

中山大学本科生期末考试

考试科目：《模拟集成电路设计》（A 卷）

学年学期：2023 学年第 2 学期
学院/系：微电子科学与技术学院
考试方式：闭卷
考试时长：120 分钟

姓名：_____
学号：_____
年级专业：_____
班别：_____

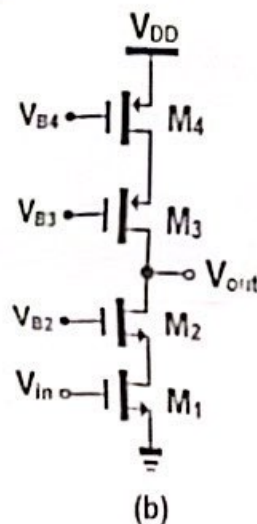
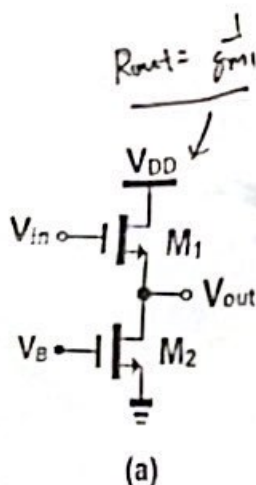
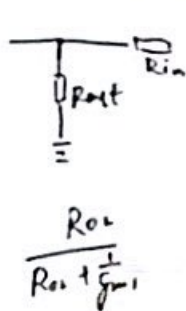
警示 《中山大学授予学士学位工作细则》第八条：“考试作弊者，不授予学士学位。”

——以下为试题区域，共 8 道大题，总分 100 分，考生请在答题纸上作答——

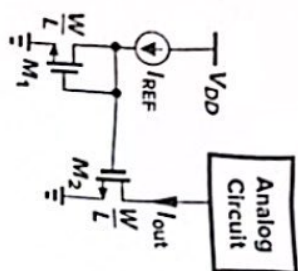
玻尔兹曼常数： $k = 1.380649 \times 10^{-23} \text{ (J/K)}$

分析与计算题（共8题，100分）

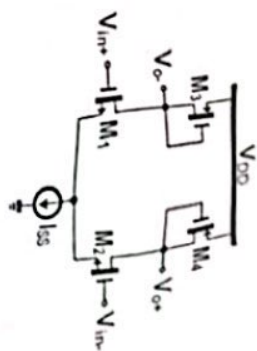
- （10分）在饱和区时，推导MOSFET器件跨导 g_m 的三种表达式，分析并画出以下三种相应曲线。
 (1) W/L 不变时， g_m 与 $(V_{GS}-V_{TH})$ 的变化曲线；
 (2) $(V_{GS}-V_{TH})$ 不变时， g_m 与 I_D 的变化曲线；
 (3) I_D 不变时， g_m 与 W/L 的变化曲线；
- （10分）请简要阐述电压缓冲器（Voltage Buffer）与电流缓冲器（Current Buffer）的工作原理，并结合图（a）源跟随器及图（b）共源共栅极电路进行分析。



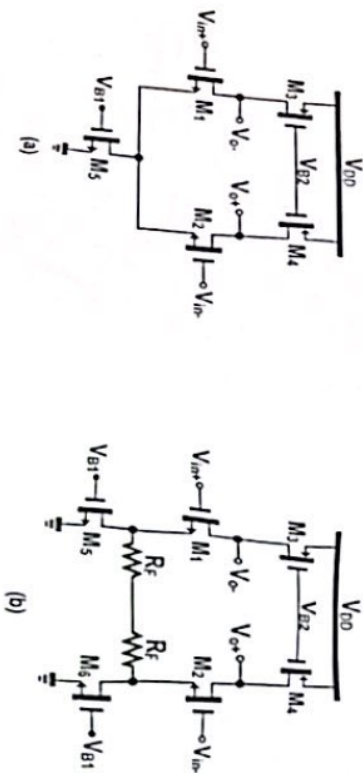
5. (10分) 为改善下图所示电流镜电路中的电流匹配问题, 可采用共源共栅电流镜以及低电压共源共栅电流镜结构, 画出此两种电流镜的结构并分析其工作原理, 讨论其优缺点。



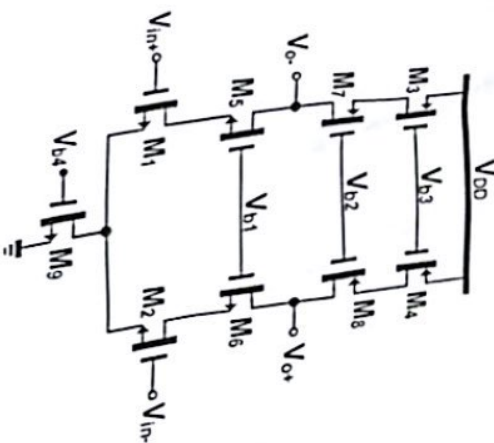
7. (15分) 假定在下图电路中, 差动对的参数为: $(W/L)_{n1} = 50/0.5$, $(W/L)_{n2} = 100/0.5$, $I_{DQ} = 0.5\text{mA}$, $V_{DD} = V_{SS} = 0.5\text{V}$, I_{DQ} 由 NMOS 支提供, 其 $(W/L)_{DQ} = 500/0.5$ 。如果输入端和输出端接有负载电阻, 则其电压增益较小, 求允许的最大输入共模电压和最小输入共模电压。



6. (15分) 如下图所示的全差分电路, 已知所有晶体管都工作在饱和区, 当忽略体效应时, (1) 计算图 (a) 差分电路的差模增益和共模增益; (2) 计算图 (b) 差分电路的差模增益和共模增益;



8. (10分) 假定条件: $\mu_n = 600\text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\mu_p = 250\text{ cm}^2/\text{Vs}$, $C_{ox} = 5 \times 10^{-3}\text{ F/cm}^2$, 并且 $\lambda_p = \lambda_n = 0.2\text{ V}^{-1}$ (有效沟道长度为 $0.5\mu\text{m}$ 时), 忽略体效应, $V_{THN} = V_{THP} = 0.5\text{V}$ 。尝试设计全差分运放 (不包含偏置电路), 该运放的性能指标为: $V_{DD} = 3\text{V}$, 差动输出摆幅 $\pm 10\text{mV}$, 电压增益 2000 V/V , 忽略漏源电压对 I_D 的影响。



中山大学本科生期末考试

考试科目:《模拟集成电路设计》(A卷)

学年学期: 2023 学年第 2 学期
学院/系: 微电子科学与技术学院
考试方式: 闭卷
考试时长: 120 分钟

姓名: 何昊恒
学号: 22342111
年级专业: 微电子科学与工程
班别: 2

警示:《中山大学授予学士学位工作细则》第八条:“考试作弊者,不授予学士学位。”

以下为试题区域,共 8 道大题,总分 100 分,考生请在答题卡上作答。

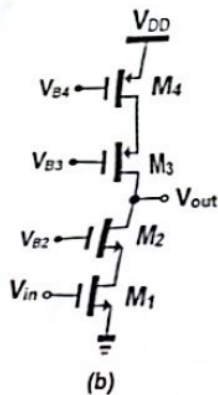
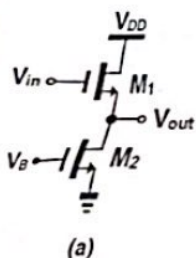
玻尔兹曼常数: $k = 1.380649 \times 10^{-23} \text{ (J/K)}$

分析与计算题(共 8 题, 100 分)

1. (10 分) 在饱和区时,推导 MOSFET 器件跨导 g_m 的三种表达式,分析并画出以下三种情况的相应曲线。

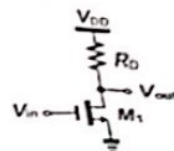
- (1) W/L 不变时, g_m 与 $(V_{GS} - V_{TH})$ 的变化曲线;
- (2) $(V_{GS} - V_{TH})$ 不变时, g_m 与 I_D 的变化曲线;
- (3) I_D 不变时, g_m 与 W/L 的变化曲线;

2. (10 分) 请简要阐述电压缓冲器 (Voltage Buffer) 与电流缓冲器 (Current Buffer) 的工作原理,并结合图 (a) 源跟随器及图 (b) 共源共栅极电路进行分析。



3. (15 分) 如下图所示,已知所有晶体管都工作在饱和区,此电路的输出电压摆幅为 0.5V 到 2V, $V_{DD} = 3V$, 假定 $(W/L)_1 = 100 \times 0.5$, $R_D = 1k\Omega$, $\mu_n = 600 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, $\mu_p = 250 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, $C_{ox} = 5 \times 10^{-7} \text{ F/cm}^2$, 并且 $\lambda = 0$ 。

- (a) 计算 $V_{in} = 0.5V$ 和 $V_{in} = 2V$ 时的输入电压;
- (b) 计算两种输出电压情况下 M_1 管的漏电流, 跨导及增益。



4. (15 分) 已知所有晶体管都工作在饱和区,忽略体效应以及沟道长度调制效应;

- (1) 基于密勒定理写出图 (a) 和图 (b) 电路中输入节点和输出节点的极点;
- (2) 忽略信号源内阻 R_S 及负载电容 C_L , 考虑电阻热噪声以及晶体管的闪烁噪声及热噪声, 计算图 (b) 所示电路的输入参考噪声电压及电流功率谱密度;

