ABCDEFGHIJKLMNOPQSTUVWXYZ

كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثالثة

اسئلة دوراة محلولة

الكترونيات ٢

A 2 Z LIBRARY

Facebook Group : A to Z مكتبة

كلية العلوم (فيزياء ، كيمياء ، رياضيات ،علم الحياة)

بمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app) على الرقم TEL: 0931497960

ABCDEFGHIJKLMNOPQSTUVWXYZ

جامعة طرطوس
كلية العلوم
قسم الفيزياء

اختبار مقرر إلكترونيات 2
العام 2024/2025
الفصل الدراسي الأول

الاسم:
الدرجة: 70

السؤال الأول: أجب عن كل من الاسئلة الآتية

أولاً: أجب بصح أو خطأ مع تصحيح الإجابة الخاطئة:

1- من أجل التحليل المستمر للترانزستور يكون ربح التيار الأمامي β هو النسبة بين تيار المجمع وتيار الباعث.

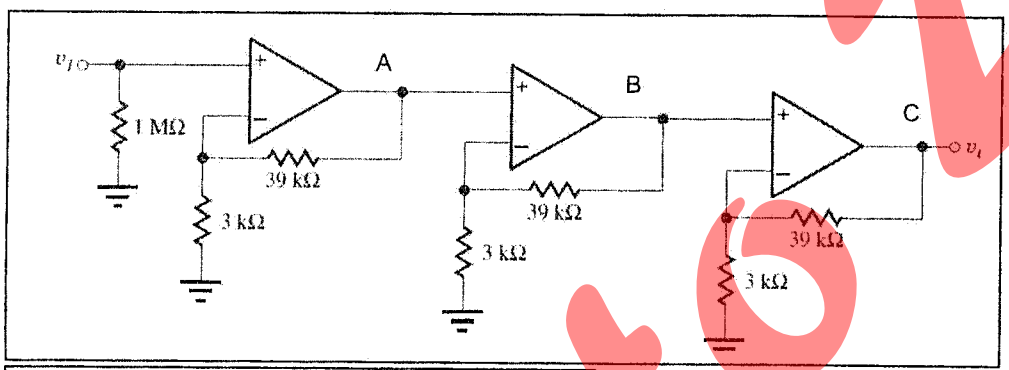
2- يعد الترانزستور MOSFET مضخماً للإشارة عندما يكون انحيازه في المنطقة الأمامية.

3- من أجل التحليل المستمر لدارة الترانزستور نستبدل المكثفات بدارة مقصورة.

4- أحد مميزات مكبر العمليات المثالي أن مقاومة الخرج كبيرة جداً.

5- نسمي النسبة بين ربح الجهد في النمط التفاضلي وربح الجهد في النمط المشترك بنسبة رفض النمط المشترك.

ثانياً: احسب قيمة ربح الجهد الكلي A_v للدارة المبينة في الشكل الآتي، ثم احسب جهود العقد A,B,C عند تطبيق إشارة دخل 0.2V .

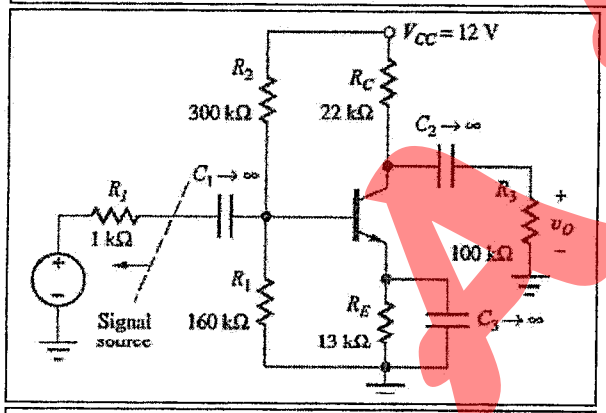


السؤال الثاني: حل كل من المسائل الآتية

أولاً: لتكن لدينا الدارة المبينة في الشكل الآتي، إذا علمت أنَّ:

$$\beta_F = 100, V_A = 75V, V_{CE} = 3.39V$$
$$I_C = 0.245mA\ , Vt = 0.025V$$

احسب ربح الجهد الكلي للدارة والمطال الأعظمي لإشارة الدخل من أجل تحقيق شرط الإشارة الصغيرة.



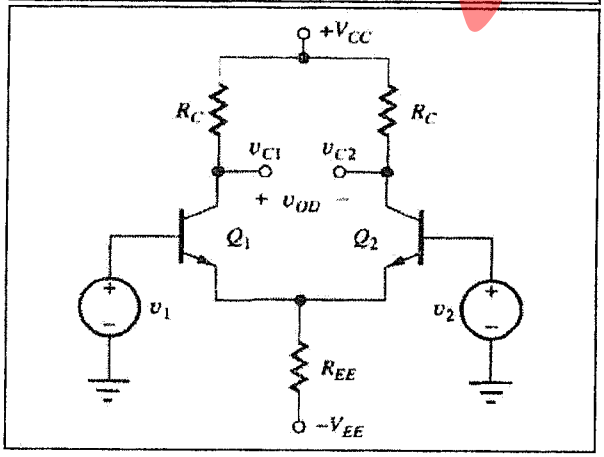
ثانياً: ليكن لدينا المضخم التفاضلي المبين بالشكل جانباً والمطلوب:

1- أحسب احداثيات نقطة العمل للترانزستور في المضخم التالي إذا علمت أنَّ:

$$VCC = 12\,V, VEE = 12\,V, REE = 270\,k\Omega,$$
$$RC = 330\,k\Omega, and\ \beta F = 100$$

2- في النمط التفاضلي أحسب الربح Add، وماهي مقاومة الدخل Rid ومقاومة الخرج Rod.

3- أحسب الربح في النمط المشترك Acc، واحسب نسبة رفض النمط المشترك CMMR بالنسبة لنهاية واحدة، وماهي مقاومة الدخل في النمط المشترك Ric.



A to Z

انتهت الاسئلة
مدرس المقرر: د. حسن البستاني

جامعة طرطوس | اختبار مقرر إلكترونيات 2 | الاسم:

كلية العلوم | العام 2023/2024 | الدرجة: 70

قسم الفيزياء | الفصل الدراسي الثاني

السؤال الأول: أجب بصح أو خطأ مع تصحيح الإجابة الخاطئة:

1- يُصمم مكبر العمليات بحيث تكون المقاومة بين مدخليه مساويه الصفر.

2- يعد الترانزستور BJT مضخماً ممتازاً لإشارات الدخل الجيبية عندما يكون انحيازه في منطقة الإشباع.

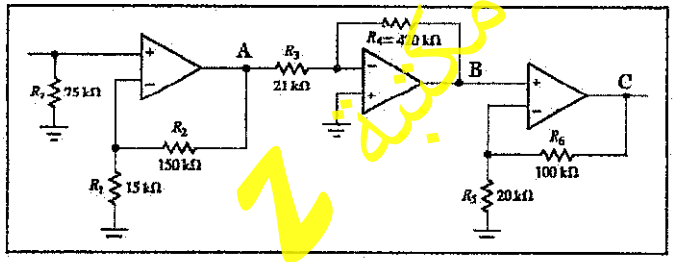
3- من أجل التحليل المتناوب لدارة الترانزستور نستبدل المقاومات بدارة مقصورة.

4- أحد مميزات مكبر العمليات المثالي أن نسبة رفض النمط المشترك صغيرة جداً.

5- النمط المشترك هو الحالة الإيجابية لعمل المضخم التفاضلي.

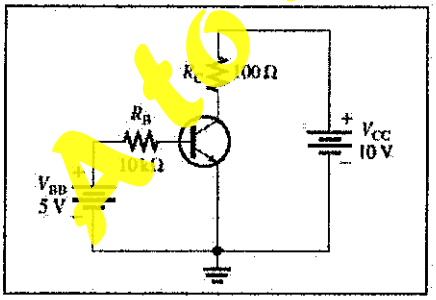
السؤال الثاني:

احسب قيمة ربح الجهد الكلي A_v للدارة المبينة في الشكل جانباً.

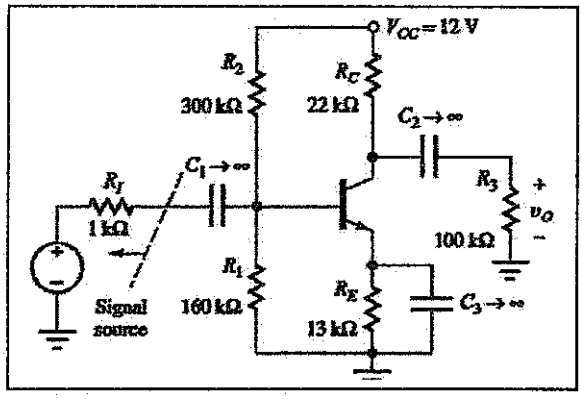


السؤال الثالث:

في الشكل المبين جانباً إذا علمت أنّ $V_{BE} = 0.7V$, $\beta = 150$ احسب I_B, I_C, I_E, V_{CE}.



السؤال الرابع:

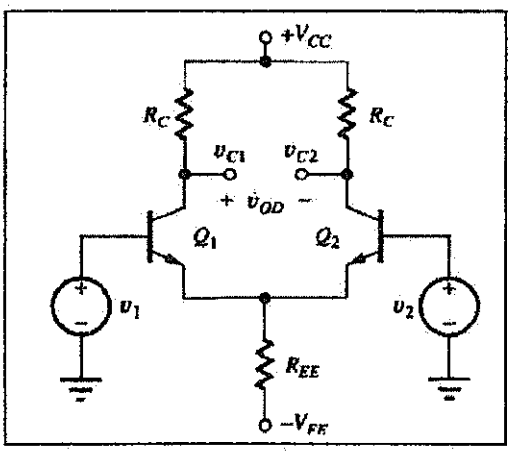


لتكن لدينا الدارة المبينة في الشكل الآتي، إذا علمت أنّ:

$\beta_F = 100, V_A = 75V, V_{CE} = 3.39V, I_C = 0.245mA, Vt = 0.025V$

احسب ربح الجهد الكلي للدارة والمطال الأعظمي لإشارة الدخل من أجل تحقيق شرط الإشارة الصغيرة.

السؤال الخامس:



ليكن لدينا المضخم التفاضلي المبين بالشكل جانباً والمطلوب:

1- أحسب احداثيات نقطة العمل للترانزستور في المضخم التالي إذا علمت أنّ:
$V_{CC} = 18V, V_{EE} = 18V, R_{EE} = 47\ K\Omega, R_C = 100\ K\Omega, \beta_F = 100$

2- احسب الربح في النمط التفاضلي A_{dd} والربح في النمط المشترك A_{cc} واحسب نسبة رفض النمط المشترك CMRR بالنسبة للخرج المشترك وبالنسبة لخرج واحد.

3- احسب مقاومة الدخل R_{id} والخرج R_{od} للنمط التفاضلي ومقاومة الدخل R_{ic} للنمط المشترك.

انتهت الاسئلة

مدرس المقرر: د. حسن البستاني

سلم تصحيح مادة: الكترونيات 1 - (الفصل الثاني - محلة) 2024 - 2023

السؤال الأول (15 درجة):

3- (صح) ✓ ③

1- خطأ ① - التصحيح - في المنطقة الفعالة
أو - كمفتاح الكتروني (switch) ②

2- خطأ ① - التصحيح - ديود واحد ②

4- خطأ ① - التصحيح - ثلاثية التكافؤ ②
أو - n type

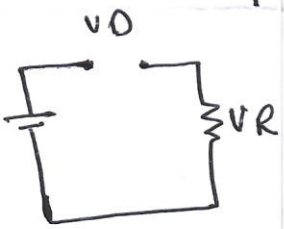
5- خطأ ① - التصحيح - المرتفعة ②

مكتبة A to Z

السؤال الثاني (15 درجة):

$E < 0,7$ ③ ⇐ الديود منحاز عكسياً ⇐ يمثل بمقاومة لانهائية (دارة مفتوحة) ③ وتكون

الدارة المكافئة بالشكل



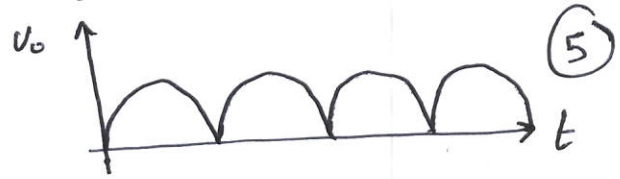
$V_R = 0$ ⇐ $I_D = 0$ ⇐ ③

$V_D = E = 0,45V$ ⇐ ③

السؤال الثالث (20 درجة):

- عند مرور النبضة الموجبة، يكون D_1 و D_3 منحازين أمامياً وبالتالي تمر النبضة الموجبة خلالها وخلال المقاومة R في الاتجاه الموجب للسالب ⑤

- عند مرور النبضة السالبة، يكون D_4 و D_2 منحازين أمامياً وبالتالي تمر النبضة السالبة خلالها وخلال المقاومة R في الاتجاه السالب للموجب. فتحصل على تقويم موجة كاملة ⑤



- في حال الديودات مثالية: ③

$V_{dc} = 2(3,18)V_m = 6,36(10) = 63.6V$ ②

- وفي حال اعتبر الطالب الديودات غير مثالية يكون

$V_{dc} = 2(3,18)(V_m - 2V_D) = 6,36(10 - 2(0,7))$

$= 54,696V$

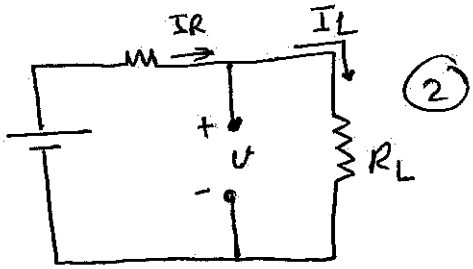
السؤال الرابع (20 درجة) :

1- تزيل ديود زينر وكسب مقداره ⇐

$$U = \frac{R_L}{R + R_L} v_i = \frac{1,2\,(10^{+3})\,(16)}{(1+1,2)\,10^{+3}} = 8,173\ v. \quad (3)\ (1)$$

(2)

بما أن $V_Z > V$ ⇐ ديود زينر في حالة قطع ⇐ الدارة المكافئة: (2)



(2)

$V_L = V = 8,173\ v$ (2)

$\Rightarrow V_R = v_i - V_L$ (2)

$= 16 - 8,173 = 7,27\ v$

$I_Z = 0$, $P_Z = V_Z \cdot I_Z = 0\ watt$

(2) (2) (2)

A to Z مكتبة

السؤال الأول (20 درجة):

(1)- وضح مع الرسم المبدأ الفيزيائي للترانزستور MOSFET – n-channel في النمط الافقاري، وارسم مميزة الترانزستور، (I_D, V_{DS})، ومميزة الترنزستور (I_D, V_{GS}). واكتب العلاقة الرياضية للتيار I_D في المنطقة الخطية وفي منطقة الاشباع

(2)- وضح مع الرسم المبدأ الفيزيائي للترانزستور BJT – pnp عند تطبيق انحياز أمامي على الوصلة باعث – قاعدة وانحياز عكسي على الوصلة مجمع – قاعدة، واكتب العلاقة بين تيارات الترانزستور.

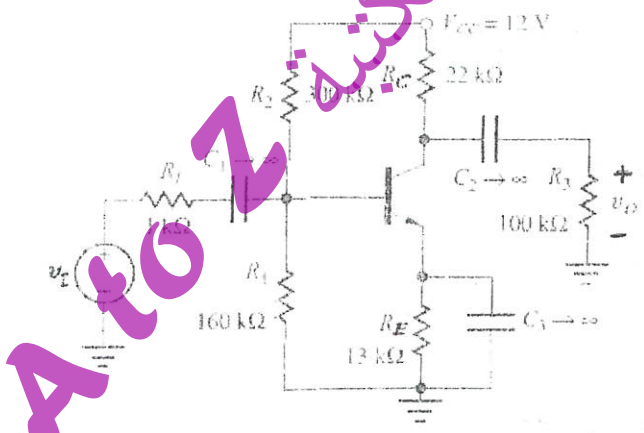
(3)- اكتب علاقة التيار I_D بدلالة معامل تعديل طول القناة λ بالنسبة للترانزستور MOSFET وفسر فيزيائياً كيفية تعديل طول القناة مع رسم المميزة (I_D, V_{DS}).

السؤال الثاني (50 درجة): حل المسألتين الآتيتين

مكتبة A to Z

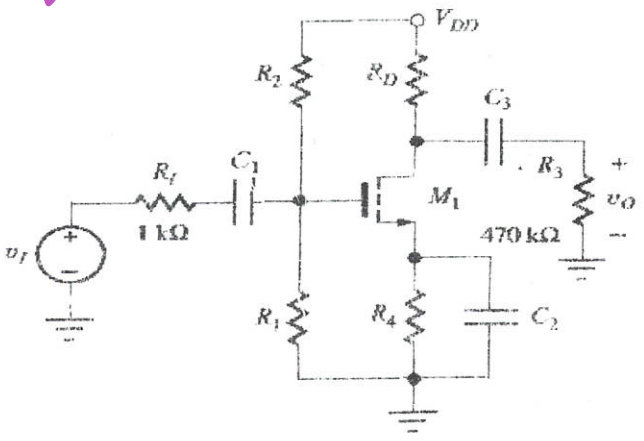
المسألة الأولى (30):

من أجل الدارة المبينة في الشكل، إذا علمت أن $\beta = 65$, $V_A = 50V$، والمطلوب:
(أ)- جد احداثيات نقطة العمل (حساب التحليل المستمر). (ب) رسم الدارة المكافئة للترانزستور من أجل تحليل الإشارة الصغيرة، واحسب معاملات الترانزستور.
(ج)- جد ربح الجهد Av
(د)- حساب المطال الأعظمي لإشارة الدخل (استخدم علاقة شرط الإشارة الصغيرة للترانزستور BJT).



المسألة الثانية (20):

(1)- ارسم الدارة المكافئة المستمرة للدارة المبينة في الشكل واحسب إحداثيات نقطة العمل Q-point، إذا علمت أن:
$K_N = 250\ \mu A/V^2$ -- $V_{TN} = 1$ V,
$V_{DD} = 15$ V,, $R_i = 1k\Omega$, $R_1 = 1$ MΩ,
$R_2 = 2.7$ MΩ, $R_D = 82$ kΩ, $R_4 = 27k\Omega$.
$V_{GSQ} = 1.8V$
(2)- من أجل نقطة العمل Q-point (82.2μA,6.04V)، جد ربح الجهد Av ومقاومة دخل الدارة ومقاومة خرج الدارة (على دخل وخرج الترانزستور مباشرة).
(3)- حساب المطال الأعظمي لإشارة الدخل (استخدم علاقة شرط الإشارة الصغيرة للترانزستور MOSFET).



مع التمنيات بالتوفيق — انتهت الأسئلة — د حسن البستاني

رئيس القسم

جامعة طرطوس
كلية العلوم قسم الفيزياء

امتحان مقرر الكترونيات 2 – السنة الثالثة
الفصل الثاني 2022-2023

السؤال الأول (24 درجة): (الوقت المتوقع الأعظمي للإجابة 40 دقيقة)

(1)- وضح مع الرسم المبدأ الفيزيائي للمكثف MOS معرفاً من خلال هذا الشرح الجهد V_{TN} والطبقة المعكوسة، وارسم مميزة المكثف (علاقة سعة المكثف بالجهد المطبق على البوابة)، وارسم الدارة المكافئة للمكثف.

(2)- وضح مع الرسم المبدأ الفيزيائي للترانزستور MOSFET n-channel في النمط الإغنائي من أجل الجهود $V_G >> V_{TN}$، و $V_G < V_{TN}$ ، و $V_G > V_{TN}$ ، واكتب العلاقة الرياضية للتيار ID في المنطقة الخطية مع شروط قيم الجهود، واكتب العلاقة الرياضية للتيار I_D في منطقة الاشباع مع تحديد شروط قيم الجهود، وارسم مميزة الترانزستور (I_D, V_{DS}) موضحاً مناطق عمل الترانزستور.

(3)- وضح مع الرسم المبدأ الفيزيائي للترانزستور BJT – pnp عند تطبيق انحياز أمامي على الوصلة باعث – قاعدة وانحياز عكسي على الوصلة مجمع – قاعدة، واكتب العلاقة بين تيارات الترانزستور.

(4)- اكتب علاقة التيار I_D بدلالة معامل تعديل طول القناة λ بالنسبة للترانزستور MOSFET وفسر فيزيائياً كيفية تعديل طول القناة مع رسم المميزة (I_D, V_{DS}).

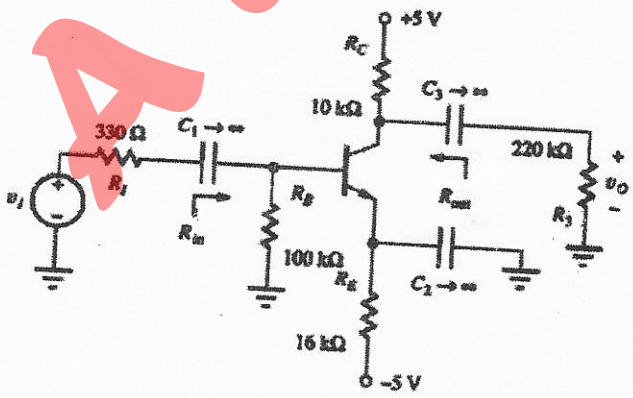
السؤال الثاني (46 درجة): حل المسألتين الآتيتين (الوقت الأعظمي للإجابة 80 دقيقة)

المسألة الأولى (26):

من أجل الدارة المبينة في الشكل، إذا علمت أن $\beta = 65$, $V_A = 50V$، والمطلوب:

(أ)- جد احداثيات نقطة العمل (حساب التحليل المستمر). (ب) رسم الدارة المكافئة للترانزستور من أجل تحليل الإشارة الصغيرة، واحسب معاملات الترانزستور.

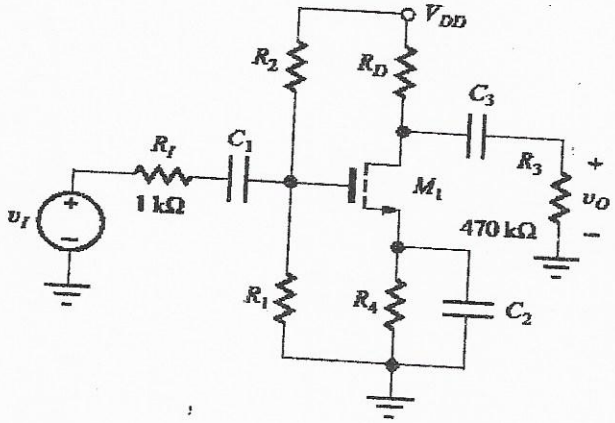
(ج)- جد ربح الجهد Av ومقاومة دخل الدارة ومقاومة خرج الدارة (يُرجى الانتباه للأسهم، حيث يُطلب حساب مقاومة الدخل ومقاومة الخرج). (د)- حساب المطال الأعظمي لإشارة الدخل (استخدم علاقة شرط الإشارة الصغيرة للترانزستور BJT).



المسألة الثانية (20):

(1)- ارسم الدارة المكافئة المستمرة للدارة المبينة في الشكل واحسب إحداثيات نقطة العمل Q-point، إذا علمت أن:

$K_N = 250\ \mu A/V^2$ -- $V_{TN} = 1\ V$,
$V_{DD} = 15\ V$,, $R_I = 1k\Omega$, $R_1 = 1\ M\Omega$,
$R_2 = 2.7\ M\Omega$, $R_D = 82\ k\Omega$, $R_4 = 27k\Omega$.
$V_{GSQ} = 1.8V$



(2)- من أجل نقطة العمل Q-point (82.2μA,6.04V)، جد ربح الجهد Av ومقاومة دخل الدارة ومقاومة خرج الدارة (على دخل وخرج الترانزستور مباشرة).

(3)- حساب المطال الأعظمي لإشارة الدخل (استخدم علاقة شرط الإشارة الصغيرة للترانزستور MOSFET).

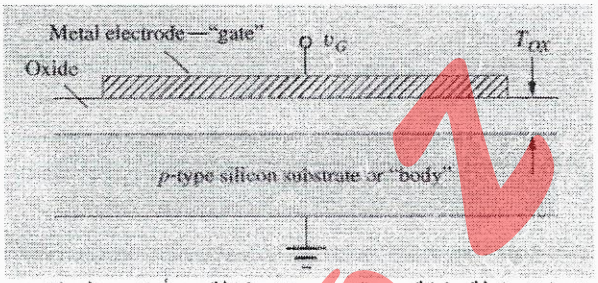
انتهت الأسئلة

مع التمنيات بالتوفيق
د حسن البستاني

A to Z

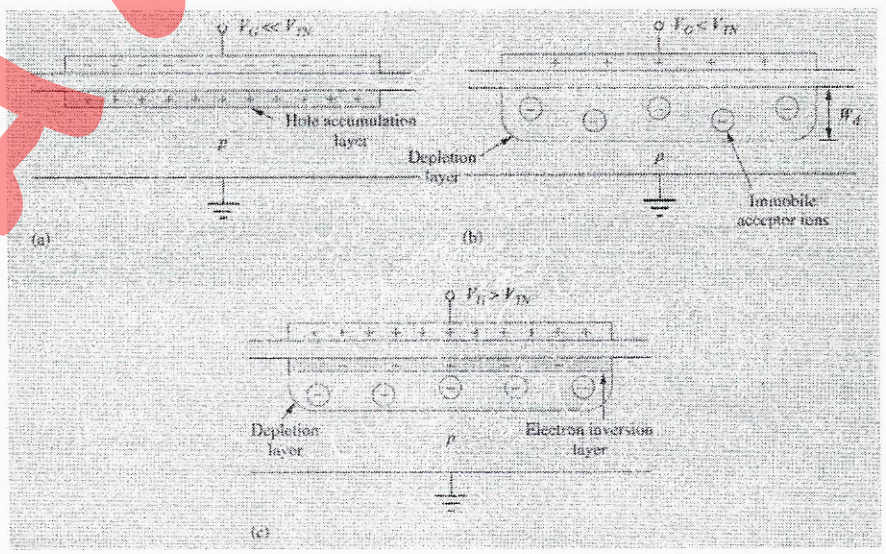
السؤال الأول (٢٤ درجة): (الوقت المتوقع الأعظمي للإجابة ٤٠ دقيقة)

(١)- وضح مع الرسم المبدأ الفيزيائي للمكثف MOS معرفاً من خلال هذا الشرح الجهد V_{TN} والطبقة المعكوسة، وارسم مميزة المكثف (علاقة سعة المكثف بالجهد المطبق على البوابة)، وارسم الدارة المكافئة للمكثف.



يشكل فهم عمل مكثف MOS النواة الأساسية لفهم عمل الترانزستور الحقلي MOSFET.
يستخدم مكثف MOS لتحرض شحن عند الحد الفاصل بين النصف ناقل والأوكسيد.
يُشكل القطب الأعلى للمكثف من مادة ذات مقاومة منخفضة (معدن)، غالباً ما يكون الألمنيوم، أو مادة من بولي سيلكون مشابة بشكل كثيف، يُسمى هذا القطب بالبوابة Gate.

يفصل بين البوابة والمادة النصف ناقلة p-type (الجسم، أو الأساس) مادة عازلة رقيقة، سماكتها Tox مشكلة من أوكسيد السيلكون (Oxide). يُعد أوكسيد السيلكون مادة مستقرة وثابتة، عوازل ممتاز، هذا يفسر أحد الأسباب لانتشار السيلكون كمادة نصف ناقلة. تعمل المادة p-type عمل القطب الثاني للمكثف. يمكن تصنيع المكثف من مادة نصف ناقلة نوع n. تعمل التشكيلة المبينة عمل مكثف متغير لاخطي، يتم التحكم بقيمته من خلال الجهد المطبق.



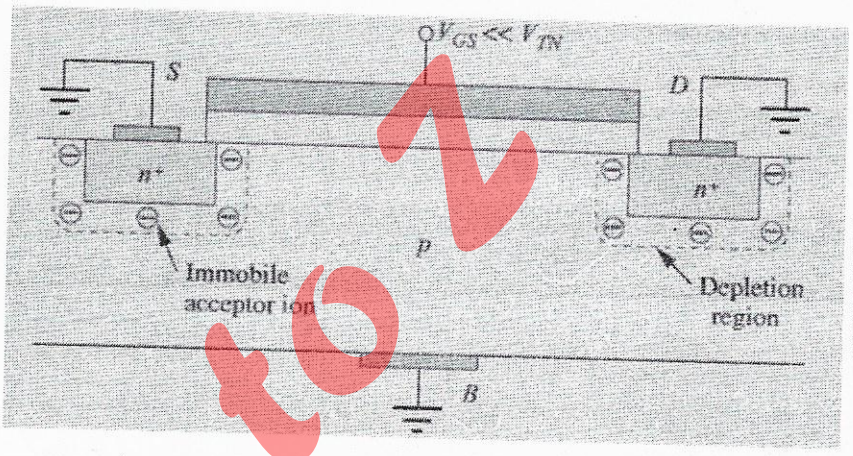
- في حال تطبيق جهد شديد السلبية على البوابة G ($V_G \ll V_{TN}$) بالنسبة للأساس substrate (الشكل (a)). حيث V_{TN} عبارة عن جهد عتبة. يتم تعديل سلبية الجهد المطبق من خلال الثقوب الموجود في المادة نوع p (الكثرية) التي تتجمع (عملية تجاذب) حول طبقة الأوكسيد، مشكلة طبقة تُسمى الطبقة المجمعة accumulation.

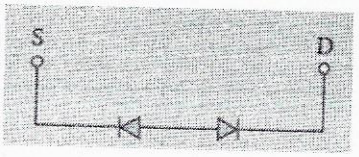
- تبدأ سلبية جهد البوابة بالانخفاض التدريجي حتى تصبح قطبية جهد البوابة موجبة ($V_G < V_{TN}$) (الشكل (b))، تبدأ الثقوب بالابتعاد عن الحد الفاصل للأوكسيد بسبب التنافر بين قطبيتين موجبتين. تخلف الثقوب وراءها شوارد الأخذ acceptor السالبة، بالتالي تتشكل منطقة من الشوارد (خالية من حوامل الشحنة)، تُسمى هذه المنطقة بالمنطقة المجردة depletion region. تتعادل قطبية الجهد المطبق الموجب مع الشوراد السالبة على الطرف الأسفل للأوكسيد. يُعطى عرض المنطقة المجردة بالرمز w_d حوال بضعة ميكرو متر حسب قيمة الجهد المطبق.

- بزيادة الجهد المطبق على البوابة حيث يصبح ($V_G > V_{TN}$) (الشكل (C))، تنجذب الالكترونات من الحدّ الفاصل للأوكسيد وتتجاوز كثافة الالكترونات كثافة الثقوب، عند هذه القيمة للجهد V_{TN} تنقلب قطبية المادة من النوع p إلى مادة من نوع n على الحد الفاصل للأوكسيد. تُسمى المنطقة الجديدة نوع n بالمنطقة (أو الطبقة) المقلوبة أو المعكوسة inversion layer (or inversion region). تتعادل قطبية الجهد المطبق الموجبة مع كثافة الالكترونات الموجودة على الحدّ الفاصل للأوكسيد مباشرة بالإضافة للشوارد السالبة الموجودة ضمن المنطقة المجردة. تُسمي قيمة الجهد التي تنقلب عنده نوعية المادة من النوع p إلى النوع n بجهد العتبة V_{TN} threshold voltage.

(٢)- وضح مع الرسم المبدأ الفيزيائي للترانزستور MOSFET n-channel في النمط الإغنائي من أجل الجهود V_G $V_G << V_{TN}$، و $V_G < V_{TN}$ ، و $V_G > V_{TN}$ ، واكتب العلاقة الرياضية للتيار ID في المنطقة الخطية مع شروط قيم الجهود، واكتب العلاقة الرياضية للتيار I_D في منطقة الاشباع مع تحديد شروط قيم الجهود، وارسم مميزة الترانزستور (I_D, V_{DS}) موضحاً مناطق عمل الترانزستور.

يعمل الترانزستور الحقلي MOSFET بشكل مشابه لعمل المكثف MOS.



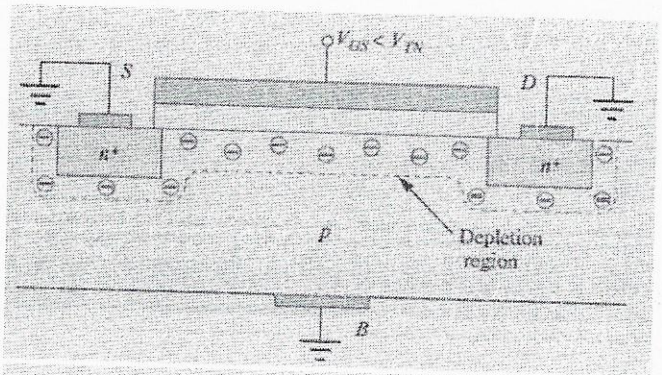


الدارة المكافئة للترانزستور

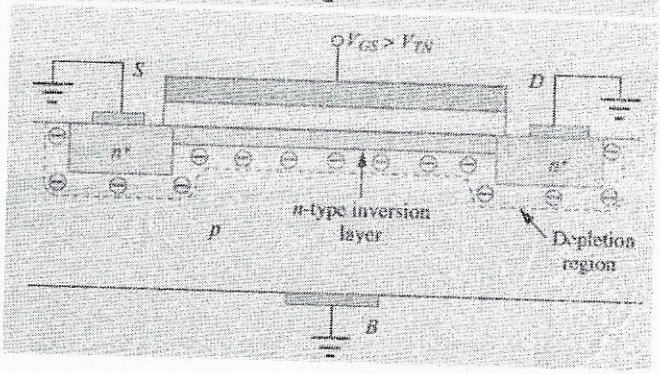
(١) - عند تطبيق جهد شديد السلبية على البوابة G ($V_G << V_{TN}$) بالنسبة للأساس substrate . حيث V_{TN} عبارة عن جهد عتبة وعنده تنقلب القناة من نوع p إلى النوع n (من تسمية الترانزستور NMOS أي نوع القناة n-type) . الدارة المكافئة للترانزستور عبارة عن وصلة متصل ثنائي back-to-back، بالتالي يمر صغير جداً بين المنبع والمصرف وهو عبارة عن تيار عكسي $I_D = I_{DSS}$.

لاحظ أن الأساس substrate و المنبع والمصرف كلها موصولة إلى الأرضي.

(٢)- عند تطبيق ($V_G < V_{TN}$). تبدأ الثقوب بالابتعاد عن الحد الفاصل للأوكسيد بسبب التنافر بين قطبيتين موجبتين. تخلف الثقوب وراءها شوارد الآخذ acceptor السالبة، بالتالي تتشكل منطقة من الشوارد (خالية من حوامل الشحنة)، تسمى هذه المنطقة بالمنطقة المجردة depletion region. المنطقة المجردة لا تضم حوامل شحنة، بالتالي لا يوجد تيار بين المنبع والمصرف.



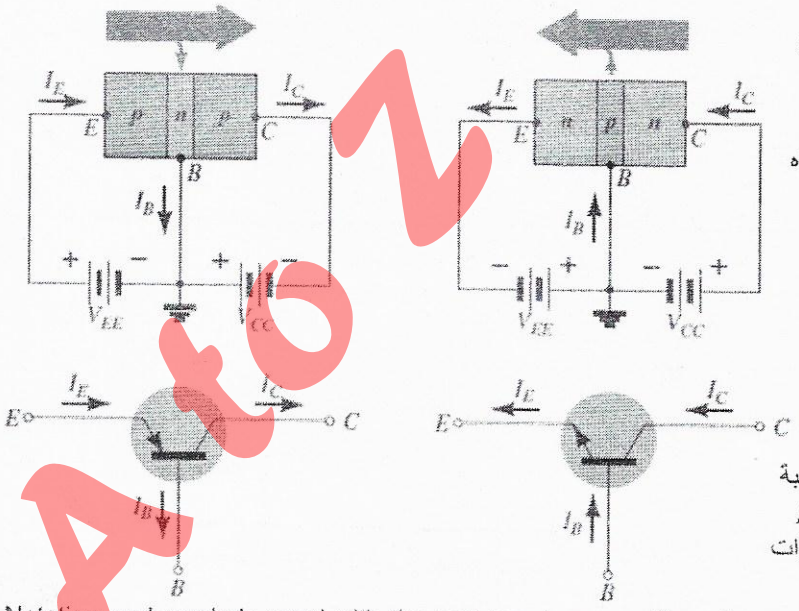
(٣)- عند تطبيق ($V_G > V_{TN}$). تنجذب الالكترونات من الحد الفاصل للأوكسيد وتتجاوز كثافة الالكترونات كثافة الثقوب، عند هذه القيمة للجهد V_{TN} تنقلب قطبية المادة من النوع p إلى مادة من نوع n على الحد الفاصل للأوكسيد. تسمى المنطقة الجديدة نوع n بالمنطقة (أو الطبقة) المقلوبة أو المعكوسة inversion layer (or inversion region). بالنتيجة يتدفق تيار بين المنبع والمصرف.



A to Z

(٣)- وضح مع الرسم المبدأ الفيزيائي للترانزستور pnp – BJT عند تطبيق انحياز أمامي على الوصلة باعث – قاعدة وانحياز عكسي على الوصلة مجمع – قاعدة، واكتب العلاقة بين تيارات الترانزستور.

يشير مصلح الوصلة المشتركة common junction إلى نهاية الترانزستور (pnp, pnp)، التي تكون مشتركة بين دارتي الدخل والخرج للترانزستور، وتوصل هذه النهاية إلى نقطة الأرضي.
بين الشكل دارة ترانزستور مع وصلة القاعدة المشتركة common-base.



Notation and symbols used with the common-base configuration: (a) pnp transistor; (b) npn transistor.

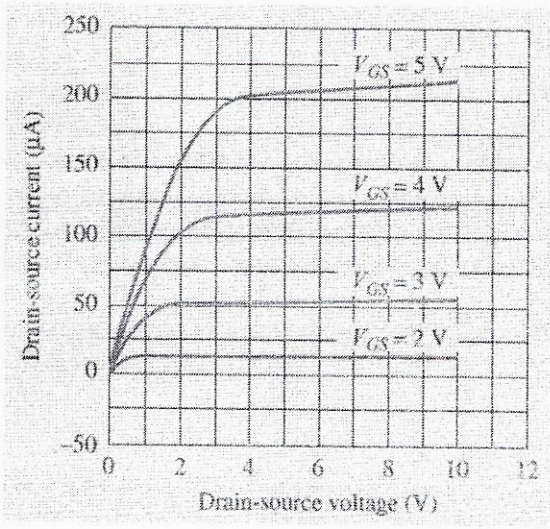
$$I_E = I_C + I_B$$

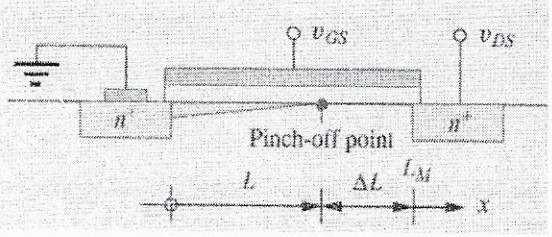
تشكل بارامترات دارة الدخل بالنسبة لوصلة القاعدة من تيار الباعث I_E والجهد V_{BE}، بينما تشكل بارمترات دارة الخرج من تيار المجمع I_C، والجهد V_{CB}.

(٤)- اكتب علاقة التيار I_D بدلالة معامل تعديل طول القناة λ بالنسبة للترانزستور MOSFET وفسر فيزيائياً كيفية تعديل طول القناة مع رسم المميزة (I_D, V_{DS}).

تبين المميزة العملية للترانزستور NMOS أن تيار المصرف i_D ليس ثابتاً تماماً، بل هناك ميل صغير في المميزة، بمعنى أن تيار المصرف يزداد بشكل طفيف جداً ضمن منطقة الأشباع. تنشأ هذه الزيادة في تيار المصرف نتيجة لظاهرة تُدعى تعديل طول القناة channel-length modulation. تنشأ هذه الظاهرة كون الطول الفعلي للقناة $L = L_M - \Delta L$، ينقص مع زيادة ΔL التي تنتج عن زيادة الجهد $v_{DS} > v_{DS(sat)}$.
تصبح علاقة تيار المصرف في هذه الحالة:

حيث تمثل λ معامل تعديل طول القناة وتتعلق بطول القناة، تتراوح قيمتها بين: $0\ V^{-1} \le \lambda \le 0.2\ V^{-1}$





A to Z

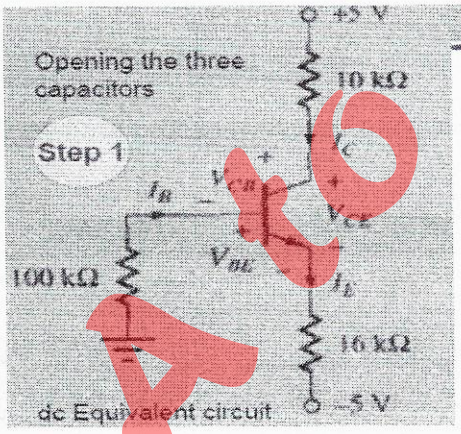
السؤال الثاني (٤٦ درجة): حل المسألتين الآتيتين (الوقت الأعظمي للإجابة ٨٠ دقيقة)

المسألة الأولى (٢٦):

من أجل الدارة المبينة في الشكل، إذا علمت أن $\beta = 65$, $V_A = 50V$، والمطلوب:

(أ)- جد احداثيات نقطة العمل (حساب التحليل المستمر). (ب) رسم الدارة المكافئة للترانزستور من أجل تحليل الإشارة الصغيرة، واحسب معاملات الترانزستور.

(ج)- جد ربح الجهد Av ومقاومة دخل الدارة ومقاومة خرج الدارة (يُرجى الانتباه للأسهم، حيث يُطلب حساب مقاومة الدخل ومقاومة الخرج). (د)- حساب المطال الأعظمي لإشارة الدخل (استخدم علاقة شرط الإشارة الصغيرة للترانزستور BJT).



Q-Point Analysis:

The first step is to draw the dc equivalent circuit the compute the Q-point.

$$I_E = (\beta_F + 1)I_B$$

$$10^5 I_B + V_{BE} + (\beta_F + 1)I_B(1.6 \times 10^4) = 5$$

$$10^5 I_B + 0.7 + 66I_B(1.6 \times 10^4) = 5$$

$$I_B = \frac{(5 - 0.7)\text{ V}}{10^5\ \Omega + 1.06 \times 10^6\ \Omega} = 3.71\ \mu\text{A}$$

$$I_C = 65I_B = 241\ \mu\text{A}$$

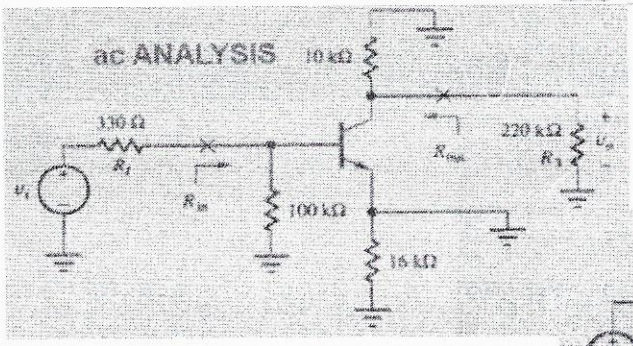
$$I_E = 66I_B = 245\ \mu\text{A}$$

Writing an equation for the output loop containing V_{CE},

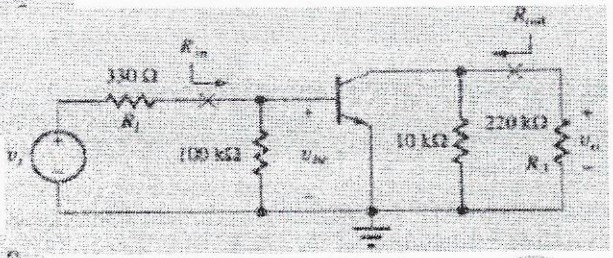
$$5 - 10^4 I_C - V_{CE} - 1.6 \times 10^4 I_E - (-5) = 0$$

$$V_{CE} = 10 - 10^4 I_C - 1.6 \times 10^4 I_E = 10 - 2.41 - 3.92 = 3.67\text{ V}$$

$$(I_C, V_{CE}) = (0.241\text{ mA}, 3.67\text{ V})$$ Step 2



The next step is to draw the ac equivalent circuit and simplify it before beginning the detailed analysis. For the ac analysis, we replace all capacitors by short circuits and the dc voltage sources with ground connections.



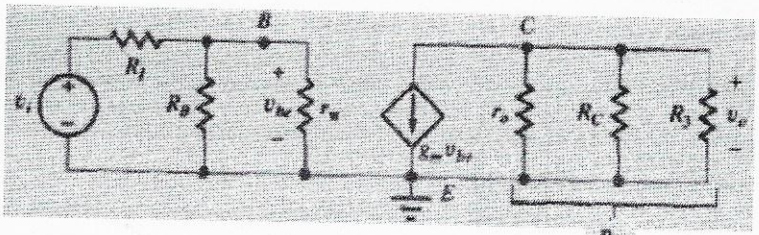
$$g_m = 40I_C = \frac{40}{\text{V}}(2.41 \times 10^{-4}\text{ A}) = 9.64 \times 10^{-3}\text{ S}$$

$$r_\pi = \frac{\beta_o V_T}{I_C} = \frac{65(0.025\text{ V})}{2.41 \times 10^{-4}\text{ A}} = 6.64\text{ k}\Omega$$ Step 4

$$r_o = \frac{V_A + V_{CE}}{I_C} = \frac{(50 + 3.67)\text{ V}}{2.41 \times 10^{-4}\text{ A}} = 223\text{ k}\Omega$$

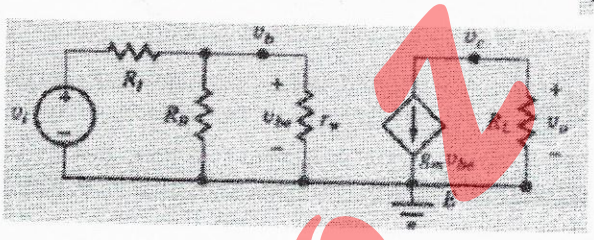
Common-emitter amplifier Step 3

$$\mu_f = g_m r_o = (58.0\text{ mS})(54.1\text{ k}\Omega) = 3140$$



Voltage gain A_v

Step 5



Now we are ready to develop an expression for the overall voltage gain of the amplifier. First, we find the **terminal voltage gain A_{vt}** between the base and collector terminals of the transistor. We then use this expression to find the gain of the overall amplifier. Starting with the circuit the terminal voltage gain is defined as

$$A_{vt} = \frac{v_c}{v_b} = \frac{v_o}{v_{be}}$$

The output voltage v_o is equal to the negative of the controlled-source current times the value of the load resistor

$$v_o = -(g_m v_{be}) R_L \quad \text{which gives} \quad A_{vt} = -g_m R_L$$

Voltage gain A_v

Now let us find the overall gain of the amplifier from source vi to the output voltage across *R3*. The gain can be written as

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \left(\frac{v_o}{v_{be}}\right)\left(\frac{v_{be}}{v_i}\right) = A_{vt}\left(\frac{v_{be}}{v_i}\right)$$

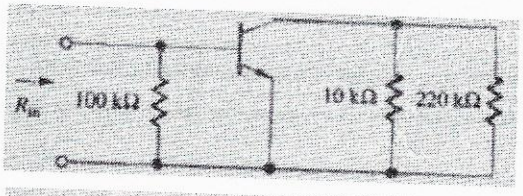
Voltage divider

$$v_{be} = \frac{R_B \| r_\pi}{R_1 + (R_B \| r_\pi)} v_i \quad \Rightarrow \quad A_v = -g_m R_L \left[\frac{R_B \| r_\pi}{R_1 + (R_B \| r_\pi)}\right]$$

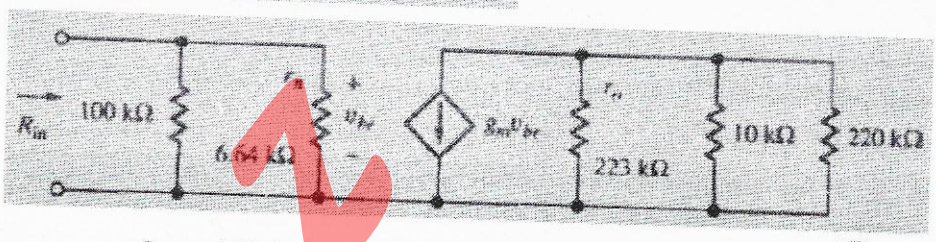
$$A_v = -(9.64 \times 10^{-3})(9.57\ \text{k}\Omega \| 220\ \text{k}\Omega)\left(\frac{6.23\ \text{k}\Omega}{330\ \Omega + 6.23\ \text{k}\Omega}\right) = -84.0$$

A_v in decibel is equal to $A_v|_{dB} = 10 \log(V_o/V_i)$

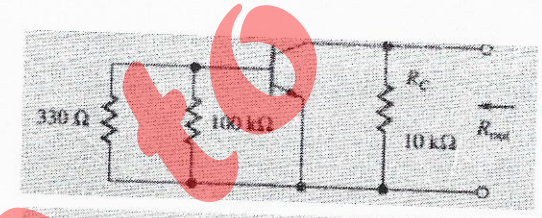
A to Z



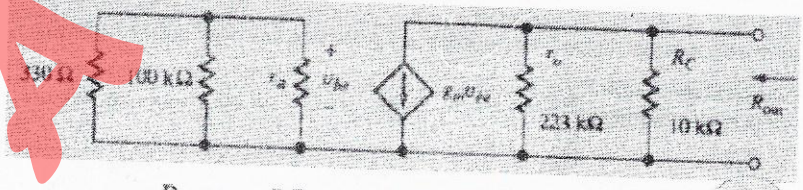
The input resistance is defined looking into the amplifier at the position of coupling capacitor C1



$$R_{in} = 100\ \text{k}\Omega \| r_\pi = 100\ \text{k}\Omega \| 6.64\ \text{k}\Omega = 6.23\ \text{k}\Omega$$ Step 5



The output resistance is defined looking back into the amplifier at the location of coupling capacitor C3



$$R_{out} = r_o \| R_C = 223\ \text{k}\Omega \| 10\ \text{k}\Omega = 9.57\ \text{k}\Omega$$ Step 5

Small-signal operation requires $|v_{be}| \le 0.005$ V.

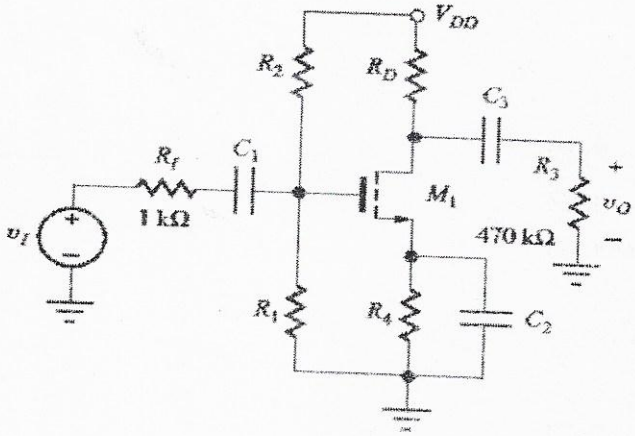
$$v_{be} = \frac{R_B \| r_\pi}{R_{th} + (R_B \| r_\pi)} v_i$$ Step 6

vin =0.00475V

المسألة الثانية (٢٠):

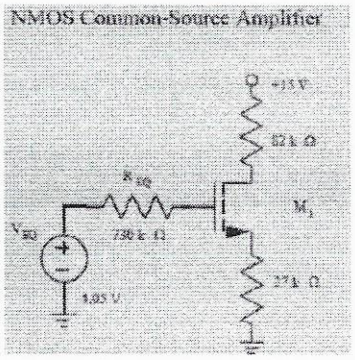
(١)- ارسم الدارة المكافئة المستمرة للدارة المبينة في الشكل واحسب إحداثيات نقطة العمل Q-point، إذا علمت أن:

$K_N = 250\ \mu A/V^2$ -- $V_{TN} = 1$ V,
$V_{DD} = 15$ V,, $R_I = 1k\Omega$, $R_1 = 1\ M\Omega$,
$R_2 = 2.7\ M\Omega$, $R_D = 82\ k\Omega$, $R_4 = 27k\Omega$.
$V_{GSQ} = 1.8V$



(٢)- من أجل نقطة العمل Q-point (82.2μA,6.04V)، جد ربح الجهد Av ومقاومة دخل الدارة ومقاومة خرج الدارة (على دخل وخرج الترانزستور مباشرة).

(٣)- حساب المطال الأعظمي لإشارة الدخل (استخدم علاقة شرط الإشارة الصغيرة للترانزستور MOSFET).



$$V_{EQ} = 15V\frac{1M\Omega}{1M\Omega + 2.7M\Omega} = 4.05V$$

$$R_{EQ} = 1M\Omega \| 2.7M\Omega = 730k\Omega$$

$$I_D = \frac{0.25mA}{2}(V_{GS} - 1)^2 \qquad I_D = 82.2\ \mu A$$

$$V_{DS} = 15 - 82000I_D - 27000I_D = 6.04V$$

Q-point: (82.2 μA, 6.04 V)

What is the voltage gain of the amplifier in Fig. P13.106? Assume $K_n = 0.500$ mA/V^2, $V_{TN} = 1$ V, and $\lambda = 0.0133$ V^{-1}.

For the bias network: $V_{EQ} = 10V\frac{430k\Omega}{430k\Omega + 560k\Omega} = 4.343V \mid R_{EQ} = 430k\Omega \| 560k\Omega = 243k\Omega$

$$I_D = \frac{5x10^{-4}}{2}(V_{GS} - 1)^2 \mid V_{GS} = 4.343 - 2x10^4 I_D \rightarrow V_{GS} = 1.72\ V \mid I_D = 131\ \mu A$$

$V_{DS} = 10 - 63k\Omega(131\mu A) = 1.75V \geq V_{GS} - V_{TN}$ so active region assumption is ok.

$$g_m = \sqrt{2(5x10^{-4})(131\mu A)} = 362\mu S \mid r_o = \frac{\left(\frac{1}{0.0133} + 1.75\right)}{131\mu A} = 586k\Omega$$

$$A_v = -\frac{243k\Omega}{243k\Omega + 1k\Omega}(362\mu S)(586k\Omega \| 43k\Omega \| 100k\Omega) = -10.3$$

A to Z