جامعة البعث — **سلم تصحيح** — **كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية**

امتحان الفصل الثاني لمقرر الكترونية 2 — **لطلاب السنة الثالثة هندسة تحكم آلي وحاسبات**

التاريخ: 31/07/2024 — **المدة:** (8.30 -10.30) — **الدرجة العظمى: 70 سبعون**

20

السؤال الأول ☺ 20 درجة (2 درجة لكل سؤال)

أختر الخيار الصحيح على الأسئلة التالية (خيار واحد صحيح):

1- في دارة MOSFET عندما $V_{GS} = 0$ فإن قيمة المقاومة r_{DS} تساوي تقريباً:

a) $.10^{12}\ k\Omega$
b) $.10^{6}\ M\Omega$ (2)
c) $.10^{9}\ \Omega$
d) $.10^{6}\ k\Omega$

2- في دارة MOSFET فإنه بزيادة الجهد V_{GS}:

a) يتناقص I_D.
b) تزداد المقاومة r_{DS}.
c) يتناقص عرض القناة.
d) جميع الخيارات السابقة خاطئة. (2)

3- في دارة MOSFET العملي فإنه بزيادة الجهد v_{DS}:

a) تتقلص منطقة النضوب.
b) يزداد طول القناة.
c) يتناقص طول القناة. (2)
d) جميع الخيارات السابقة خاطئة.

4- يؤدي توصيل مقاومة R_s لرجل منبع MOSFET لـ :

a) تخفيض عرض المجال الترددي للمكبر.
b) زيادة ربح المكبر.
c) زيادة مطال الإشارة على دخل الترانزستور.
d) تقليل التشويه اللاخطي. (2)

5- يستخدم ترتيب CD (مصرف مشترك) لوصل:

a) منبع عالي المقاومة إلى حمل عالي المقاومة.
b) منبع عالي المقاومة إلى حمل منخفض المقاومة. (2)
c) منبع منخفض المقاومة إلى حمل منخفض المقاومة.
d) منبع منخفض المقاومة إلى حمل عالي المقاومة.

6-عندما يعمل MOSFET في منطقة التريود فإن C_{gs} تساوي:

a) $.C_{gs} = \frac{2}{3}WLC_{ox}$
b) $.C_{gs} = 0$
c) $.C_{gs} = \frac{1}{2}WLC_{ox}$ (2)
d) $.C_{gs} = WLC_{ox}$

7- تنخفض الاستجابة المطالية للمكبر عند الترددات العالية بسبب:

a) مكثفات الربط coupling capacitors.
b) مكثفات التجاوز by-pass capacitors.
c) مكثفات الربط والتجاوز.
d) السعات الداخلية للترانزستور. (2)

8- يعتبر تحييز MOS عن طريق تثبيت قيمة V_{GS} فقط:

a) طريقة جيدة للحصول على I_D ثابت.
b) طريقة غير جيدة بسبب أنها تؤدي لـ I_D ثابت.
c) طريقة جيدة بسبب أن I_D لا يعتمد على V_T.
d) جميع الخيارات السابقة خاطئة. (2)

9- يحدث تأثير إيرلي في الترانزستور BJT بسبب:

a) تناقص طول القناة L.
b) زيادة تيار I_c عند زيادة v_{CE} في منطقة الاشباع.
c) تزايد طول القناة L.
d) جميع الخيارات السابقة خاطئة. (2)

10- تحدث القيمة العظمى لربح الجهد في دارة مكبر BJT:

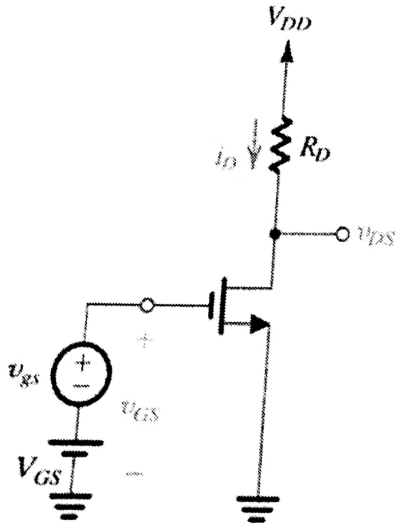
a) عند القيمة $V_{BE} = 0.5\ V$ (2)
b) عند القيمة $V_{CE} = 0.1\ V$.
c) عند القيمة $V_{CE} = 0.3\ V$.
d) عند القيمة $V_{BE} = 0.7V$.

$$A_v = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{V_T}$$

15

السؤال الثاني ☹ 15 درجة (6+9)

لتكن لدينا دارة المكبر المبينة في الشكل التالي:



حيث: $V_t = 0.1\ V$، $k'_n = 0.4\ mA/V^2$، $W/L = 10$، $\lambda = 0$،
$V_{DD} = 1.8\ V$، $R_D = 17.5\ k\Omega$، $V_{GS} = 0.6\ V$.

والمطلوب:

1- استنتج شرط الإشارة الصغيرة (تيار الإشارة عند مأخذ المصرف) small signal للحصول على تكبير خطي بدون تشويه (Distortion).

2- ما هو الحد الأعظمي المسموح به للتأرجح المتناظر للإشارة عند المصرف مبيناً ذلك حسابياً وبيانياً على مميزة نقل الجهد VTC.

$v_{GS} = V_{GS} + v_{gs}$ -1 [6]

$i_D = \frac{1}{2} k_n V_{ov}^2 = \frac{1}{2} k_n (v_{GS} - V_t)^2$

$i_D = \frac{1}{2} k_n (v_{GS}^2 - 2 v_{GS} V_t + V_t^2)$

$i_D = \frac{1}{2} [(V_{GS} + v_{gs})^2 - 2(V_{GS} + v_{gs}) V_t + V_t^2]$

$i_D = \underbrace{\frac{1}{2} k_n (V_{GS} - V_t)^2}_{I_D} + \underbrace{k_n (V_{GS} - V_t) v_{gs} + \frac{1}{2} k_n v_{gs}^2}_{i_d}$ (6)

للحصول على تكبير خطي يجب ان يكون :

$\frac{1}{2} k_n v_{gs}^2 \ll k_n (V_{GS} - V_t) v_{gs} \Rightarrow$

$\boxed{v_{gs} \ll 2 V_{ov}}$

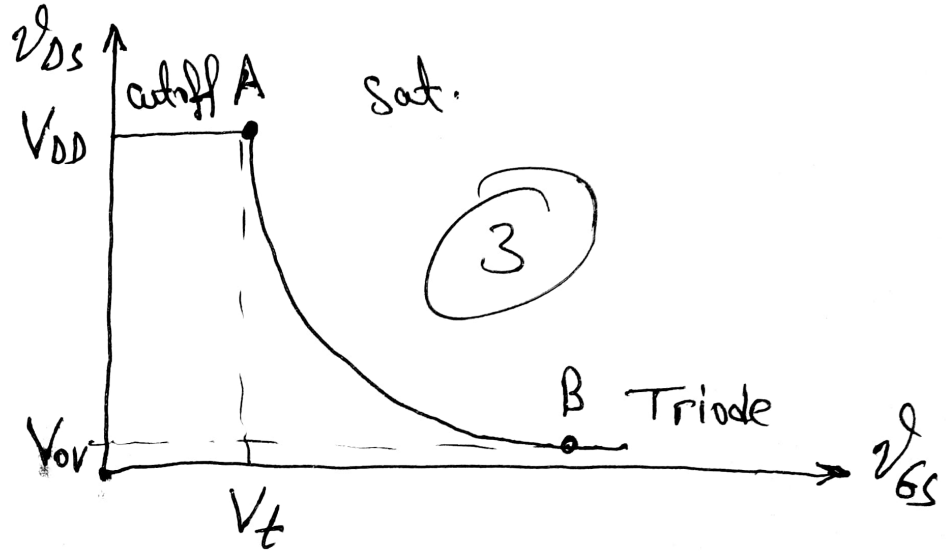
$V_{ov} = V_{GS} - V_t = 0.6 - 0.1 = 0.5\ V$ -2 [9]

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

$I_D = \frac{1}{2} k_n V_{ov}^2$; $k_n = k_n' \frac{W}{L} = 0.4 \times 10$ (4)

$I_D = \frac{1}{2} \times (0.4) \times (0.5)^2 \times 10 = 0.5\ mA$

$V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D = 1.8 - (0.5)(17.5) = -6.95V$

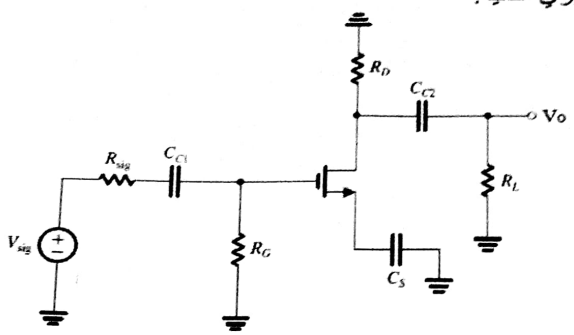


المرا تزصتور في حالة Cutoff (2) ولا توجد اشارة على الخرج

22

السؤال الثالث ⊗ 22 درجة (12+4+6)

لتكن لدينا دارة المكبر الترانزستوري التالية:



حيث: $R_G = 4.7\ M\Omega$، $R_D = R_L = 15\ k\Omega$، $R_{sig} = 100\ k\Omega$، $g_m = 1\ mA/V$، $r_o = 150\ k\Omega$،
$C_{gs} = 1\ pF$، $C_{gd} = 0.4\ pF$، و $f_{p1} = f_{p3} = 10\ Hz$. والمطلوب:

1- حدد القيم المناسبة للمكثفات C_{C1} و C_{C1} و C_S بحيث نحصل على تردد أدنى يساوي $f_L = 100\ Hz$.

2- ارسم الدارة المكافئة للترددات العالية باستخدام الموديل π الهجين، مع الأخذ بالاعتبار فقط السعتين C_{gd} و C_{gs} وتأثير إيرلي.

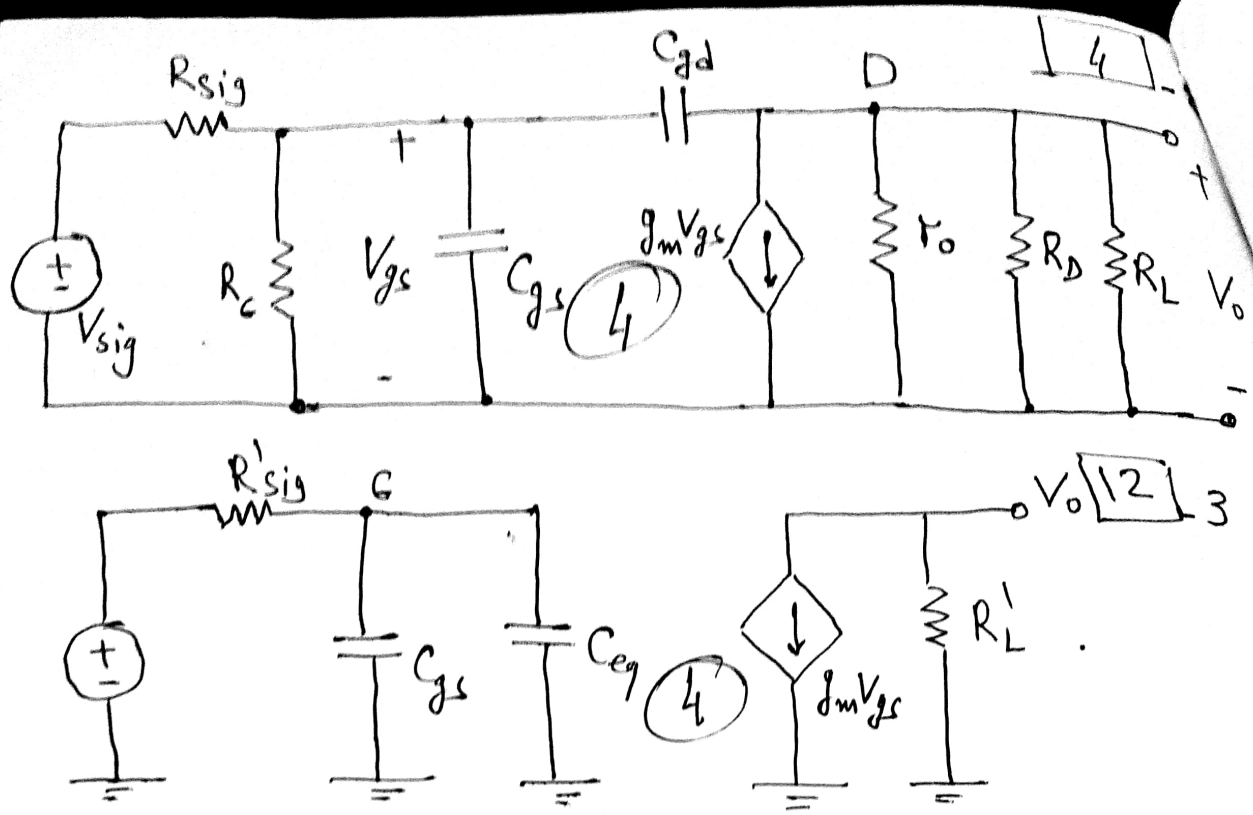
3- ارسم الدارة المبسطة من الدارة المكافئة في الطلب السابق (الطلب 2) مع استبدال السعة C_{gd} بسعة مكافئة $C_{eq} = C_{gd}(1 + g_m R'_L)$ موصولة بين البوابة والأرض، حيث $R'_L = r_o // R_D // R_L$. ثم أوجد ربح النطاق المتوسط A_M، والتردد العلوي f_H.

$$\omega_{p_2} = \frac{g_m}{C_S} \Rightarrow f_L = f_{p_2} = \frac{g_m}{2\pi C_S} \Rightarrow$$ 6 + 1

$$C_S = \frac{g_m}{2\pi f_L} = \frac{1 \times 10^{-3}}{2\pi \times 100} = 1.6\ \mu F$$ 2

$$C_{C_1} = \frac{1}{2\pi f_{p_1}(R_G + R_{sig})} = \frac{1}{2\pi \times 10 \times (0.1 + 4.7) \times 10^6} = 3.3\ nF$$ 2

$$C_{C_2} = \frac{1}{2\pi f_{p_2}(R_D + R_L)} = \frac{1}{2\pi \times 10 \times (15 + 15) \times 10^3} = 0.53\ \mu F$$ 2



$$A_M = -\frac{R_G}{R_G + R_{sig}} g_m R_L' \quad ;$$

$$R_L' = r_o \,//\, R_D \,//\, R_L = 150 \,//\, 15 \,//\, 15 = 7.14\ k\Omega$$

$$g_m R_L' = 1 \times 7.14 = 7.14\ V/V$$

$$A_M = -\frac{4.7}{4.7 + 0.1} \times 7.14 = -7\ V/V$$

(4) (4')

$$C_{eq} = (1 + g_m R_L')\, C_{gd} = (1 + 7.14) \times 0.4 = 3.26\ PF$$

$$C_{in} = C_{gs} + C_{eq} = 1 + 3.26 = 4.26\ PF$$

$$f_H = \frac{1}{2\pi\, C_{in} (R_{sig} \,//\, R_G)}$$

(4)

$$f_H = \frac{1}{2\pi \times 4.26 \times 10^{-12} (0.1 \,//\, 4.7) \times 10^6} = 382\ kHZ$$

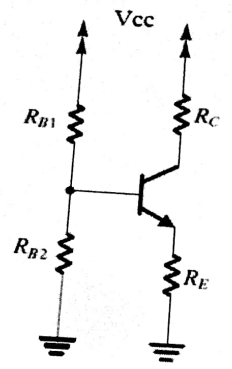
13

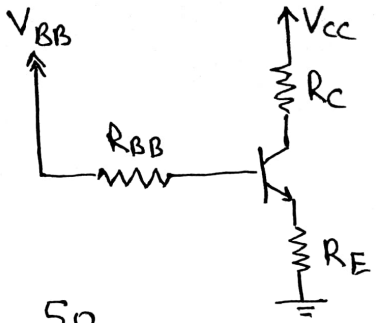
السؤال الرابع ☺ 13 درجة (3+10)

لتكن لدينا الدارة التالية: حيث: $V_{cc}=15\ V$، $R_{B1}=100\ k\Omega$ ، $R_{B2}=50\ k\Omega$، $R_C=5\ k\Omega$ ، $R_E=3\ k\Omega$، $V_{BE}=0.7\ V$، $\beta = 100$. والمطلوب:

1- بافتراض العمل في النمط الفعال حدد قيم الجهود في جميع العقد والتيارات في جميع الفروع.

2- تحقق من أن الترانزستور حقاً يعمل في النمط الفعال.





-1

① $V_{BB} = V_{cc}\ \dfrac{R_{B_2}}{R_{B_1}+R_{B_2}} = 15\ \dfrac{50}{50+100} = 5V$

① $R_{BB} = \dfrac{R_{B_1}\cdot R_{B_2}}{R_{B_1}+R_{B_2}} = \dfrac{100\times 50}{100+50} = 33.33\ K\Omega$

① $V_{BB} = I_B R_{BB} + V_{BE} + I_E R_E$

$I_B = \dfrac{I_E}{\beta+1}$ وبافتراض العمل في النمط الفعال:

① $V_{BB} = \dfrac{I_E}{\beta+1} R_{BB} + I_E R_E + V_{BE}$

10

① $\underline{I_E} = \dfrac{V_{BB}-V_{BE}}{R_E + R_{BB}/\beta+1} = \underline{1.29\ MA}$

① $\underline{I_B} = \dfrac{I_E}{\beta+1} = \dfrac{1.29}{100+1} = \underline{0.0128\ MA}$

① $\underline{V_B} = V_{BE} + I_E R_E = 0.7 + 1.29 \times 3 = \underline{4.57V}$

① $\underline{I_C} = \alpha I_E = 0.99 \times 1.29 = \underline{1.28\ MA}$

① $\underline{V_C} = V_{cc} - I_C R_C = 15 - 1.28\times 5 = \underline{8.6\ V}$

$V_{BE} = V_B - V_E \Rightarrow$ ① $\underline{V_E} = V_B - V_{BE} = 4.57 - 0.7 = \underline{3.87\ V}$

2- بما أن $V_B > V_E$ ① $\rightarrow$ $V_C > V_B$ ① فإن الترانزستور يعمل في النمط الفعال ①

3

انتهت الأسئلة — تمنياتي بالتوفيق والنجاح — د. م عبد المعين الرفاعي