

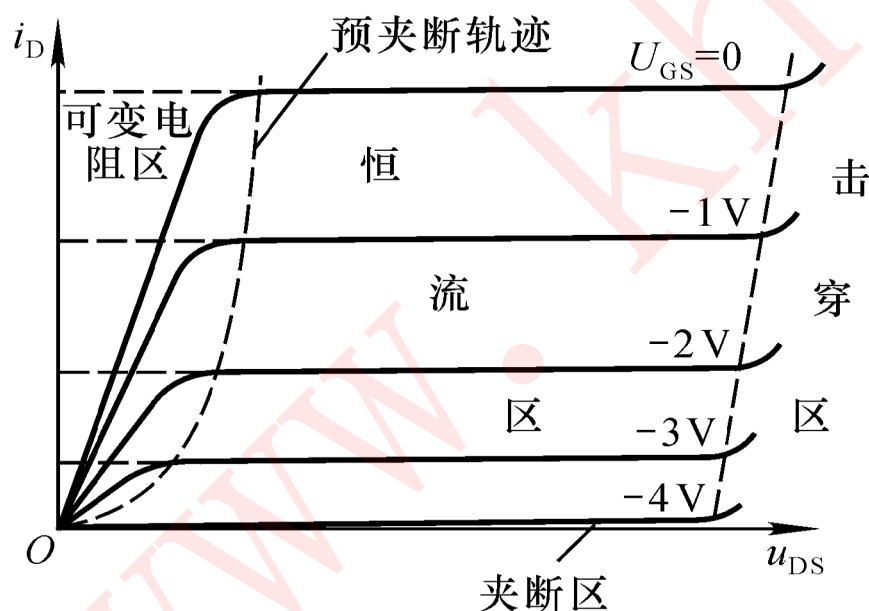
第3章 场效应管和基本放大电路

作业题答案

作者: **Ivy**

3-3已知某N沟道结型场效应管的 $U_{GS(off)} = -5V$ 。下表给出四种状态下的 U_{GS} 和 U_{DS} 的值，判断各状态下的管子工作在什么区。（ a.恒流区 b.可变电阻区 c.截止区 ）

U_{GS}	-1	-2	-2	-6
U_{DS}	3	4	2	10
工作区				



可变电阻区条件:

$$U_{GD} > U_{GS(off)}$$

恒流区（饱和区）条件:

$$U_{GD} < U_{GS(off)}$$

夹断区（截止区）条件:

$$U_{GS} < U_{GS(off)}$$

1.

$$U_{GD} > U_{GS} \text{ (off)}$$

当 $U_{GS} = -1V$, $U_{DS} = 3V$ 时

$$\begin{aligned} U_{GD} &= U_{GS} - U_{DS} \\ &= -4V > -5V = U_{GS(off)} \end{aligned}$$

- 所以，管子工作在可变电阻区。

2.

$$U_{GD} < U_{GS} \text{ (off)}$$

当 $U_{GS} = -2V$, $U_{DS} = 4V$ 时

$$U_{GD} = U_{GS} - U_{DS}$$

$$= -6V < U_{GS(off)} = -5V$$

- 所以，管子工作在恒流区。

3.

$$U_{GD} > U_{GS} \text{ (off)}$$

当 $U_{GS} = -2V$, $U_{DS} = 2V$ 时

$$\begin{aligned} U_{GD} &= U_{GS} - U_{DS} \\ &= -4V > U_{GS(off)} = -5V \end{aligned}$$

所以，管子工作在可变电阻区。

4.

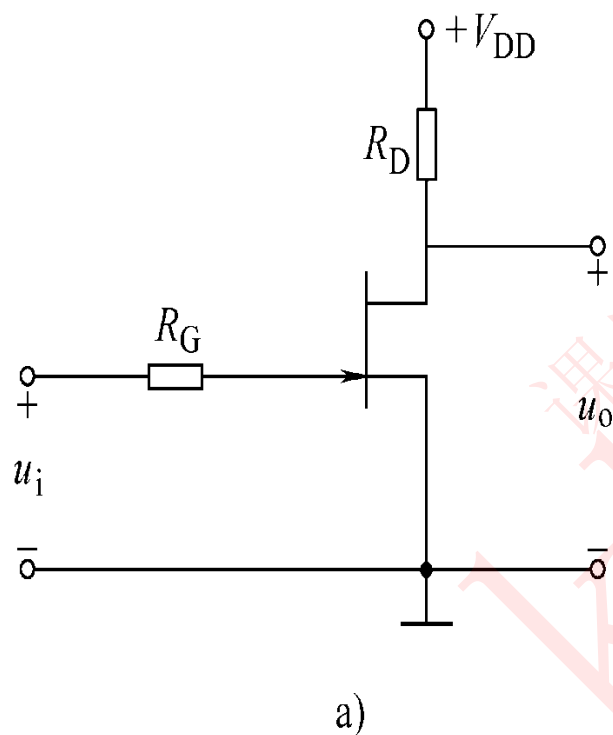
$U_{GS} < U_{GS}(\text{off})$ 。

当 $U_{GS} = -6V$, $U_{DS} = 10V$ 时

$U_{GS} = -6V < U_{GS(\text{off})} = -5V$

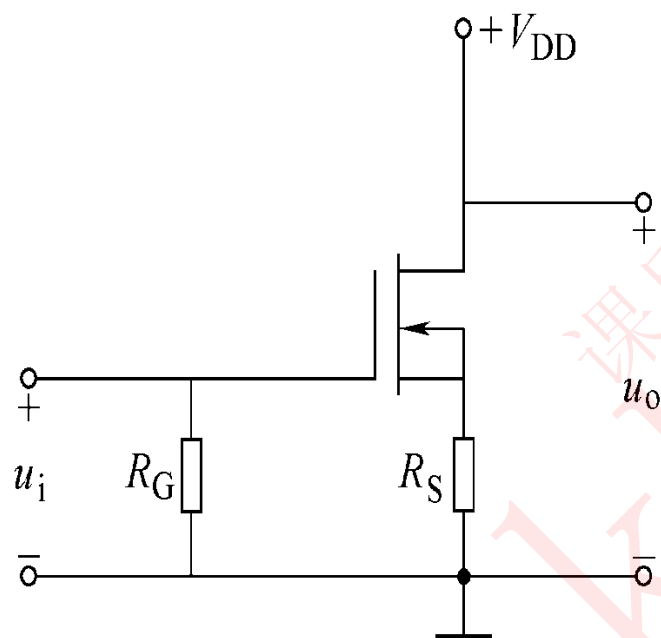
所以，管子工作在截止区。

3-4: 判断图所示的电路能否正常放大，并说明原因。



- 结型N沟道场效应管应该满足 $U_{GS} \leq 0$ 。
- 但是在a) 中源极缺少电阻提供负偏压。 $U_{GS} = 0$ ，导致静态漏极电流过大，动态范围过小，所以不能正常放大。
- 结论：不能。

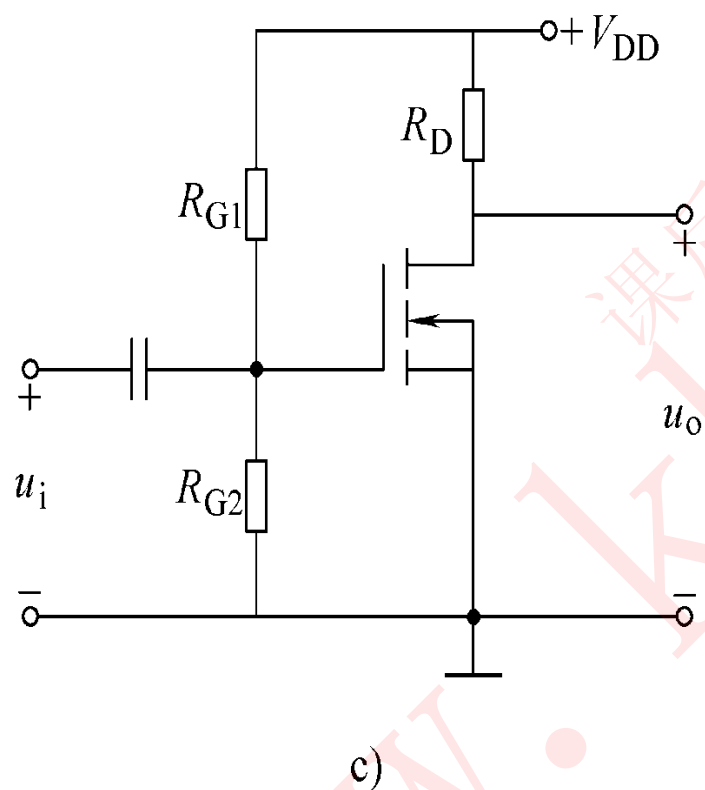
3-4: 判断图所示的电路能否正常放大，并说明原因。



b)

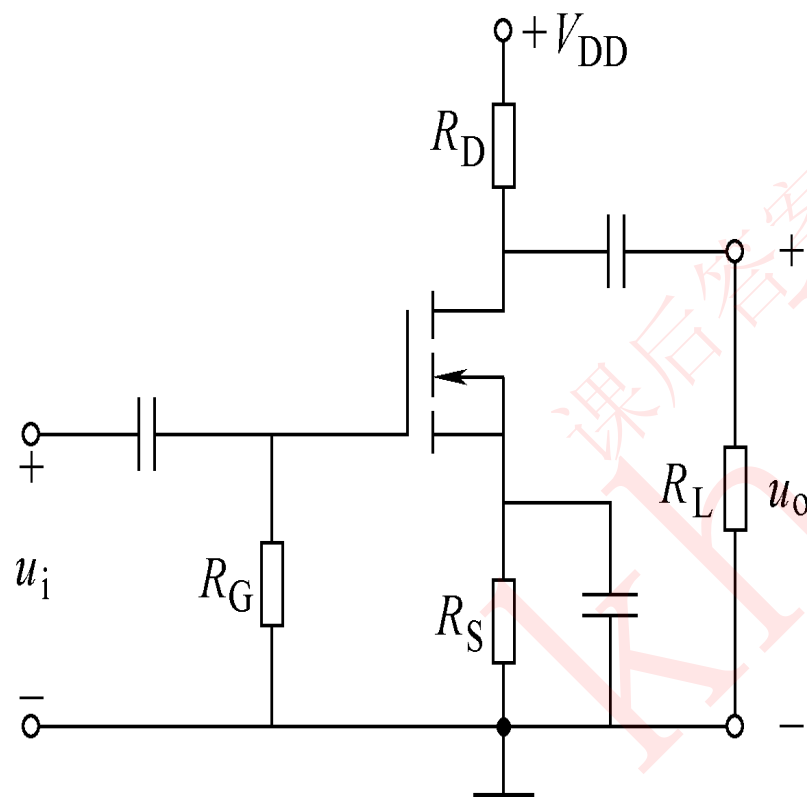
- 绝缘栅型**N**沟道耗尽型场效应管。
- 因为没有漏极电阻，使交流输出信号到地短路 **u_o** 无法取出。
- 不能。

3-4: 判断图所示的电路能否正常放大，并说明原因。



- 满足正常放大条件。如在输入端增加大电阻**RG**,可有效提高输入电阻。
- 能。

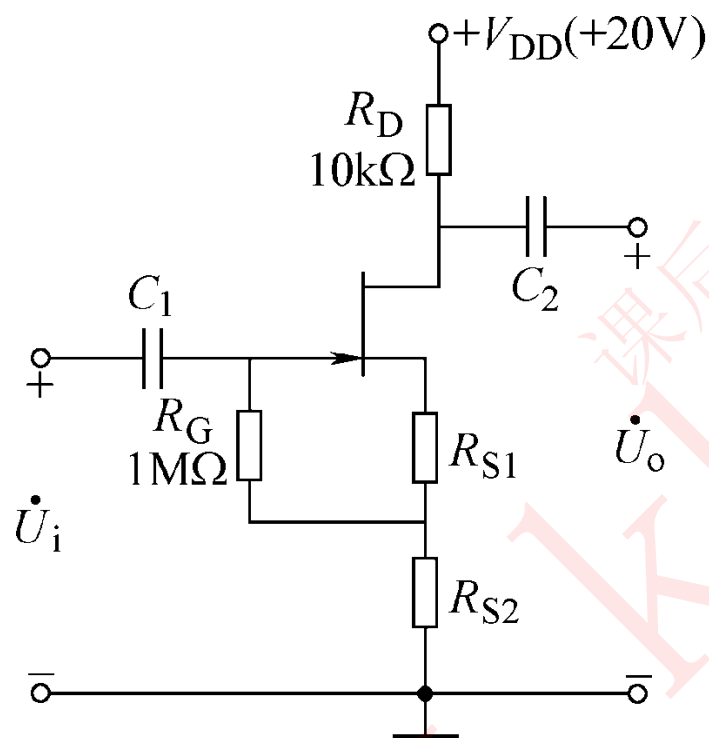
3-4: 判断图所示的电路能否正常放大，并说明原因。



d)

- 图中绝缘栅型**N**沟道增强型的场效应管。
- **d)** 是一个自给偏压式共源放大电路，只用于耗尽型和结型场效应管。
- 不能。

3-7: 如图所表示的电路图。已知 $U_{GS} = -2V$, 场效应管子的 $I_{DSS} = 2mA$, $U_{GS(off)} = -4V$ 。

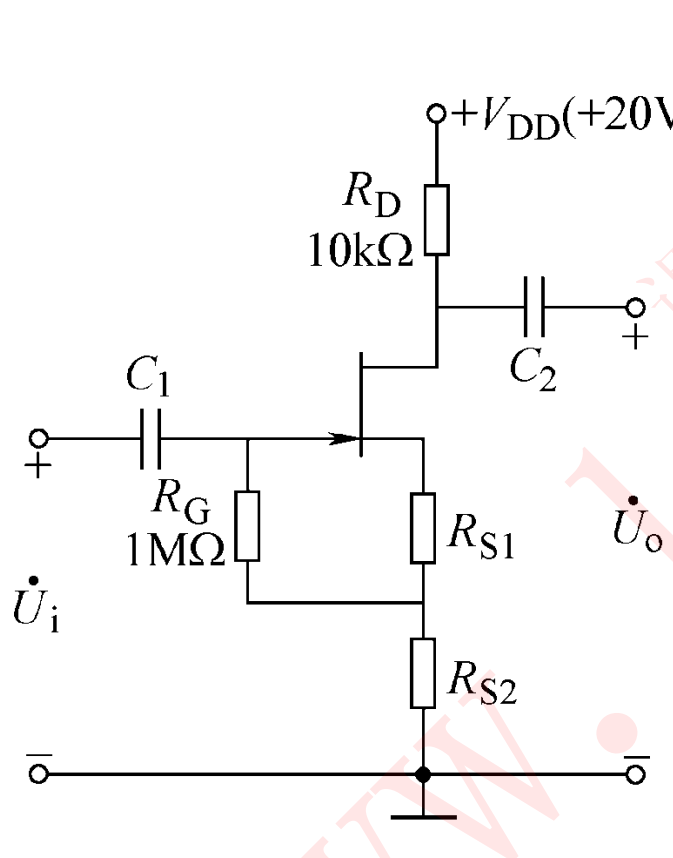


- 1. 计算 I_D 和 R_{S1} 的值。
- 2. 为了保证电路的正常放大, 求电阻 R_{S2} 可能的最大值。
- 3. 计算电压增益 A_u 。

3-7: 如图所表示的电路图。已知 $U_{GS} = -2V$, 场效应管子的 $I_{DSS} = 2mA$, $U_{GS(off)} = -4V$ 。

• 1. 计算 I_D 和 R_{S1} 的值。

解:



$$I_{DQ} = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GSQ}}{U_{GS(off)}} \right)^2 =$$

$$2 \times \left(1 - \frac{-2}{-4} \right)^2 = 0.5 mA$$

$$U_{GSQ} = U_{GQ} - U_{SQ} = -2V$$

$$\therefore R_{S1} = \frac{-U_{GSQ}}{I_D} = \frac{2V}{0.5mA} = 4k\Omega$$

3-7: 如图所表示的电路图。已知 $U_{GS} = -2V$, 场效应管子的 $I_{DSS} = 2mA$, $U_{GS(off)} = -4V$ 。

2. 为了保证电路的正常放大, 求电阻 R_{s2} 可能的最大值。

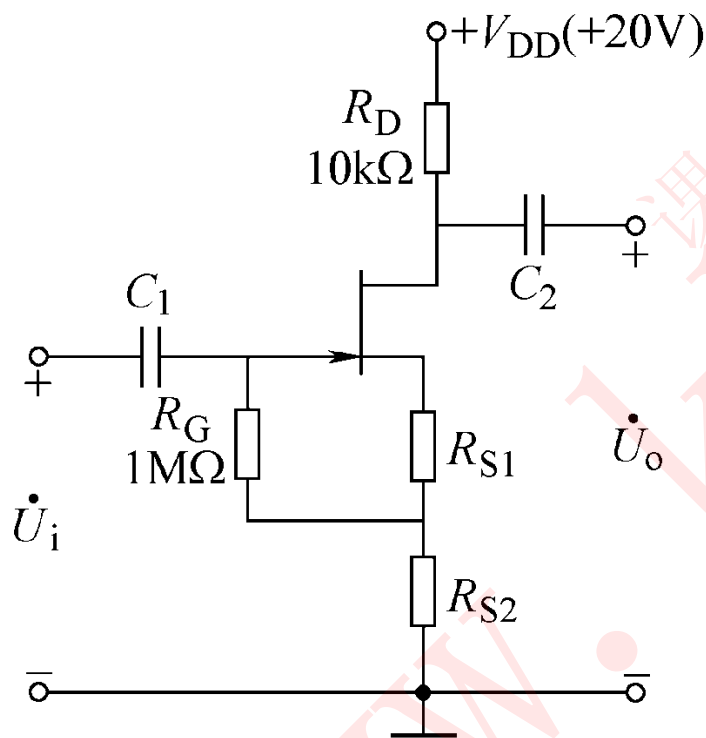
解: 为了保证电路的正常放大, 必须使场效应管工作在放大区, 必须满足;

- $U_{DS} \geq U_{GS} - U_{GS(off)}$

$$U_{DSmin} = (-2) - (-4) = 2V$$

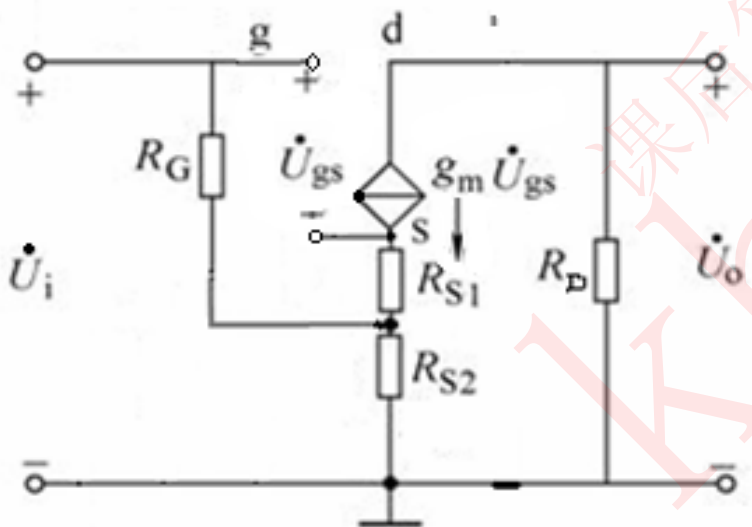
$$R_{s2max} = \frac{V_{DD} - U_{DS} - I_D \times (R_{s1} + R_D)}{I_D}$$

$$= \frac{(20 - 2 - 0.5 \times 14)V}{0.5mA} = 22k\Omega$$



3-7: 如图所表示的电路图。已知 $U_{GS} = -2V$, 场效应管子的 $I_{DSS} = 2mA$, $U_{GS(off)} = -4V$ 。

- 3. 计算电压增益 A_u 。



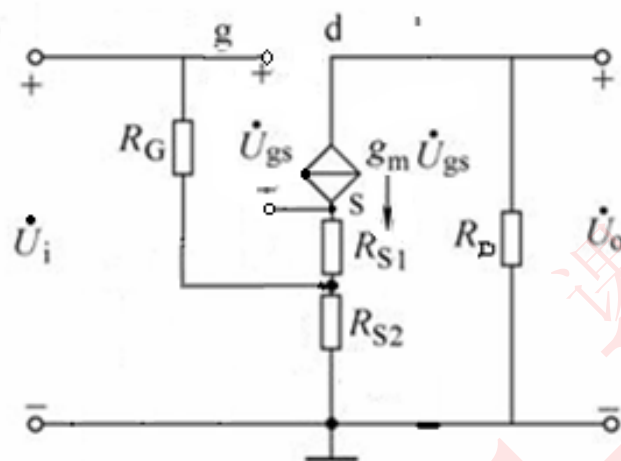
$$g_m = -\frac{2I_{DSS}}{U_{GS(off)}} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_{GS(off)}}\right)$$

$$= -\frac{2 \times 2}{-4} \left(1 - \frac{-2}{-4}\right) = 0.5 ms$$

$$\dot{U}_i = \dot{U}_{gs} + g_m \dot{U}_{gs} (R_{s1} + R_{s2})$$

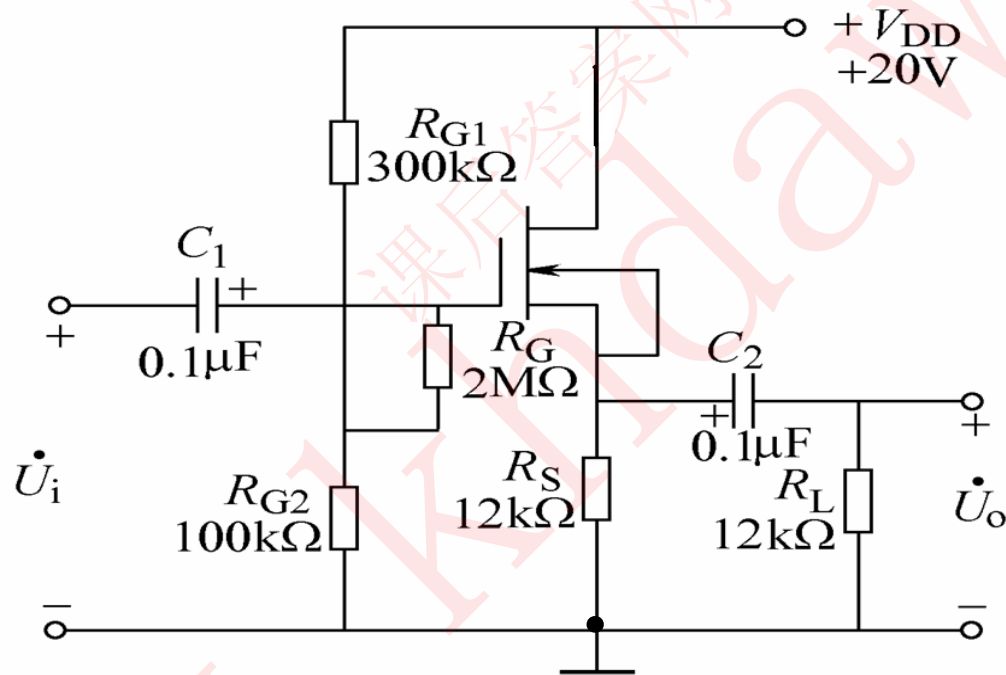
$$\dot{U}_o = -g_m \dot{U}_{gs} R_D$$

3-7: 如图所表示的电路图。已知 $U_{GS} = -2V$, 场效应管子的 $I_{DSS} = 2mA$, $U_{GS(off)} = -4V$ 。

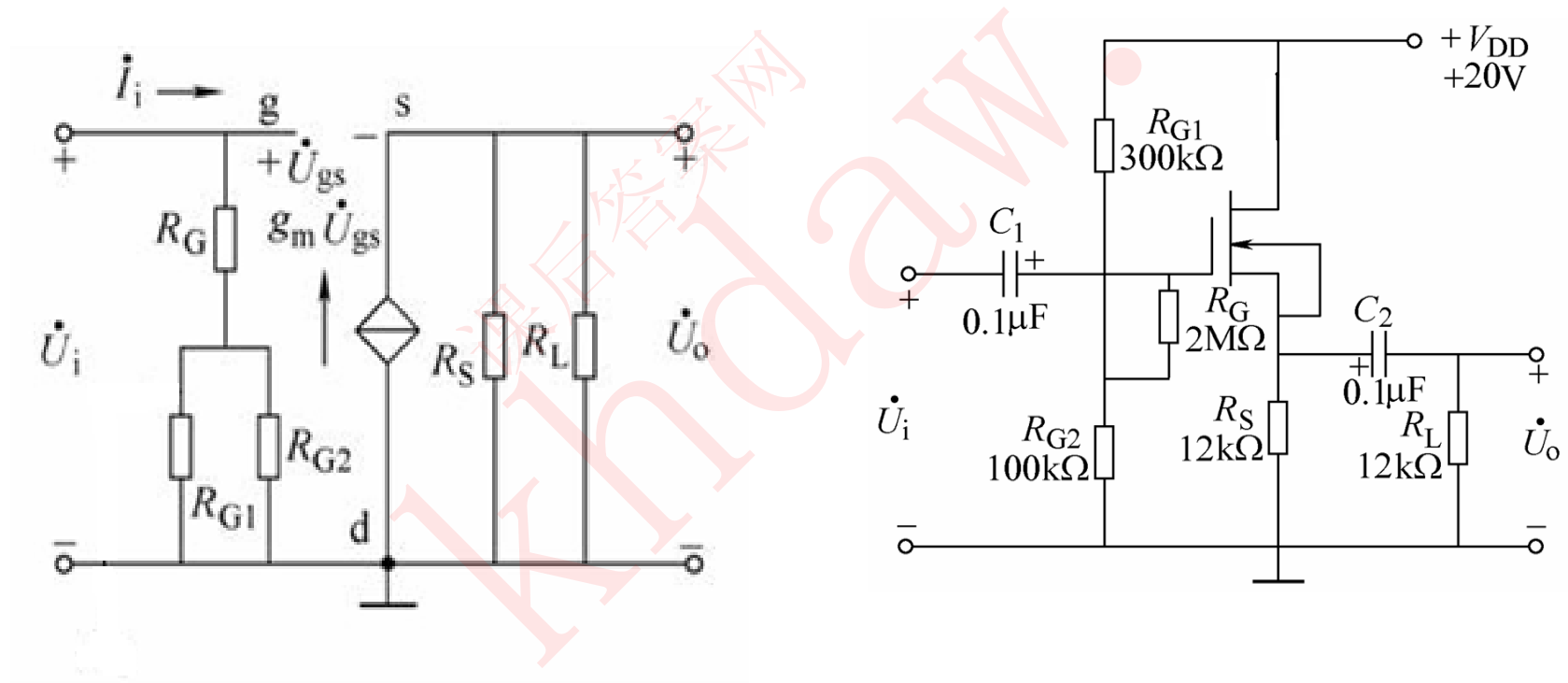


$$\begin{aligned}
 A_u &= \dot{U}_o / \dot{U}_i \\
 &= \frac{-g_m \dot{U}_{gs} R_D}{\dot{U}_{gs} + g_m \dot{U}_{gs} (R_{S1} + R_{S2})} \\
 &= \frac{-\frac{1}{2} \times 10}{1 + \frac{1}{2} \times 26} = -0.36
 \end{aligned}$$

3-11: 如图所示的源极输出电路中, 已知 $g_m=1\text{mS}$ 。
画出其微变等效电路, 并计算 A_u , R_i 和 R_o 的值。

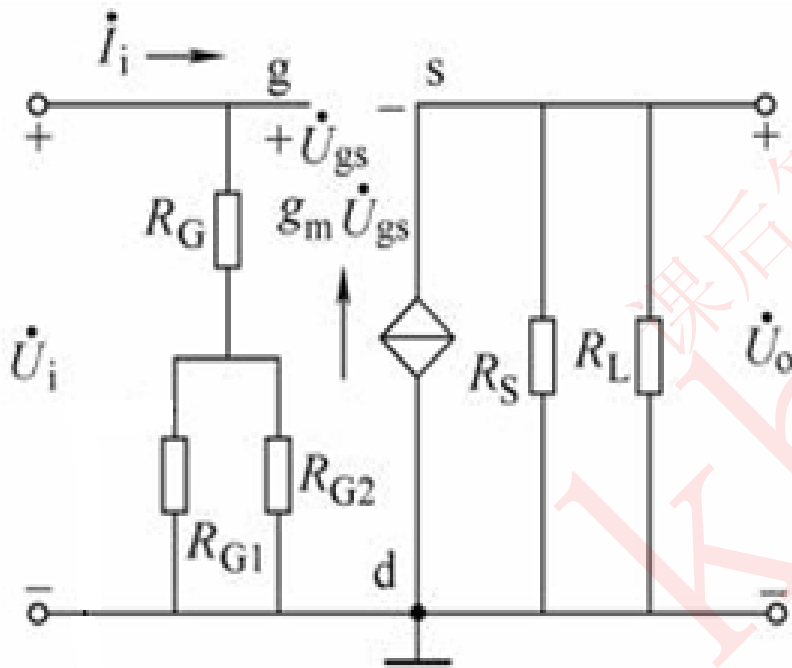


画交流微变等效电路：



3-11: 如图所示的源极输出电路中, 已知 $g_m=1\text{mS}$ 。画出其微变等效电路, 并计算 A_u , R_i 和 R_o 的值。

解:



$$A_u = \dot{U}_o / \dot{U}_s$$

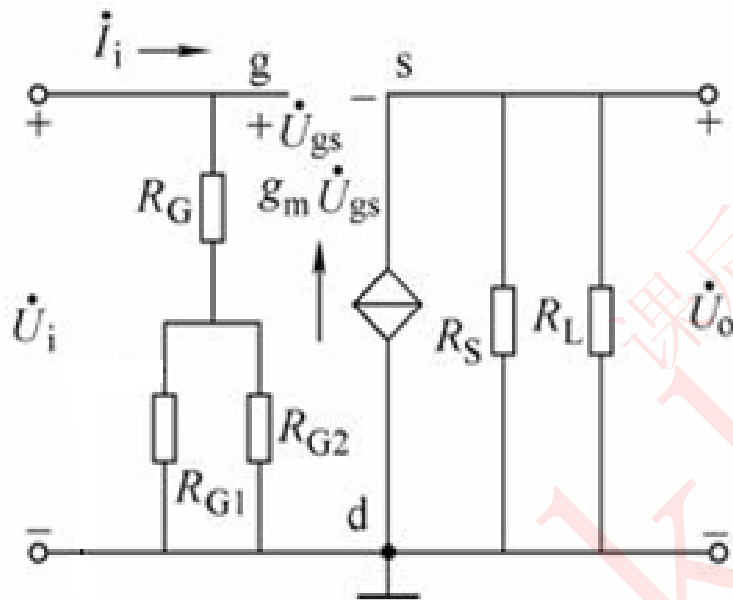
$$= \frac{g_m \dot{U}_{gs} R_L}{\dot{U}_{gs} + g_m \dot{U}_{gs} R_L} = \frac{g_m R_L}{1 + g_m R_L'}$$

$$R_L' = R_s // R_L$$

$$= (12 // 12) = 6k\Omega$$

$$\therefore A_u = \frac{1 \times 6}{1 + 1 \times 6} \approx 0.875$$

3-11: 如图所示的源极输出电路中, 已知 $g_m=1\text{mS}$ 。画出其微变等效电路, 并计算 A_u , R_i 和 R_o 的值。

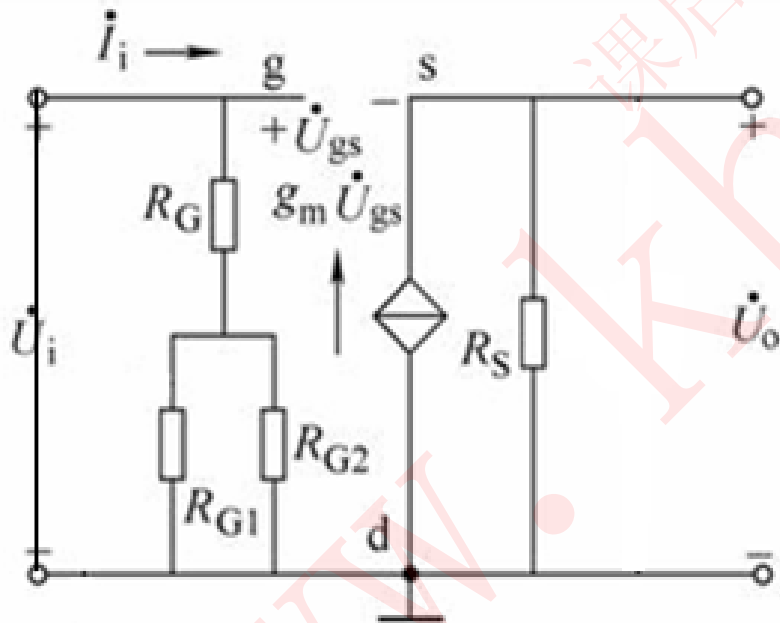


• 求 R_i

$$\begin{aligned} R_i &= R_G + R_{G1} // R_{G2} \\ &= 2\text{M}\Omega + (300 // 100)\text{k}\Omega \\ &= 2.075\text{M}\Omega \end{aligned}$$

3-11: 如图所示的源极输出电路中, 已知 $g_m = 1\text{mS}$ 。画出其微变等效电路, 并计算 A_u , R_i 和 R_o 的值。

- 求 R_o
- 断开负载, 将输入端短路, 在输出端加交流电压, 如下图。则得:



$$\dot{U}_{gs} = -\dot{U}_o$$

$$\dot{I}_o = -g_m \dot{U}_{gs} + \dot{U}_o / R_S$$

$$= \dot{U}_o (g_m + 1/R_S)$$

$$R_o = \frac{U_o}{I_o} = \frac{1}{g_m + 1/R_S}$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{1}{12}} k\Omega \approx 0.92 k\Omega$$