

清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程 通信电路 A卷 2009 年 1 月 15 日
班号: _____ 学号: _____ 姓名: _____

1、图 1a 为变容管直接调频电路。已知调制信号为 $v_f(t) = 2\cos(2\pi \times 10^5 t)(V)$, VCO 输出信号 $v_o(t)$ 的幅度为 0.5V。变容管变容特性如图 1b 所示。(15 分)

- (1) 画出高频交流等效电路;(3.5 分)
- (2) 分别说明三个电阻 R4、R5、R6 各自的作用?
(1.5 分)
- (3) 求中心频率 f_0 ;(3 分)
- (4) 计算上下频偏值;(3 分)
- (5) 写出变容管两端电压的表达式 $v_D(t)$ (4 分)

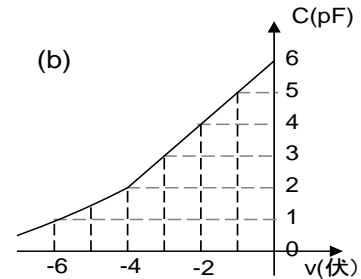


图 1b 变容特性

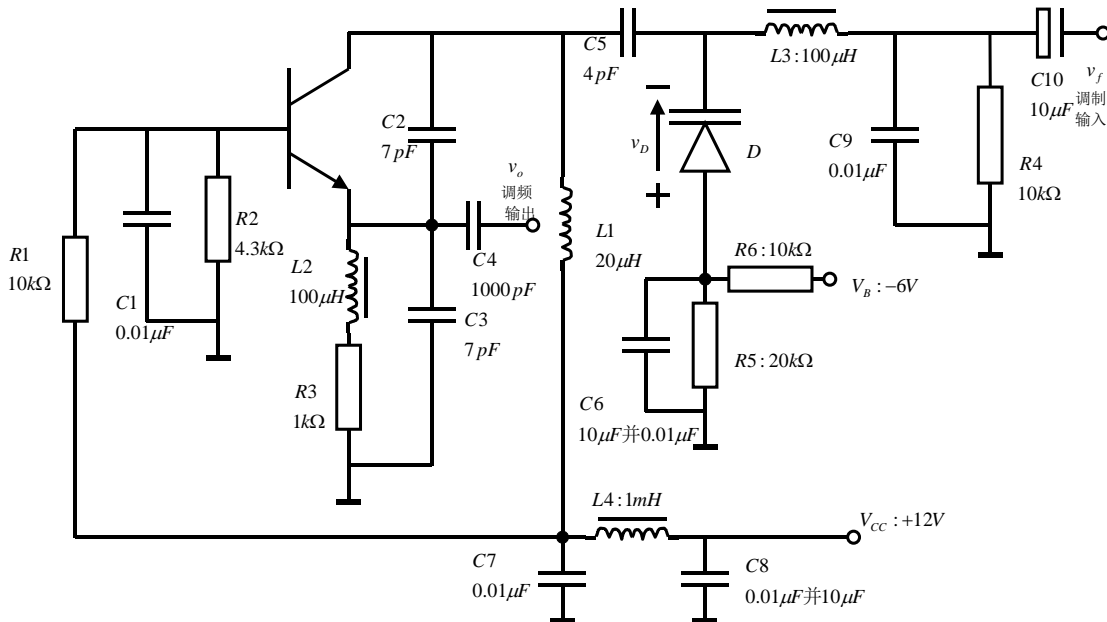


图 1a 直接调频电路

2、某一阶 PLL, 其 VCO 的自由振荡频率 f_0 为 90MHz, 压控特性如图 2a 所示, 正弦鉴相特性如图 2b 所示。(18 分)

- (1) 环路增益为多少 kHz? (2 分)
- (2) 输入信号频率从 90MHz 跳至 90.5MHz 时, 该环路能否锁定? 为什么? 画出这个跳变过程中鉴相器输出电压变化示意图。(5.5 分)
- (3) 要求保持环路锁定, 允许输入信号频率偏离 VCO 自由振荡频率 f_0 的最大频差是多少? 给出理由。(2 分)
- (4) 锁相环输入参考信号为调频信号 $v_i(t)$, 环路可否实现调制跟踪? 为什么? 其中, $v_i(t) = V_{im} \sin(2\pi \times 90.05 \times 10^6 t + 0.5 \sin(5\pi \times 10^4 t))(V)$ 。如果能, 写出输出信号表达式和 VCO 控制信号表达式, 并说明这个锁相环可否实现调频波的解

调 (8.5 分)

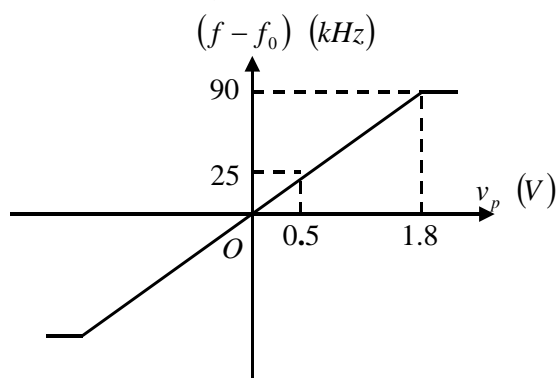


图 2a VCO 控制特性

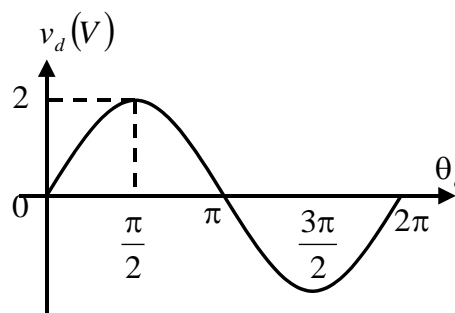


图 2b PD 鉴相特性

3、图 3a 为某一晶体振荡器电路图，在图示 (A) 点和 (B) 点之间断开进行小信号起振条件分析：以 (A) 点作为输入，(B) 点作为输出，获得图 3b 所示环路增益 $T = v_B/v_A = |T|e^{j\phi_T}$ 的幅频特性 $|T(jf)|$ 和相频特性 $\phi_T(f)$ 。已知晶体等效电路的器件参数为：并联电容 C_0 ，串联电容 C_q ，串联电感 L_q ，串联电阻 r_q 。(26 分)

- (1) 描述晶体振荡器各部件的作用，包括 I_0 ， M ， R_F ， C_1 ， C_2 ， J 。(6 分)
- (2) 已知晶体管模型是一个有输出阻抗 r_o 的压控电流源 $i_o = g_m v_{in}$ ，画出以 (A) 点为输入，(B) 点为输出的放大器的小信号等效电路模型。(4 分)
- (3) 给出如下三个谐振频点的表达式，假设电阻对谐振频点的影响可以忽略不计：(a) 晶体串联谐振频率 f_q ；(b) 晶体并联谐振频率 f_p ，不考虑晶体外部电容影响；(c) 晶体振荡器振荡频率 f_0 。列写三个频点之间的大小关系。(7 分)
- (4) 从环路增益的频率特性可知，环路增益频率特性曲线上有两个谐振频点 f_1 ， f_2 ，这两个频点对应上述三个频点（见问题 3）的哪两个？为什么（可通过回答晶体在这两个频点上各起到什么作用解释）？(6 分)
- (5) 晶体振荡器的振荡频率 f_0 为 f_1 ， f_2 中的哪一个？为什么？这是一个串联型晶体振荡器还是一个并联型晶体振荡器？(3 分)

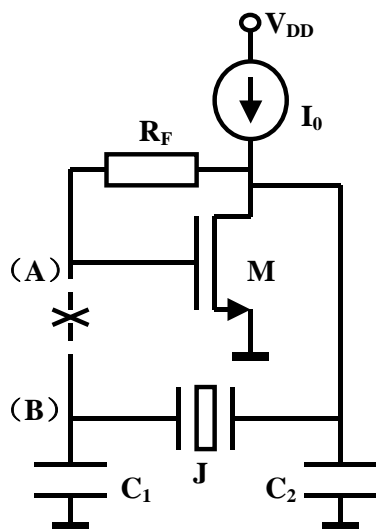


图 3a 晶体振荡器

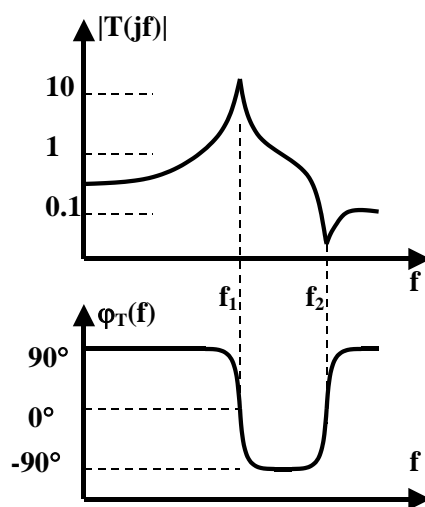


图 3b 环路增益频率特性

清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程 通信电路 A卷 2009 年 1 月 15 日
 班号: 学号: 姓名:

4、图 4 是一个多信道导频单边带接收机的方框图，共有 5200 个可用信道。其中，射频输入范围为 4M-30MHz，VCO 自身频率通过外部信道选择开关在 6M-32MHz 之间进行调整。（26 分）

- (1) 图中①，②，③，④四处位置的中心频率分别是多少？（4 分）
- (2) 锁相环在该接收机中的作用是什么？对系统性能有何影响？锁相环应该设置为窄带跟踪环还是调制跟踪环？（5 分）
- (3) 描述图中所示编了号的 5 个滤波器的作用。（5 分）
- (4) 系统对这 5 个滤波器提出了什么样的要求？对中心频率，带宽和（或）带外抑制，以及中心频率是否需要随信道选择开关调整联调等进行讨论。（5 分）
- (5) 采用多级变频方案主要是基于什么考虑？（4 分）
- (6) 测量确认从天线口看入的接收机噪声系数为 9dB，幅度检波器正常检波需要的最小信噪比为 8dB，该接收机的灵敏度为多少 dBm？已知 $T = 290K$ ， $k = 1.38 \times 10^{-23} J/K$ 。（3 分）

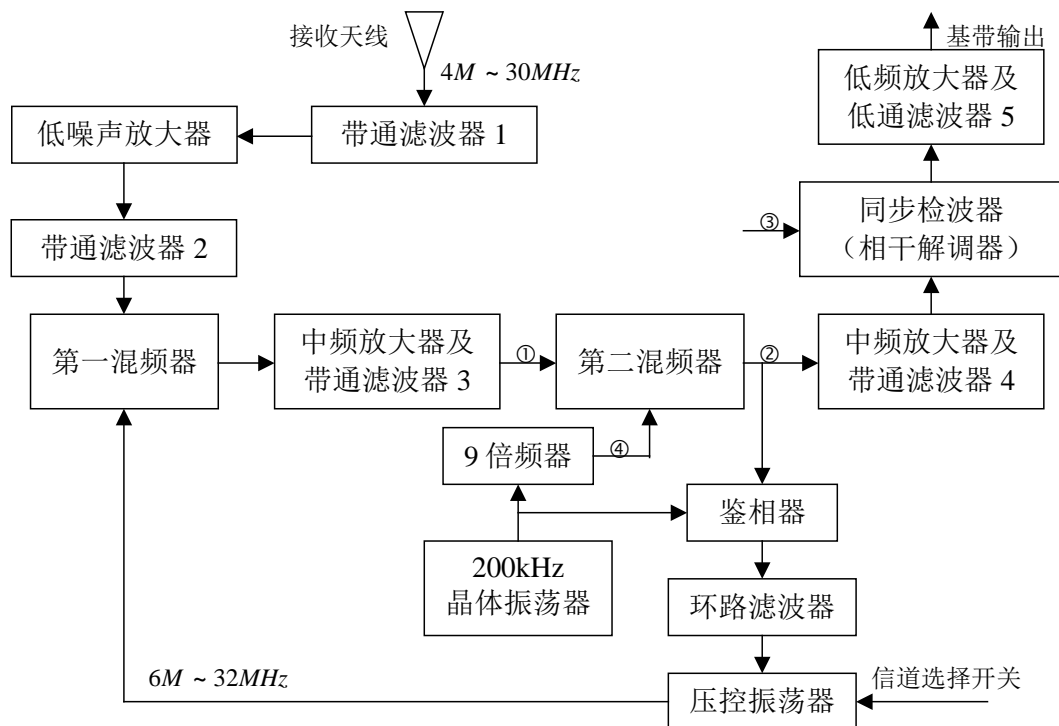


图 4 多信道导频单边带接收机

5、图 5a 为某下变频器的电路实现框图，图 5b 为该下变频器中的有源电路的输出输入电压转移特性。加载到下变频器输入端口 AG 的电压信号为直流偏置 V_B 、本振信号 v_{LO} 和射频信号 $v_{RF}(t)$ 的叠加，其中，本振信号是如图 5c 所示的对称方波，射频信号为调频波， $v_{RF}(t) = 100 \cos[2\pi \times 98 \times 10^6 t + 5 \sin(2\pi \times 10^3 t)] (mV)$ 。（15 分）

- (1) 理想下变频器可视为时变线性电路，对于图示下变频器电路，其时变性来自何处？体现在哪里？线性来自何处？体现在哪里？（3 分）
- (2) 给出直流工作点 V_B 的大小范围，以体现上述时变性和线性。（3 分）
- (3) 下变频器中的滤波电路应选用什么类型的滤波器？为什么？其中心频率或截止频率为多少？带宽为多少？（4.5 分）
- (4) 假设滤波器电路是理想无源滤波器，写出输出 $v_{IF}(t)$ 的表达式？（4.5 分）

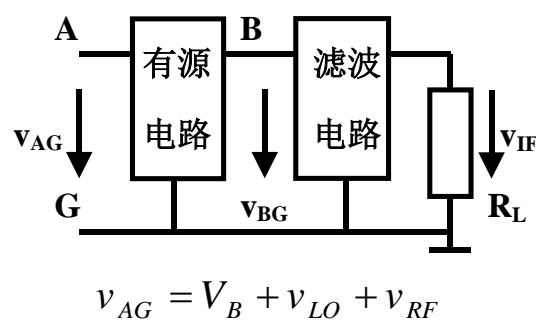


图 5a 下变频器

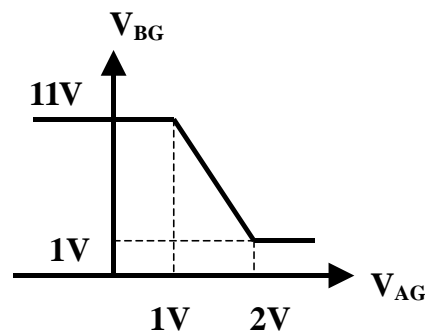


图 5b 有源电路的电压转移特性

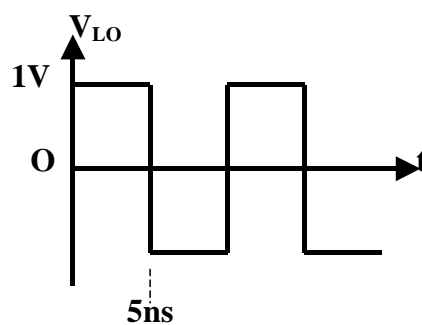


图 5c 本振信号