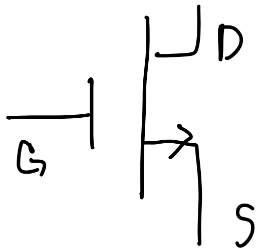
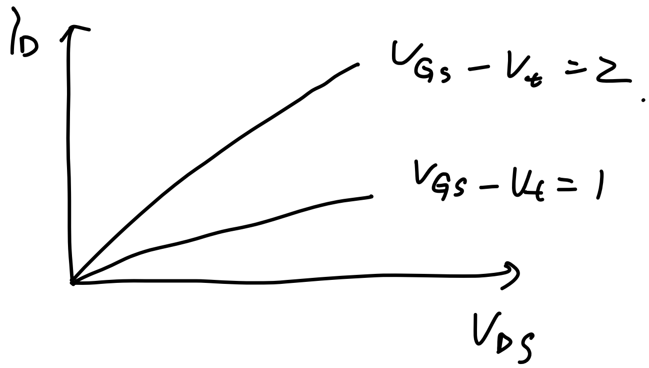
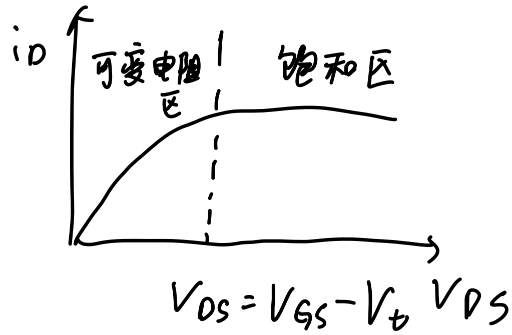


$(V_{GS}-V_t)\uparrow$ 沟道变深 $i_D\uparrow$





V_{GS} 两个节点：

- $V_{DS} > V_t \longrightarrow$ 工作
- V_{DS} ? $V_{GS}-V_t$
  - 可变
  - 饱和

截止区：$I_D \approx I_S = 0$.

饱和区

$$I_D = \frac{1}{2}k_n' \frac{W}{L}(V_{GS}-V_t)^2.$$

$$= \frac{1}{2}k_n' \frac{W}{L}(V_{GS}-V_t)^2(1+\lambda V_{DS})$$

可变区

$$i_D = k_n' \frac{W}{L}\left((V_{GS}-V_t)V_{DS} - \frac{1}{2}V_{DS}^2\right)$$

$$= k_n' \frac{W}{L}(V_{GS}-V_t)V_{DS}$$

$$(k_n' = \mu_n C_{ox})$$

$I_D = I_S$.

- 性能指标（完全不懂）

- 小信号模型

① $i_D = \frac{1}{2} k_n' \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)^2 \xrightarrow{\text{how.}} g_m = \frac{i_d}{v_{gs}}$

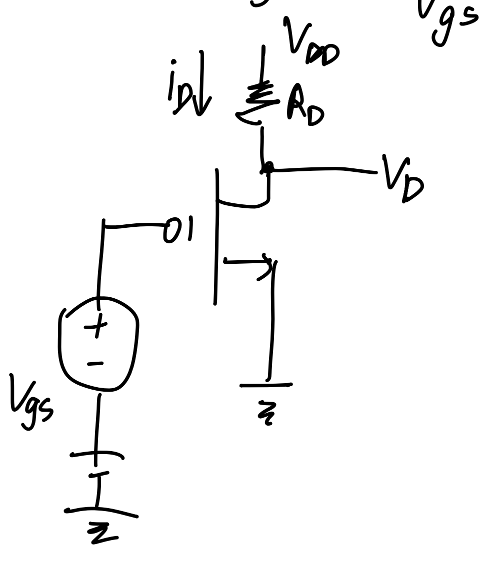
直流的、瞬时的都成立　　　　交流的

$$i_D + i_d = \frac{1}{2} k_n' \frac{W}{L} (V_{GS} + v_{gs} - V_t)^2$$

$$= \frac{1}{2} k_n' \frac{W}{L} \left((V_{GS} - V_t) + v_{gs} \right)^2$$

$$\underbrace{i_D}_{DC} + \underbrace{i_d}_{\text{交流}} \overset{v_{gs}^2 \sim 0}{=\!=} \underbrace{\frac{1}{2} k_n' \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)^2}_{DC} + \underbrace{k_n' \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t) v_{gs}}_{\text{交流}}$$

$$\Rightarrow g_m = \frac{i_d}{v_{gs}} = k_n' \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)$$



大号直流，小号交流

② 求 $A_v = \frac{v_d}{v_{gs}}$

$$V_D = V_{DD} - i_D R_D$$

$$V_D + v_d = V_{DD} - (I_D + i_d) R_D$$

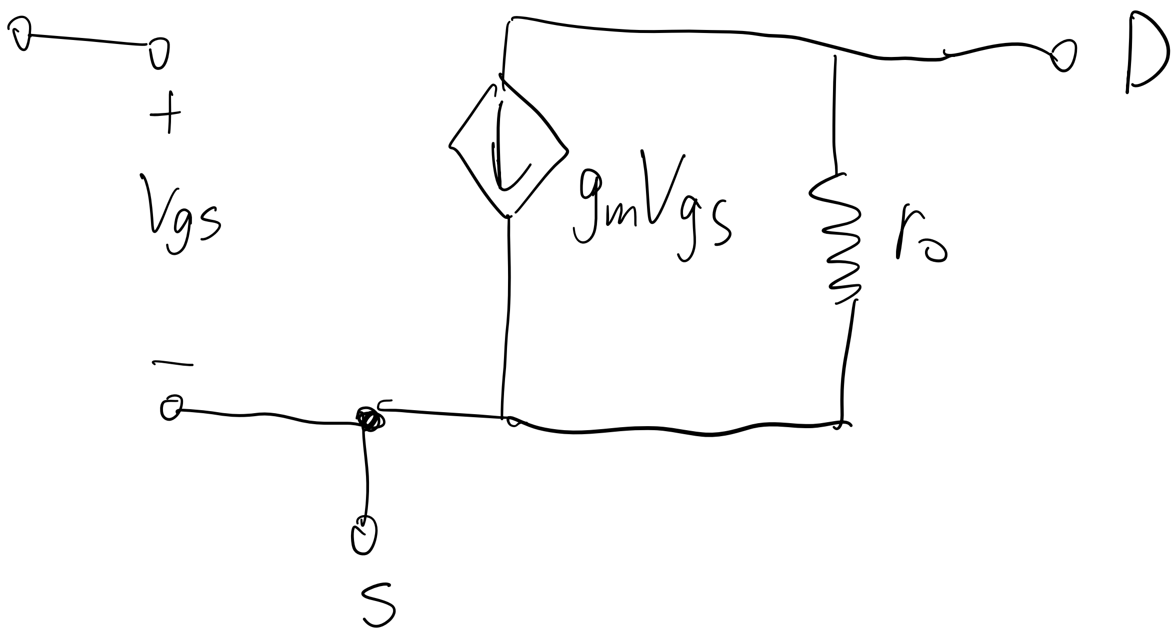
$$V_D + \underline{v_d} = V_{DD} - I_D R_D \underline{- i_d R_D}$$

$$v_d = - i_d R_D$$

$$i_d = g_m V_{gs} \quad \underline{\underline{\qquad}} \quad -g_m V_{gs} R_D$$

电压放大倍数 $A_v = \dfrac{V_d}{V_{gs}} = -g_m R_D$

① 混合π模型



② t模型

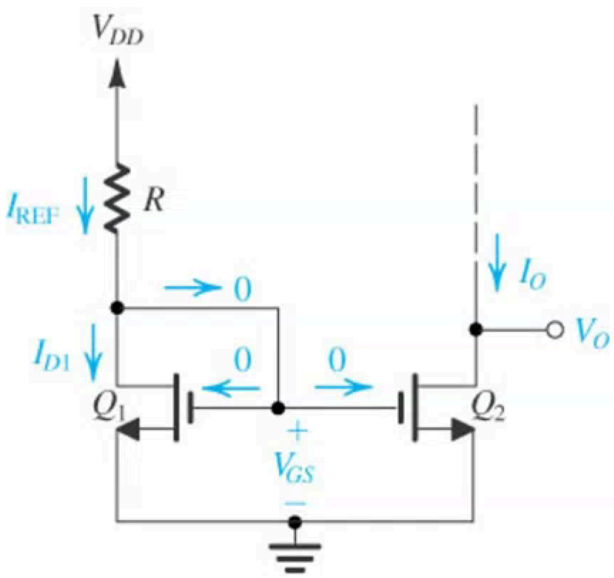
化简交流电路时

恒压源 → 接地

电容 → 短路.

恒流源 → 开路

● 集成电路



$$I_{D1} = \frac{1}{2} K'_n \left(\frac{W}{L}\right)_1 (V_{GS} - V_{tn})^2$$

$$I_{D1} = I_{REF} = \frac{V_{DD} - V_{GS}}{R}$$

$$I_o = I_{D2} = \frac{1}{2} K'_n \left(\frac{W}{L}\right)_2 (V_{GS} - V_{tn})^2$$

$$\frac{I_o}{I_{REF}} = \frac{(W/L)_2}{(W/L)_1}$$