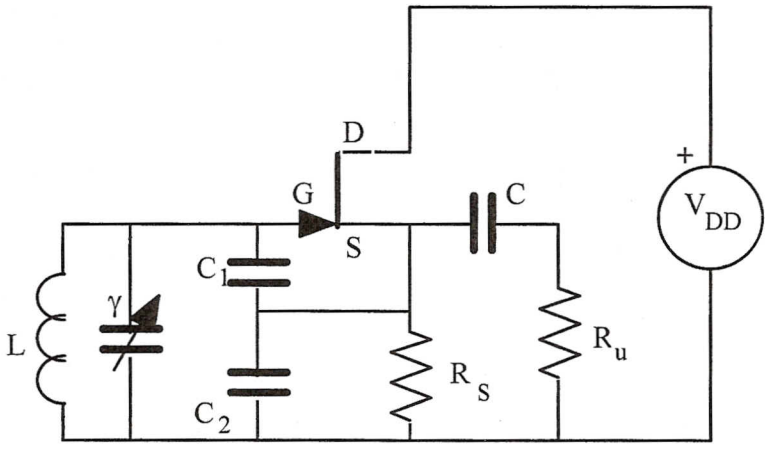
INT 2007 - 2008

PHY 3001

SYSTÈMES ET FONCTIONS DE L'ÉLECTRONIQUE

CONTRÔLE DES CONNAISSANCES
sans documents

On désire réaliser la démodulation d'un signal radiophonique en modulation de fréquence en utilisant une boucle d'asservissement de phase. Le signal à démoduler est centré sur la fréquence intermédiaire du récepteur, f_0 = 10,7 MHz, fréquence centrale de la boucle. On propose d'étudier l'oscillateur commandé en tension (VCO) de cette boucle.
L'oscillateur est réalisé selon le montage suivant :



Le signal de sortie de l'oscillateur est appliqué à un comparateur de phase dont la charge est représentée par une résistance R_u = 1000 Ω
L'oscillateur fait intervenir un transistor à effet de champ dont les caractéristiques sont les suivantes :

I_{DSS} = 8 mA $\qquad$ V_{GSoff} = – 4 V

$I_D = I_{DSS}\,(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}})^2$ $\qquad$ si $V_{GS} > V_{Gsoff}$ $\qquad$ et $\qquad$ $V_{DS} > -V_{Gsoff}+V_{GS}$

Il est alimenté par une source de tension continue V_{DD} = 9 V.

Le condensateur C est un condensateur de liaison (impédance infinie en continu et impédance considérée comme nulle en régime d'oscillation).

Les autres condensateurs (C_1, C_2 et γ) sont des condensateurs d'accord permettant à l'oscillateur de fonctionner et de délivrer un signal sinusoïdal à la fréquence f_0 désirée. Le condensateur γ présente une capacité variable commandée électroniquement.

1. Étude du régime continu

1.1. Représenter le schéma du montage en continu.

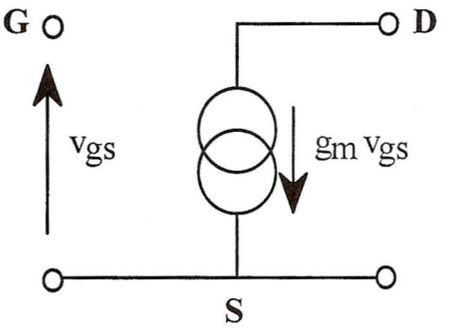
1.2. On souhaite que le transistor soit en régime de fonctionnement normal et polarisé au point de fonctionnement suivant : V_{GS} = – 3V

1.2.1. Calculer la valeur du courant circulant dans le transistor.

1.2.2. Déterminer la valeur de la résistance R_S permettant d'obtenir le point de fonctionnement désiré.

1.2.3. En déduire la valeur de la tension V_{DS}.

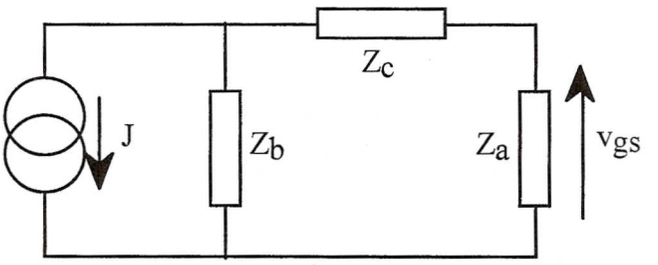
2. Détermination des conditions d'oscillation



2.1. En régime de variations (ou d'oscillation), le transistor est caractérisé par le schéma équivalent ci-contre.
Déterminer la valeur de g_m intervenant dans le schéma

2.2. Donner le schéma du montage en régime d'oscillation.

2.3. Montrer que le schéma précédent peut être présenté sous la forme suivante faisant intervenir une source de courant et trois impédances (plus ou moins complexes):



Donner les expressions de J, $Y_a=1/Z_a$, $Y_b=1/Z_b$ et $Y_c=1/Z_c$.

2.4. En résolvant le circuit, on trouve alors que la tension v_{gs} s'exprime sous la forme :

$$v_{gs} = -\frac{Y_c\, J}{Y_b(Y_a + Y_c) + Y_a\, Y_c}$$

En utilisant les résultats précédents, déterminer à quelle condition, cette équation admet une solution v_{gs} non nulle.

2.5. On donne : L = 1 µH

Déterminer les valeurs de C_1 et C_2 pour que l'oscillateur fonctionne et délivre un signal sinusoïdal de fréquence f_0 quand γ présente une capacité égale à 50 pF.

NOM : AGNUS
Prénom : Christelle

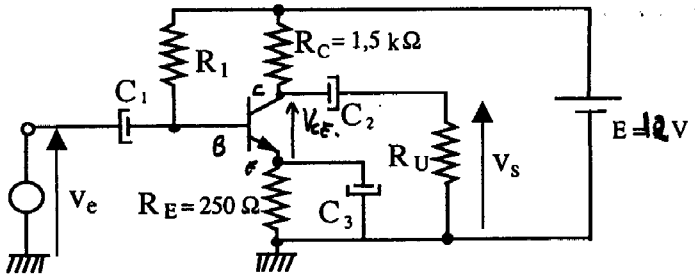
Groupe de TD : 6

INT Contrôle Continu -2- SF 11 15/11/05

Durée : 15 mn **AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISÉ**

Les réponses seront données directement sur l'énoncé. Ne pas oublier d'inscrire votre nom et prénom.
Les machines à calculer ne sont pas autorisées.

Soit le montage amplificateur à transistor bipolaire suivant :



$E = 12$ V, $V_{BE} = 0,6$ V et le potentiel thermique $V_T = 25$ mV, on prendra $\alpha = 1$
On veut que V_{CE} soit égal à 6 V, on demande :

1. calculer le courant Ic qui circule dans le collecteur du transistor.
2. en déduire la valeur de r_e résistance dynamique de la jonction Base - Emetteur
3. représenter le schéma équivalent du montage, en régime de variation, on sait que les condensateurs présentent des impédances nulles aux fréquences de travail.
4. sachant que $R_C = R_U$ quelle est l'amplification en tension A_V du montage ?

Réponses :

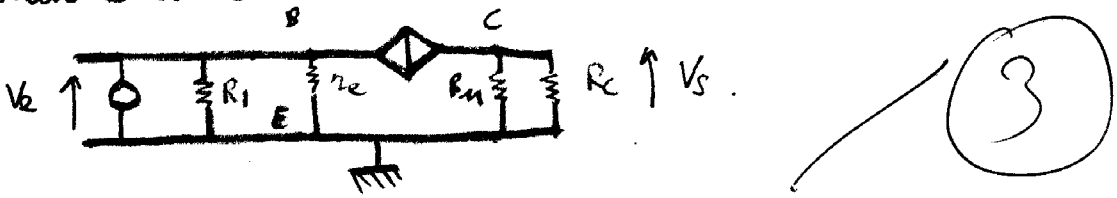
1) Au point de repos, les condensateurs sont considérés comme des interrupteurs ouverts
loi d'Ohm pour R_C : (1) $E - V_C = R_C I_C$
or $V_C = R_E I_E + V_{CE} = R_E I_C + V_{CE}$ car $\alpha = 1$.
(1) $\Rightarrow E - R_E I_C - V_{CE} = R_C I_C$
$\Rightarrow I_C = \frac{E - V_{CE}}{R_E + R_C}$
$I_C \simeq \frac{12 - 6}{250 + 1500} = \frac{6}{1750} \simeq 3,5\,mA = 3,43\,mA$

3

2) $r_e = \frac{V_T}{I_E} = \frac{V_T}{I_C}$ car $I_C = \alpha I_E$ et $\alpha = 1$.
par définition
A.N : $r_e = \frac{25.10^{-3}}{6} \times 1750 \simeq \frac{25.10^{-3}}{3,5.10^{-3}} \simeq 7,29\,\Omega$

2

3) Les condensateurs sont équivalents à des interrupteurs fermés (impédance nulle).
on éteint les sources continues indépendantes, on a alors le schéma aux variations :



3

SVPT.

4) Sachant que $R_c = R_u$ on a le schéma équivalent.



1

$$A_V = \frac{V_s}{V_e} = -\frac{R_0 I_e}{r_e I_e} = -\frac{R_0}{r_e} = -\frac{1}{2}\frac{R_u}{r_e} = A_V.$$

$$A.N : A_V = \frac{1}{2} \times \frac{1,5\,10^3}{3,5\,10^{-3}} \simeq 10^6$$

$$A_V = -102,77.$$

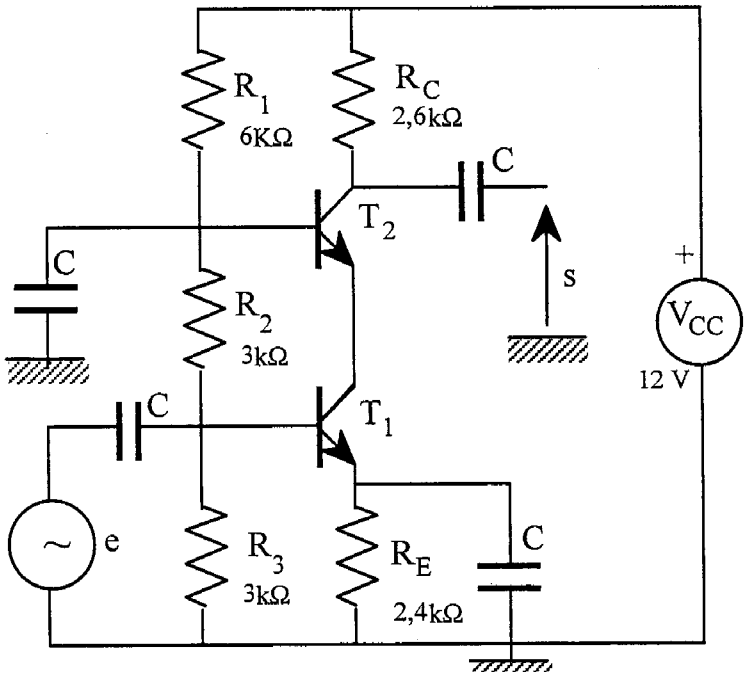
INT 2005 - 2006

Module SF 11

SYSTÈMES ET FONCTIONS DE L'ÉLECTRONIQUE

CONTRÔLE DES CONNAISSANCES
1h30

On considère le montage amplificateur à transistor suivant (entrée e, sortie s) :



Le montage est alimenté par une source de tension continue $V_{CC} = 12$ V.

Les condensateurs C sont des condensateurs de liaison ou de découplage: ils se présentent comme des **circuits ouverts en continu** et comme des **courts circuits en régime de variation.**

1. On désire étudier le régime continu (régime de polarisation) du montage. On suppose que les courants de base des deux transistors sont suffisamment faibles pour être considérés comme nuls et que a priori, les transistors sont en mode de fonctionnement normal (ni bloqué, ni saturé). On donne alors :

$$V_{BE\,1} \approx V_{BE\,2} \approx 0{,}6 \text{ V}$$

On désigne par V_{Kj} le potentiel, par rapport à la masse, de l'électrode K (K égal à E ou B ou C) du transistor j (j égal à 1 ou 2).

1.1. En éteignant la source alternative d'entrée e, donner le schéma du montage en régime continu.

1.2. Déterminer les potentiels V_{B1} et V_{B2} sur la base des transistors T_1 et T_2.

1.3. En déduire les potentiels V_{E1} et V_{E2}.

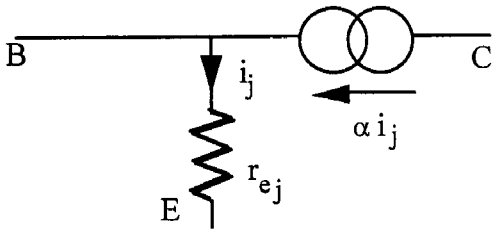
1.4. En déduire la valeur des courants circulant dans les transistors T_1 et T_2.

1.5. Déterminer les potentiels V_{C1} et V_{C2}.

1.6. Vérifier alors que l'hypothèse du régime normal est légitime.

2. Étude du régime de variations (régime alternatif ou dynamique) : $e \neq 0$

En régime de variations, chaque transistor j est supposé caractérisé par le schéma équivalent ci-contre.



On donne de plus : $\frac{kT}{q} = 26$ mV

et : $\alpha = 0{,}99$

2.1. Préciser la valeur de r_{ej} intervenant dans le schéma équivalent de chaque transistor.

2.2. Donner le schéma équivalent de l'amplificateur en régime de variations.

2.3. Déterminer l'expression de la tension de sortie s en fonction de e et des éléments du montage et faire l'application numérique.

2.4. Déterminer la résistance d'entrée R_e du montage.

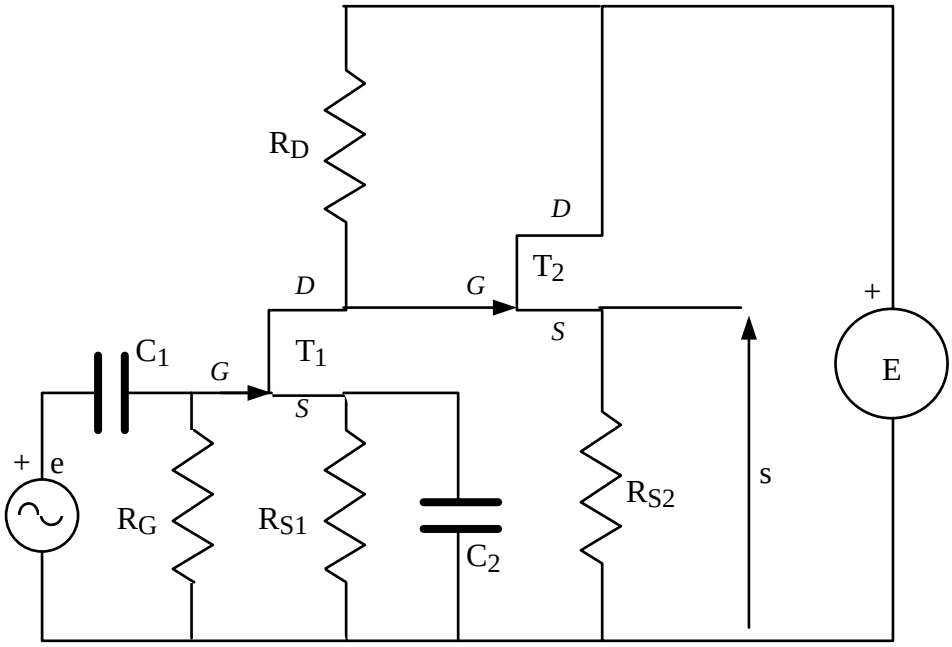
INT 2006 - 2007

Module SF 11

SYSTÈMES ET FONCTIONS DE L'ÉLECTRONIQUE

CONTRÔLE DES CONNAISSANCES
1h30 *AVEC DOCUMENTS MANUSCRITS*

On considère le montage amplificateur à transistor à effet de champ suivant (entrée e, sortie s) :



Le montage est alimenté par une source de tension continue E = 20 V.
Les condensateurs C_1 et C_2 sont des condensateurs de liaison ou de découplage: ils se présentent comme des **circuits ouverts en continu** et comme des **courts circuits en régime de variations.**
Les transistors à effet de champ T_1 et T_2 sont de nature identique.

On donne : $R_D = 5\ k\Omega$ $R_G = 1\ M\Omega$

1. On désire étudier le régime continu (régime de polarisation) du montage.

1.1. Représenter le schéma du montage en régime continu.

1.2. On suppose que les transistors sont polarisés dans leur zone de fonctionnement « normal » : courant de grille nul et courant de drain lié à la tension V_{GS} par la relation :

$$I_D = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}}\right)^2 \qquad I_{DSS} = 8\ mA \qquad V_{Gsoff} = -4V$$

On souhaite que les deux transistors soient polarisés avec une tension V_{GS} égale à –2V.

1.2.1. Calculer les courants circulant dans les deux transistors.

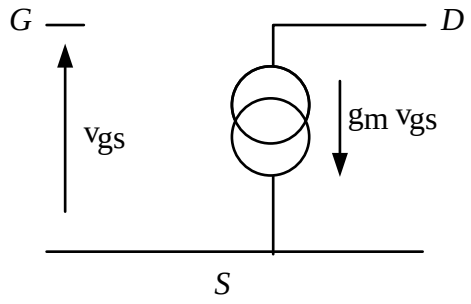
1.2.2. En déduire la valeur de la résistance R_{S1} permettant de réaliser $V_{GS1} = -2V$.

1.2.3. Déterminer le potentiel sur le drain du transistor T_1. En déduire la valeur de R_{S2} permettant de réaliser $V_{GS2} = -2V$.

1.2.4. Déterminer les valeurs des tensions drain-source V_{DS1} et V_{DS2} des deux transistors.

2. Étude du régime de variations (régime alternatif ou dynamique) : e ≠ 0

En régime de variations, chaque transistor est supposé caractérisé par le schéma équivalent ci-contre.



2.1. Préciser l'expression générale et la valeur de g_m intervenant dans les schémas équivalents des deux transistors.

2.2. Donner le schéma équivalent de l'amplificateur en régime de variations.

2.3. Déterminer l'expression de la tension de sortie s en fonction de e et des éléments du montage et faire l'application numérique.

2.4. Déterminer la résistance d'entrée R_e du montage.

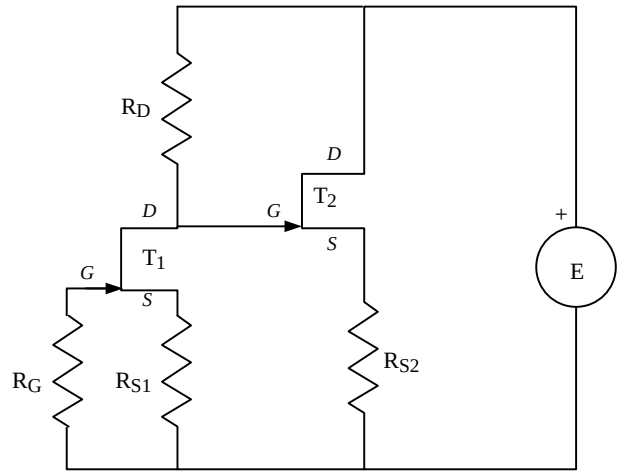
INT 2006 - 2007

Module SF 11

SYSTÈMES ET FONCTIONS DE L'ÉLECTRONIQUE

CORRIGÉ DU CONTRÔLE

1.1.



1.2.1. En appliquant la relation :

$I_D = I_{DSS}\,(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}})^2$ on obtient :

$\boxed{I_{D1} = 2mA}$ $\boxed{I_{D2} = 2mA}$

1.2.2. On a : $V_{GS1} = V_{G1} - V_{S1} = -V_{S1}$

$V_{S1} = R_{S1}\, I_{D1}$

soit : $\boxed{R_{S1} = 1000\,\Omega}$

1.2.3. $V_{D1} = E - R_D\, I_{D1} = 10$ V

$V_{GS2} = V_{D1} - V_{S2}$ $V_{S2} = 12$ V

$V_{S2} = R_{S2}\, I_{D2}$

soit : $\boxed{R_{S2} = 6000\,\Omega}$

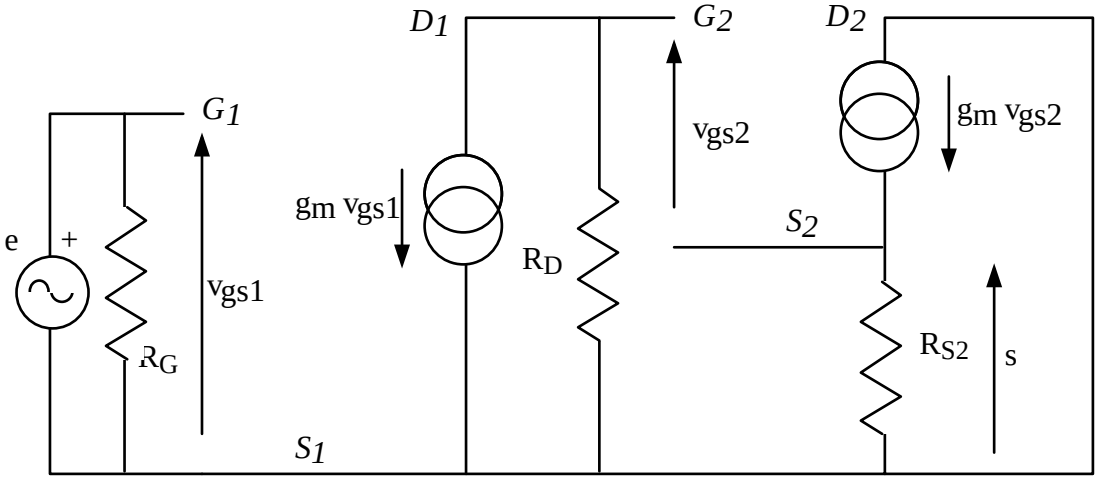
1.2.4. $V_{DS1} = V_{D1} - V_{S1}$ $\boxed{V_{DS1} = 8V}$

$V_{DS2} = V_{D2} - V_{S2}$ $\boxed{V_{DS2} = 8V}$

La tension V_{DS} de chaque transistor est supérieure à $-V_{GSoff}$: l'hypothèse du régime normal est légitime.

2.1. $\boxed{g_m = -2\frac{I_{DSS}}{V_{GSoff}}(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GSoff}})}$ $\boxed{g_{m1} = g_{m2} = 2\ mS}$

2.2.



2.3. $s = R_{S2}\, g_m\, v_{gs2}$ $v_{gs2} = -\, g_m\, v_{gs1}\, R_D - s$ $v_{gs1} = e$ $\boxed{\frac{s}{e} = -\frac{g_m R_D}{1 + 1/g_m R_{S2}} = -9{,}2}$

2.4. $\boxed{R_e = R_G = 1M\Omega}$

AP/20/01/2007