جامعة بيرزيت

BIRZEIT UNIVERSITY

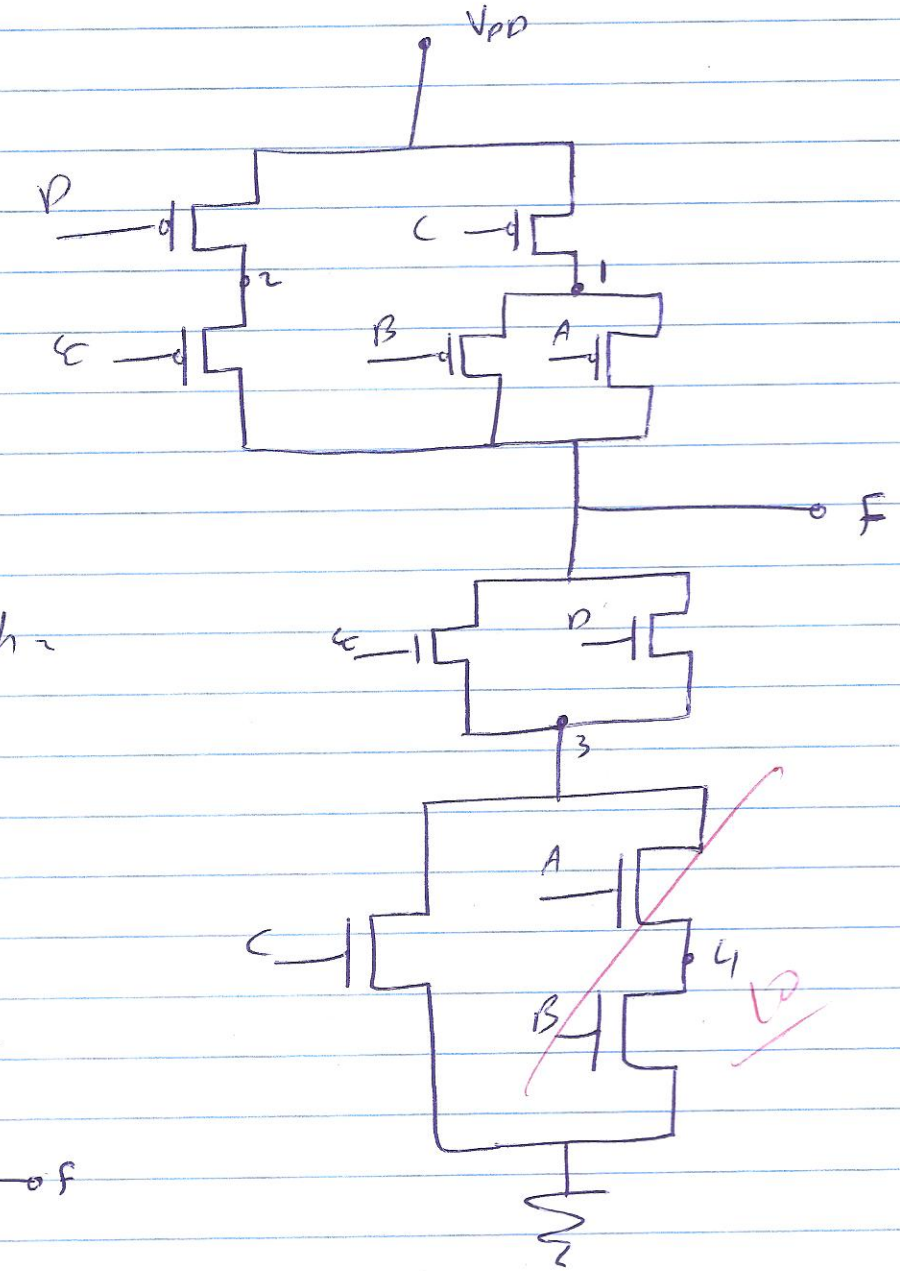
ANSWER BOOKLET

Student: Adham Suwan	Number: 1091496
Course: Department:	Number:
Division:	Instructor:
Date: Day	Month Year

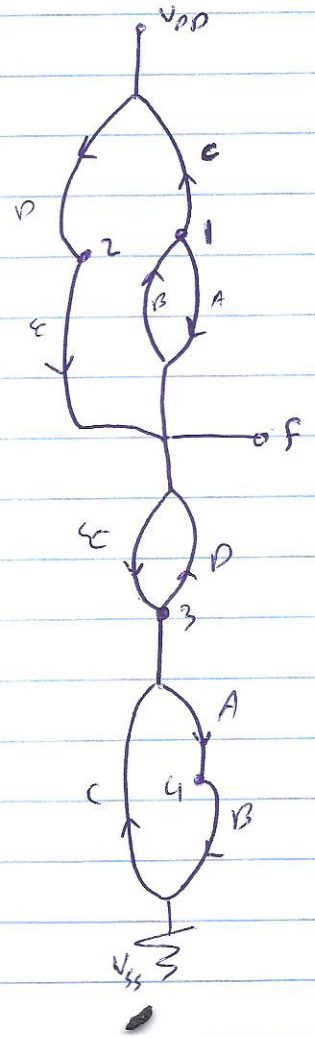
For Instructor's Use

Question	Grade
1	25
2	13
3	
4	38
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
Total	76

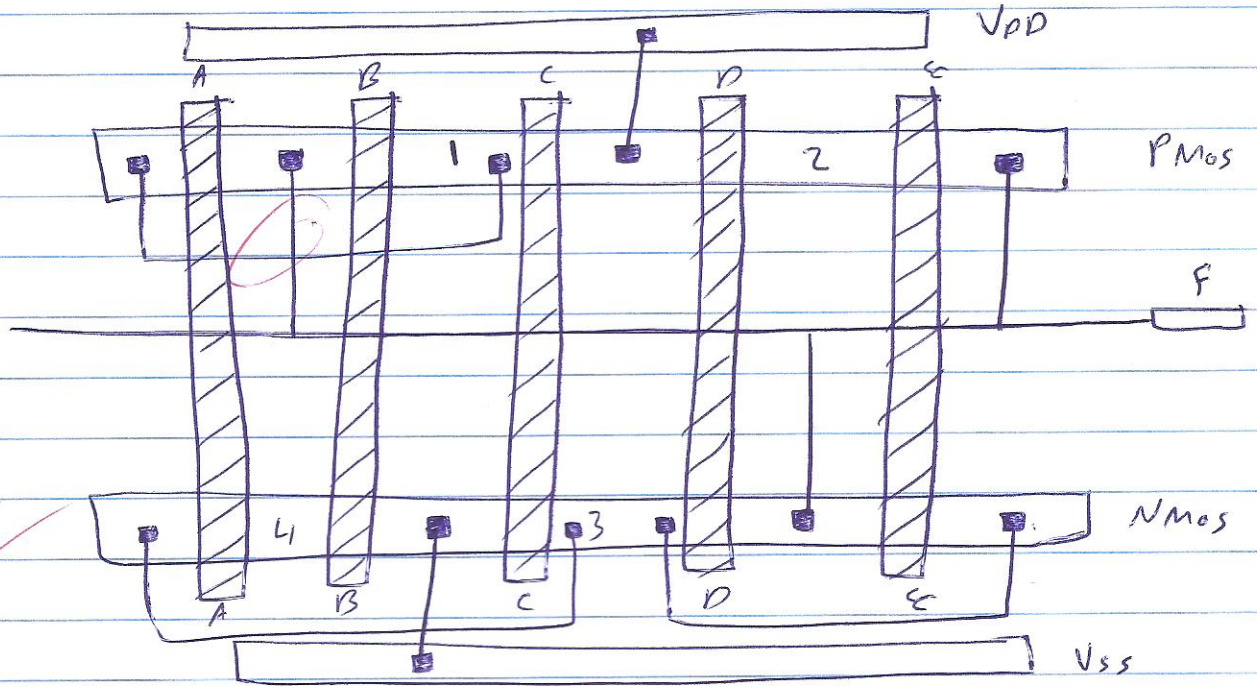
Q1)



Enter Path =



Path = A, B, C, D, E



Area ⇒ Vertical = 7 * 8

+ horizental = 5 * 8

(Q2) a) equal $I_D \Rightarrow$ same mode

~~NMos is in~~

NMos :

~~$V_{GS} >$~~ $V_{DS} > V_{GS} - V_T \Rightarrow$ sat.

$V_{DS} < V_{GS} - V_T \Rightarrow$ linear

PMos :

$V_{DS} > V_{GS} - V_T \Rightarrow$ linear

$V_{DS} < V_{GS} - V_T \Rightarrow$ sat.

We will operate ~~Pot~~ them in linear mode

$\Rightarrow$ Vin must be $\underline{0}$ V

since : when $V_{in} = 0$

PMos ~~will~~ will be close switch $\Rightarrow V_{out} = 1.2v$

$\Rightarrow V_D(PMos) = V_D(NMos) = 1.2V$

- for PMos : $V_{DS} = V_D - V_S = 1.2 - 1.2 = 0$

$V_{GS} = 0 - 1.2 = -1.2$

$V_{GT} = -1.2 - (-0.2) = -1$

$V_{DS} < |V_{GT}| \Rightarrow$ linear mode

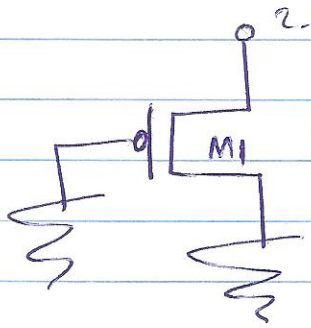
- for NMos : $V_{DS} = V_D - V_S = 1.2 - 0 = 1.2$

$V_{GS} = V_G - V_S = 1 - 0 = 1$

$V_{GT} = 1 - 0.2 = 0.8$

$\Rightarrow V_{DS} > |V_{GT}| \Rightarrow$ linear mode too.

b)



$V_{DS_{sat}} = -1$

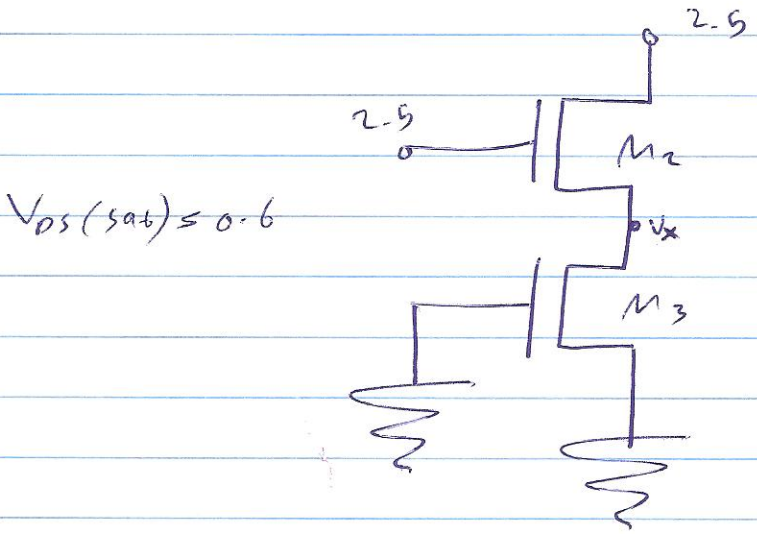
$V_T = -0.2$

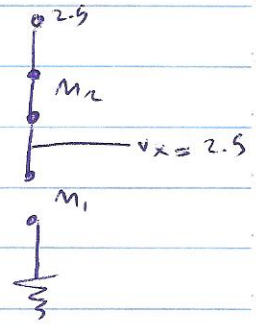
$V_{DS} = -2.5v$

$V_{GS} = 0 - 2.5 = -2.5$

$V_{GT} = -2.5 - (-0.2) = -2.3$

$|V_{DS}| > |V_{DS(sat)}| \Rightarrow$ Velocity saturation





$V_{DS(sat)} = 0.6$

For $M_2 \Rightarrow$ $V_{DS} = 2.5 - 2.5 = 0$

$V_{GS} = 2.5 - 2.5 = 0$

$V_{GT} = 0 - 0.2 = -0.2$

Cutoff mode ($I_D = 0$)

For $M_3 \Rightarrow$ $V_{DS} = 2.5 - 0 = 2.5$

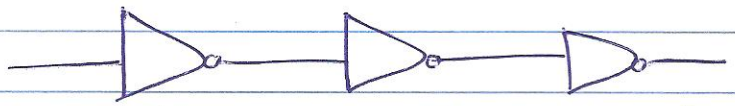
$V_{GS} = 0 - 0 = 0$

$V_{GT} = 0 - 0.2 = -0.2$

$V_{DS} > V_{DS(sat)} \Rightarrow$ Velocity saturation

Q3) a) $F = \frac{C_L}{C_{in}} = 27$

$\Rightarrow f = \sqrt[3]{27} = 3$ ~~= 4~~



$s_1 = 1$ $\quad s_2 = f = 3$ $\quad s_3 = f^2 = 9$

$t_p = N\, t_{inv}(\gamma + f)$

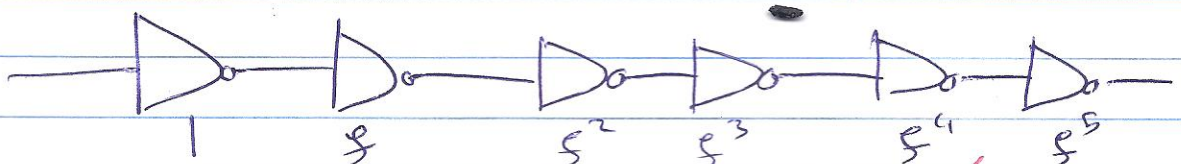
$= 3\, t_{inv}(1+3) = 12\, t_{inv}$

Overhead $= f(f^{N-1} - 1)/(f-1)$

$= 3(3^2 - 1)/2 = \frac{3*8}{2} = 12$

if $C_L = 3000\,C \Rightarrow N = \frac{\ln(C_L/C_{in})}{\ln f}$ (N = # of stages; f = optimal)

$\Rightarrow \frac{\ln(3000)}{\ln(4)} = 5.7 \approx 6$ stages



$1 \quad f \quad f^2 \quad f^3 \quad f^4 \quad f^5$

$1 \quad 4 \quad 16 \quad 64 \quad 256 \quad 1024$

~~$t_p = N(\quad$~~ $t_p = 6(1+4)\, t_{inv} = 30\, t_{inv}$

Q3) b)

*) Photolithography :

1) مرحلة الـ oxidation : يتم عمل طبقة SiO_2 على الـ substrate عن طريق وضعها في فرن تحمية درجة حرارته 1000° في O_2 وهيدروجين

2) مرحلة الـ Photoresist coating : يتم وضع الـ photoresist (على شكل سائل) (negative) التي لها خاصية الذوبان في المواد العضوية

3) مرحلة الـ Mask : يتم وضع الـ Mask الذي يحتوي على Design المرغوب بحيث يكون negative الـ design الأصلي حيث إذا استعملنا negative photo resist

4) مرحلة الـ light : يتم تسليط أشعة لا على الـ substrate مما يتبقى عنه تصلب الأجزاء التي تم إزالتها الضوء وذوبان الأجزاء الباقية

5) مرحلة الـ acid etching : يتم إزالة الأجزاء الذائبة عن طريق الـ acid وتصليب باقي الأجزاء باستخدام الفرن

6) مرحلة الـ clean & dry : يتم التنظيف باستخدام ماء منزوع الأيونات والتجفيف باستخدام نيتروجين

*) بعد مرحلة الـ Photography التي نقوم بتصليبها على الأجزاء المراد عمل well فيها نقوم بعملية doping حسب نوع الـ MOS المطلوب ويتم الـ doping باستخدام الـ Diffusion أو الـ Ion Implant

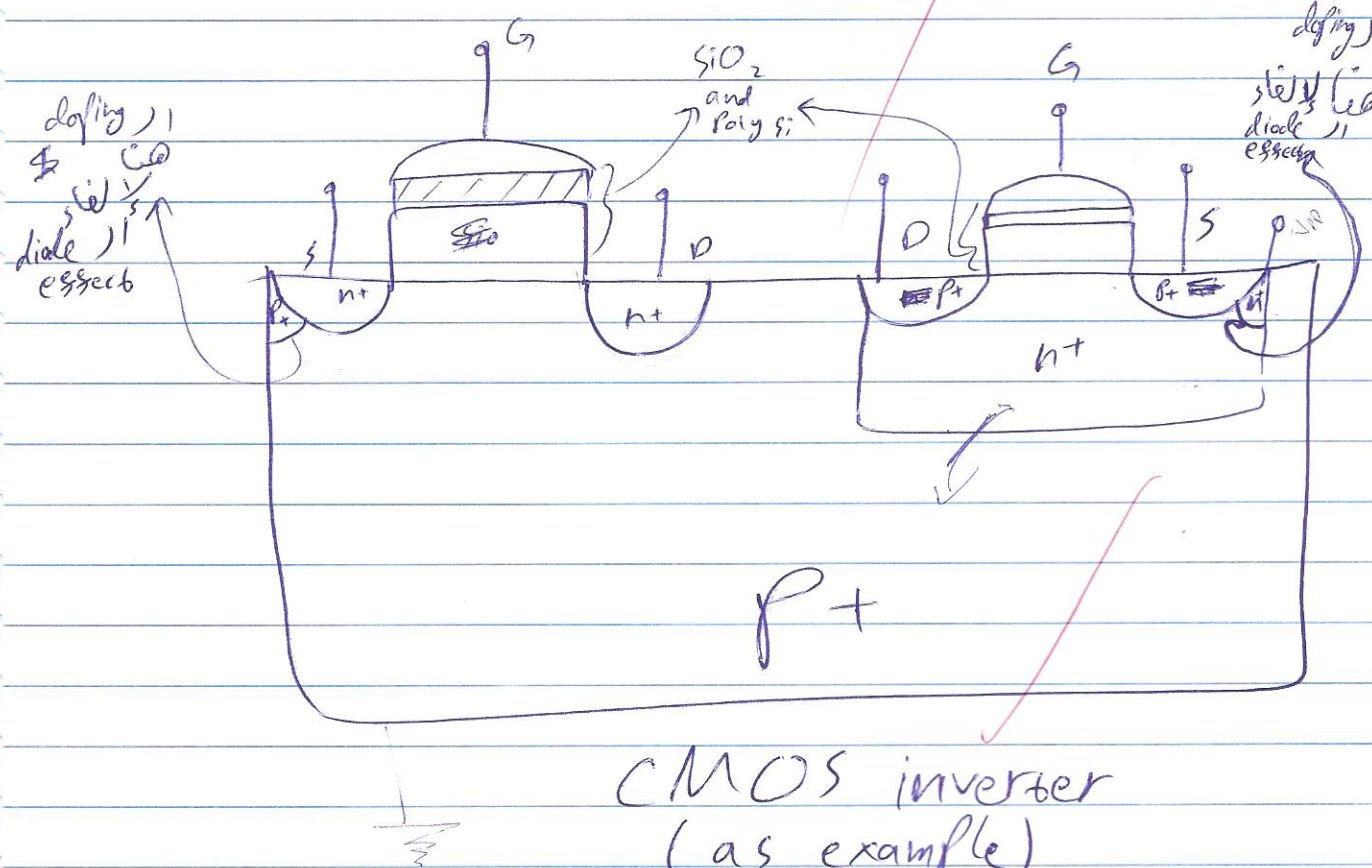
يتبع ←

أو خال الـ dopants عن طريق غاز وفرن

أو خال الـ dopants على شكل أيونات بعد تسارعها

* ثم يتم تفعيل الـ Gates عن طريق الـ photography ووضع الـ SiO_2 = على الـ gates وفوقها طبقة الـ poly Si

* لعمل الـ Connections نقوم بوضع مكانها مواد عازلة مفرغة ومن ثم ملئها بالموصل المراد حتى تتصل



CMOS inverter
(as example)