

# 清华大学本科生考试试题专用纸 A 卷

考试课程 电子学基础

2013 年 01 月 06 日

学号:

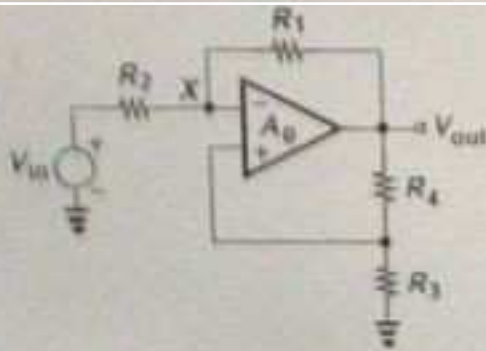
班级:

姓名: Tiger & Jia Lu

## 一、填空题 (每空 2 分, 共 40 分):

1. 已知电路结构如下, 则其传

$$V_{out} = V_{in} R_1 (R_3 + R_4) / (R_1 R_3 - R_2 R_4)$$



2. 共源放大器的带宽往往低

密勒效应

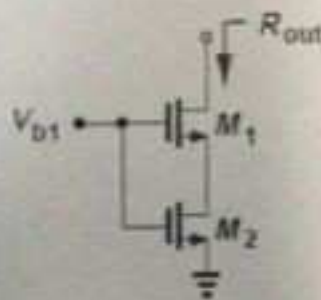
CGD

输入

5. 下图所示电路的输出电

$$r_{o1} + r_{o2} + g_{m1} r_{o1} r_{o2}$$

为  $g_m$  与  $r_o$  的函数,  $\lambda > 0$ .



3. Flash A/D 是各

种结构之中工作速度最快

的, 一个 6 位的该类型 A/D

需要的电阻个数为

64

63

数为, 需要码

制转换, 来控制开关, 所得

到的量化输出为

温度计

码。

6. 密勒

补偿方法

可以使用较小的电容, 实现

较大的等效补偿电容, 但它

引入了

高频下前馈负零点

致相位裕度发生恶化, 解决方

法是附加一个串联电阻

4. 一个 10 位的 A/D 转换器,

其信噪比 SNR 大小为

61.97 dB

若满量程的

参考电压为  $V_{REF}$ , 则其 LSB

大小为

$V_{REF} / 1024$

7. 假设  $\lambda = 0$ , MOSFET 工

作在饱和区, 不考虑高频寄

生电容, 则下图所示电路的

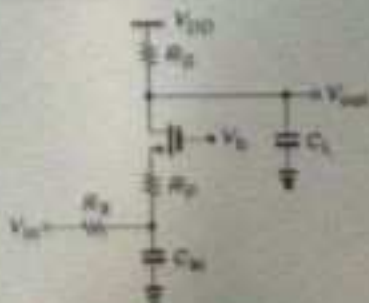
两个极点分别为

$1 / (R_D C_L)$

和

$1 / (C(R_{SII}(R_F + 1/g_m)))$

为 MOSFET 的跨导。



8. 若一个 Diode

的直流工作电流

为 10mA, 则其小

信号等效电导为

0.38 S

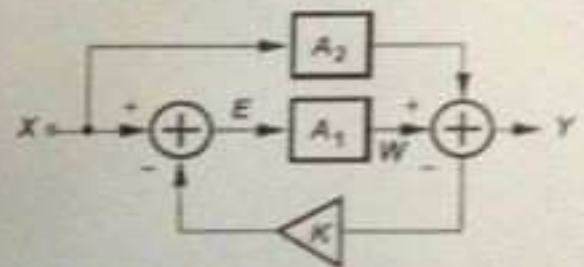
9. 下图所示电路的  $Y/X$ ,  $W/X$  和  $E/X$

分别为

$(A_1 - A_2) / (KA_1 - 1)$

$A_1 (KA_2 + 1) / (KA_1 - 1)$

$(KA_2 - 1) / (KA_1 - 1)$



## 二、判断题 (10 分): 如图所示电路, 指出下列结果是否正确, 若有错, 试将其改正。

1. NMOS 萨方程中的电压和电流均为正值, PMOS 的电压和电流均为负值, NMOS 的跨导和

输出电阻均为正值, 而 PMOS 的跨导和输出电阻均为负值。

错误。PMOS 跨导、输出电阻为正值

正确

2. 对于单管放大电路, 跨接在输入和输出之间的电容, 会在高频下引入一个负零点。

3. 含有运放的电路, 若工作在负反馈状态, 则运放工作在线性区, 对于正反馈状态, 则运放

工作在饱和区。

好像是对的...

4. 判断放大器工作在反馈状态下的稳定性, 环路满足  $|H(j\omega)K| = 1$ ,  $\angle H(j\omega)K = -180^\circ$  时

电路进入自激振荡状态, 若  $|H(j\omega)K| > 1$ ,  $\angle H(j\omega)K = -180^\circ$ , 则电路是稳定的。

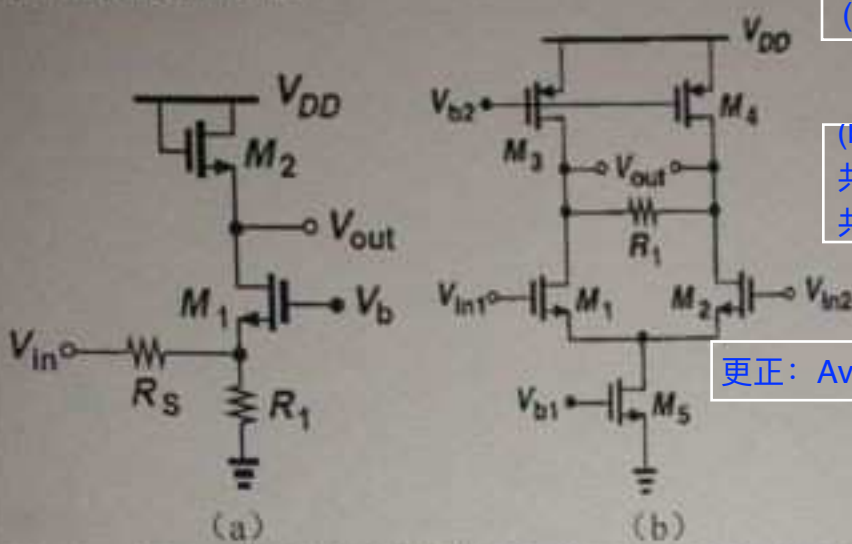
错误。若  $|H|K|=1$ ,  $\angle HK > -180^\circ$  是

5. 放大器的单位增益带宽是幅频特性中增益幅度下降到 0dB 时对应的频率值, 对于幅频特性

为低通的放大器来说, 它等于电路的中频增益与 3dB 带宽的乘积。

错误。对于单极点放大器才是这样

三 (16 分)、假设  $\lambda=0$ , MOSFET 工作在饱和区, 求图 (a) 所示各电路的小信号电压增益。其中  $g_m$  为 MOSFET 的跨导。若  $\lambda>0$ , MOSFET 工作在饱和区, 电路完全对称, 求图 (b) 所示电路的共模抑制比。



$$(a) g_m R_D * (R_1 \parallel 1/g_m) / (R_s + (R_1 \parallel 1/g_m))$$

$$(b) \text{差模增益 } A_{vd} = -g_{m1} (r_{o1} \parallel r_{o3} \parallel (R_1/2))$$

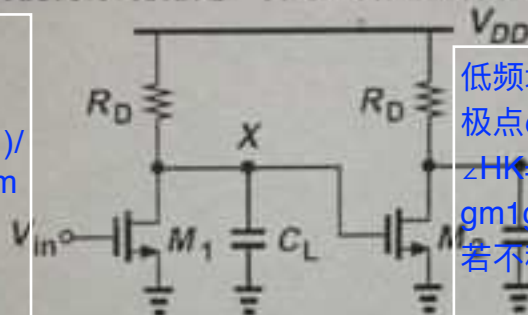
$$\text{共模增益 } A_{vc} = -g_{m1} r_{o3} / (1 + 2g_{m1} R_{o5})$$

$$\text{共模抑制比 } 20 \log |A_{vc} / A_{vd}|$$

$$\text{更正: } A_{vc} = -g_{m1} r_{o3} r_{o1} / (2(1 + g_{m1} r_{o1}) r_{o5} + r_{o1} + R_D)$$

四 (12 分)、求下图所示电路的小信号电压增益传输函数, 并画出波特图的幅频特性和相频特性的示意图, 假设该电路工作的反馈状态下时,  $K=1$ , 不考虑沟道长度调制效应, 忽略 MOSFET 的高频寄生电容, 其中  $g_m$  为 MOSFET 的跨导。该放大器是否稳定, 若稳定请说明原因, 若不稳定请设计一种补偿方案使得系统稳定, 并求出补偿所需元器件的参数值。

低频增益  $g_{m1} g_{m2} R_D^2$   
极点  $\omega_{p1,2} = 1/(R_D C_L)$   
 $|H_K| = 1 \rightarrow \omega = \sqrt{(g_{m1} g_{m2} R_D^2 - 1)/R_D C_L} \rightarrow \angle H_K = -2 \arctan(\sqrt{(g_{m1} g_{m2} R_D^2 - 1)})$ , 若  $< -120^\circ$  则不稳定, 即  $R_D < 2/\sqrt{(g_{m1} g_{m2})}$

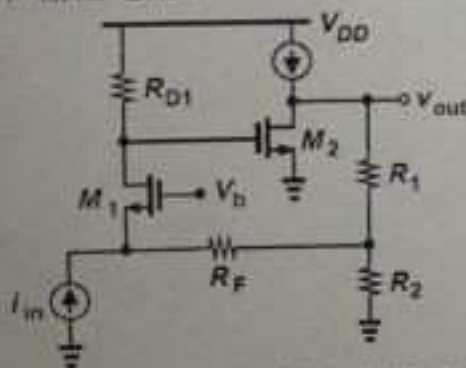


$$\text{低频增益 } A_0 = g_{m1} g_{m2} R_D^2$$

$$\text{极点 } \omega_{p1,2} = 1/(R_D C_L)$$

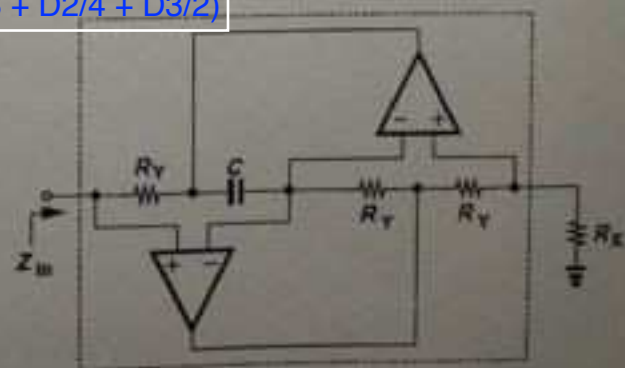
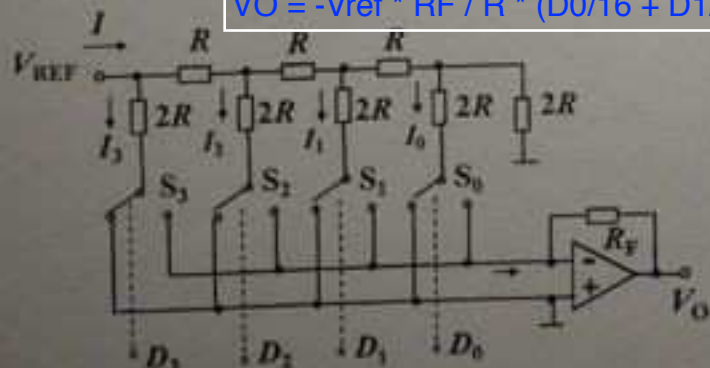
$\angle H_K = -120^\circ \rightarrow \omega = \sqrt{3} \omega_p \rightarrow$  稳定当且仅当  $|H_K| = g_{m1} g_{m2} R_D^2 / 4 < 1$ , 即  $R_D < 2/\sqrt{(g_{m1} g_{m2})}$   
若不稳定, 在  $R_D$  上并联  $R_1 = 2R_D / (R_D \sqrt{(g_{m1} g_{m2})} - 2)$

五 (12 分)、假设  $\lambda=0$ , MOSFET 工作在饱和区, 求下图所示电路的中频闭环增益、输入电阻和输出电阻。



六 (10 分)、如下图左图所示的 D/A 转换器, 求其 D/A 转换函数, 并解释其工作原理。

$$V_O = -V_{ref} * R_F / R * (D_0/16 + D_1/8 + D_2/4 + D_3/2)$$



七、选做题 (10 分)、假设运放为理想, 增益  $A \rightarrow \infty$ , 求上图右图所示电路的输入阻抗, 并分析该电路等效为什么元器件, 其器件参数是多少?

$$j\omega H_x H_y C; \text{电感}; H_x H_y C$$