

د/سيد الجفاري

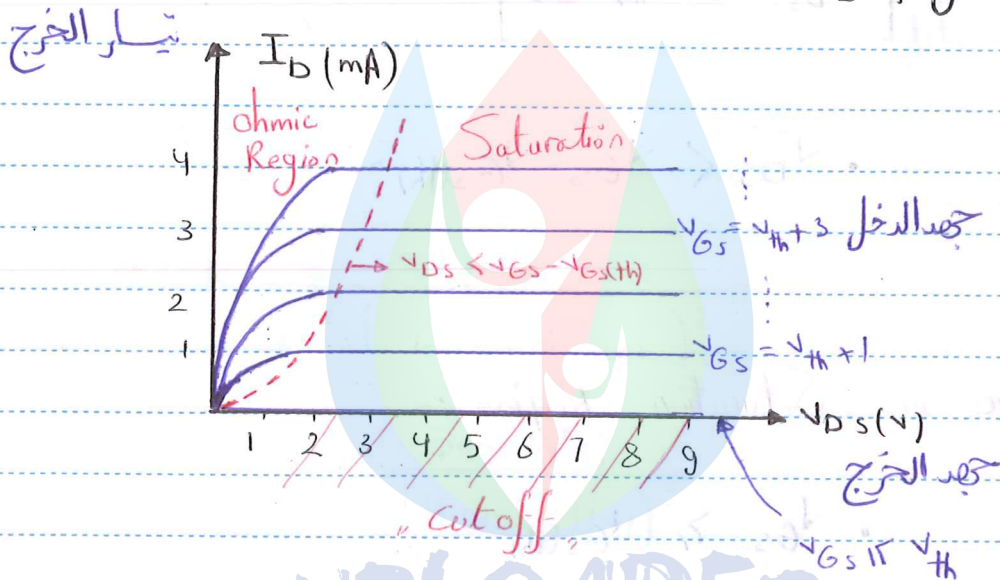
حاضرة 4

## E.MOSFET general drain characteristic:-

• صلاّح النبي وروح بطن بصره كه على ال E.MOSFET

في الحاضرة التي فاتت ، و تعالى بسرعة عباد ستوف

هناك اية في ال characteristic ده



• زي ما اتعودنا .. عني هنا 3 مناطق أساسية

درس فيها الترانزستور

### 1:- Cut off Region

طبعاً عبال ان ال E.MOSFET ما فيهوش physical channel

يبقى هيكوه ، off ، هو غير ما اُختر عليه جهد

أو عين أدق لحدهما الجهد المطبق يبدأ يزيد عن ال  $V_{th}$

$V_{GS} < V_{th}$  → transistor off

∴  $I_D = \text{Zero}$  for any  $V_{DS}$

## 2:- Ohmic or Linear Region :-

$$\bullet V_{GS} \gg V_{GS(th)}$$

$$\bullet I_D \rightarrow \text{له قيمة}$$

$$I_D = K \left[ 2V_{DS}(V_{GS} - V_{GS(th)}) - V_{DS}^2 \right] \leftarrow \text{ويحسب هذه العلاقة}$$

$$\bullet V_{DS} < V_{GS} - V_{GS(th)}$$

## 3:- Active or Saturation Region :-

$$\bullet V_{GS} \gg V_{GS(th)}$$

$$\bullet I_{D_{on}} = K (V_{GS} - V_{GS(th)})^2$$

$$\bullet V_{DS} > V_{GS} - V_{GS(th)}$$

↓ The Constant  $K$

• يقدر على نوع الترانزستور

• يوجد في ال Data sheet

$$I_{D_{on}} = \boxed{\text{value}} \text{ at } V_{GS} = \boxed{\text{value}}$$

• وبالتعويض في المعادلة فوق نقدر نحسب قيمة  $K$



### Example 15:-

The datasheet for a 2N7002 E-MOSFET gives  $I_{D(on)} = 500 \text{ mA}$  (minimum) at  $V_{GS} = 10 \text{ V}$  and  $V_{GS(th)} = 1 \text{ V}$ . Determine the drain current for  $V_{GS} = 5 \text{ V}$ .

Solution

أول حاجة عايزين نكتب الـ

$$I_{D(on)} = K (V_{GS} - V_{GS(th)})^2$$

$$\therefore K = \frac{I_{D(on)}}{(V_{GS} - V_{GS(th)})^2}$$

$$= \frac{500 \text{ (mA)}}{(10 \text{ (V)} - 1 \text{ (V)})^2}$$

$$= \frac{500 \text{ (mA)}}{81 \text{ V}^2} = 6.17 \text{ mA/V}^2$$

$$\rightarrow I_D \text{ at } V_{GS} = 5 \text{ V}$$

$$I_D = 6.17 (5 - 1)^2$$

$$= 98.7 \text{ mA} \quad \#$$

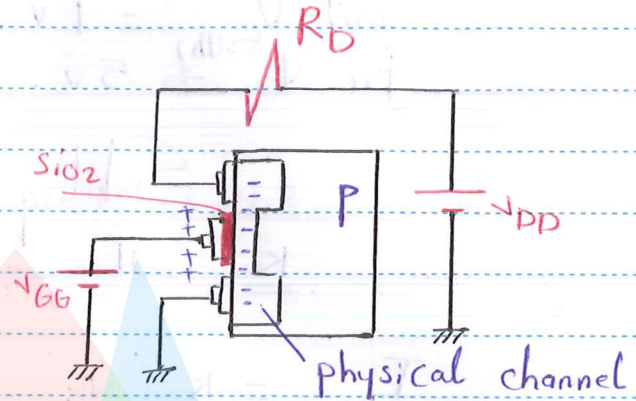
” مَا أَجْمَلُ أَنْ يَأْتِيَ عَمْرَأً غَالٍ وَتَمِينٌ ”

## Depelation MOSFET :-

الفرق بينه وبين ال E-MOSFET إنه يشتغل في ~~depelation mode~~ ~~enhancement mode~~

### 1:- Enhancement mode

A.T  $V_{GS} \rightarrow \text{Positive}$



• يوجد جزء بسيط من الالكترونات على الطرف الآخر

لل بوابة

• عند تطبيق جهد موجب على البوابة يتم جذب المزيد

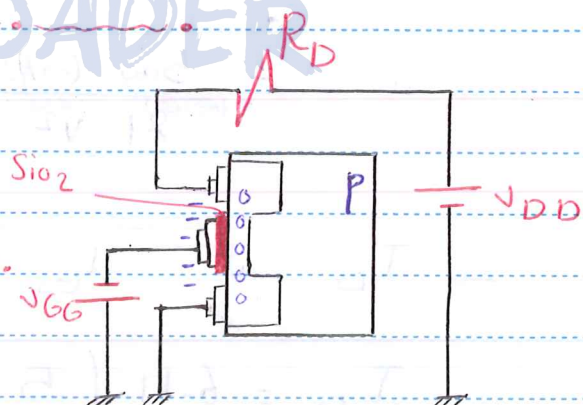
من الالكترونات ، مما يؤدي إلى زيادة

مساحة القناة ، فالباتاب تزداد كمية التيار

المار من ال Drain إلى ال Source

### 2:- Depelation mode

A.T  $V_{GS} \rightarrow \text{negative}$   
and less than  $V_{Gsth}$



• الجهد السالب يعمل على تنافر بين الالكترونات المتراكمة

على طرفي البوابة ، مما يؤدي إلى استبدالها

بشحنات غير متحركة ، فيؤدي ذلك إلى تقليل

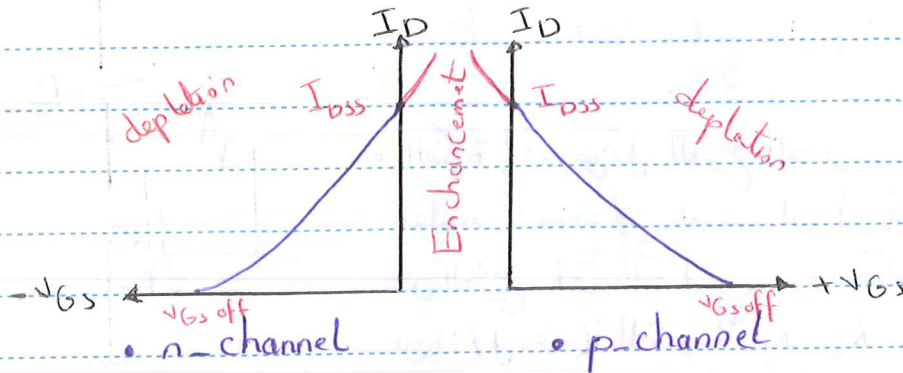
كمية التيار المار من ال D إلى ال S ، وزيادات الجهد

السالب إلى حد كبير يؤدي إلى تضيق مسار التيار

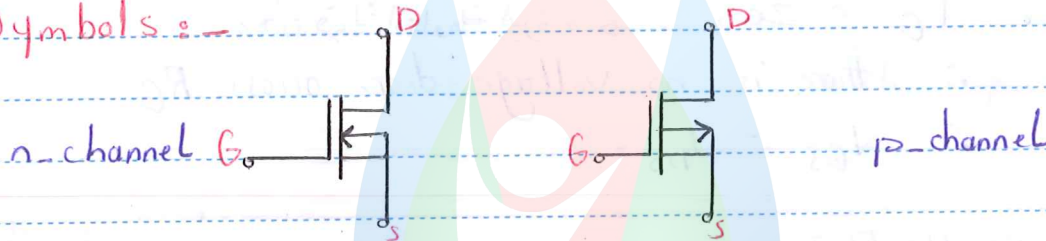
إلى أن تصل قيمته إلى الصفر



## # Transfer Characteristic :-



## # Symbols :-



Zero Bias  
MOSFET Biasing  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Voltage divider Bias} \\ \text{Drain feedback Bias} \end{array} \right.$

## 1. E-MOSFET :-

\* Zero Bias  $\rightarrow$  not applied  
 gate always in "off" state

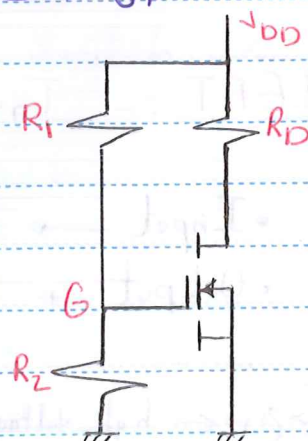
\* Voltage divider

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

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

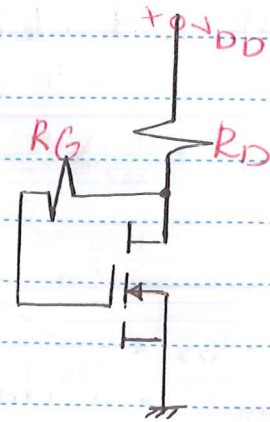
$$V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D$$

$$I_D = K (V_{GS} - V_{GS(th)})^2$$



## \* Drain feedback Bias

- الفكرة إنني جوصل الخرج بالدخل عبر طريق مقاومة مثلاً عشان أرجع جزء من الخرج تاني للدخل ، ويتحكم فيها من خلال قيمة المقاومة  $R_G = R_f$ .



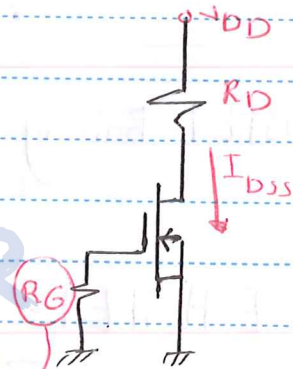
- $I_G \approx \text{Zero}$  → «لأن قيمة المقاومة كبيرة»
- ∴ there is no voltage drop across  $R_G$
- ∴  $V_{GS} = V_{DS}$

## 2:- D-MOSFET :-

### \* Zero Bias :-

- $V_{GS} = 0$
- $I_D = I_{DSS}$
- $V_{DS} = V_{DD} - I_{DSS} R_D$
- $I_G = \text{Zero}$

الوظيفة :- صنع تيار ال DC ذاته من الجاروند



## # IGBT :- Insulated Gate Bipolar Transistor

- Input → FET
- Output → BJT

ال Switching action مع ال high voltages ← سريع جداً أسرع من ال BJT.

مثلاً يعني :- في ال E-MOSFET قيم ال  $V_{GS}$  صغيرة جداً وأقدر أعملها بسرعة ..

