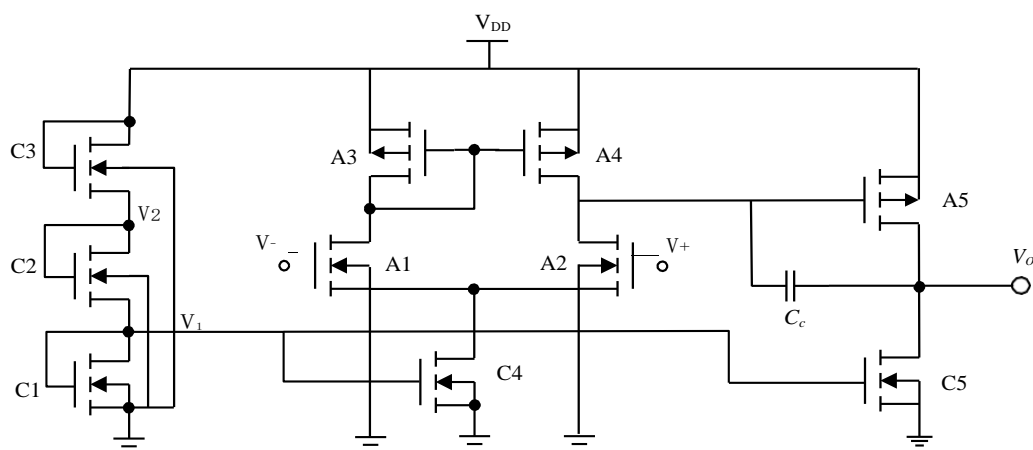


# 電子電路設計模擬與實習

實驗名稱：CMOS運算放大器設計

班級：電子二乙

組員：U0922113 郭晏寧  
U0922107 張志斌

**Lab 9-1** 試設計二級 CMOS 運算放大器

設計規格:

✓ NMOS: M2N7000

電晶體模型參數:  $k'_n = 1.073 \text{ u}$ ,  $V_{to} = 1.73$ ,  $\text{Lambda} = 0.002$ ,  $\text{Tox} = 2\text{u}$ ,  
 $\text{Cgso} = 73.61\text{p}$ ,  $\text{Cgdo} = 6.487\text{p}$ ,  $\text{Cbd} = 74.46\text{p}$

PMOS: M2N6845

電晶體模型參數:  $k'_p = 10.43 \text{ u}$ ,  $V_{to} = -3.533$ ,  $\text{Lambda} = 0.002$ ,  $\text{Tox} = 100\text{n}$ ,  $\text{Cgso} = 2.288\text{n}$ ,  
 $\text{Cgdo} = 138.5\text{p}$ ,  $\text{Cbd} = 899.2\text{p}$

✓  $C_c = 4 \text{ pF}$ ✓  $V_{DD} = 12 \text{ V}$ ✓  $V_1 = 3 \text{ V}$ ,  $V_2 = 6 \text{ V}$ ✓  $V_{D\_C4} = 3\text{V}$ ,  $V_{D\_A1} = 6\text{V}$ ,  $V_{D\_A2} = 6\text{V}$ ,  $V_{D\_A5} = 6\text{V}$  當  $V_+ = V_- = 6\text{V}$  時✓  $I_{REF} = 10\text{uA}$ ✓  $|A_d(1)| > 10^4$ 

1. 跟據模擬結果，填入下表中之電晶體參數值

$k'_n$	$k'_p$
1.073	10.43

$V_{TH\_C1}$	$V_{TH\_C2}$	$V_{TH\_C3}$	$V_{TH\_C4}$	$V_{TH\_C5}$	$V_{TH\_A1}$	$V_{TH\_A2}$	$V_{TH\_A3}$	$V_{TH\_A4}$	$V_{TH\_A5}$
1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	-3.533	-3.533	-3.533

2. 請依設計規格設計出此 CMOS 運算放大器各電晶體之尺寸

$(W/L)_{C1}$	$(W/L)_{C2}$	$(W/L)_{C3}$	$(W/L)_{C4}$	$(W/L)_{C5}$	$(W/L)_{A1}$	$(W/L)_{A2}$	$(W/L)_{A3}$	$(W/L)_{A4}$	$(W/L)_{A5}$
11.49	36.75	1.01	11.49	11.1	6.5	6.5	0.16	0.16	0.311

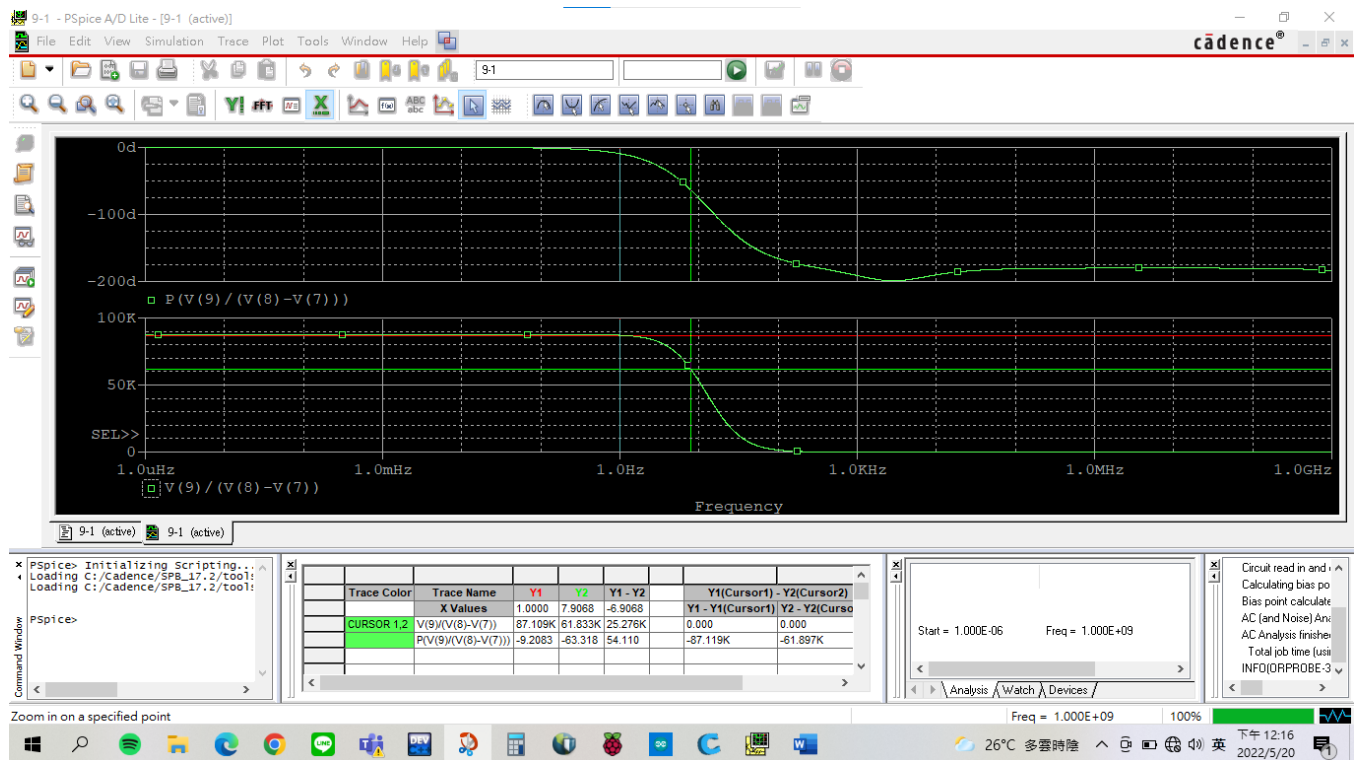
3. 請填入所設計之 CMOS 運算放大器之直流工作點偏壓模擬值

	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>D_C4</sub>	V <sub>D_A1</sub>	V <sub>D_A2</sub>	V <sub>o</sub>	I <sub>DQ_C4</sub>	I <sub>DQ_C5</sub>
理論值 (設計規格)	3	6	3	6	6	6	10u	10u
模擬值	2.9998	5.9997	3.07	6.0334	6.0334	6.0697	10u	9.72u

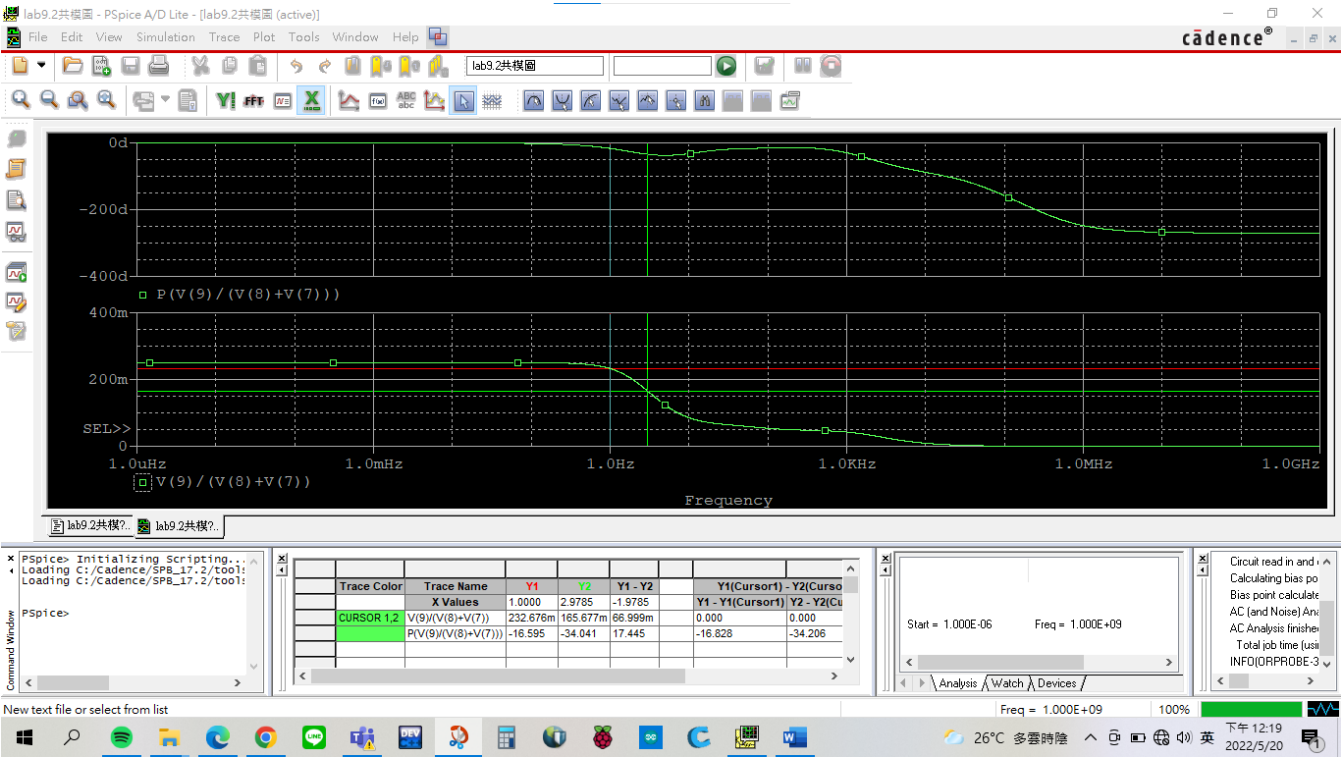
4. 請完成所設計之 CMOS 運算放大器之開迴路差模增益、共模增益及相對應的相移曲線，並標示出差模增益的  $f_{H_d}$ 、 $f_{t_d}$  及共模增益的  $f_z$

- ✓  $|A_d(f)|$  曲線
- ✓  $\theta_d(f)$  曲線
- ✓  $|A_{cm}(f)|$  曲線
- ✓  $\theta_{cm}(f)$  曲線

## 差模



共模



5. 請完成下表

	$ A_d(1) $	$ A_{cm}(1) $	$CMRR(1)$	$V_{CM(max)}$	$V_{CM(min)}$	最大輸出電壓擺幅 (swing)	$R_o$
理論值	88.082K	232.514m	$3.63 \cdot 10^5$	4.73	4.27	3.533	$5 \cdot 10^7$
模擬值	87.109K	232.676m	$3.41 \cdot 10^5$	4.73	4.27	3.562	$5.1 \cdot 10^7$

6. 請填入所設計之 CMOS 運算放大器之閉迴路參數值

	$SR+$	$SR-$
模擬值	$1.029 \cdot 10^3$	-150

