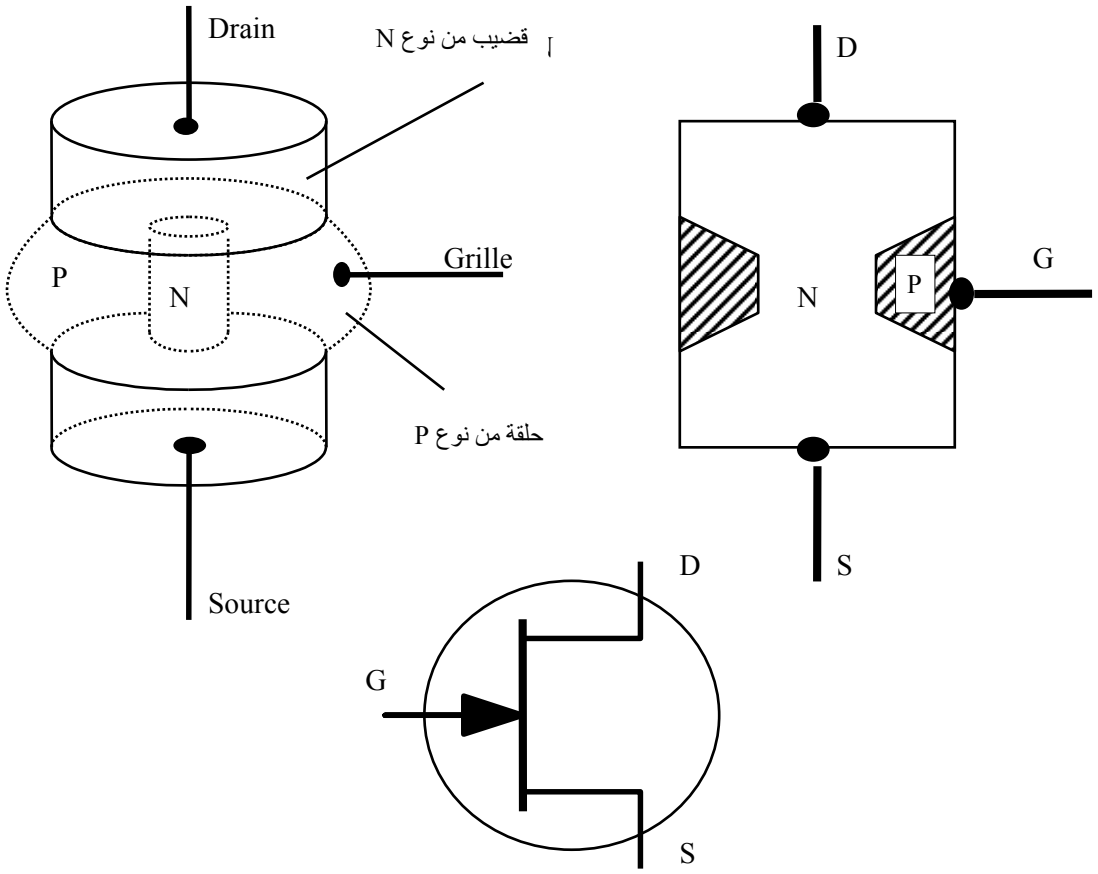
باسم الله الرحمن الرحيم

إعداد : احمد زهار

الترانزيستور ذو تأثير الحقل

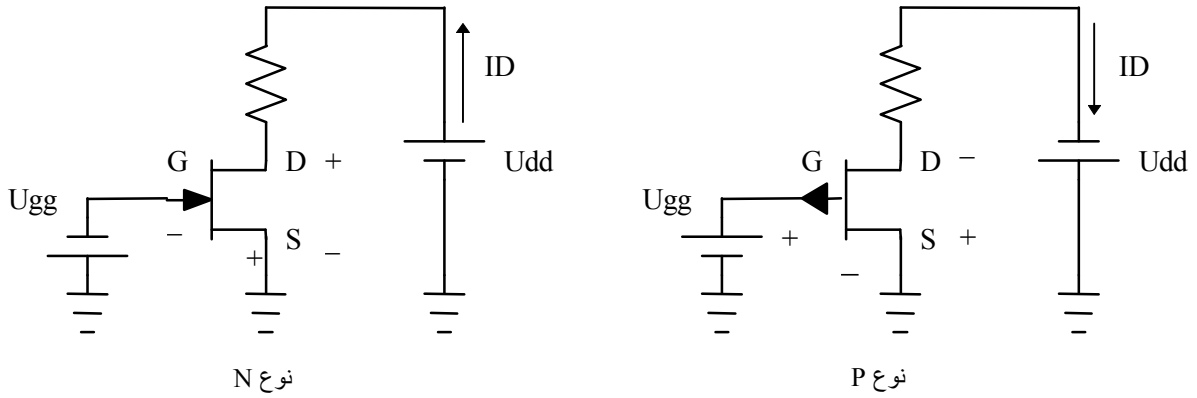
1.1 مبدأ العمل

الفرق بين transistor bipolaire وJFET (من الانجليزية "Junction Field Effect Transistor") هو أن الأول يتحكم به عن طريق تيار و الأخر عن طريق توتر. تركيبة JFET نوع N تعتمد على قطبان من أشباه-الموصلات من نوع N محاطة بحلقة من نوع P. تركيبة JFET نوع P تعتمد على قطبان من أشباه-الموصلات من نوع P محاطة بحلقة من نوع N. المنطقة السفلى تسمى المنبع *source*، العليا تسمى المَصرِف *drain* و بينهما توجد الشبكة *grille*. الالكترونات تمر عبر ممر ضيق من المنبع إلى المصرف. إن عرض هذه القناة مهم لأنه يحدد شدة التيار الذي يمر عبر JFET .



الشكل0

الحلقة و القضيب يشكلان وصل PN (jonction) . منطقة الضعيفة حول الوصل (jonction) عازلة. قطر هذه الأخيرة يتحكم ببعد القناة وسط الحلقة. في حالة JFET من نوع N، الشبكة ستكون مستقطبة بتوتر سلبي بالنسبة للقضبان. الغرض من منطقة الضعف هو انه إذا كانت القناة صغيرة يكون التوتر U_{GS} كبيرا و التيار الذي المار في JFET صغيرا.الشكل 2 يمثل استقطاب عادي للترانزيستور JFET من نوع N و P.



الشكل 2

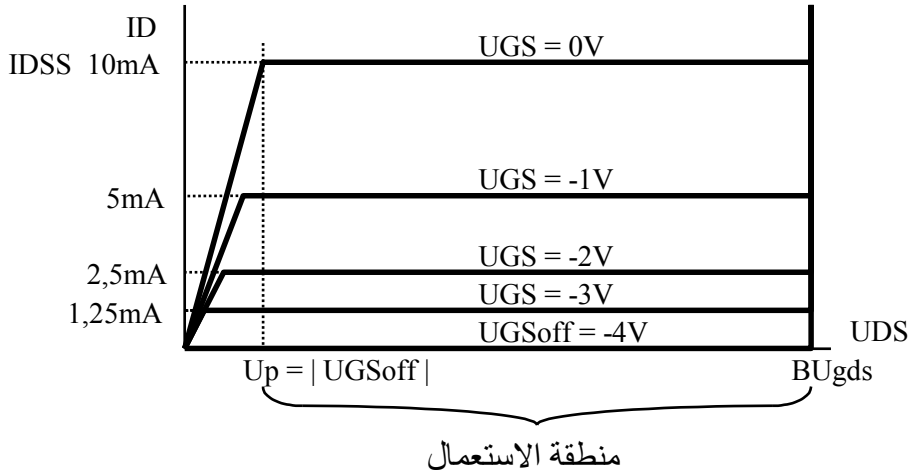
إن ترانزيستور JFET لا يطلب أي تيار في الشبكة لكي يعمل. و كان له ممانعة جدا عالية. ممانعة المضخم العملياتي نوع TL071 مثلا تساوي !1 TΩ.

1.2 خاصيات JFET

هي تحديد U_{GS} الذي يخلق تيار المصرف (I_D).لكن يجب استقطاب الترانزيستور قبلا.

1.3 مبيان التياران (id(uds و (id(ugs

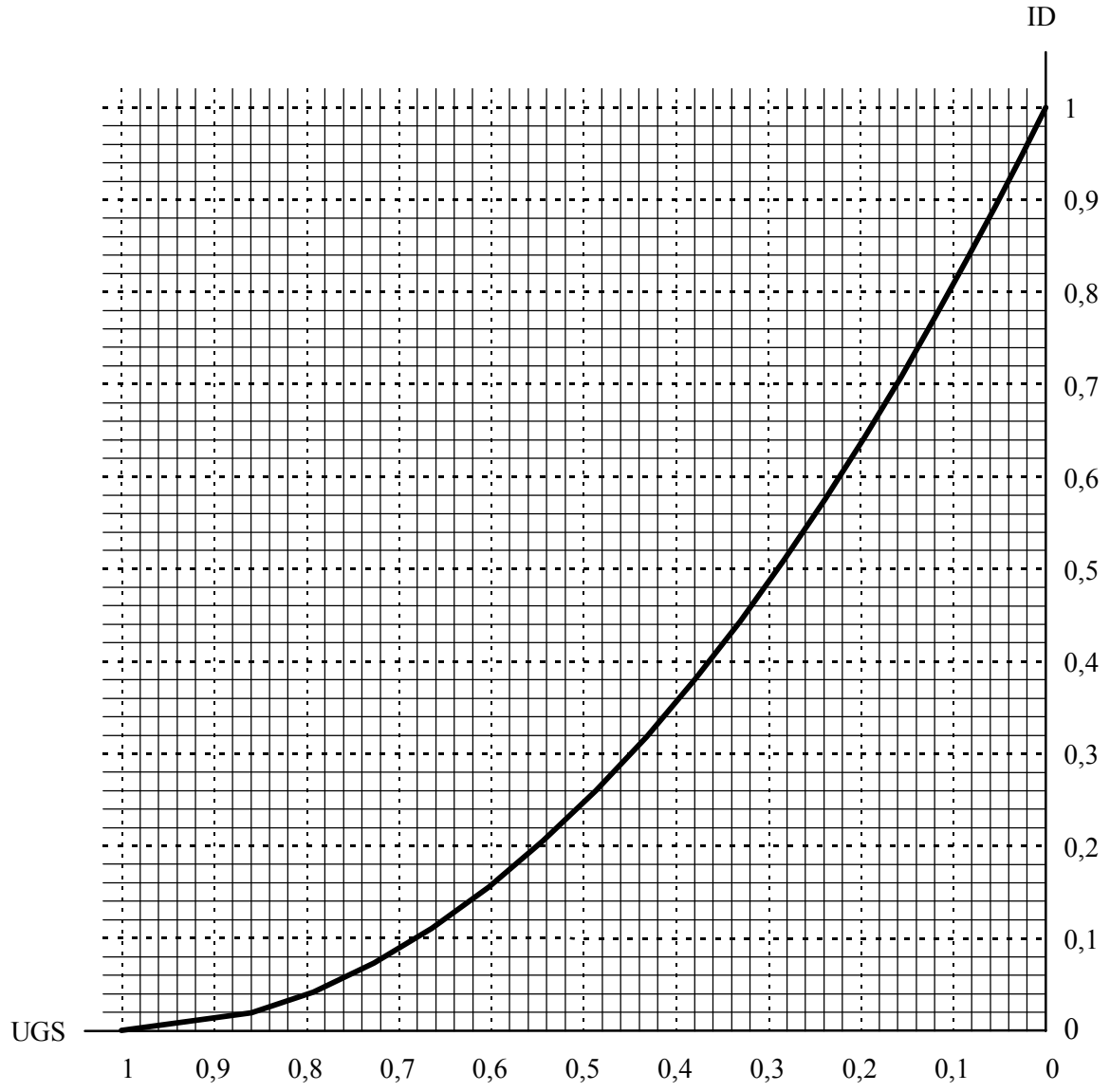
الشكل 3 أسفله يبن العلاقة تيار المصرف I_D و التوتر U_{DS} بدلالة توترات U_{GS} معطاة. هذه المنحنيات مشابهة لمنحنيات الترانزيستور العادي $I_C(U_{CE})$. الفرق يتجلى في توتر الإشباع الكبير و الذي يتغير حسب U_{GS} و أن المنحنيات متقاربة نوعا ما.



الشكل 3

القيم في المبيان ليست سوى على سبيل المثال (هناك قيم أخرى). هذا معناها:

- I_{DSS} :تيار المصرف عند $U_{GS} = 0V$.
- $U_{GS}off$:التوتر بين الشبكة و المنبع اللازم لكبح JFET.
- Up :(توتر القرص) هو توتر إشباع الترانزيستور I_{DSS} @.
- BU_{gds} :توتر الكبح او الفصل (« break down voltage ») للترانزيستور JFET.



الشكل 4: مبيان التوصيلات

في الشكل 4 ، نجد العلاقة الرياضياتية الموحدة بين I_D و U_{GS}. هذه العلاقة صحيحة مادام JFET مستعملا في منطقة العمليات (الشكل 3). هذه العلاقة مرباعاتية و هو ما يشرح المسافة الفاصلة بين المبيانات. المبيان يسمى مبيان transconductance.

العلاقة الرياضياتية :

$$I_D = I_{DSS} \times (1 - U_{GS} / U_{GS}off)^2$$

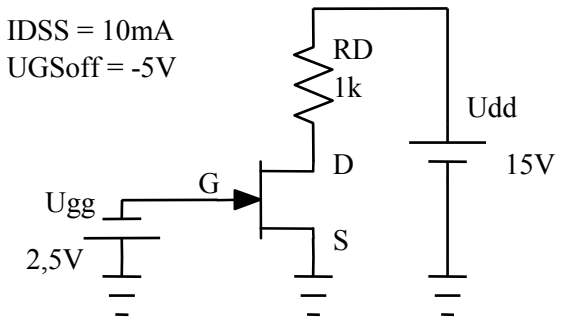
او كذلك :

$$U_{GS} = -U_{GS}off \times (\hat{u}(I_D / I_{DSS}) - 1)$$

1.4 استقطاب **JFET**

1.4.1 استقطاب عادي

مثال بسيط. مولد توتر (Ugg) مضبوط على أساس إنتاج التيار المرغوب به I_D.



الشكل 5

$Ugg = U_{GS}$

$I_D = 10mA \times (1 - -2,5V / -5V)^2 = 2,5mA$

$U_D = 15V - 2,5mA \times 1k = 12,5V$

1 - سؤال :

ما هي قيمة Ugg الضرورية للحصول علي تتوتر U_D يساوي 10V؟

الحل :

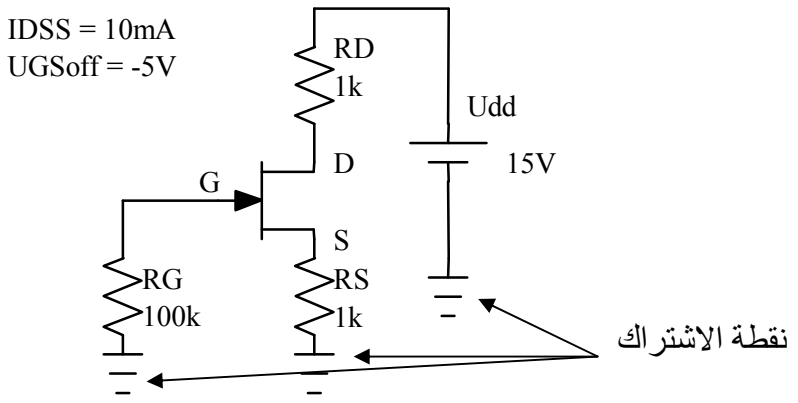
$U_{RD} = 15V - 10V = 5V$

$I_D = 5V / 1k = 5mA$

$Ugg = U_{GS} = 5V (\hat{u}(5mA / 10mA) -1) = -1,46V$

1.4.2 استقطاب أوتوماتيكي

هذه الطريقة تعتمد على وضع مقاومة بين المصرف ونقطة الاشتراك و مقاومة بين الشبكة ونقطة الاشتراك (توتر الشبكة يساوي 0V). هذه المقاومة هي التي تحدد ممانعة دخول JFET.



الشكل 6

تيار المنبع متعلق ب U_{GS}. توتر الشبكة يساوي 0 v (لا تيار يمر). إذن التوترU_{GS} محدد بتوتر المنبع، و الذي يحدد التوتر بين قطبي R_S و يحدد تيار المنبع. إذن نظام ذو معادلتين

#1: $I_D = I_{DSS} \times (1 - U_{GS} / U_{GS}off)^2$

#2: $I_D = -U_{GS} / R_S$

قف : الحساب معقد نوعا ما و لتسهيل و ربح الوقت استعن بالشكل 4 :

في محور I_D يتمثل I_{DSS} في حالتنا 10mA. في محور U_{GS} يتمثل $U_{GS}off$ في حالتنا 5V-.

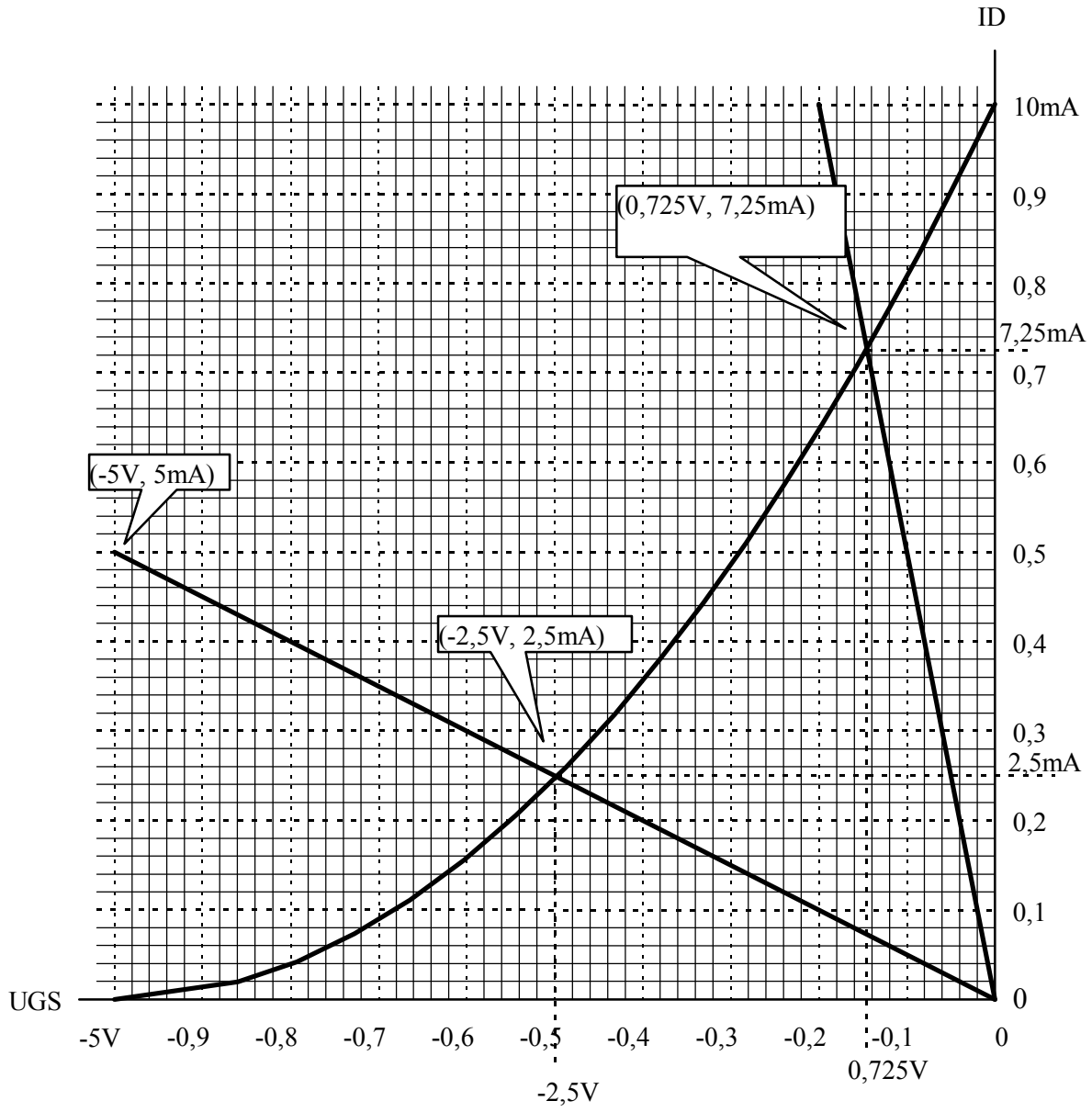
المعادلة #2 هي معادلة مستقيم ميله يساوي 1/RS- حيث الأصل في الصفر، لإيجاد نقطة أخرى من المستقيم نعوض U_{GS} ب 5V-.

I_D=-(-5V)/1k=5mA.الآن لدينا إحداثيات (-5V, 5mA). نرسم إذن المستقيم. نقطة تقاطع المستقيم و المنحنى تعطي التيار I_{DQ} و التوتر U_{GS}، حيث يساويان 2,5V et 2,5mA. (الشكل 7 المستقيم الأيسر).

$U_D = 15V - 2,5mA \times 1k = 12,5V$

$U_S = 2,5mA \times 1k = 2,5V$

$U_{DSQ} = 12,5V - 2,5V = 10V$



الشكل 7

1 - مثال:

السؤال :

جد للدارة في الشكل 6 (مع تعويض R_S ب 100Ω): I_{DQ}, U_{GS}, U_D, U_S et U_{DSQ} ؟

الحل :

لنفترض تيارا = *10mA*. هذا يعني ان التوتر بين قطبي R_S هو *1V*. الشكل 7 يعطي نقطة التقاطع (*0,725V et 7,25mA*) (المستقيم الأيمن).

$U_D = 15V - 7,25mA \times 1k = 7,75V$
$U_S = 0,725V$
$U_{DSQ} = 7,75V - 0,725V = 7,03V$