

ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES

Travaux Pratiques d'Electronique Analogique

REDA BENBRAHIM

(email : r_benbrahim@yahoo.fr)

(Tél : 055 60 05 84)

ENSA - FES - 1^{ière} année. Année universitaire : 2005/2006

SOMMAIRE

TP N°1 : JONCTION P.N. CARACTERISTIQUES ET APPLICATIONS

TP N°2 : ETUDE D'UNE ALIMENTATION STABILISEE

TP N°3 : POLARISATION DU TRANSISTOR

**TP N°4 : QUELQUES APPLICATIONS DU TRANSISTOR.
GENERATEUR DE RAMPE - ASTABLE.**

TP N°1

JONCTION P.N. CARACTERISTIQUES ET APPLICATIONS

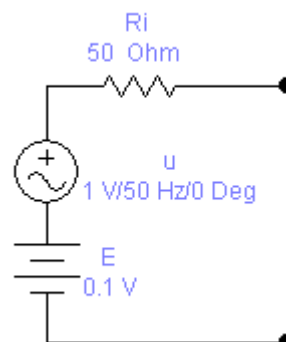
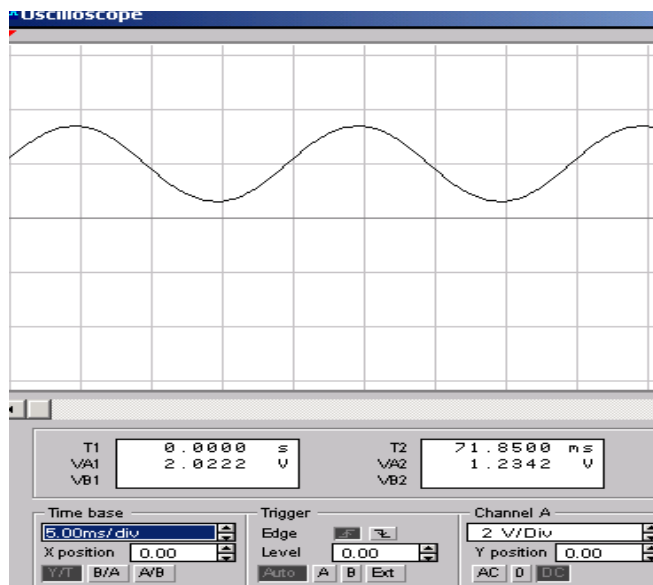
MATERIEL NECESSAIRE :

Appareils	<ul style="list-style-type: none"> • Un oscilloscope 2 voies • Une alimentation stabilisée variable (0-15V) • Un générateur de tension sinusoïdale possédant une tension d'offset. • Une platine de cablage
Composants	<ul style="list-style-type: none"> • Une diode • Un pont de diode • Un condensateur $C = 0,22 \mu\text{F}$ • Une résistance de 100Ω • Une résistance de $4,7 \text{ K}\Omega$

I- REMARQUES PRELIMINAIRES

Le générateur de fonction dont vous disposer fournit une tension qui peut être sinusoïdale (\sim), triangulaire ou en créneaux. La fréquence et l'amplitude du signal sont variables, mais en plus ce dernier possède une tension d'offset réglable entre $+V$ et $-V$ avec V de l'ordre de 10Volts.

La tension d'offset représente la valeur moyenne du signal. A titre d'exemple, pour une tension d'amplitude 1V, si l'offset est réglé à 2V on aura le signal suivant :

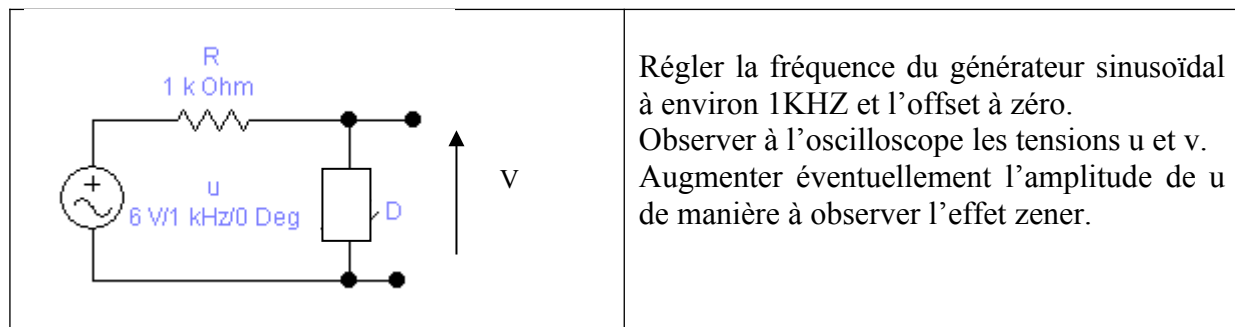


Le signal est en fait la superposition d'une tension sinusoïdale u et d'une tension continue E . On peut donc le représenter par le schéma ci-dessus sur lequel figure la résistance interne R_i du générateur.

II- CARACTERISTIQUE STATIQUE D'UNE DIODE

II-1 Identification rapide d'une diode

Réaliser le montage de la figure représentée ci-dessous dans lequel D représente la diode à identifier.



Déduire des observations précédentes :

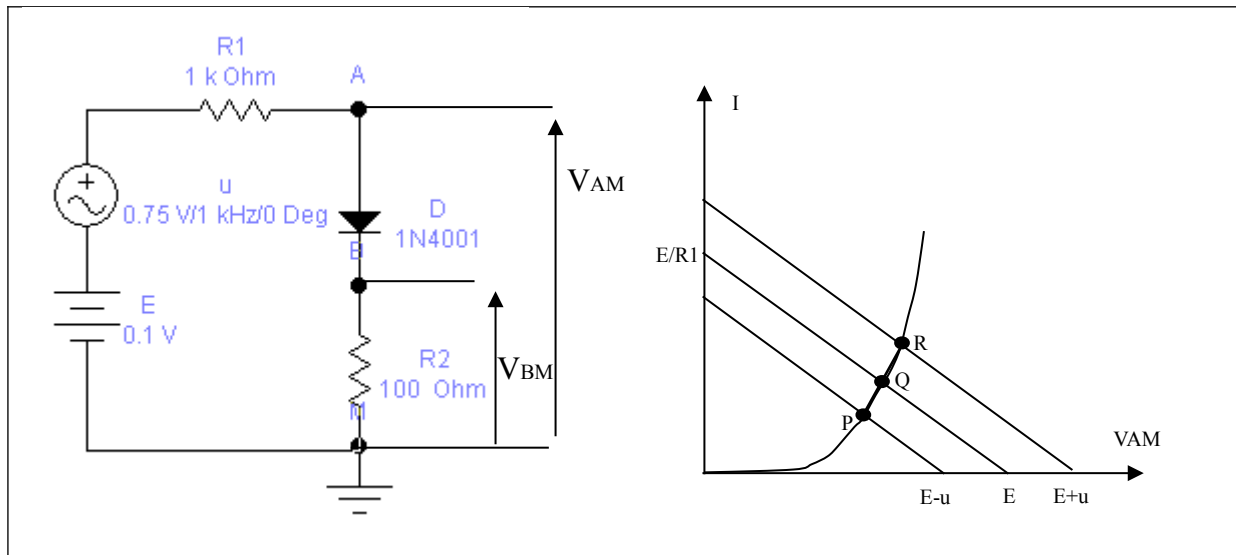
- Les positions respectives de l'anode et de la cathode de la diode D ,
- La nature du matériau constituant la diode
- La valeur de la tension zener V_z .

II-2 Relevé de la caractéristique $i = f(v)$

On réalisera le montage ci-dessous dans lequel E représente la tension d'offset du générateur.

La résistance R_1 est une résistance de protection. R_2 permet de visualiser le courant dans la diode.

Entre les points A et M on a donc un dipôle. V_{AM} représente la tension aux bornes de ce dipôle et V_{BM} le courant ($V_{BM} = R_2 i$)



Si le générateur de tension continue E était le seul générateur du circuit, la droite de charge serait définie par $V_{AM} = E - R_1 i$ et le point de fonctionnement serait Q .

Le générateur de tension sinusoïdale u permet de faire varier la droite de charge entre 2 positions extrêmes. Le point de fonctionnement va donc se déplacer entre P et R sur la caractéristique du dipôle. On visualisera donc sur l'oscilloscope cette portion de courbe PQR .

En modifiant les valeurs de E et de u on peut donc visualiser telle ou telle partie de la caractéristique du dipôle.

a- Caractéristique directe

Pour les valeurs suivantes du courant $I = 0.1 ; 1 \text{ mA}$
relever les valeurs de V_{AM} ainsi que celle de la résistance dynamique du dipôle :

$$r_d = \Delta V_{AM} / \Delta i$$

En déduire les valeurs de la résistance dynamique de la diode $r = V_{AM} / \Delta i = r_d - R_2$.

Comparer ces dernières aux valeurs théoriques déduites de l'expression :

$$I = I_0 \exp(qV/kT) \text{ qui entraîne } dI/dV = 1/r = qI/kT$$

Avec $q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ et $T = 300 \text{ K}$.

b- Caractéristique inverse

Changer la polarité de la f.e.m E (c'est-à-dire de la tension d'offset) de manière à observer la caractéristique du dipôle dans le 3^{ème} quadrant (I et V négatifs).

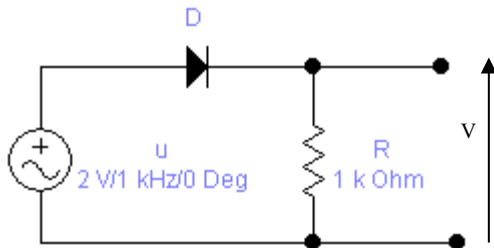
Mesurer alors la valeur de la tension de coude V_Z ainsi que la valeur de la résistance dynamique de la diode dans la région Zener. On fera cette dernière mesure pour un courant inverse de 1 mA .

III- APPLICATIONS ELEMENTAIRES

On commencera par ramener la tension d'offset à zéro

II-1 Redressement

a- Redressement sur charge résistive ($R=1K\Omega$)



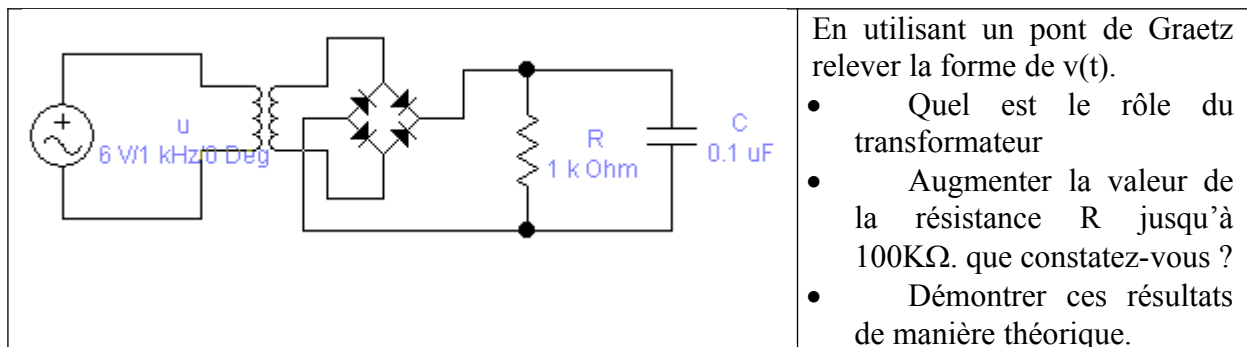
On prendra pour u une amplitude de l'ordre de 3V et une fréquence de 1KHz. Relever les courbes $u(t)$ et $v(t)$.

Augmenter ensuite l'amplitude de u jusqu'à ce que l'effet Zener de la diode apparaisse. Expliquer la nouvelle forme de $v(t)$.

b- Redressement sur charge capacitive

Recommencer l'expérience précédente en ajoutant le condensateur $C = 0.22\mu F$ en parallèle sur la résistance $R = 1K\Omega$.

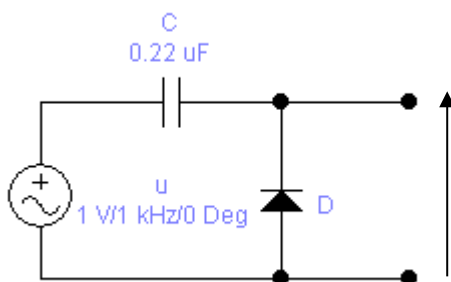
c- Redressement par pont de Graetz sur charge capacitive



En utilisant un pont de Graetz relever la forme de $v(t)$.

- Quel est le rôle du transformateur
- Augmenter la valeur de la résistance R jusqu'à 100K Ω . que constatez-vous ?
- Démontrer ces résultats de manière théorique.

II-2 Circuit d'alignement



Mêmes questions que ci-dessus.

Comment expliquez-vous les formes de $v(t)$.

TP N°2

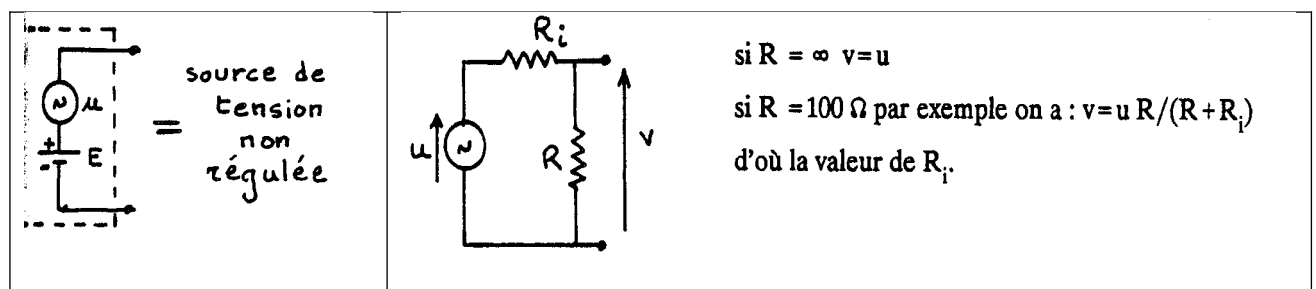
ETUDE D'UNE ALIMENTATION STABILISEE

MATERIEL NECESSAIRE :

Appareils	<ul style="list-style-type: none"> • Un oscilloscope 2 voies • Une alimentation stabilisée variable (0-15V) • Un générateur de tension sinusoïdale possédant une tension d'offset. • Une platine de câblage
Composants	<ul style="list-style-type: none"> • Une diode Zener (6,8V, de puissance max : $P_{max} = 110mW$) • Un transistor NPN • Un condensateur $C = 0,47 \mu F$ <p>Résistances: deux de $4,7 K\Omega$ et une des valeurs suivantes: $2,7 k\Omega$; $2,2 K\Omega$; $1,8 K\Omega$; $1,5 K\Omega$; $1,2 K\Omega$; $1 K\Omega$; 470Ω ; 330Ω ; 220Ω ; 100Ω</p>

I- SOURCE DE TENSION NON REGULEE

On utilise le générateur de tension sinusoïdale avec un offset $E = 10 V$ et une amplitude du signal sinusoïdal égale à $2 V$, la fréquence étant de $5 KHz$. La résistance interne de ce générateur pouvant être non négligeable on commencera par la déterminer.

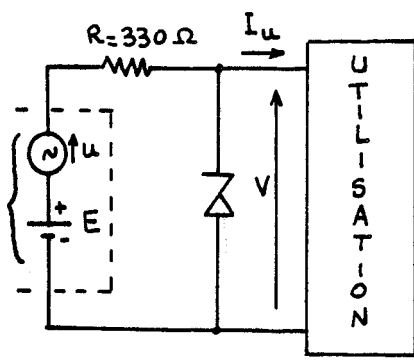


Pour cela on utilisera la méthode du diviseur potentiométrique illustrée ci-dessus.

II- ALIMENTATION ELEMENTAIRE

Elle est réalisée suivant le schéma ci-dessous.

Montrer tout d'abord que compte tenu des valeurs numériques $E = 10\text{ V}$; $u = 2\text{ V}$; $P_{\max} = 110\text{ mW}$ et $V_Z = 6,8\text{ V}$, la résistance de protection R a une valeur suffisante.

	<p>Déterminer théoriquement la valeur maximale du courant d'utilisation qui conduit à un fonctionnement correct de l'alimentation.</p> <p>La charge étant constituée d'une résistance R_u, déterminer la valeur minimale de R_u qui permet un fonctionnement correct. Quel est alors le courant moyen I_u dans la charge.</p>
---	--

La tension V aux bornes de l'utilisation est une fonction de la force électromotrice $E' = E + u$ de la source et du courant d'utilisation I_u .

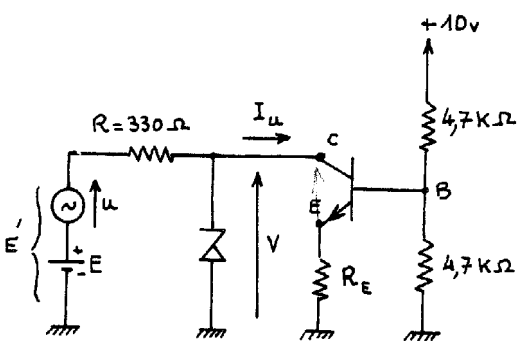
On a donc : $V = f(E', I_u)$ d'où :

$$dV = \frac{\partial f}{\partial E'} \cdot dE' + \frac{\partial f}{\partial I_u} \cdot dI_u = k \cdot dE' - \rho \cdot dI_u$$

expression dans laquelle K est le coefficient de régulation et ρ la résistance interne. On a donc $K = (dV/dE')_{dI_u=0}$ soit $K = (\Delta V / u)_{I_u = \text{cste}}$

et $\rho = -(dV/dI_u)_{dE'=0} = -(\Delta V / \Delta I_u)_{u=0}$

II-1 Détermination de k

	<p>Pour avoir $I_u = \text{constante}$ nous allons remplacer l'utilisation par un générateur de courant.</p> <p>On réalisera le montage ci-contre utilisant un transistor NPN silicium. Le courant de base étant négligé le potentiel de la base est donc sensiblement égal à 5 V et celui de l'émetteur $V_{EM} = 4,4\text{ V}$. Le choix de R_E imposera donc le courant d'émetteur et par voie de conséquence le courant de collecteur égal au courant d'utilisation I_u.</p> <p>Rechercher expérimentalement la valeur maximale du courant I_u qui permet un fonctionnement correct de l'alimentation.</p>
---	---

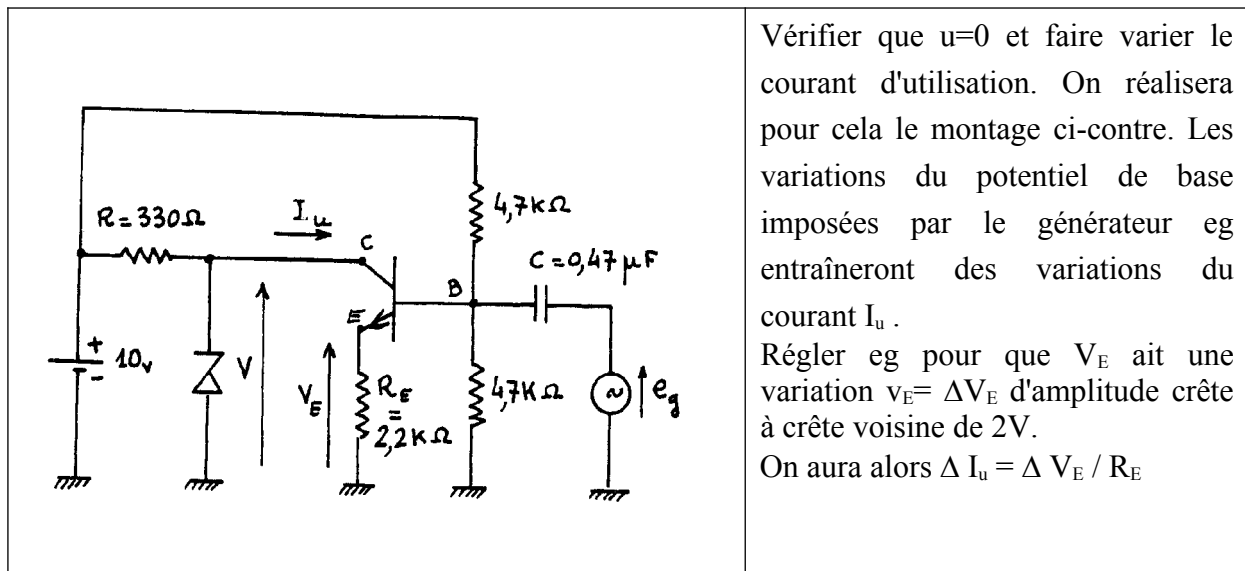
Pour cela on prendra successivement pour R_E les valeurs $2,7\text{ k}\Omega$; $2,2\text{ k}\Omega$; $1,8\text{ k}\Omega$; $1,5\text{ k}\Omega$

et $1,2\text{ K}\Omega$ en contrôlant la tension V à l'oscilloscope.

Prendre $R_E = 2,2\text{ K}\Omega$ ce qui conduit à $I_u = 2\text{ mA}$.

Mesurer alors l'amplitude de la variation de V , la comparer à u et en déduire la valeur de K . Déterminer également K pour $I_u = 0$.

II-2 Détermination de ρ



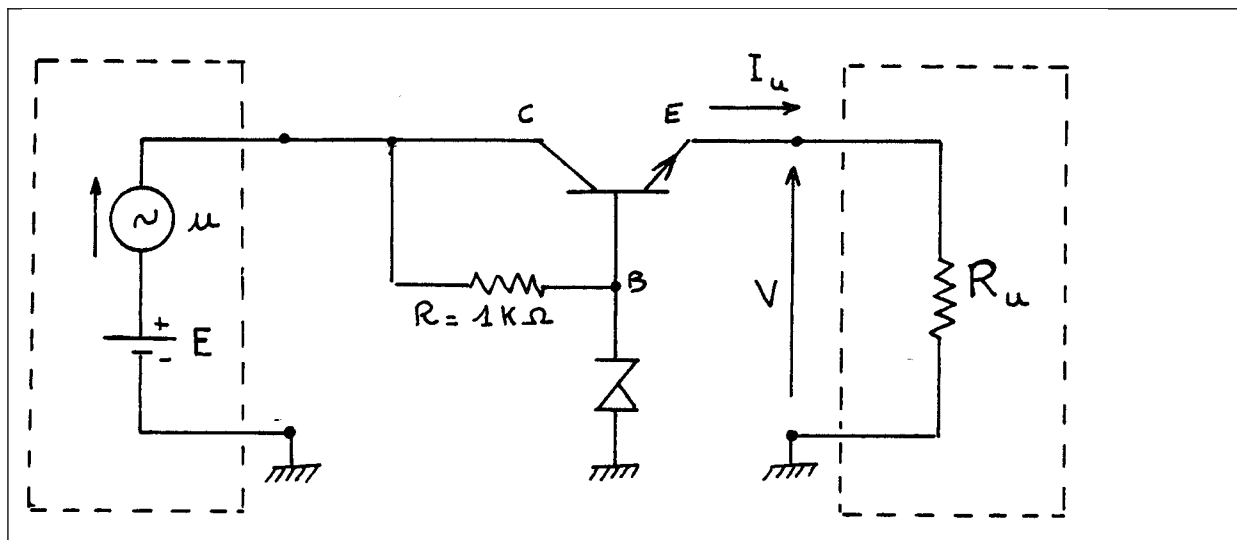
Mesurer alors la variation $v = \Delta V$. Vérifier que v et v_E sont en opposition de phase et déduire la valeur de la résistance interne.

III- AMELIORATION DES PERFORMANCES

La principale limitation de l'alimentation précédente est la faible valeur du courant d'utilisation qu'elle est susceptible de fournir. Pour remédier à cet inconvénient on utilise un transistor appelé "ballast" destiné à fournir le courant I_u à l'utilisation sans que ce courant traverse la diode Zener. Le montage de l'alimentation stabilisée avec transistor ballast est représenté sur le schéma ci-dessous, sur lequel la résistance $R = 1\text{ K}\Omega$ permet d'alimenter la diode Zener.

L'utilisation étant une résistance R_u , déterminer la valeur minimale de R_u qui permet un fonctionnement correct de l'alimentation. Quel est alors le courant moyen I dans la charge?

Comparer les performances de cette alimentation avec celles obtenues lors de l'étude similaire effectuée sur l'alimentation élémentaire.



TP N°3

POLARISATION DU TRANSISTOR

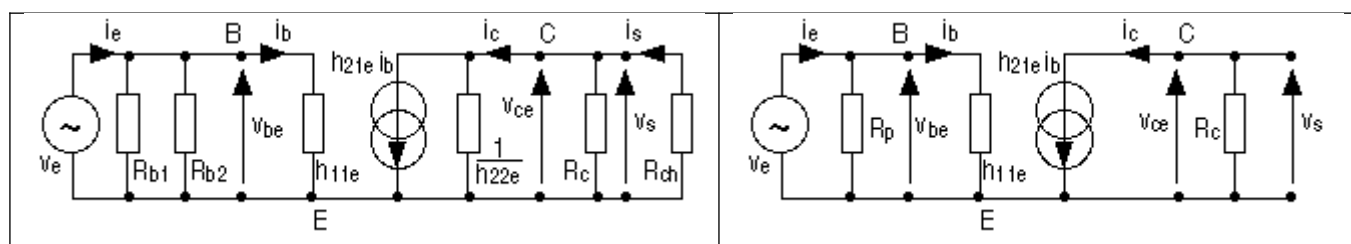
MATERIEL NECESSAIRE :

Appareils	<ul style="list-style-type: none"> • Un oscilloscope 2 voies • Une alimentation stabilisée variable (0-15V) • Un générateur de tension sinusoïdale possédant une tension d'offset. • Une platine de câblage
Composants	<ul style="list-style-type: none"> • Un transistor NPN • Un condensateur $C = 0,22\mu F$; $0,47\mu F$; $47\mu F$ • Potentiomètre : $4,7 K\Omega$. <p>Résistances: $1,5M\Omega$; $1M\Omega$; $470K\Omega$; $330 K\Omega$; $220 K\Omega$; $100 K\Omega$; $33 K\Omega$; $10 K\Omega$; $6,8 K\Omega$; $5,6 K\Omega$; $4,7 K\Omega$; $2,7 k\Omega$; $2,2 K\Omega$.</p>

Cette manipulation a pour but l'étude de l'influence du système de polarisation sur les caractéristiques d'un amplificateur à transistor en émetteur commun.

I- RAPPEL THEORIQUE

I-1 Schéma équivalent d'un transistor en basse fréquence



I-2 Montage émetteur commun

- Gain en tension

$$v_e = h_{11e} i_b \quad [20]$$

$$v_s = - R_c i_c \quad [21]$$

$$i_c = h_{21e} i_b \quad [22]$$

$$[21] \text{ \& } [22] \Rightarrow v_s = -h_{21e} R_c i_b \quad [23]$$

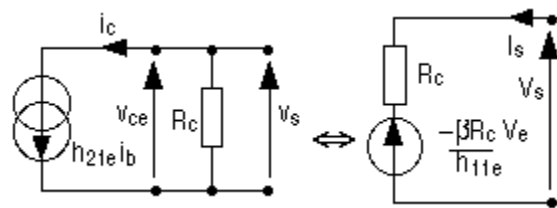
$$A_v = \frac{v_s}{v_e} = -\frac{\beta R_c}{h_{11e}} \quad [24]$$

- Impédance d'entrée

$$Z_e = \frac{v_e}{i_e} \quad [28]$$

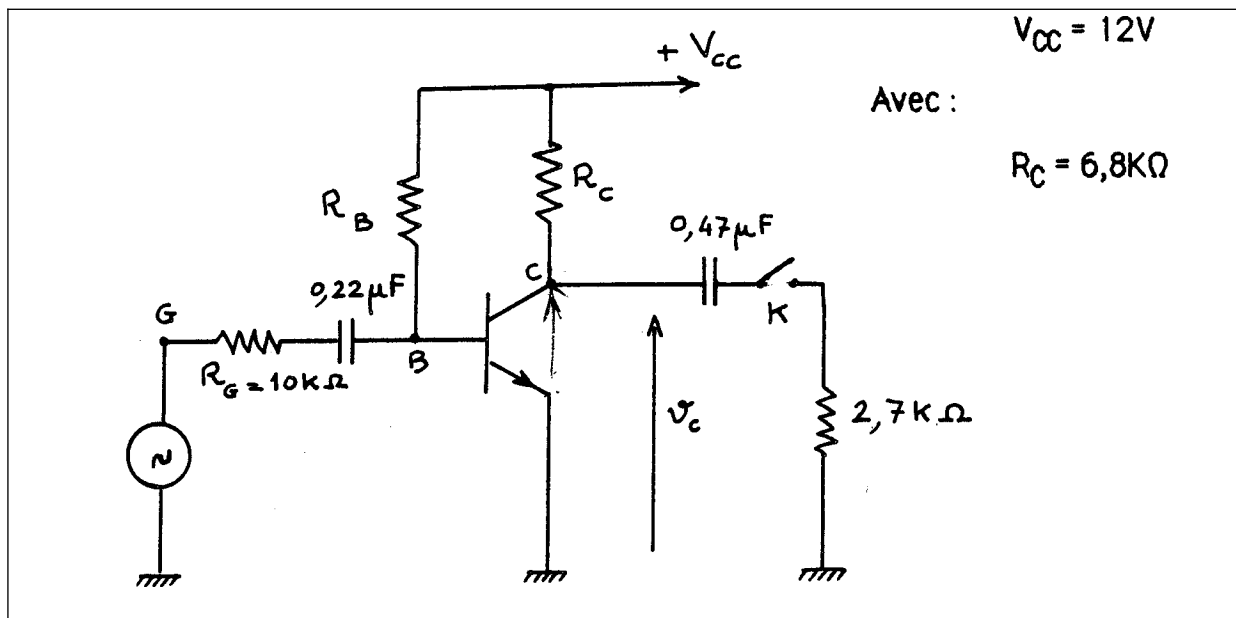
$$Z_e = R_p // h_{11e} \quad [29]$$

- Impédance de sortie



$$Z_s = R_c \quad [30]$$

II- POLARISATION PAR RESISTANCE DE BASE



II-1 Etude statique_ ($V_G = 0$)

On veut un point de fonctionnement à peu près centré sur la droite de charge ($V_{CE} = 6V$). Quelle doit être la valeur de I_c ?

Sachant que le β du transistor est compris entre 80 et 250, que lorsque le transistor conduit $V_{BE} \cong 0,7V$, calculer la fourchette à l'intérieur de laquelle doit être comprise la valeur de R_B pour polariser correctement le transistor.

- Déterminer par tâtonnements la valeur de R_B (en plaçant éventuellement plusieurs résistances en série) qui conduit à $V_{CE} = 6V$.

En déduire le $\beta = I_C/I_B$

- Chauffer légèrement le transistor en posant un doigt dessus, tout en contrôlant la tension V_{CE} . Que remarquez-vous ? Comment l'expliquez-vous ?

II-2 Etude dynamique

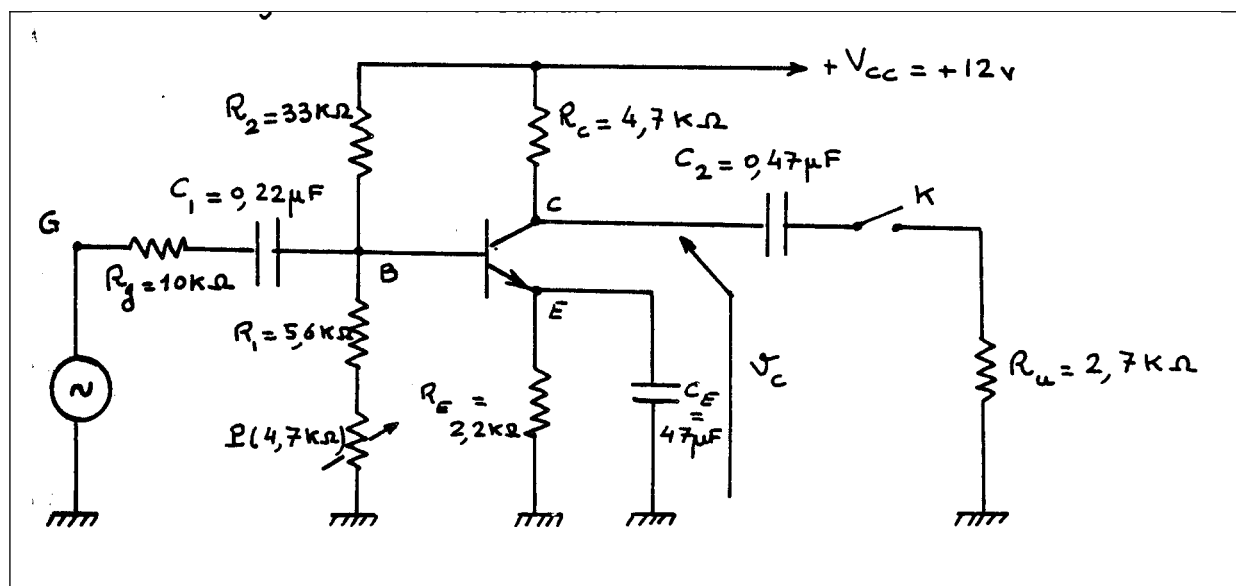
- Régler la fréquence du générateur à environ 2KHZ.
- Déterminer l'excursion maximale de la tension de sortie avec K ouvert et K fermé. Justifier les résultats obtenus.
- Diminuer ensuite l'amplitude de la tension fournie par le générateur (de manière à ne pas avoir de saturation du signal de sortie) et mesurer V_G , V_B , V_C et V_C chargé par $2,7K\Omega$ c.à.d avec K fermé.

Déduire de ces mesures les valeurs du gain en tension, de l'impédance d'entrée et l'impédance de sortie du montage.

- Calculer les valeurs des paramètres hybrides h_{11} ; h_{21} et h_{22} . certaines de ces valeurs étaient-elles prévisibles.

III- POLARISATION PAR RESISTANCE D'EMETTEUR

Le montage à étudier est le suivant



Le principe de la polarisation est le suivant :

Si le courant du pont de base (R_2 , R_1 , P) est grand devant I_B (environ 20 fois plus grand) le potentiel de base est environ :

$$V_B = V_{CC} \cdot (R_1 + P) / (R_2 + R_1 + P)$$

Le potentiel de l'émetteur est alors : $V_E = V_B - 0,7V$

D'où le courant continu d'émetteur : $I_E = V_E / R_E$

On désire polariser le transistor au même point de fonctionnement que dans le montage précédent ($V_{CE} = 6V$). La tension d'alimentation V_{CC} n'ayant pas changé, il faudra encore $R_C + R_E \sim 6,8K\Omega$ d'où les valeurs choisies pour $R_C = 4,7K\Omega$ et pour $R_E \sim 2,2K\Omega$.

III-1 Etude statique

Régler P pour obtenir $V_{CE} = 6V$.

Mesurer alors V_E , V_B et V_C . En déduire I_C . Chauffer le transistor avec le doigt.
Conclusions ?

III-2 Etude dynamique

a- Le condensateur $C_E = 47\mu F$ étant branché

- Régler la fréquence à environ 2KHz
- Déterminer l'excursion maximale de la tension de sortie avec K ouvert et K fermé. Justifier théoriquement ces valeurs.
- Comme précédemment diminuer l'amplitude des signaux issus du générateur pour éviter les distorsions. Mesurer alors V_G , V_B , V_E , V_C (K ouvert) et V_C chargé par $2,7K\Omega$ c.à.d avec K fermé.
- En déduire les valeurs du gain, en tension, de l'impédance d'entrée et l'impédance de sortie du montage.

b- Débrancher le condensateur C_E

- Répondre aux mêmes questions.
- K étant ouvert déterminer la fréquence de coupure à 3dB du montage.

