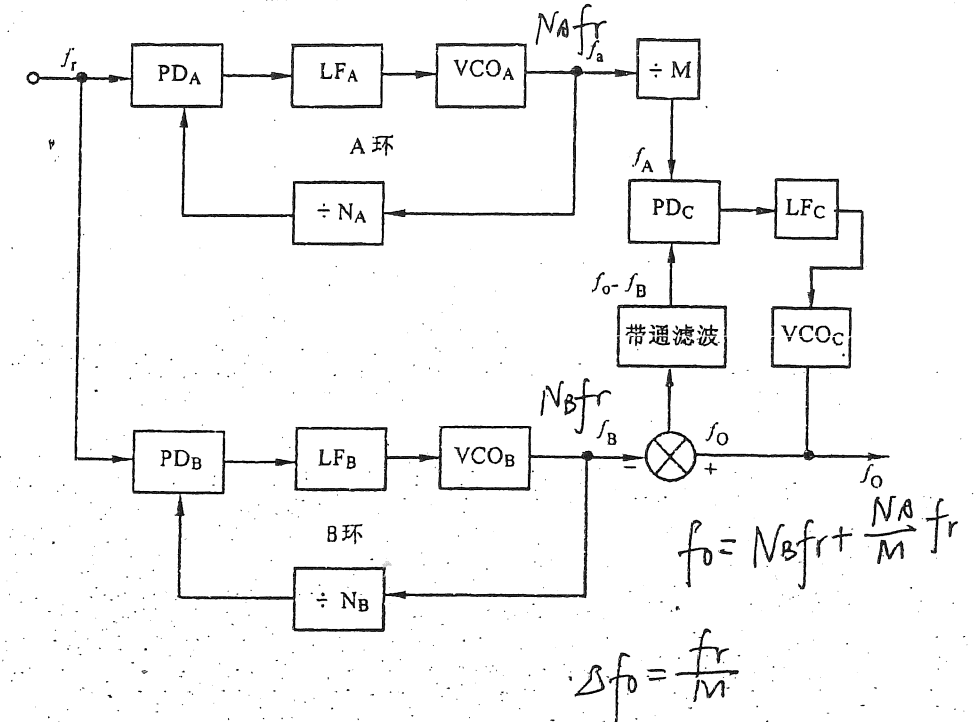
$$p = 32$$

$$M = 76$$

$$A = 13$$

5、如下图所示为一双环频率合成器的框图，参考频率和各分频器分频比已在图中给出。

- (1) 试求输出频率 f_o 与参考频率 f_r 的关系式；
- (2) 计算该频率合成器输出频率分辨率；



$$f_o = N_B f_r + \frac{N_A}{M} f_r$$

$$\Delta f_o = \frac{f_r}{M}$$

6、已知三种调幅信号的表达式分别为：

(1) $v(t) = 5 \cos 2\pi \times 3 \times 10^3 t \cdot \cos 2\pi \times 10^6 t$ (V); DSB

(2) $v(t) = 5 \cos 2\pi(10^6 + 3 \times 10^3)t$ (V);

(3) $v(t) = (5 + 3 \cos 2\pi \times 3 \times 10^3 t) \cos 2\pi \times 10^6 t$ (V)。

试说明各调制信号属何种调幅信号，画出信号频谱（标明幅值），计算各信号的频谱宽度 BW，计算各信号在单位负载 ($R_L=1\Omega$) 上的平均功率 P_{av} 。

$$U_m = U_{cm} + K_a U_{nm} \cos n t$$

$$U_o = (U_{cm} + K_a U_{nm} \cos n t) \cdot \cos \omega_c t$$

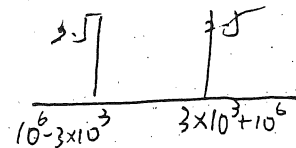
$$= U_{cm} \cdot \cos \omega_c t + \frac{1}{2} K_a U_{cm} [\cos (\omega_c + n)t + \cos (\omega_c - n)t]$$

① DSB
双边带调制
抑制载波

~~DSB~~, $K_a U_{nm} = 5$, $n = 2\pi \times 3 \times 10^3$, $\omega_c = 2\pi \times 10^6$

$BW = 6 \times 10^3 \text{ Hz}$

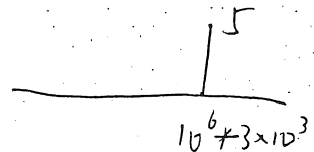
$P_{av} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2.5^2}{1n} \times 2 = 6.25 \text{ W}$



② SSB

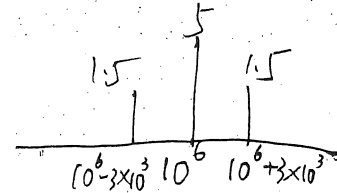
$BW = 6 \times 10^3 \text{ Hz}$

$P_{av} = \frac{1}{2} \cdot \frac{5^2}{1n} = \frac{25}{2} \text{ W}$



③ 单音调制

$U_{cm} = 5$
 $K_a U_{nm} = 3$
 $f_{na} = 3 \times 10^3$
 $f_{c0} = 10^6$



$BW = 6 \times 10^3 \text{ Hz}$

$P_{av} = \frac{1}{2} \left[\frac{5^2}{1n} + \frac{1.5^2}{1n} \times 2 \right]$

$= \frac{1}{2} [25 + 4.5]$

$= 14.75 \text{ W}$

$\frac{3}{2} \times 2 \times \frac{14.25}{2}$

7、某接收机的中频为 465kHz，采用低中频，即 $f_i = f_L - f_R$ 。

1) 当收听频率 $f_R = 930 \text{ kHz}$ 的电台播音时，可同时听到频率为 690kHz 和频率为 810kHz 的两电台播音，当一个台停播时，则另一个台的播音也随之消失。问这属于何种干扰？

2) 当收听频率 $f_R = 930 \text{ kHz}$ 的电台播音时，可同时听到频率为 1860kHz 频率的电台。问这属于何种干扰？

$\frac{1620}{930} = 1.74$

3) 若该接收机的低噪声放大器的三阶互调截点 $IIP_3 = 20 \text{ dBm}$ 。当输入功率 $P_i = 0 \text{ dBm}$ 时，求在此输入功率下的三阶互调输出功率与基波输出功率的互调失真比，即 $IMR(\text{dB})$ 。

4) 若该接收机中放电路有两级，级间阻抗匹配。第一级放大器的噪声系数为 6dB，功率增益为 4dB；第二级放大器的噪声系数为 10dB，功率增益为 10dB，求该中放电路总的噪声系数 N_F 和功率增益 G 。

① $2f_2 - f_1 = f_R$ 三阶互调失真

② 镜像干扰

③ $U_{imIP_3} = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{a_1}{a_3}}$

$IMR = \frac{4}{3} \frac{a_3 U_m^3}{a_1 U_m} = \frac{4}{3} \frac{a_3}{a_1} U_m^2$

$= P_i - (IIP_3)$

$= 0 - 20 \text{ dBm}$

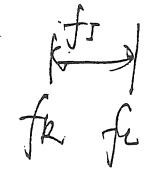
$= -20 \text{ dBm}$

④ $F_1 = 10^{0.6}$ $G_1 = 10^{0.4}$

$F_2 = 10$ $G_2 = 10$

$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1}$

$G = G_1 G_2 = 14 \text{ dB}$



$\frac{465}{930} = 0.5$

8、已知某射频功放电源电压为 22V，输出功率为 5W，功放管的饱和压降为 2V，工作频率为 100MHz。

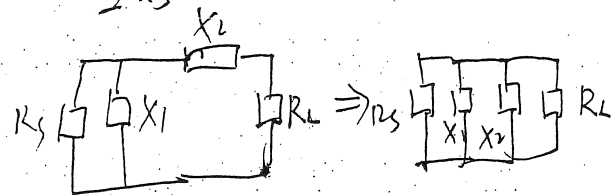
1) 求此时功率管要求的负载 R_s ;

2) 若负载 $R_L = 8\Omega$ ，需要设计一 L 型匹配网络

求：(a) 画出 L 型匹配网络电路图;

(b) 求出此 L 型匹配网络元件值;

$$R_s = \frac{(22-2)^2}{2 \times 5} = \frac{400}{10} = 40\Omega$$



$$Q_e = \sqrt{\frac{R_s}{R_L}} - 1 = \sqrt{\frac{40}{8}} - 1 = 2$$

$$|X_1| = \frac{R_s}{Q_e} = \frac{40\Omega}{2} = 20 = \frac{1}{2\pi \times 10^8 C}$$

$$|X_2| = \frac{R_L}{Q_e} = 2 \times 8 = 16 = 2\pi \times 10^8 L$$