



# Chapter 4. 基本場效電晶體 (FET)放大器(Basic FET Amplifiers)

## 4.2 基本電晶體放大器架構

南台科技大學  
Southern Taiwan University

## 4.2 基本電晶體放大器架構

### 1. 共源極放大器

#### 步驟(一) DC 分析

- 假設 M 工作於 SAT
- 計算

$$V_{GS} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD}$$

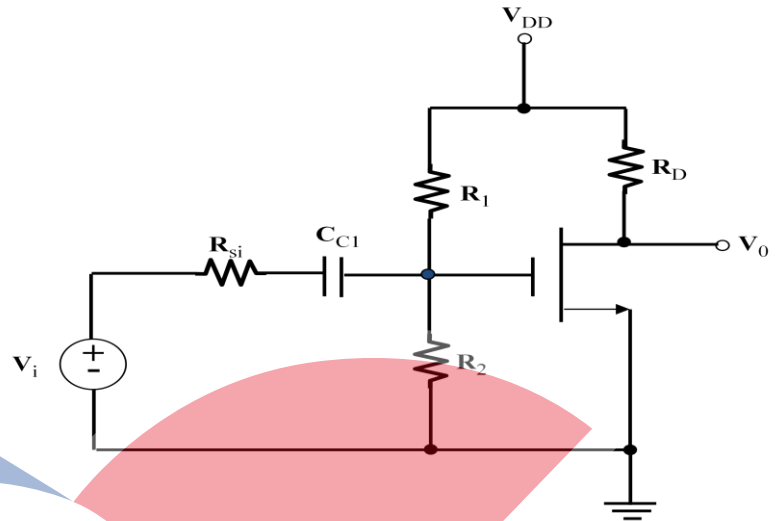
$$I_D = k_n (V_{GS} - V_{TN})^2$$

$$V_{DD} - I_D R_D = V_{DS}$$

- 驗證

$$V_{GS} > V_{TN}$$

$$V_{DS} > V_{DS(SAT)} = V_{GS} - V_{TN}$$



#### 步驟(二) AC 分析

- 畫等效電路圖

求戴維寧等效電路

$$R_{TH} = R_1 \parallel R_2$$

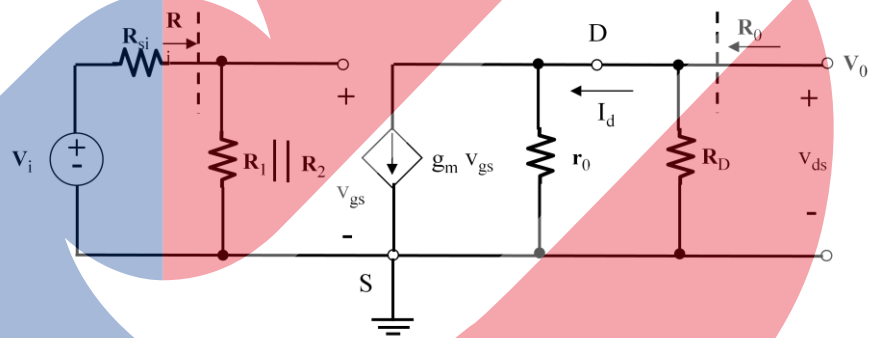
$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD}$$

- 計算參數

$$g_m = 2\sqrt{k_n I_D}$$

$$r_o = (\lambda I_D)^{-1}$$

- 求  $A_V$ 、 $R_{in}$ 、 $R_{out}$



$$v_o = -g_m v_{GS} (r_o \parallel R_D) \quad \text{--- (1)}$$

$$v_{GS} = \frac{R_{TH}}{R_{TH} + R_{si}} v_i \quad \text{代入 (1)}$$

$$\text{可得 } A_V = \frac{v_o}{v_i} = -g_m \frac{R_{TH}}{R_{TH} + R_{si}} (r_o \parallel R_D)$$

$$R_{in} = R_{TH} = R_1 \parallel R_2$$

$$R_{out} = r_o \parallel R_D$$

南方科技大學  
Southern Taiwan University

## 2. 具有源極電阻的共源極放大器

加入  $R_S$  可以穩定 Q 點, 使 Q 點不隨參數變動而變化, 但此舉動會降低電壓增益。

### 步驟(一) DC 分析

A. 假設 M 工作於 SAT

B. 計算

$$i_D = k_n(V_{GS} - V_{TN})^2$$

$$\therefore I_G = 0$$

$$V_G = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{SS}$$

$$V_S - I_D R_S = V_{SS}$$

$$V_S = V_{SS} + I_D R_S$$

$$V_{GS} = V_G - (V_{SS} + I_D R_S) \quad \text{--- (1)}$$

$\therefore$  M 工作於 SAT

$$I_D = k_n(V_{GS} - V_{TN})^2 \text{ 代入數值解二次方程式後可得 } I_D'$$

將  $I_D'$  代入 (1) 中做驗證  $V_{GS} > V_{TN}$  求得  $I_D$ 、 $V_{GS}$

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D - I_D R_S - V_{SS}$$

C. 驗證

$$V_{GS} > V_{TN}$$

$$V_{DS} > V_{DS(SAT)} = V_{GS} - V_{TN}$$

### 步驟(二) AC 分析

A. 畫等效電路圖

求戴維寧等效電路

$$R_{TH} = R_1 \parallel R_2$$

B. 計算參數

$$g_m = 2\sqrt{k_n I_D}$$

$$r_o = (\lambda I_D)^{-1}$$

C. 求  $A_V$ 、 $R_{in}$ 、 $R_{out}$

$$v_o = -g_m v_{gs} R_D \quad \text{--- (1)}$$

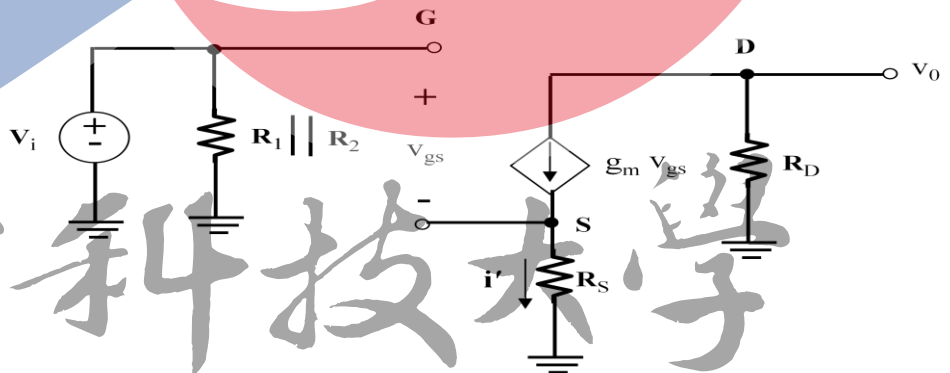
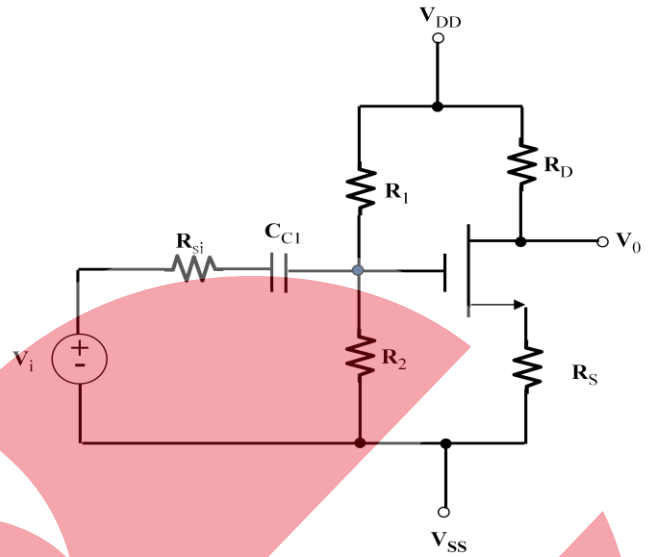
$$i' = g_m v_{gs}$$

$$v_i = v_g = v_{gs} + i' R_S = (1 + g_m R_S) v_{gs} \Rightarrow v_{gs} = \frac{v_i}{1 + g_m R_S} \quad \text{--- (2)}$$

$$\text{由 (2) 代入 (1) } v_o = \frac{-g_m}{1 + g_m R_S} R_D v_i \text{ 可得 } A_V = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-g_m}{1 + g_m R_S} R_D$$

$$R_{in} = R_{TH} = R_1 \parallel R_2$$

$$R_{out} = R_D$$



Southern Taiwan University

### 3. 源極有旁路電容之共源極放大器

加入  $C_S$  旁路電容後，可以使電路的小訊號增益損失減少，且保持 Q 點穩定。

#### 步驟(一) DC 分析

A. 假設 M 工作於 SAT

B. 計算

$$i_D = I_Q = k_n(V_{GS} - V_{TN})^2$$

將已知  $I_Q$  及其他數值代入解二次方程式，

可得  $V_{GS}'$ ，驗證  $V_{GS}'$  是否  $> V_{TN}$  求得  $V_{GS}$

$$\because I_G = 0 \therefore V_G = 0$$

$$V_{GS} = V_G - V_S = -V_S$$

$$V_S = V_{DD} - I_D R_D - V_{DS}$$

C. 驗證

$$V_{GS} > V_{TN}$$

$$V_{DS} > V_{DS(SAT)} = V_{GS} - V_{TN}$$

#### 步驟(二) AC 分析

A. 畫等效電路圖

B. 計算參數

$$g_m = 2\sqrt{k_n I_D}$$

$$r_o = (\lambda I_D)^{-1}$$

C. 求  $A_V$ 、 $R_{in}$ 、 $R_{out}$

$$v_o = -g_m v_{GS} (r_o \parallel R_D)$$

$$v_i = v_{GS} = -g_m v_i R_D$$

$$\text{得 } A_V = \frac{v_o}{v_i} = -g_m R_D$$

$$R_{in} = R_G$$

$$R_{out} = R_D \parallel r_o$$

