

الباب الثالث : ترانزستور تأثير المجال المعدني ذو البوابة المعزولة

Metal Oxide Semiconductor FET

(MOSFET)

(MOS)

أنواعه :-

1- N Mos  $\Leftarrow$  Tr ذو قناة سالبة

2- P Mos  $\Leftarrow$  Tr ذو قناة موجبة

3- C Mos  $\Leftarrow$  Tr متكامل يجمع بين النوعين N Mos ، P Mos في دائرة واحدة

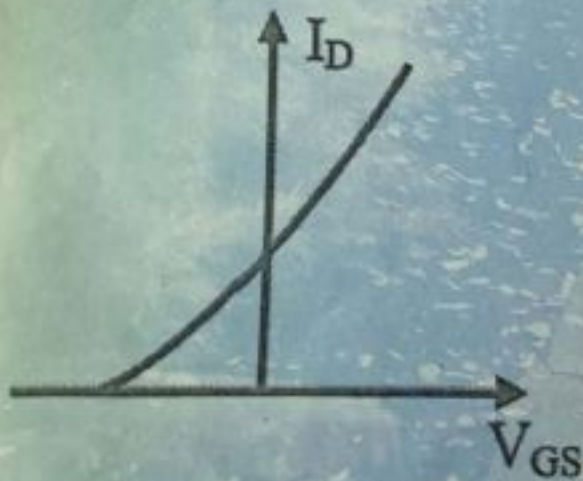
N – Channel depletion

النوع السالب التعزيزي

✓ الرمز الإلكتروني :-



✓ منحنى خواصه :-



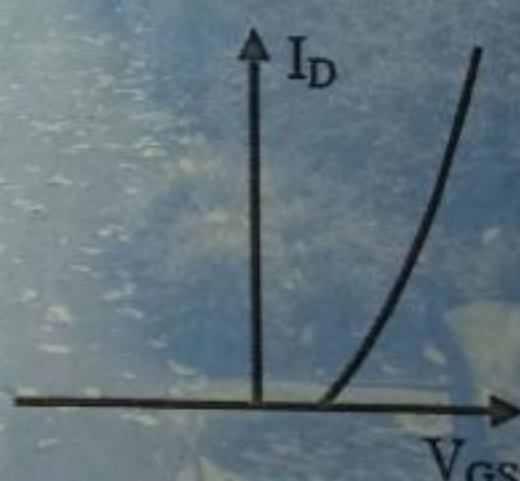
N – Channel enhancement

النوع السالب التفريغي = التفريغي

✓ الرمز الإلكتروني :-



✓ منحنى خواصه :-

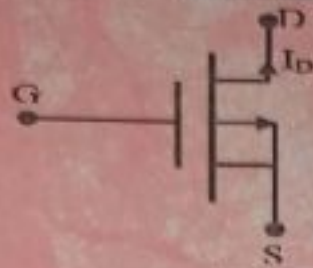




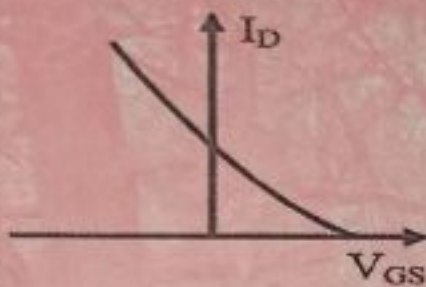
### N - Channel depletion Mos

النوع السالب التعزيزي

✓ الرمز الإلكتروني :-



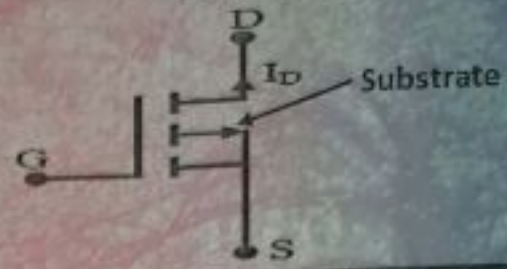
✓ منحنى خواصه :-



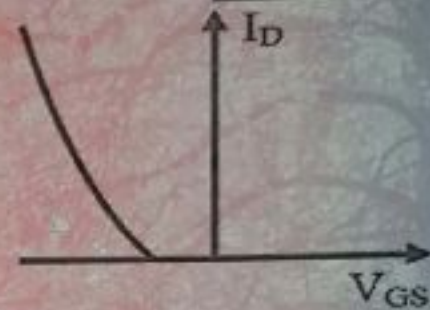
### P - Channel enhancement Mos

النوع السالب التفريغي = التفريغي

✓ الرمز الإلكتروني :-

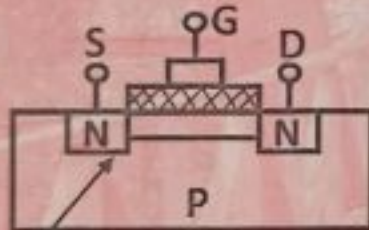


✓ منحنى خواصه :-



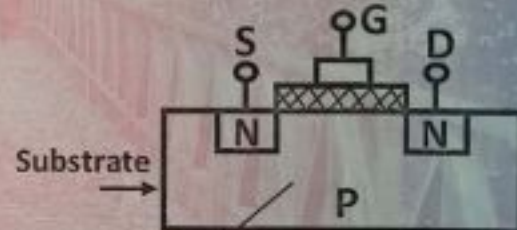
### تركيب N Mos

التعزيزي



Substrate  
من نوع  
P Type

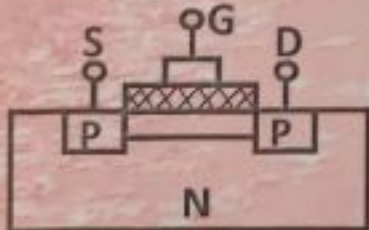
التفريغي



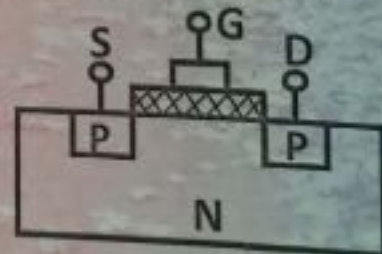
لا توجد قناة

### تركيب P Mos

Depletion



enhancement





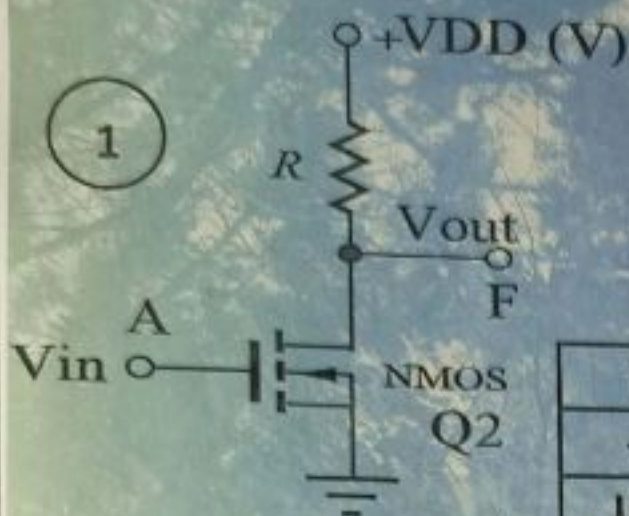
## NOT by N Mos (حمل مقاومة مادية)

نظرية العمل :-

1- إذا كان الدخل +V يكون Tr في وضع on ويمر خلاله تيار ويكون الخرج 0 = low

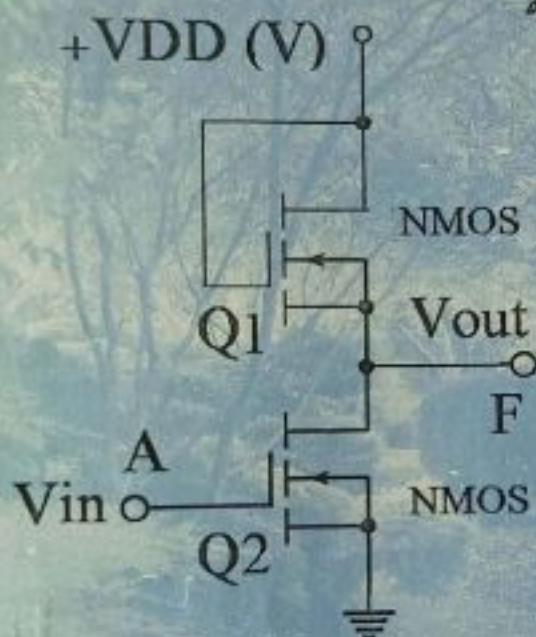
2- إذا كان الدخل low يكون Tr في وضع off والخرج

1 = High = VDD



$V_i$	$V_i (L)$	Q	$V_o$	F
+V	1	On	- V Low	0
Low	0	off	VDD	1

عملية صعب تصنيع المقاومة داخل الدوائر المتكاملة لذلك تستبدل RD بترانزستور N Mos كحمل ولا تتغير في العمل أو جدول الحقيقة



تمرين :- ارسم عاكس N Mos بحمل مادي ثم احسب مقاومة الحمل  $R_L$  والجهد العالي (VH) إذا كانت  $V_{DD} = 3.3V$  ،  $V_{TN} = 0.75V$  ،  $V_L = 0.2V$  ،  $P = 0.1mw$  ؟

الحل

نرسم الدائرة رقم 1 في نفس هذه الورقة

$$R_L = \frac{V_{DD} - V_L}{I_{DD}} , \quad V_{DD} * I_{DD} = P \quad \therefore I_{DD} = \frac{0.1 \times 10^{-3}}{3.3} = 30.3 \mu A$$

$$R_L = \frac{3.3 - 0.2}{30.3 \times 10^{-6}} = 102 \text{ K}\Omega$$

$$V_H = V_{DD} = 3.3 \text{ V}$$

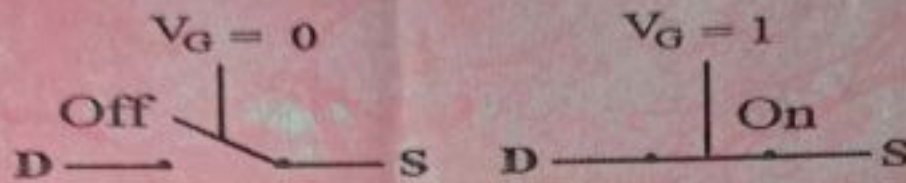


## خصائص N Mos Tr

1-  $V_{GS} > \frac{V}{1}$   $\Rightarrow$  يعمل الـ Tr  $\Leftarrow$  on ويمر تيار من D الى S

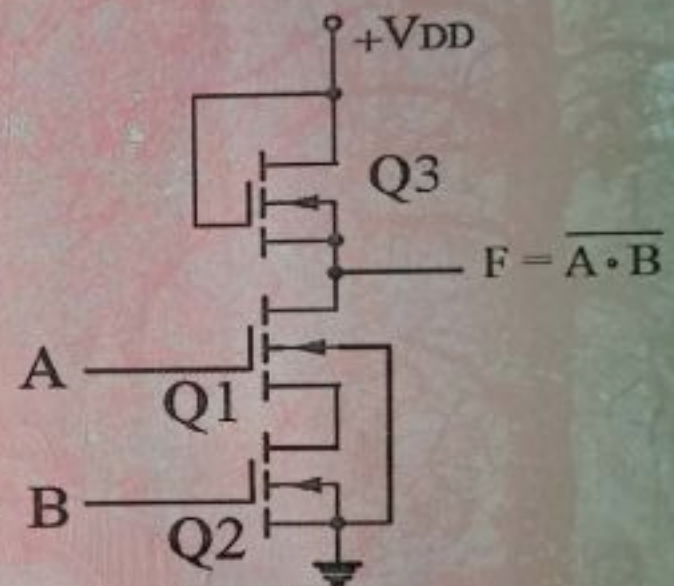
2-  $V_{GS} < \frac{V}{1}$   $\Rightarrow$  لا يعمل الـ Tr  $\Leftarrow$  off ويكون  $V = 0$

3- يوصل المصدر S بطرف الـ Substrate بالأرضي



## بوابة NAND باستخدام Mos n - ch

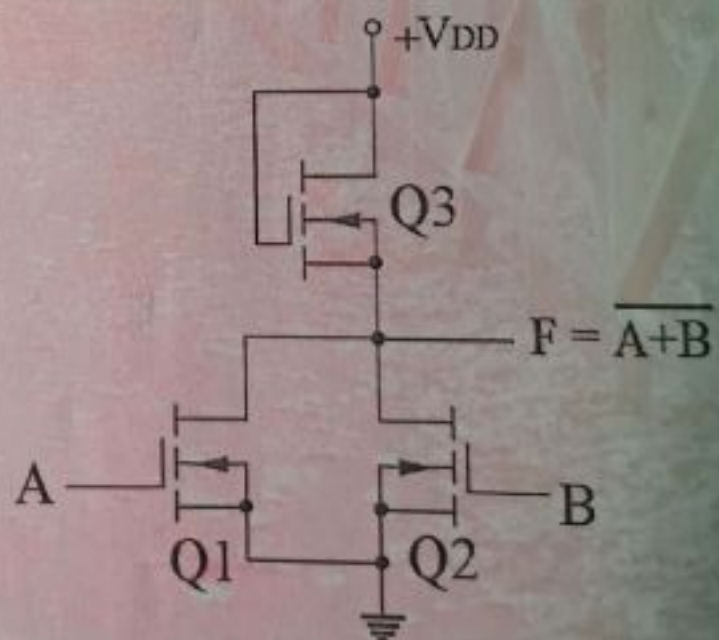
A	B	Q1	Q2	Vo	F
0	0	Off	Off	VDD	1
0	1	Off	On	VDD	1
1	0	On	Off	VDD	1
1	1	On	On	VDD Sat	0



• نظرية العمل مجهود شخصي

## بوابة NOR باستخدام Mos n - ch

A	B	Q1	Q2	Vo	F
0	0	Off	Off	VDD	1
0	1	Off	On	VDD Sat	0
1	0	On	Off	VDD Sat	0
1	1	On	On	VDD Sat	0



✓ نظرية العمل مجهود شخصي



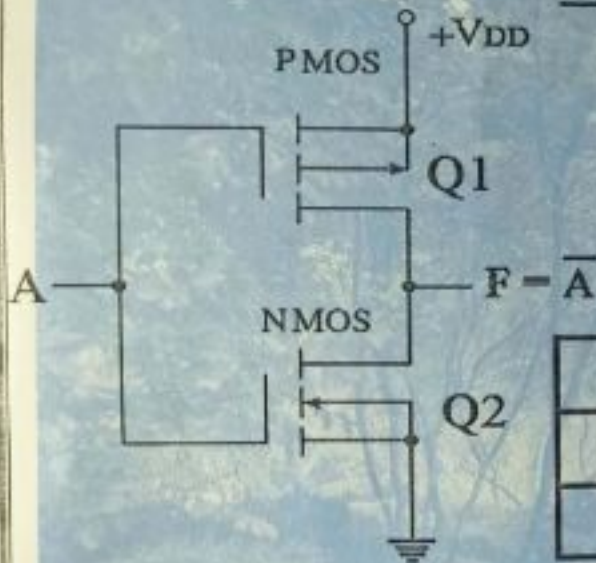
## C Mos (شبه الموصل المعدني التكميلي)

### الخصائص :-

- 1- يجمع بين P ch ، n ch في نفس الدائرة
- 2- عند تعامل دائرة C Mos مع التيارات العالية يخفف ذلك من تسخين الترانزستورين وذلك لانهما يتناوبا العمل (لا يعملان في آن واحد) مما يحافظ على حالة الخرج.
- 3- يتميز عن ثنائي القطبية حيث استهلاكه للطاقة أقل بكثير (تقريباً صفر) وبالتالي يمكن دمج عدد هائل من بوابات C mos على شريحة واحدة.

### NOT باستخدام C Mos

#### طريقة العمل :-

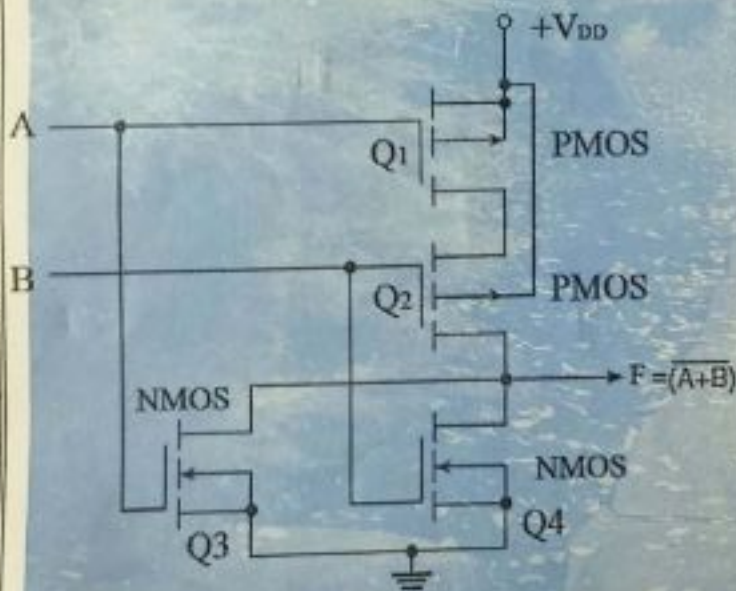


1- إذا كان  $A = 0$  يكون  $Q1$  OFF ،  $Q2$  ON والخرج  $1 = VDD$

2- إذا كان  $A = 1$  يكون  $Q1$  ON ،  $Q2$  OFF والخرج  $0 = VDD$  الأرضي

A	Q1	Q2	Vo	F
0	Off	on	VDD	1
1	on	off	الأرضي	0

### NOR باستخدام C Mos

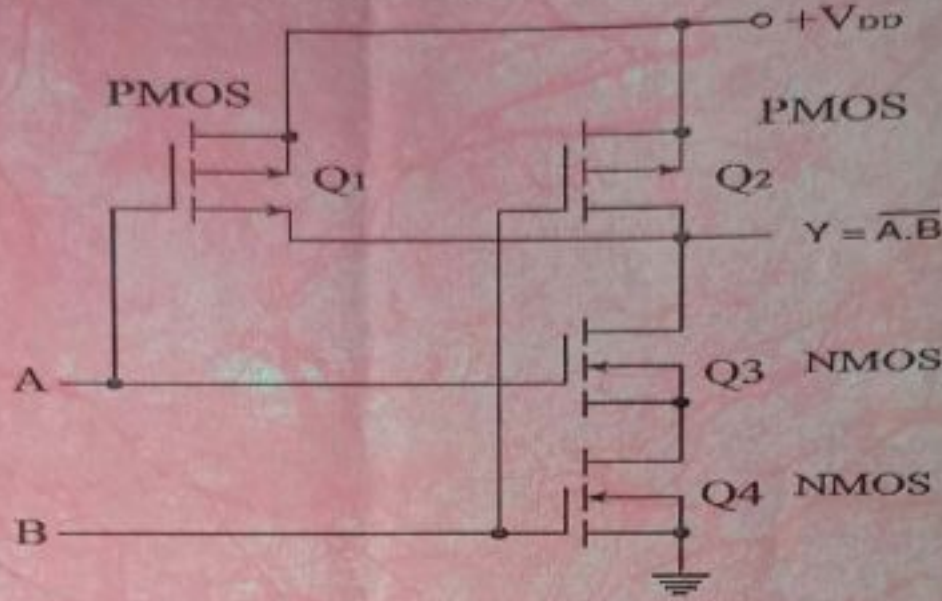


A	B	Q1	Q2	Q3	Q4	VO	F
0	0	On	On	Off	Off	VDD	1
0	1	On	Off	Off	On	VD sat	0
1	0	Off	On	On	Off	VD sat	0
1	1	Off	Off	On	On	VD sat	0

✓ نظرية العمل مجهود شخصي



## NAND by C Mos



$\overline{A + B}$	A	B	Q1	Q2	Q3	Q4	V <sub>o</sub>	F
1	0	0	On	On	Off	Off	+ VDD	1
1	0	1	On	Off	Off	On	+ VDD	1
1	1	0	Off	On	On	Off	+ VDD	1
0	1	1	Off	Off	On	On	≈ 0 V	0

## مميزات Mos ، C Mos :-

- (1) صغير الحجم
- (2) انخفاض التكلفة
- (3) المناعة العالية ضد الضوضاء
- (4) زيادة عدد تفرعات الخرج
- (5) القدرة المستهلكة تكاد تكون منعدمة
- (6) مصدر الجهد (VDD) يستخدم له قيم مستمره من  $3.3V \leq 18V$

## العيوب الديناميكية والدائمة لعائلة C Mos :-

- (1) سرعة تشغيل أقل
  - (2) فقد استاتيكي كبير
  - (3) تتأثر بالمجالات الكهربائية
  - (4) الحساسية العالية
  - (5) يوجد بين أقطابه ساعات طفيلية تجعل عرض النطاق الترددي له صغير
- ملحوظة :- الدوائر المتكاملة التي تنتمي لعائلة C Mos تصنع باستخدام ترانزستورات تأثير المجال.



### خصائص (سمات) (خصائص) العائلة C Mos :-

- (1) مصدر التغذية من  $3.3V \leq 18V$
- (2) مقاومة الدخل كبيرة مما يؤدي الى ضعف إمكانية التحميل
- (3) مقاومة الدخل كبيره جداً
- (4) سرعة التحويل من (0) الى (1) بطيئة نسبياً
- (5) استهلاكها للطاقة ضعيف
- (6) يستخدم لهذه العائلة الأرقام التي تبدأ ب 40 ، 45 من جهة اليسار

### خصائصات العائلة TTL القياسية :-

تبدأ بالأرقام 74 وهذا النموذج يعمل في درجة حرارة من  $0 \leq 70^\circ$  وهو ذو تكلفة منخفضة أما النموذج الذي يبدأ بالرقم 54 يعمل في حراره من  $55^\circ \leq 125^\circ$  وهو ذو تكلفه مرتفعه

**مثال :-** الدائرة المتكاملة SN7432 هي دائرة متكاملة من نوع TTL وبها أربع بوابات OR

**ملحوظة :-** طرفان SN ترمز الى الشركة المصنعه للدائرة المتكاملة

الطرفان 74 يرمز الى عائلة TTL

الطرفان 32 الرقم الخاص بالشريحة التي محتوياتها بوابات OR

### قارن بين عائلة C Mos ، TTL

عائلة CMOS	عائلة TTL	وجه المقارنة
من $+3.3V$ الى $+18V$	$+5V$	جهد التغذية VCC
ابطأ ويصل الى 10ns	اسرع ويصل الى 9.5ns	سرعة الإستجابة
مبنية على ترنستورات mos	مبنية على ترنستورات BJT	التركيب
اقل ويصل الى 0.1 mw	أعلى يصل الى 10mW	استهلاك الطاقة
ابطأ	أسرع وخاصة (ECL)	سرعة التبديل
أقل	أعلى	الإستقرار الحراري
25 ns	10 ns	التأخير الزمني
0.4 V	0.4 V	هامش ضجيج
من 3.5V الى 5V	من 2V الى 5V	المدخلات المرتفعة
من 0V الى 1V 1.5	من 0V الى 0.8V	المدخلات المنخفضة
من 4.9V الى 5V	من 2.4V الى 5V 2.7	المخرجات المرتفعة
من 0V الى 0.1V 0.05	من 0V الى 0.4V 0.5	المخرجات المنخفضة
20	10	عدد تفرعات الخرج
لا تتأثر	تتأثر	التأثر بالشحنات الساكنة
سلسلة 40XX	سلسلة 74XX	أشهر السلاسل