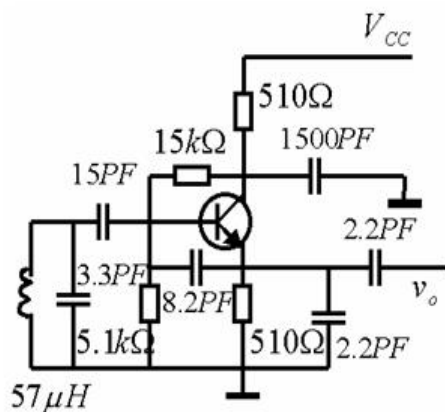


北京航空航天大学
2012~2013 学年第 一 学期
电子线路 II 期末考试试卷
(2013 年 1 月 14 日)

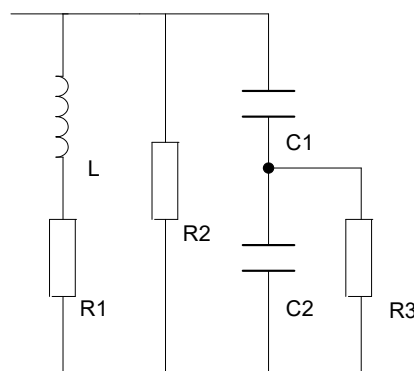
班级: _____; 学号: _____; 姓名: _____; 成绩: _____

一、 填空 (共 20 分)

- (3 分) 滤波器的频率特性包括_____特性和_____特性, 理想滤波器是指 _____.
- (2 分) 常用短波广播波长范围为 16.7m—136.5m, 则对应频率范围为_____; 为避免邻台干扰, 相邻台之间至少要相差 10kHz, 那么在此波段范围内最多可容纳_____个电台.
- (4 分) 下列各种电路中 _____是线性电路, _____是非线性电路.
a) 倍频器; b) 混频(变频)器; c) 并联或串联谐振回路(输入信号是许多频率的正弦波);
d) 脉冲技术中的 RC 微分电路, RC 积分电路; e) 工作在开关状态的晶体二极管
f) 线性调制器 g) FM 解调器 h) 包络检波器 i) 乘法器 j) LNA l) 整流器
- (2 分) 题图 1 所示振荡器类型为_____, 振荡频率为 _____。



题图 1



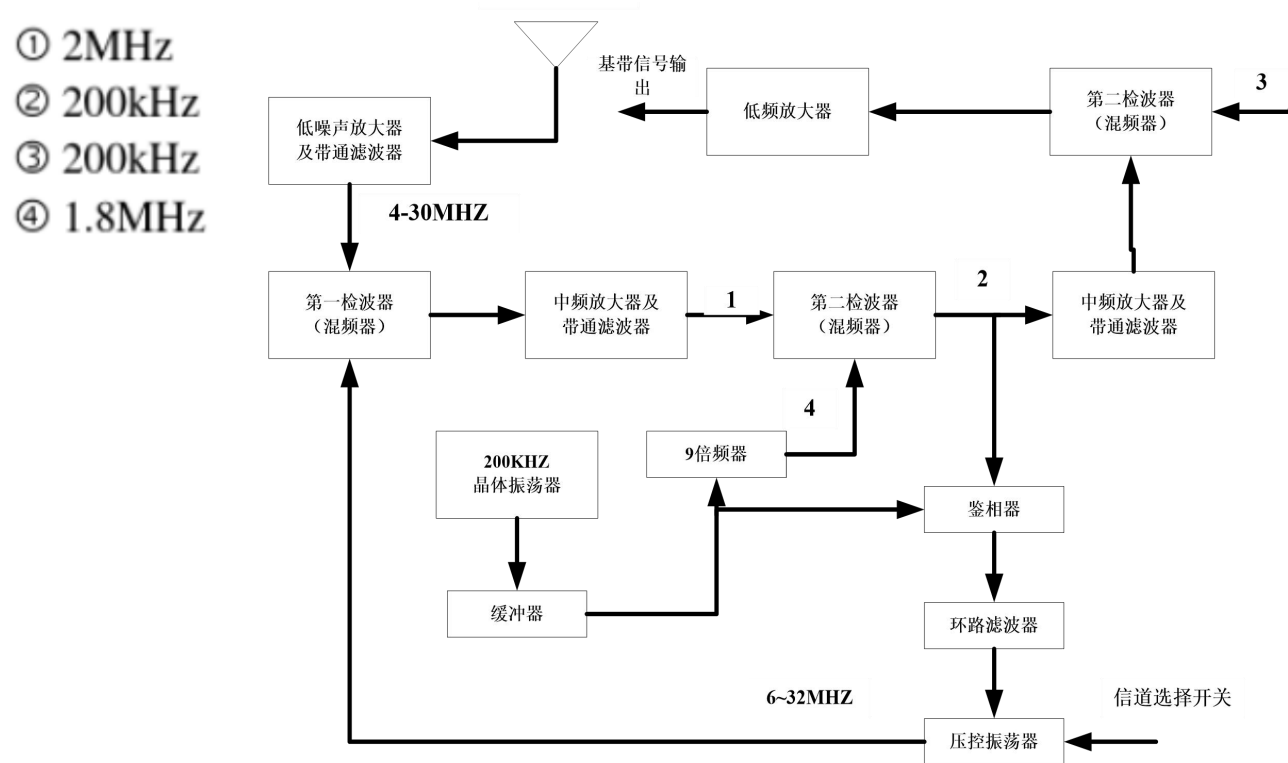
题图 2

- (3 分) 题图 2 中 R_1 是电感 L 的固有损耗电阻, 并且 C_2 的阻抗 X_{C2} 满足 $X_{C2} \ll R_3$
当 R_1 增大时回路的品质因数 Q _____; 当 R_2 增大时回路的谐振频率 _____;
当 R_3 增大时回路的等效通频带 _____。(加大, 减小, 不变)

2.描述接收机从天线接收下来的射频信号变换为基带信号的变换过程。

答：接收机从天线上接收到射频信号，经过高频放大器放大，和由本地振荡器产生的振荡信号在混频器中进行混频，再经过中频放大器放大中频信号，再经过解调器解调信号从而变换为基带信号。

6. (4分)题图3是某接收机原理框图，其中射频输入范围为4~30MHz，VCO自身射频通过外部信道选择开关在6~32MHz之间调整。图中1处频率为_____，2处频率为_____，3处频率为_____，4处频率为_____。



题图3

7. (2分)若非线性电路的输入信号 $v_i(t) = \cos \omega_1 t + \cos \omega_2 t$ (V)，非线性电路的输出输入特性表示为下列幂级数

$$(a) v_0(t) = a_0 + a_1 v_i(t) + a_2 v_i^2(t), \quad (b) v_0(t) = a_2 v_i^2(t) + a_3 v_i^5(t)$$

$$(c) v_0(t) = a_0 + a_1 v_i^3(t) + a_4 v_i^4(t), \quad (d) v_0(t) = a_4 v_i^4(t) + a_5 v_i^5(t)$$

则上述非线性电路中能产生 $\omega_1 + \omega_2$ 频率的是_____，能产生 $3\omega_1$ 频率的是_____。

二、 选择题（每题2分，共10分）

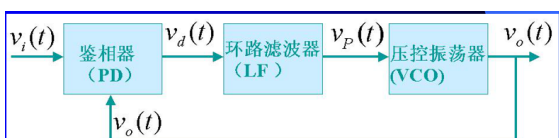
- 根据调频波的特性，当单音频调制信号的频率均增大一倍时，则调频波的有效带宽将_____。
(A) 减小一倍 (B) 增大一倍 (C) 不变 (D) 增大两倍
- 峰值包络检波器在解调高频等幅波时，其低通滤波器的输出波形为_____。
(A) 正弦波 (B) 直流 (C) 余弦脉冲 (D) 零

3. 二极管峰值包络检波器, 原电路工作正常, 若负载电阻加大, 会引起_____。
 (A) 惰性失真 (B) 底部切削失真 (C) 频率失真 (D) 惰性失真及底部切削失真
4. 用乘积型同步检波器解调SSB 信号时, 要求参考信号与调制端的载频信号_____
 (A) 同频 (B) 同相 (C) 同频同相 (D) 没有要求
5. 高频功率放大器一般工作在丙类工作状态, 它的效率为_____。
 (A) 50% (B) 78.5% (C) 与导通角和电压利用系数有关 (D) 89.7%

三、简答题 (每题4分, 20分)

1. 接收机中为什么会出现干扰? 有哪些主要干扰类型?
1. 镜像频率干扰
 2. 寄生响应干扰
 3. 互调干扰 定义
 4. 剩余响应干扰

2. 为什么幅度解调器必须由非线性元件和低通滤波器组成?



因为幅度解调器必须通过非线性元件进行非线性变换后得到各个频谱分量, 然后通过低通滤波器滤得所需的低频信号

3. 给出PLL的主要框图, 分析PLL的频率特性为什么不等于环路滤波器的频率特性? 在PLL中低通滤波器的作用是什么?

? PLL的频率特性是指锁相环路输入信号的相位按不同频率的正弦规律变化时, 输出信号相位变化的幅度和初相位均随频率的不同而不相等的性质

? 环路滤波器的频率特性指输入不同频率信号时, 输出信号的电压(或电流)幅度随频率变化的特性。

? 低通滤波器的作用:

第一是滤除鉴相器输出电压(电流)中的高频分量及其他干扰信号(改善了控制电压的频谱纯度), 形成VCO控制电压;
 第二为PLL提供短期的记忆, 以便PLL因干扰失锁时能迅速重新捕获信号。

4. 为什么低频功率放大器不能工作在丙类, 而高频功率放大器则可以工作在丙类? 为什么晶体管在低频工作不要考虑单向化问题, 而在高频工作时, 必须考虑?

在高频时, 由于导纳 Y_{re} 可将输出信号反馈到输入端, 影响放大器工作的稳定, 甚至引起自激振荡。因而应设法减小其反馈作用; 而低频时可以不考虑其反馈作用。

答: 低频功率放大器所放大的信号频率为20Hz~20KHz, 其相对频带宽, 不可能用谐振回路取出不同的频率分量, 只能用甲类或乙类推挽的放大形式。而高频功率放大器所放大的信号相对频带很窄, 采用一个谐振回路就可以完成选频作用, 因此可以工作于丙类放大。

5. 有A、B、C三个匹配放大器, 它们的特性如下:

放大器	功率增益 (dB)	噪声系数
A	6	1.7
B	12	2.0
C	20	4.0

现将此三个放大器级联, 放大一低电平信号, 问此三个放大器应如何连接, 才能使总的噪声系数最小, 最小值为多少?

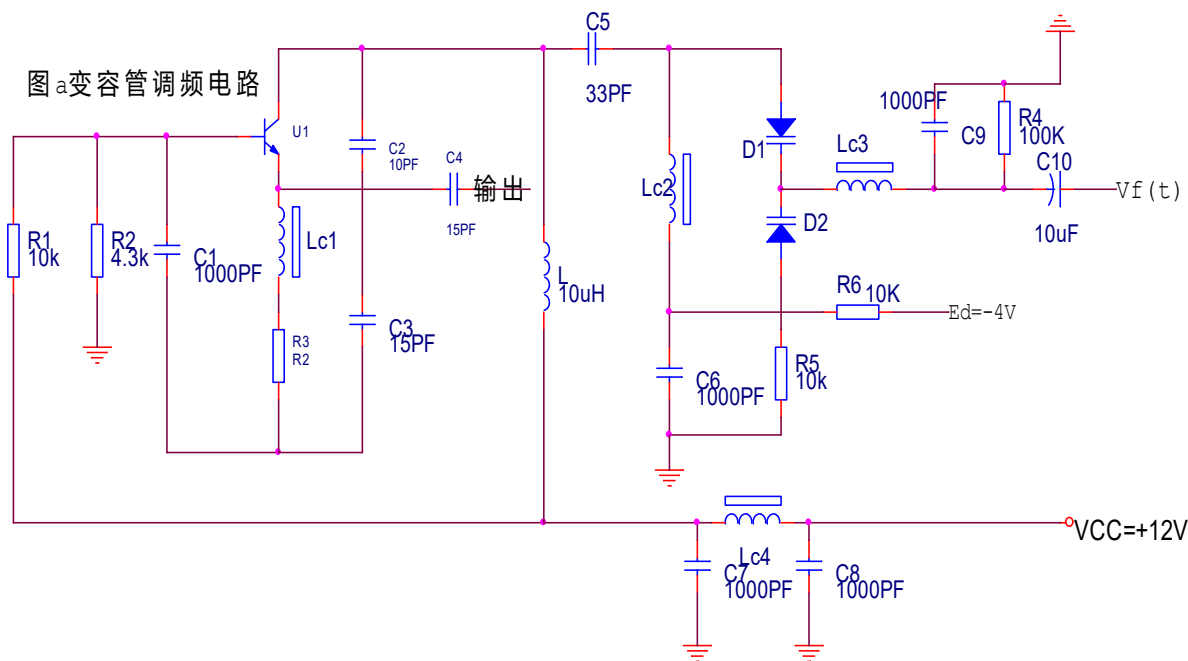
三个放大器应按 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 的顺序连接。

$$G_{pm1} = 3.98, \quad F_{n1} = 1.7, \quad G_{pm2} = 15.8, \quad F_{n2} = 2.0$$

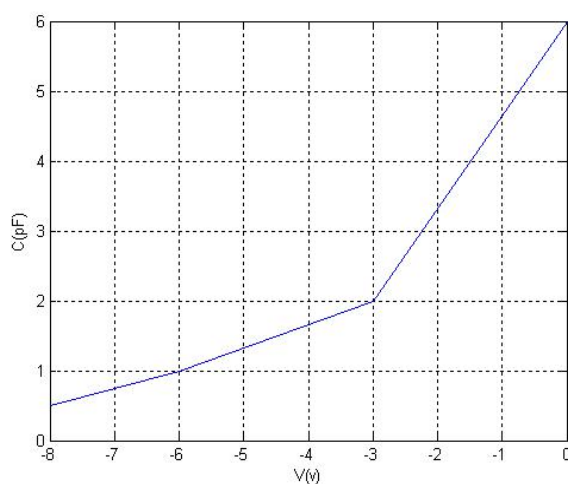
$$\text{最小噪声系数为: } F_{n(\min)} = 1.7 + \frac{1}{3.98} + \frac{3}{3.98 \times 15.8} \approx 2$$

四、（15 分）假定晶体管的输入、输出阻抗对振荡器的影响可以忽略，而且两个变容二极管特性完全相同，如题图 4 所。

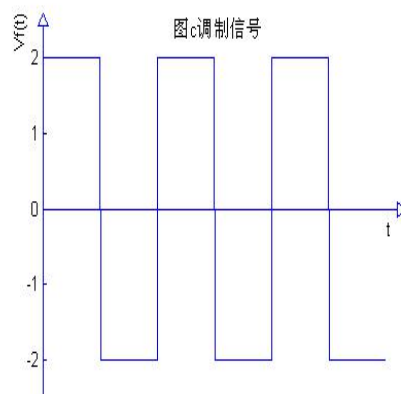
- 1) 分析该电路的功能和特点，给出该电路的高频等效电路图；
- 2) 图 4-a 中 5 个电感分别为 $L_{C1} = L_{C2} = L_{C3} = L_{C4} = 300\mu H, L = 10\mu H$ ，试分析每个电感的作用；计算中心频率；
- 3) 如果调制信号波形如题图 4-c 所示，求上下频偏值；
- 4) 无线电通信中为什么要进行调制解调？



题图 4-a 变容二极管直接调频电路



题图 4-b 变容二极管特性



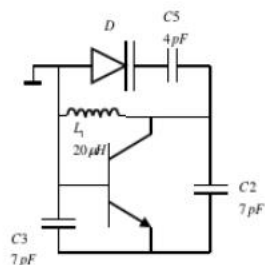
题图 4-c 调制信号波形

1、频率调制器

解：本题考察变容管频率调制电路，考察振荡器、频率调制器基本概念。共 15 分。

(1) 高频模型：3.5 分：

晶体管，三个电容，一个变容管，一个电感，一个地，共 7 个，错一个扣 0.5 分，包括连接关系，按错各扣 0.5 分。



(2) R4、R5、R6 的作用 (1.5 分)

R5、R6 分压为变容管提供 -4V 的直流偏置电压 (1 分)
R4 是为变容管提供直流偏置通路 (0.5 分)

(3) 中心频率 f_0 ; (3 分)

$$C = (C_2 \text{ 串 } C_3) \text{ 并 } (D \text{ 串 } C_5) = (7p \text{ 串 } 7p) \text{ 并 } (2p \text{ 串 } 4p) = 3.5p \text{ 并 } 1.33p = 4.83pF \quad (1 \text{ 分})$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{20\mu \times 4.83p}} = 16.18757MHz \quad (1 \text{ 分})$$

(4) 上下频偏：共 3 分。

$$C_{\pm} = (C_2 \text{ 串 } C_3) \text{ 并 } (D_{\pm} \text{ 串 } C_5) = (7p \text{ 串 } 7p) \text{ 并 } (1p \text{ 串 } 4p) = 3.5p \text{ 并 } 0.8p = 4.3pF \quad (0.5 \text{ 分})$$

(4) 上下频偏：共 3 分。

$$C_{\pm} = (C_2 \text{ 串 } C_3) \text{ 并 } (D_{\pm} \text{ 串 } C_5) = (7p \text{ 串 } 7p) \text{ 并 } (1p \text{ 串 } 4p) = 3.5p \text{ 并 } 0.8p = 4.3pF \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$f_{\pm} = \frac{1}{2\pi\sqrt{20\mu \times 4.3p}} = 17.16212MHz \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$\Delta f_{\pm} = f_{\pm} - f_0 = 17.16212 - 16.18757 = 975kHz \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$C_{\mp} = (C_2 \text{ 串 } C_3) \text{ 并 } (D_{\mp} \text{ 串 } C_5) = (7p \text{ 串 } 7p) \text{ 并 } (4p \text{ 串 } 4p) = 3.5p \text{ 并 } 2p = 5.5pF \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$f_{\mp} = \frac{1}{2\pi\sqrt{20\mu \times 5.5p}} = 15.17483MHz \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$\Delta f_{\mp} = f_0 - f_{\mp} = 16.18757 - 15.17483 = 1013kHz \quad (0.5 \text{ 分})$$

(5) 变容管两端电压的表达式：共 4 分

包括直流电压：-4V

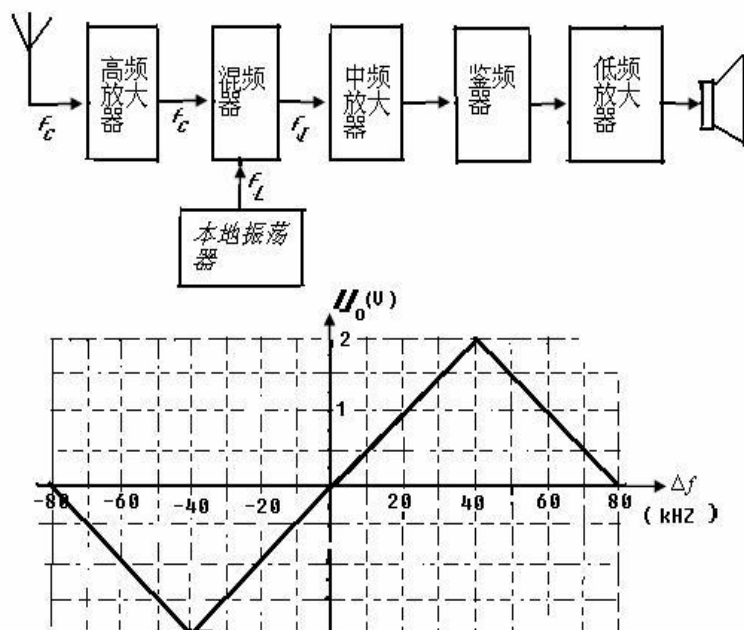
调制信号 $v_f(t) = 2\cos(2\pi \times 10^5 t)(V)$

$$\begin{aligned} \text{调频信号: } v_{FM}(t) &= \frac{0.5V}{0.5} \frac{4}{2+4} \cos\left(2\pi f_0 t + \frac{\Delta f}{F} \sin 2\pi F t + \theta_0\right) \\ &= 0.667 \cos\left(2\pi \times 16.188 \times 10^6 t + 9.94 \sin(2\pi \times 10^5 t) + \theta_0\right) \end{aligned}$$

$$v_D(t) = -4 - 2\cos(2\pi \times 10^3 t) - 0.667 \cos(2\pi \times 16.188 \times 10^6 t + 9.94 \sin(2\pi \times 10^5 t) + \theta_0) \quad (4 \text{ 分})$$

五、(15分) 如图5所示接收机及其鉴频特性，中频为 10MHz，本振频率 $f_L > f_c$ 。当输入一个电压为 $5\mu\text{V}$ (有效值)，载波频率为 100MHz、调制频率 $F=5\text{kHz}$ 、调制指数 $m=10$ 的单音余弦调频信号，

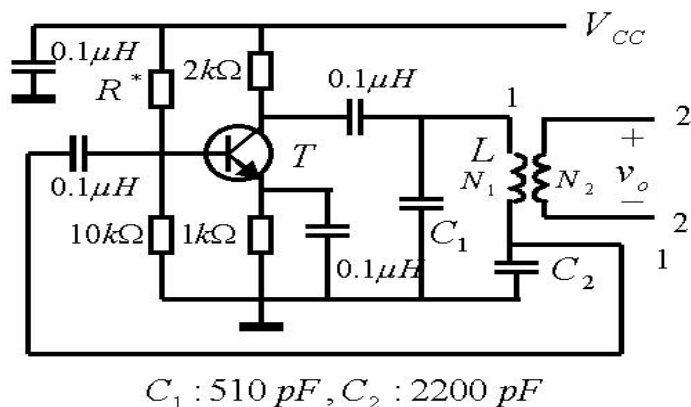
- 1) 写出输入电压 $u_s(t)$ 的表达式；
- 2) 分析接收机的频带宽度；
- 3) 画出鉴频器输出电压的波形图 (标出最大值)；若鉴频特性不变，调制指数 m 降低为原来的1/2，给出此时鉴频器输出电压的波形。



题图 5

六、(10分) 题图 所示振荡电路，其元件参数已注于图中。

- (1) 画出高频等效电路；
- (2) 要使振荡频率 $f_0 = 500\text{kHz}$ ，求回路电感 L 应为多少？
- (3) 计算反馈系数 F ；
- (4) 若把 F 值减小到 $F' = \frac{1}{2}F$ ，应如何修改电路元件参数？



题图 6

七、(10 分) 已知一阶环路的复频域传递函数为

$$T(s) = \frac{K_p}{s + K_p}$$

若输入信号为

$$v_i(t) = V_{im} \sin[\omega_{i0}t + \Delta\theta_1 \sin \frac{K_p}{10}t + \Delta\theta_2 \sin \frac{K_p}{5}t] \quad (V)$$

环路锁定后输出信号为

$$v_o(t) = V_{om} \cos[\omega_{i0}t + A_1 \sin(\frac{K_p}{10}t + \phi_1) + A_2 \sin(\frac{K_p}{5}t + \phi_2)] \quad (V)$$

确定 A_1 、 A_2 、 ϕ_1 和 ϕ_2 的值。