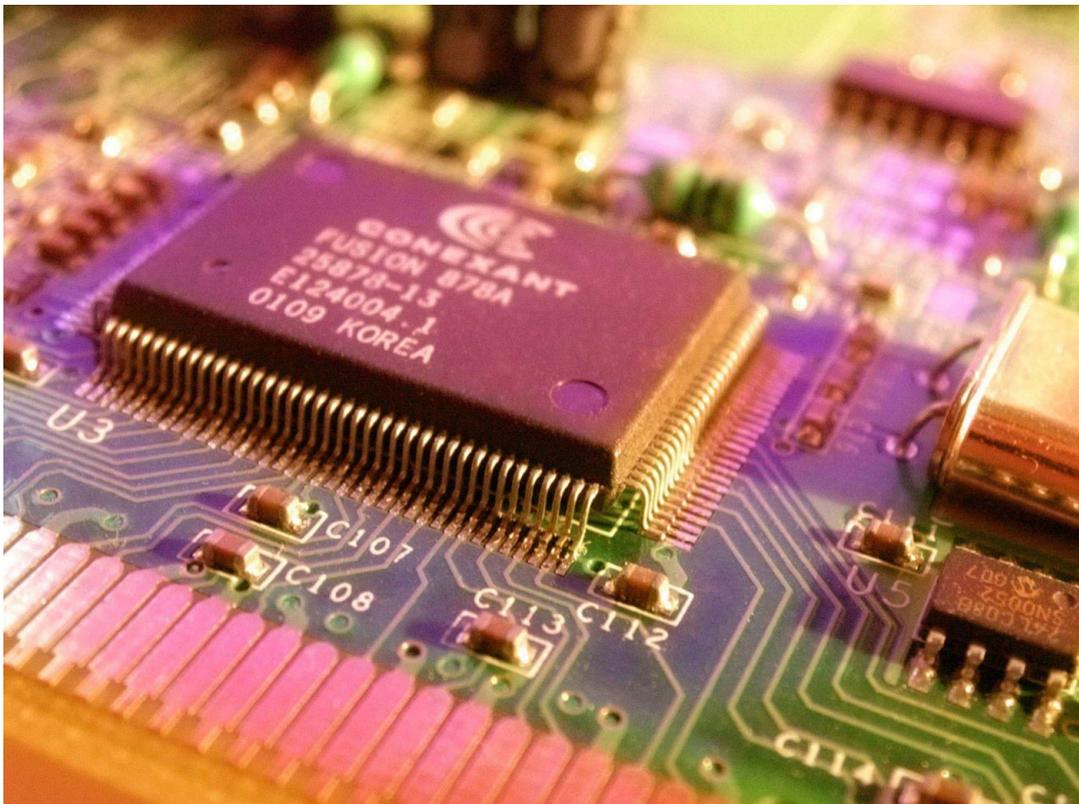


## *Cours d'Electronique*

# FONCTIONS ET COMPOSANTS DE L'ELECTRONIQUE





# INTRODUCTION

Les travaux pratiques sont une part importante de votre apprentissage de l'électronique : ils servent à mettre en œuvre les concepts vus en cours et en travaux dirigés. A ce titre, l'équipe pédagogique encadrant les TPs a défini des règles strictes.

## I – Préparation des TPs

Indispensable au bon déroulement des TPs, la **préparation compte pour 30% dans la note finale** du TP.

- **Présentée en début de séance, une préparation** théorique est demandée **pour chaque étudiant**. Elle sera remise sur une feuille séparée en fin de TP (*de manière à ce que vous puissiez vous en servir durant le TP*) à l'enseignant.
- La **non remise** (*ou remise en retard*) injustifiée de a préparation sera synonyme de 0.
- En cas de **préparation manquante** (*y compris oubliée*), l'enseignant aura le droit de refuser l'étudiant en TP. Dans ce cas, la **note du TP sera 0**.

## II – Déroulement des TPs

Le déroulement de chaque séance comporte 2 parties à effectuer en parallèle : une partie câblage et tests sur platine des montages préparés et une partie rédaction du compte rendu.

A l'issu de chaque TP, le **compte rendu** sera à restituer. Vous y répondrez aux questions posées en **ajoutant des commentaires** qui feront la **synthèse entre les expérimentations pratiques et les résultats théoriques**. Ce **compte rendu** (*ainsi que les manipulations allant avec*) compte pour **70% de la note finale**.

- **En cas d'absence injustifiée au TP, la note sera égale à 0.**
- Un compte rendu est demandé par binôme. Il sera remis sur une feuille séparée en fin de séance.
- La non remise (*ou remise en retard*) injustifiée du compte rendu sera synonyme de 0 à l'ensemble du TP (*préparation incluse*).
- En cas de non rendu 2 fois dans le semestre, la note du TP d'électronique du semestre sera automatiquement ramenée à 0.



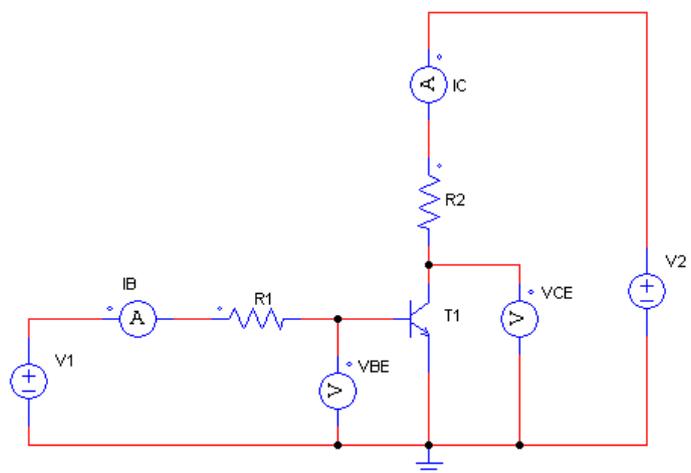
*TP n°1 :*

# ETUDE DU TRANSISTOR EN REGIME STATIQUE

*Avant d'exploiter le transistor dans ses deux modes de fonctionnement, nous allons étudier le comportement de ce dernier lorsqu'il est alimenté par des tensions continues. Il nous sera ainsi possible de mettre en avant ses principales caractéristiques afin d'en conclure des règles de fonctionnement et d'exploitation.*

## I – Présentation du TP

Le circuit qui nous servira de support est représenté ci-contre (*figure 1.1*). Le transistor utilisé est un 2N2222, sa documentation technique est fournie en Annexe 2.



*figure 1.1*

Les tensions continues délivrées par les alimentations seront :  $V_1 = 5V$  et  $V_2 = 12V$ .

## II – Préparation

A l'aide de la documentation technique fournie en annexe :

- P1** - Relever les caractéristiques suivantes du transistor :  $V_{CE\ MAX}$  /  $V_{EB\ MAX}$  /  $I_{C\ MAX}$  /  $h_{FE}$ .
- P2** - Sur le montage qui nous servira de support, exprimer la relation de la droite de charge statique :  $I_C = f(V_2, R_2, V_{CE})$ .
- P3** - Calculer la valeur maximale de ce courant si  $R_2 = 1k\Omega$ .
- P4** - Après avoir rappelé la relation qui lie  $I_C$  à  $I_B$ , calculer la valeur de ce dernier (*prendre la valeur médiane du  $h_{FE}$* ).
- P5** - Sur le montage qui nous servira de support, exprimer la relation :  $I_B = f(V_1, R_1, V_{BE})$ .
- P6** - Déduire des deux questions précédentes la valeur de la résistance  $R_1$  nécessaire.
- P7** - Que se passerait-il si la résistance  $R_1$  augmentait ? Justifier votre réponse.

### III – Manipulations

#### III.1 – Tension de commande variable

La tension de commande du montage est la tension  $V_1$ , elle variera conformément à l'Annexe1. Pour cette manipulation, la tension  $V_2$  sera fixée à 12V.

- Câbler le circuit sur la platine :  $R_1 = 56k\Omega$ ,  $R_2 = 1k\Omega$ ,
- On utilisera de préférence les multimètres de table pour les ampèremètres,
- Visualiser la tension  $V_{BE}$  sur la voie 1 de l'oscilloscope,
- Visualiser la tension  $V_{CE}$  sur la voie 2 de l'oscilloscope.

**Q01** - En utilisant la fonction **MESURE** de l'oscilloscope, compléter le tableau de l'Annexe 1.

**Q02** - Tracer sur du papier millimétré la variation :  $I_B = f(V_{BE})$ .

**Q03** - Commenter puis justifier l'allure de la courbe précédente.

**Q04** - Tracer sur du papier millimétré la variation :  $I_C = f(I_B)$ .

**Q05** - Commenter puis justifier l'allure de la courbe précédente.

#### III.2 – Tension d'alimentation variable

La tension d'alimentation du montage est la tension  $V_2$ , elle variera conformément à l'Annexe2. Pour cette manipulation, la tension  $V_1$  sera fixée à 5V.

- Câbler le circuit sur la platine :  $R_1 = 56k\Omega$ ,  $R_2 = 1k\Omega$ .

**Q06** - En utilisant la fonction **MESURE** de l'oscilloscope, compléter le tableau de l'Annexe 1.

**Q07** - Tracer sur du papier millimétré la variation :  $I_C = f(V_{CE})$ .

**Q08** - Commenter puis justifier l'allure de la courbe précédente.

#### III.2 – Résistance de base variable

La tension d'alimentation est réglée à 12V, la tension de commande à 5V.

- Câbler le circuit sur la platine :  $R_1$  variable,  $R_2 = 1k\Omega$ ,

**Q09** - Compléter le tableau de mesure de l'Annexe 1.

**Q10** - Que constatez-vous sur l'évolution du courant de collecteur ? Comparez la valeur maximale obtenue au rapport de la tension d'alimentation et de la résistance  $R_2$ .

- La valeur de la résistance  $R_2$  est maintenant réglée à  $680\Omega$ .

**Q11** - Compléter le tableau de mesure de l'Annexe 1.

**Q12** - A nouveau, comparer la valeur maximale obtenue au rapport de la tension d'alimentation et de la résistance  $R_2$ .

#### III.3 – Synthèse

Dans cette dernière partie, nous allons établir des règles de fonctionnement sur le transistor bipolaire en régime statique.

En vous aidant des résultats précédents :

- Q13** - Un transistor est dit « bloqué » lorsque les courants qui le traversent sont nuls. Quelle doit être la valeur de la tension de commande pour garantir un blocage du transistor ? Justifier votre réponse.
- Q14** - Un transistor est dit « saturé » lorsque le courant de collecteur est à sa valeur maximale. Quelle doit être la valeur de la tension de commande pour garantir une saturation du transistor ? Justifier votre réponse.
- Q15** - A tension de commande fixe, quelle est l'influence de la résistance de base sur le transistor ? Quel paramètre permet-elle d'établir ?
- Q16** - Un transistor est dans son fonctionnement linéaire lorsque les courants  $I_B$  et  $I_C$  sont proportionnels. En vous aidant de l'Annexe 1, calculer la valeur expérimentale de  $\beta$ . En déduire une valeur moyenne.
- Q17** - Un transistor est dit « sursaturé » lorsque la relation de proportionnalité entre ses courants  $I_B$  et  $I_C$  n'est plus valable. Quelles sont les conditions pour obtenir un tel fonctionnement ?

Question Q01

V <sub>1</sub>	0	0,5	1	2	3	4	5
I <sub>B</sub>							
I <sub>C</sub>							
V <sub>CE</sub>							
V <sub>BE</sub>							

Question Q06

V <sub>2</sub>	0	2	4	6	8	10	12	14
I <sub>B</sub>								
I <sub>C</sub>								
V <sub>CE</sub>								
V <sub>BE</sub>								

Question Q09

R <sub>1</sub>	∞	100k	80k	70k	60k	50k	40k	30k
I <sub>B</sub>								
I <sub>C</sub>								
V <sub>CE</sub>								
V <sub>BE</sub>								

Question Q11

R <sub>1</sub>	∞	100k	80k	70k	60k	50k	40k	30k
I <sub>B</sub>								
I <sub>C</sub>								
V <sub>CE</sub>								
V <sub>BE</sub>								

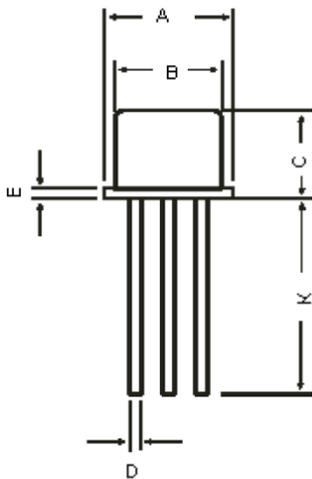
## ANNEXE 2

**2N2222**

Low Power Bipolar Transistors

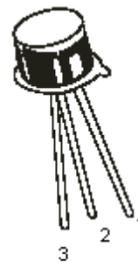
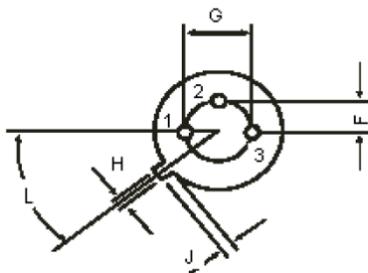
**multicomp****Features:**

- NPN Silicon Planar Switching Transistors.
- Switching and Linear application DC and VHF Amplifier applications.

**TO-18 Metal Can Package**

Dimensions	Minimum	Maximum
A	5.24	5.84
B	4.52	4.97
C	4.31	5.33
D	0.40	0.53
E	-	0.76
F	-	1.27
G	-	2.97
H	0.91	1.17
J	0.71	1.21
K	12.70	-
L	45°	

Dimensions : Millimetres

**Pin Configuration:**

1. Emitter
2. Base
3. Collector

**multicomp**

**2N2222****Low Power Bipolar Transistors****Absolute Maximum Ratings ( $T_a = 25^\circ\text{C}$  unless specified otherwise)**

Description	Symbol	2N2222	Unit
Collector Emitter Voltage	$V_{CEO}$	30	V
Collector Base Voltage	$V_{CBO}$	60	
Emitter Base Voltage	$V_{EBO}$	5	
Collector Current Continuous	$I_C$	800	mA
Power Dissipation at $T_a = 25^\circ\text{C}$	$P_D$	500	mW
Derate above $25^\circ\text{C}$		2.28	mW/ $^\circ\text{C}$
Power Dissipation at $T_C = 25^\circ\text{C}$		1.2	W
Derate above $25^\circ\text{C}$		6.85	mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-65 to +200	$^\circ\text{C}$

**Electrical Characteristics ( $T_a = 25^\circ\text{C}$  unless specified otherwise)**

Parameter	Symbol	Test Condition	2N2222		Unit
			Minimum	Maximum	
DC Current Gain	$h_{FE}$	$I_C = 0.1\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}^*$	35	300	-
		$I_C = 1\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	50		
		$I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}^*$	75		
		$I_C = 150\text{mA}, V_{CE} = 1\text{V}^*$	50		
		$I_C = 150\text{mA}, V_{CE} = 1\text{V}^*$	100		
		$I_C = 500\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}^*$	30		
<b>Dynamic Characteristics</b>					
Transition Frequency	$f_t$	$I_C = 20\text{mA}, V_{CE} = 20\text{V}$ $f = 100\text{MHz}$	250	-	MHz
Output Capacitance	$C_{ob}$	$V_{CB} = 10\text{V}, I_E = 0$ $f = 100\text{kHz}$	-	8	pF
Input Capacitance	$C_{ib}$	$V_{EB} = 0.5\text{V}, I_C = 0$ $f = 100\text{kHz}$	-	30	
<b>Switching Characteristics</b>					
Delay Time	$t_d$	$I_C = 150\text{mA}, I_{B1} = 15\text{mA}$	-	10	ns
Rise Time	$t_r$	$V_{CC} = 30\text{V}, V_{BE(\text{off})} = 0.5\text{V}$	-	25	
Storage Time	$t_s$	$I_C = 150\text{mA}, I_{B1} = 15\text{mA}$	-	225	
Fall Time	$t_f$	$I_{B2} = 15\text{mA}, V_{CC} = 30\text{V}$	-	60	

\*Pulse Condition: Pulse Width  $\leq 300\mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2\%$ .

TP n°2 :

# TRANSISTOR EN COMMUTATION

Utilisé en interrupteur commandé, le transistor en régime de commutation va nous permettre de piloter la mise en marche et l'arrêt d'une charge, en utilisant un signal de commande de faible puissance.

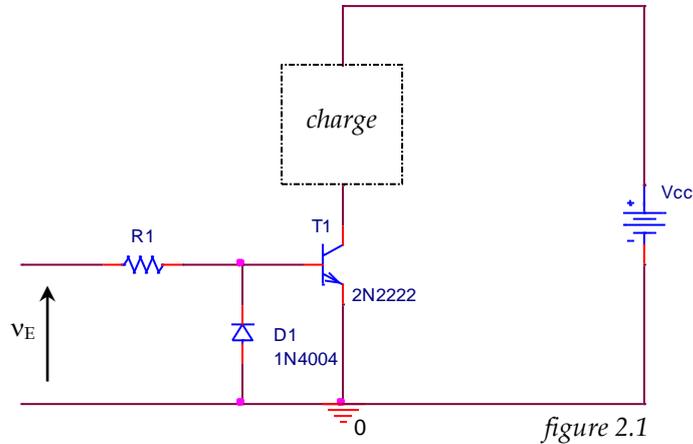
## I – Préparation

Afin de mener à bien les différentes manipulations et calculs qui vous seront demandés dans ce quatrième TP, il sera nécessaire de répondre aux questions suivantes :

- P1** - Donner la définition de la droite de charge statique.
- P2** - Sur le montage de la question III.1 (figure 2.2), exprimer la droite de charge statique.
- P3** - Représenter graphiquement la droite statique.
- P4** - En considérant que le transistor est parfait ( $V_{CE\ SAT} = 0$ ), faire apparaître sur la droite de charge statique les points de blocage **B** et de saturation **S**.
- P5** - Toujours en se basant que la structure de la question III.1 (figure 2.2), indiquer quelles sont les conditions sur les tensions  $V_E$  et  $V_{BE}$  pour que le transistor soit saturé et bloqué.
- P6** - Sur la documentation technique fournie en annexe 1, relever les caractéristiques suivantes du transistor :  $V_{BE\ SAT}$  /  $V_{CE\ SAT}$  /  $h_{FE\ DC}$  /  $I_{C\ MAX}$  /  $V_{CE\ MAX}$ .
- P7** - En vous basant sur la structure III.1 (figure 2.2), calculer la valeur de la résistance  $R_1$  qui assurerait la saturation du transistor si :  $R_2 = 1k\Omega$ ,  $V_E = 5V$ .
- P8** - Sur la documentation technique fournie en annexe 2, relever les caractéristiques suivantes de la diode électroluminescente :  $I_F$  /  $V_F$ .
- P9** - En vous basant sur la structure IV.1 (figure 2.3), calculer la valeur des résistances  $R_1$  et  $R_4$  qui assureraient le bon fonctionnement du montage (diode éclairée pour un courant de 10mA et transistor saturé).
- P10** - Sur la documentation technique fournie en annexe 3, relever les valeurs caractéristiques résistance et courant de la bobine (« coil » en anglais) pour une tension d'alimentation de :  $U_N = 12V$ .
- P11** - En vous basant sur la structure V.1 (figure 2.4), calculer la valeur de la résistance  $R_1$  qui assurerait un bon fonctionnement du montage.

## II – Présentation du TP

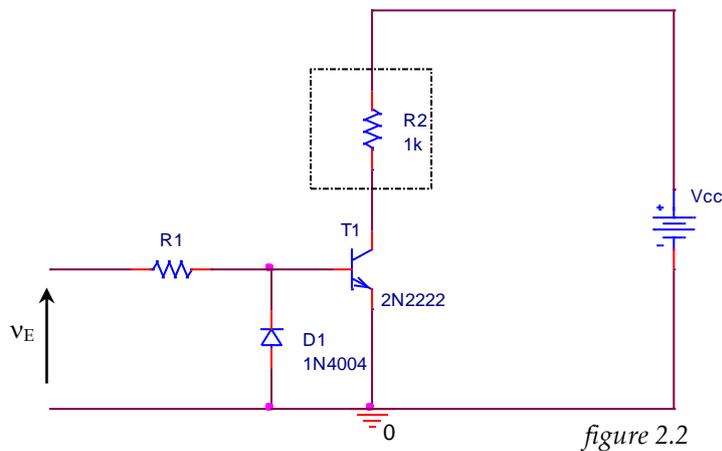
La cellule de commutation utilisée (figure 2.1) correspond à la structure de base d'un transistor fonctionnant en régime de commutation, ou en mode bloqué saturé.



Dans la suite de ce TP, on prendra comme tension d'alimentation :  $V_{CC} = 12V$ .

## III – Première étude : Charge type R

### III.1 – Présentation du montage



### III.2 – Analyse du montage

**Q01** - En vous aidant de sa documentation technique, donner les caractéristiques utiles du transistor 2N2222.

On fixe :  $R_1$  est une boîte à décade  $V_E = 5V$

**Q02** - On souhaite déterminer la valeur du paramètre  $\beta$  pour un transistor saturé. Mesurer les valeurs des courants  $I_B$  et  $I_C$  pour les valeurs suivantes de la résistance  $R_1$  :  $60k\Omega$  et  $47k\Omega$ .

**Q03** - Calculer les valeurs du  $\beta$  correspondant.

**Q04** - On souhaite sursaturer le transistor, la résistance  $R_1$  est maintenant réglée à  $27k\Omega$ . Mesurer les valeurs des courants  $I_B'$  et  $I_C'$ .

**Q05** - Calculer la nouvelle valeur du  $\beta'$  correspondant.

**Q06** - Commenter et expliquer les différences observées entre saturation et sursaturation (*on pourra appuyer son raisonnement sur la droite de charge statique*).

On fixe :  $R_1 = 47k\Omega$   $v_E(t)$  est une tension carré  $\pm 6V$  de fréquence 100 Hz

**Q07** - Visualiser à l'oscilloscope, puis relever les chronogrammes de  $v_E(t)$ ,  $v_{BE}(t)$  et  $v_{CE}(t)$ .

**Q08** - Quel est le rôle de la diode  $D_1$  ?

**Q09** - Justifier l'allure des courbes obtenues.

## IV – Deuxième partie : Charge type LED

### IV.1 – Présentation du montage

Cette deuxième partie portera sur l'alimentation d'une diode électroluminescente.

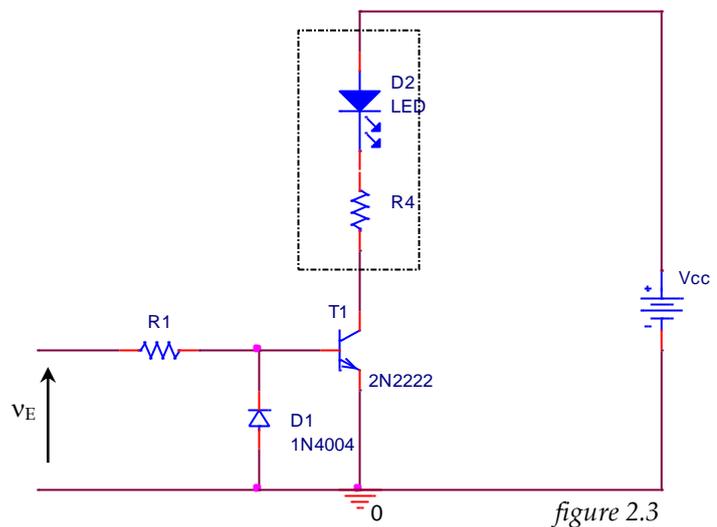


figure 2.3

### IV.2 – Analyse du montage

**Q10** - Calculer la valeur de la résistance  $R_4$  permettant d'assurer un courant de 5mA à la diode.

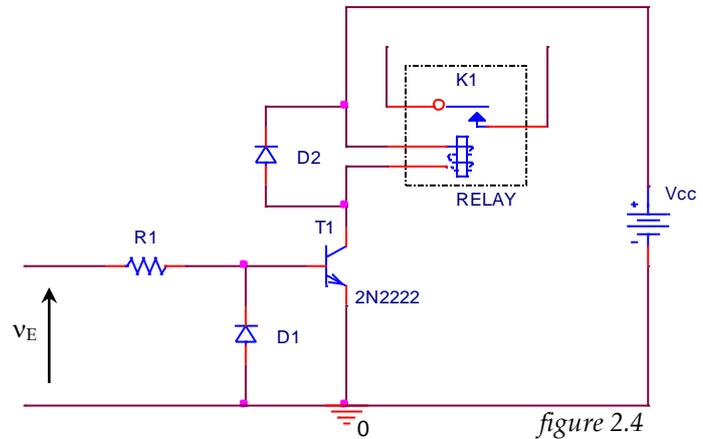
**Q11** - Calculer la valeur de la résistance  $R_1$  permettant d'assurer un bon fonctionnement au montage.

On applique une tension d'entrée carrée au montage :  $v_E(t)$  carrée  $\pm 6V$  /  $f = 5Hz$

**Q12** - Effectuer un contrôle du bon fonctionnement du montage : observations et mesure du courant de la diode.

**V – Troisième partie : Charge type Relais****V.1 – Présentation du montage**

Cette dernière partie portera sur l'alimentation d'un relais qui pilote un ventilateur.

**V.2 – Analyse du montage**

**Q13** - Câbler le montage et contrôler son bon fonctionnement en alimentant le circuit avec une tension continue  $V_E = 5V$  (vous devez entendre le relais claquer lorsqu'il commute).

Les contacts du relais vont piloter un ventilateur de boîtier PC : **ATTENTION AUX DOIGTS**.

**Q14** - Tracer le schéma de principe faisant apparaître votre ventilateur, la source de tension de 12V qui l'alimente et le relais.

**Q15** - Câbler le montage en utilisant les contacts 11 et 12 du relais. Faire vérifier votre montage par l'enseignant.

**Q16** - Que constatez-vous à la mise sous tension de l'alimentation 12V si la source 5V est éteinte ? Que se passe-t-il lorsque vous appliquez le 5V ?

**Q17** - Câbler le montage en utilisant les contacts 11 et 14 du relais. Faire vérifier votre montage par l'enseignant.

**Q18** - Que constatez-vous à la mise sous tension de l'alimentation 12V si la source 5V reste éteinte ? Que se passe-t-il lorsque vous appliquez le 5V ?

# P2N2222A

## Amplifier Transistors

### NPN Silicon

#### Features

- These are Pb-Free Devices\*

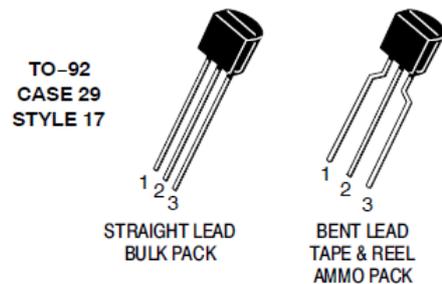
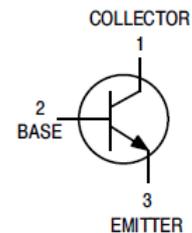
#### MAXIMUM RATINGS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Collector – Emitter Voltage	$V_{CE0}$	40	Vdc
Collector – Base Voltage	$V_{CB0}$	75	Vdc
Emitter – Base Voltage	$V_{EB0}$	6.0	Vdc
Collector Current – Continuous	$I_C$	600	mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	625 5.0	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.5 12	W mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

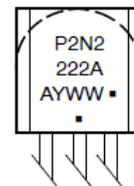
#### THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	$^\circ\text{C}/\text{W}$

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

**ON Semiconductor®**<http://onsemi.com>

#### MARKING DIAGRAM



- A = Assembly Location
- Y = Year
- WW = Work Week
- = Pb-Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

#### ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping†
P2N2222AG	TO-92 (Pb-Free)	5000 Units/Bulk
P2N2222ARL1G	TO-92 (Pb-Free)	2000/Tape & Ammo

†For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specification Brochure, BRD8011/D.

\*For additional information on our Pb-Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

## P2N2222A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>				
Collector – Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = 10\text{ mAdc}$ , $I_B = 0$ )	$V_{(BR)CEO}$	40	–	Vdc
Collector – Base Breakdown Voltage ( $I_C = 10\text{ }\mu\text{Adc}$ , $I_E = 0$ )	$V_{(BR)CBO}$	75	–	Vdc
Emitter – Base Breakdown Voltage ( $I_E = 10\text{ }\mu\text{Adc}$ , $I_C = 0$ )	$V_{(BR)EBO}$	6.0	–	Vdc
Collector Cutoff Current ( $V_{CE} = 60\text{ Vdc}$ , $V_{EB(off)} = 3.0\text{ Vdc}$ )	$I_{CEX}$	–	10	nAdc
Collector Cutoff Current ( $V_{CB} = 60\text{ Vdc}$ , $I_E = 0$ ) ( $V_{CB} = 60\text{ Vdc}$ , $I_E = 0$ , $T_A = 150^\circ\text{C}$ )	$I_{CBO}$	– –	0.01 10	$\mu\text{Adc}$
Emitter Cutoff Current ( $V_{EB} = 3.0\text{ Vdc}$ , $I_C = 0$ )	$I_{EBO}$	–	10	nAdc
Collector Cutoff Current ( $V_{CE} = 10\text{ V}$ )	$I_{CEO}$	–	10	nAdc
Base Cutoff Current ( $V_{CE} = 60\text{ Vdc}$ , $V_{EB(off)} = 3.0\text{ Vdc}$ )	$I_{BEX}$	–	20	nAdc
<b>ON CHARACTERISTICS</b>				
DC Current Gain ( $I_C = 0.1\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ ) ( $I_C = 1.0\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ ) ( $I_C = 10\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ ) ( $I_C = 10\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $T_A = -55^\circ\text{C}$ ) ( $I_C = 150\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ ) (Note 1) ( $I_C = 150\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$ ) (Note 1) ( $I_C = 500\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ ) (Note 1)	$h_{FE}$	35 50 75 35 100 50 40	– – – – 300 – –	–
Collector – Emitter Saturation Voltage (Note 1) ( $I_C = 150\text{ mAdc}$ , $I_B = 15\text{ mAdc}$ ) ( $I_C = 500\text{ mAdc}$ , $I_B = 50\text{ mAdc}$ )	$V_{CE(sat)}$	– –	0.3 1.0	Vdc
Base – Emitter Saturation Voltage (Note 1) ( $I_C = 150\text{ mAdc}$ , $I_B = 15\text{ mAdc}$ ) ( $I_C = 500\text{ mAdc}$ , $I_B = 50\text{ mAdc}$ )	$V_{BE(sat)}$	0.6 –	1.2 2.0	Vdc
<b>SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS</b>				
Current – Gain – Bandwidth Product (Note 2) ( $I_C = 20\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 20\text{ Vdc}$ , $f = 100\text{ MHz}$ ) <sub>C</sub>	$f_T$	300	–	MHz
Output Capacitance ( $V_{CB} = 10\text{ Vdc}$ , $I_E = 0$ , $f = 1.0\text{ MHz}$ )	$C_{obo}$	–	8.0	pF
Input Capacitance ( $V_{EB} = 0.5\text{ Vdc}$ , $I_C = 0$ , $f = 1.0\text{ MHz}$ )	$C_{ibo}$	–	25	pF
Input Impedance ( $I_C = 1.0\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ ) ( $I_C = 10\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ )	$h_{ie}$	2.0 0.25	8.0 1.25	k $\Omega$
Voltage Feedback Ratio ( $I_C = 1.0\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ ) ( $I_C = 10\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ )	$h_{re}$	– –	8.0 4.0	$\times 10^{-4}$
Small-Signal Current Gain ( $I_C = 1.0\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ ) ( $I_C = 10\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ )	$h_{fe}$	50 75	300 375	–
Output Admittance ( $I_C = 1.0\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ ) ( $I_C = 10\text{ mAdc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ )	$h_{oe}$	5.0 25	35 200	$\mu\text{Mhos}$
Collector Base Time Constant ( $I_E = 20\text{ mAdc}$ , $V_{CB} = 20\text{ Vdc}$ , $f = 31.8\text{ MHz}$ )	$rb'C_c$	–	150	ps
Noise Figure ( $I_C = 100\text{ }\mu\text{Adc}$ , $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$ , $R_S = 1.0\text{ k}\Omega$ , $f = 1.0\text{ kHz}$ )	$N_F$	–	4.0	dB

1. Pulse Test: Pulse Width  $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2.0\%$ .

2.  $f_T$  is defined as the frequency at which  $|h_{fe}|$  extrapolates to unity.



深圳市昱申科技有限公司

CHINA YOUNG SUN LED TECHNOLOGY CO., LTD.

TEL: (86) 755-28079401 28079402 28079403 28079404 28079405

FAX: (86) 755-28079407 E-mail: info@100LED.com Web: www.100LED.com

ANNEXE 2

Model No.: YSL-R531R3D-D2

Applications:

Decorations

Bill Inspector

Incidental Lights

Medical Appliance

Absolute Maximum Ratings: (Ta=25°C) .

ITEMS	Symbol	Absolute Maximum Rating	Unit
Forward Current	I <sub>F</sub>	20	mA
Peak Forward Current	I <sub>FP</sub>	30	mA
Suggestion Using Current	I <sub>SU</sub>	16-18	mA
Reverse Voltage (V <sub>R</sub> =5V)	I <sub>R</sub>	10	uA
Power Dissipation	P <sub>D</sub>	105	mW
Operation Temperature	T <sub>OPR</sub>	-40 ~ 85	°C
Storage Temperature	T <sub>STG</sub>	-40 ~ 100	°C
Lead Soldering Temperature	T <sub>SOL</sub>	Max. 260°C for 3 Sec. Max. (3mm from the base of the epoxy bulb)	

Absolute Maximum Ratings: (Ta=25°C)

ITEMS	Symbol	Test condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward Voltage	V <sub>F</sub>	I <sub>F</sub> =20mA	1.8	---	2.2	V
Wavelength (nm) or TC(k)	Δλ	I <sub>F</sub> =20mA	620	---	625	nm
*Luminous intensity	I <sub>v</sub>	I <sub>F</sub> =20mA	150	---	200	mcd
50% Viewing Angle	2θ 1/2	I <sub>F</sub> =20mA	40	---	60	deg

Address: 5/F, Building B, Anzhilong Indl., Qinghua East Road., Longhua Town, Shenzhen CHINA. 518109

www.100LED.com

ONE HUNDRED LED  
PERFECT LED



30 Series - Subminiature DIL relays 2 A

Features

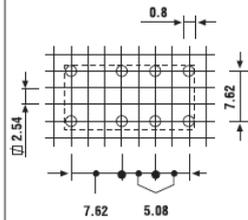
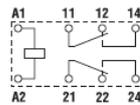
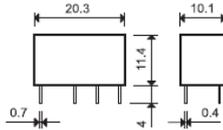
Printed circuit mount  
2 A signal relay

- 2 Pole changeover contacts
- Low level switching capability
- Subminiature - industry standard DIL package
- Sensitive DC coil - 200 mW
- Wash tight: RT III
- Cadmium Free contact material

30.22



- Low coil power
- Au clad contacts
- PCB mount



Copper side view

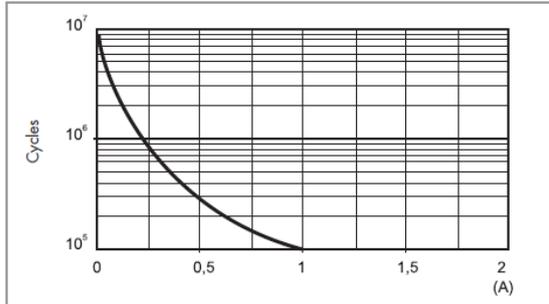
Contact specification		
Contact configuration		2 CO (DPDT)
Rated current/Maximum peak current	A	2/3
Rated voltage/Maximum switching voltage	V AC	125/250
Rated load AC1	VA	125
Rated load AC15 (230 V AC)	VA	25
Single phase motor rating (230 V AC)	kW	—
Breaking capacity DC1: 30/110/220 V	A	2/0.3/—
Minimum switching load	mW (V/mA)	10 (0.1/1)
Standard contact material		AgNi + Au
Coil specification		
Nominal voltage (U <sub>N</sub> )	V AC (50/60 Hz)	—
	V DC	5 - 6 - 9 - 12 - 24 - 48
Rated power AC/DC	VA (50 Hz)/W	—/0.2
Operating range	AC	—
	DC	See table page 3
Holding voltage	AC/DC	—/0.35 U <sub>N</sub>
Must drop-out voltage	AC/DC	—/0.05 U <sub>N</sub>
Technical data		
Mechanical life AC/DC	cycles	—/10 · 10 <sup>6</sup>
Electrical life at rated load AC1	cycles	100 · 10 <sup>3</sup>
Operate/release time	ms	6/2
Insulation between coil and contacts (1.2/50 μs)	kV	1.5
Dielectric strength between open contacts	V AC	750
Ambient temperature range	°C	-40...+85
Environmental protection		RT III
Approvals (according to type)		



## 30 Series - Subminiature DIL relays 2 A

### Contact specification

F 30 - Electrical life (AC1) v contact current (125 V)



Note:

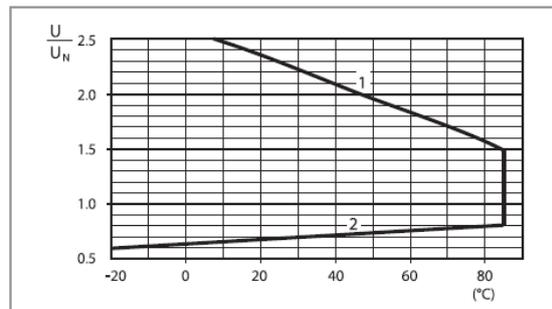
The rated current of 2 A corresponds to the limiting continuous current.

### Coil specifications

DC coil data - 0.2 W sensitive

Nominal voltage $U_N$	Coil code	Operating range		Resistance $R$	Rated coil consumption $I$ at $U_N$
		$U_{min}$	$U_{max}$		
V		V	V	$\Omega$	mA
5	7.005	3.7	7.5	125	40
6	7.006	4.5	9	180	33
9	7.009	6.7	13.5	405	22
12	7.012	8.4	18	720	16
24	7.024	16.8	36	2,880	8.3
48	7.048	36	72	11,520	4.1

R 30 - DC coil operating range v ambient temperature



1 - Max. permitted coil voltage.

2 - Min. pick-up voltage with coil at ambient temperature.

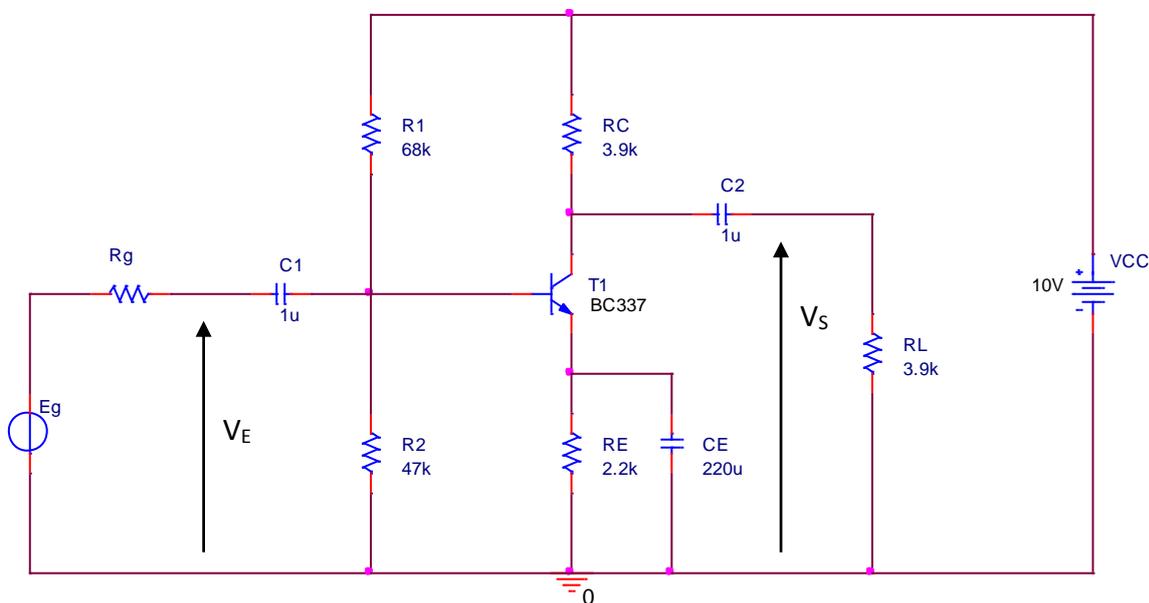


TPn°3 :

# AMPLIFICATEUR A TRANSISTOR BIPOLAIRE

L'amplification fait aussi partie du champ d'application du transistor bipolaire. S'appuyant sur une base de signal continu, on parlera de polarisation, le signal alternatif d'entrée traversera le transistor pour en sortir amplifié. Plus généralement, ce TP vous propose d'étudier un premier montage amplificateur afin de voir quelles sont les grandeurs nous permettant de le caractériser.

## I – Préparation du TP



### Point de polarisation : régime statique

**P1** – Représenter le schéma du montage de polarisation.

**P2** – Modéliser puis calculer le circuit de base ( $R_1$ ,  $R_2$  et  $V_{CC}$ ) par son modèle équivalent de Thévenin ( $R_{TH}$  et  $E_{TH}$ ) représenter le schéma du montage de polarisation.

Les valeurs caractéristiques du transistor vous sont données dans l'extrait de la documentation technique en Annexe 1 (le paramètre  $\beta$  correspond au  $h_{FE}$  DC Current Gain pour  $I_C = 100mA$ ).

**P3** – Calculer le courant continu de polarisation  $I_{B0}$  ainsi que les potentiels :  $V_{BASE}$ ,  $V_{EMETTEUR}$  et  $V_{COLLECTEUR}$ .

### Petits signaux : régime dynamique

Rappel : dans le cadre de la modélisation en régime dynamique, pour le calcul des paramètres  $A_{V0}$ ,  $R_{IN}$  et  $R_{OUT}$ , on ne prend pas en compte les éléments du générateur d'entrée ( $E_G$  et  $R_G$ ), on supposera que le signal d'entrée est  $V_E$ .

**P4** – Représenter le schéma équivalent dynamique petits signaux de l'amplificateur.

Le paramètre  $r_{BE}$  sera approximé par la formule suivante :  $r_{BE} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{B0}}$ .

**P5** – Calculer l'amplification en tension à vide  $A_{V0}$ .

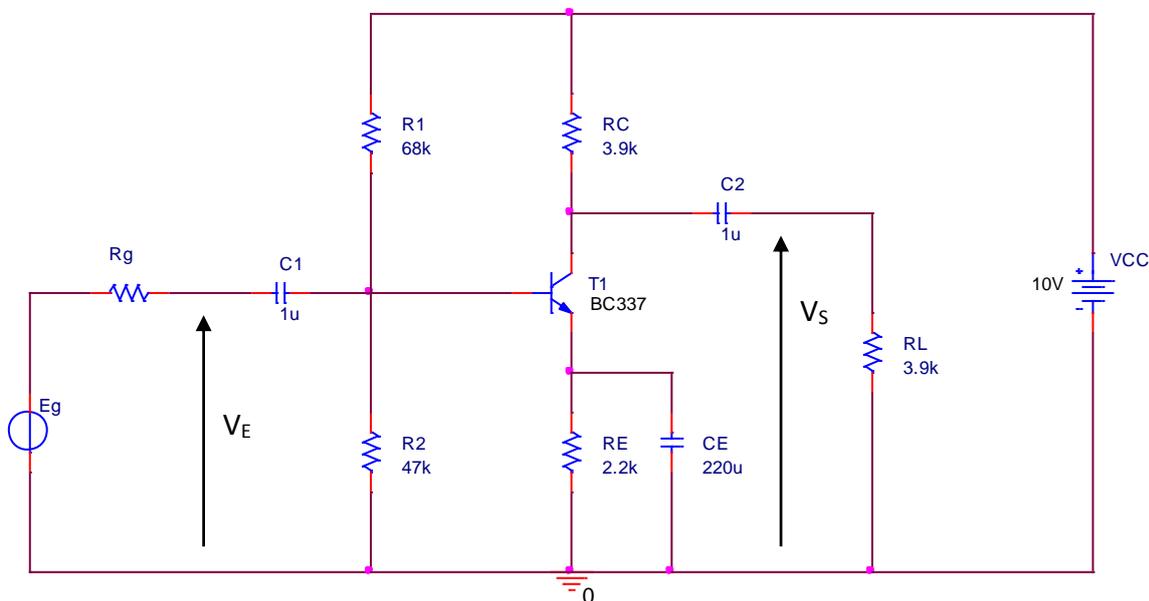
**P6** – Calculer l'amplification en tension en charge  $A_V$  avec la résistance  $R_L$ .

**P7** – Calculer l'impédance d'entrée  $R_{IN}$ .

**P8** – Calculer l'impédance de sortie  $R_{OUT}$ . *ATTENTION : toute source branchée en entrée ou toute charge rajoutée en sortie doit être couplée à l'aide d'un condensateur de liaison pour éviter de modifier la polarisation.*

**P9** – Vous comparerez vos résultats aux caractéristiques de l'amplificateur idéal qui sont les suivantes :  $A_{V0} = \infty$ ,  $R_{IN} = \infty$  et  $R_{OUT} = 0$ .

## II – Manipulations



### Point de polarisation : régime statique

**Q1** – Câbler le circuit de polarisation du montage et relever les potentiels :  $V_{BASE}$ ,  $V_{EMETTEUR}$  et  $V_{COLLECTEUR}$ . Comparer ces résultats aux valeurs obtenues en préparation.

### Petits signaux : régime dynamique

Câbler l'intégralité du montage.

Appliquer à l'entrée un signal sinusoïdal d'amplitude 10mV et de fréquence 10kHz (*Les faibles valeurs d'amplitudes sont obtenues sur le GBF en jouant sur ses atténuations de -20dB*).

Les mesures expérimentales des impédances d'entrée et de sortie se feront en utilisant la technique de la demi-déviations, voir l'Annexe 2.

**Q2** – Mesurer :

- L'amplification en tension à vide  $A_{V0}$ ,
- L'amplification en tension en charge  $A_V$  pour  $R_L = 3,9k\Omega$ .

- L'impédance d'entrée  $R_{IN}$ ,
- L'impédance de sortie  $R_{OUT}$ .

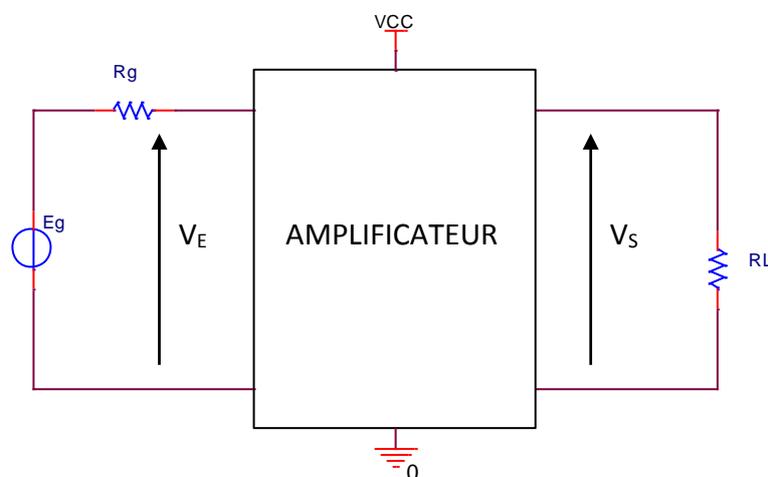
- Q3** – Comparer les résultats théoriques et expérimentaux. Justifier les éventuels écarts.
- Q4** – Augmenter l'amplitude du signal d'entrée jusqu'à ce que le signal de sortie ne soit plus parfaitement sinusoïdal. En déduire la dynamique de sortie maximale (*amplitude crête à crête maximale avant écrêtage*).
- Q5** – On s'intéresse à la fréquence de coupure basse de l'amplificateur. Relever expérimentalement la réponse en fréquence basse de l'amplificateur pour un signal d'entrée compris entre :  $10\text{Hz} \leq f \leq 10\text{kHz}$  (*On pourra prendre des fréquences multiples de 1 – 3 – 5 – 7*). Tracer le diagramme de Bode correspondant.
- Q6** – Relever sur le diagramme de Bode la valeur de la fréquence de coupure basse lue à  $\frac{V_{S\text{MAX}}}{\sqrt{2}}$ .



## Mesure expérimentale de $R_{IN}$ et $R_{OUT}$

Cette technique vous permettra de mesurer expérimentalement les valeurs des impédances d'entrée d'un montage amplificateur à l'aide d'une boîte à décades. Le respect des formes sinusoïdales des signaux alors utilisés sera une obligation.

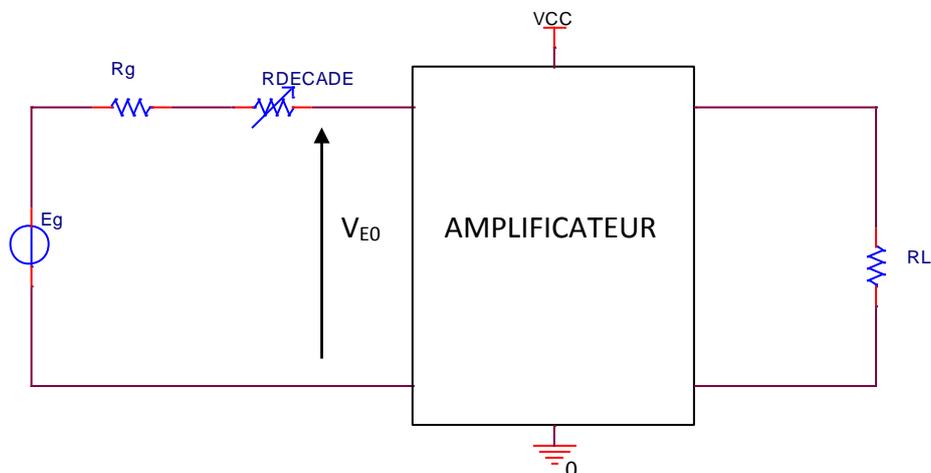
### I – Amplificateur d'étude



L'amplificateur étudié, alimenté sous la tension  $V_{CC}$ , possède un signal d'entrée  $V_E$  délivré par un générateur (modélisé par sa source parfaite  $E_G$  ainsi que sa résistance interne  $R_G$ ). Sa charge est symbolisée par la résistance  $R_L$ .

#### I.1 – Mesure de l'impédance d'entrée

Il faut insérer une boîte à décades entre le générateur et l'entrée de l'amplificateur :

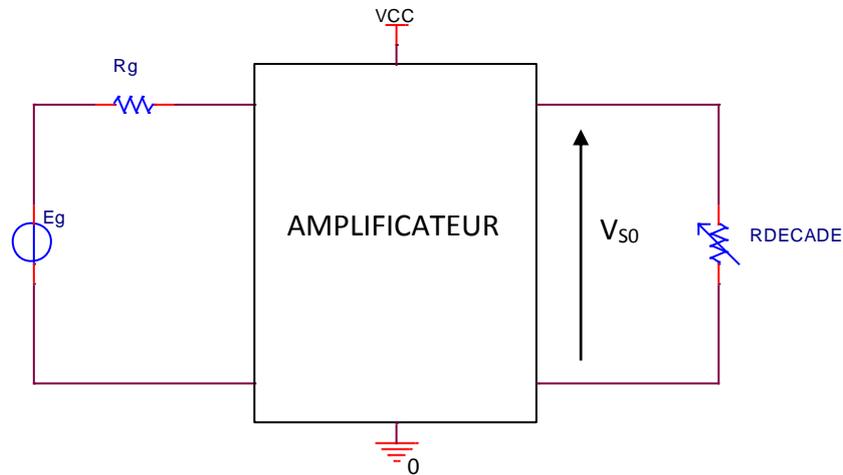


On relève la valeur de la tension d'entrée  $V_{E0}$  lorsque la résistance  $R_{DECADE}$  est nulle.

Régler la boîte à décade pour obtenir  $\frac{V_{E0}}{2}$ , dans ce cas :  $R_{DECADE} = R_{IN}$ .

I.2 – Mesure de l'impédance de sortie

Il faut remplacer la charge par la boîte à décade, cette dernière doit être impérativement réglée sur une forte valeur ( $R_{DECADE} = 100k\Omega$ ) : **NE PAS REGLER LA BOITE A DECADE SUR UNE VALEUR NULLE.**



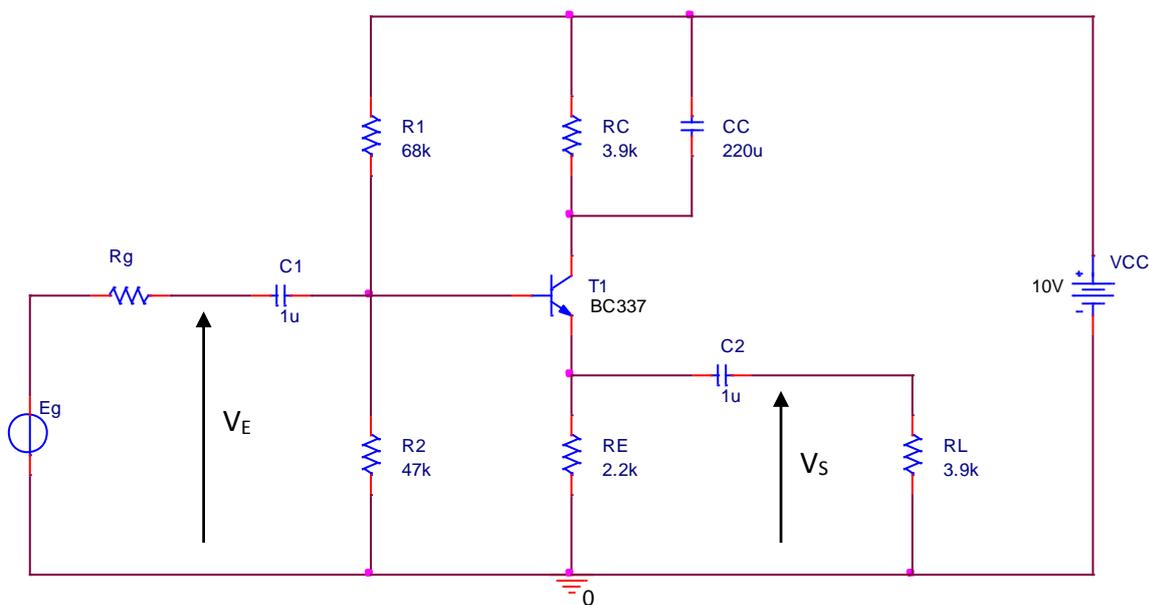
On relève la valeur de la tension de sortie  $V_{S0}$  lorsque la résistance  $R_{DECADE}$  est élevée (environ  $100k\Omega$ ).

Régler la boîte à décade pour obtenir  $\frac{V_{S0}}{2}$ , dans ce cas :  $R_{DECADE} = R_{OUT}$ .

## TP n°4 : CHAÎNE AMPLIFICATRICE

Afin de se rapprocher le plus possible d'un amplificateur parfait, les montages associent les étages d'amplificateurs à transistors. Ce TP permettra de mettre en œuvre une chaîne constituée de deux étages pour alimenter une charge de faible valeur.

### I – Préparation du TP



#### Point de polarisation : régime statique

**P1** – Représenter le schéma du montage de polarisation.

**P2** – Modéliser puis calculer le circuit de base ( $R_1$ ,  $R_2$  et  $V_{CC}$ ) par son modèle équivalent de Thévenin ( $R_{TH}$  et  $E_{TH}$ ) représenter le schéma du montage de polarisation.

Les valeurs caractéristiques du transistor vous sont données dans l'extrait de la documentation technique en Annexe 1 du TP n°3 (le paramètre  $\beta$  correspond au  $h_{FE}$  DC Current Gain pour  $I_C = 100mA$ ).

**P3** – Calculer le courant continu de polarisation  $I_{B0}$  ainsi que les potentiels :  $V_{BASE}$ ,  $V_{EMETTEUR}$  et  $V_{COLLECTEUR}$ .

#### Petits signaux : régime dynamique

*Rappel* : dans le cadre de la modélisation en régime dynamique, pour le calcul des paramètres  $A_{V0}$ ,  $R_{IN}$  et  $R_{OUT}$ , on ne prend pas en compte les éléments du générateur d'entrée ( $E_G$  et  $R_G$ ), on supposera que le signal d'entrée est  $V_E$ .

**P4** – Représenter le schéma équivalent dynamique petits signaux de l'amplificateur.

Le paramètre  $r_{BE}$  sera approximé par la formule suivante :  $r_{BE} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{I_{B0}}$ .

**P5** – Calculer l'amplification en tension à vide  $A_{V0}$ .

**P6** – Calculer l'amplification en tension en charge  $A_V$  avec la résistance  $R_L$ .

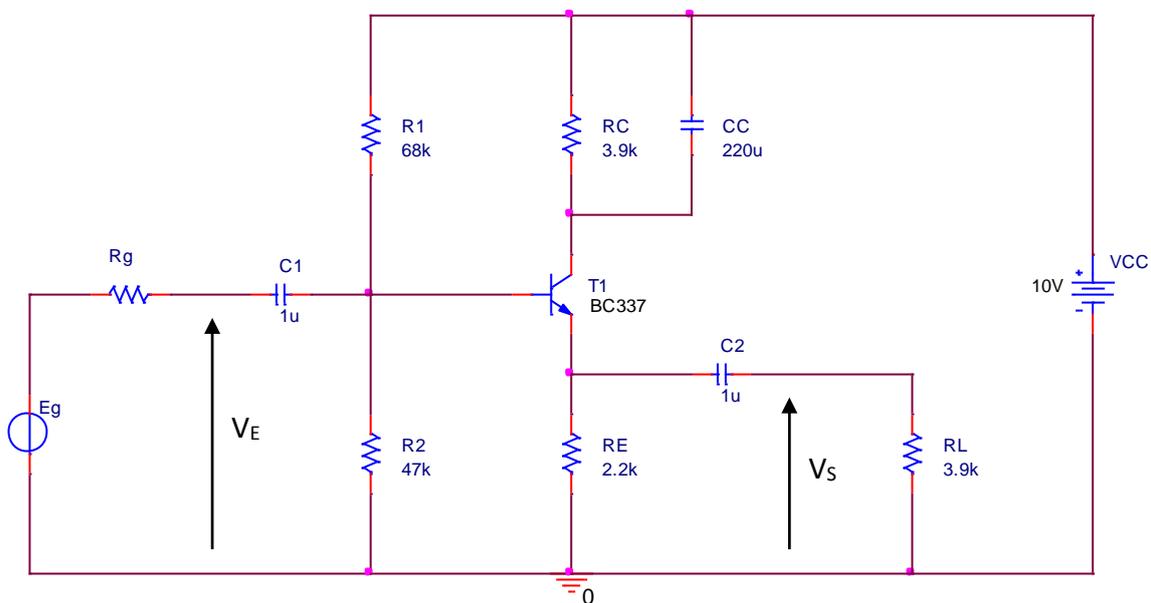
**P7** – Calculer l'impédance d'entrée  $R_{IN}$ .

**P8** – Calculer l'impédance de sortie  $R_{OUT}$ . *ATTENTION : toute source branchée en entrée ou toute charge rajoutée en sortie doit être couplée à l'aide d'un condensateur de liaison pour éviter de modifier la polarisation.*

**P9** – Vous comparerez vos résultats aux caractéristiques de l'amplificateur idéal qui sont les suivantes :  $A_{V0} = \infty$ ,  $R_{IN} = \infty$  et  $R_{OUT} = 0$ .

## II – Manipulations

### II.1 – Montage collecteur commun



#### Point de polarisation : régime statique

**Q1** – Câbler le circuit de polarisation du montage et relever les potentiels :  $V_{BASE}$ ,  $V_{EMETTEUR}$  et  $V_{COLLECTEUR}$ . Comparer ces résultats aux valeurs obtenues en préparation.

#### Petits signaux : régime dynamique

Câbler l'intégralité du montage.

Appliquer à l'entrée un signal sinusoïdal d'amplitude 10mV et de fréquence 10kHz (*Les faibles valeurs d'amplitudes sont obtenues sur le GBF en jouant sur ses atténuations de -20dB*).

Les mesures expérimentales des impédances d'entrée et de sortie se feront en utilisant la technique de la demi-déviaton, voir l'Annexe 2 du TP n°3.

**Q2** – Mesurer :

- L'amplification en tension à vide  $A_{V0}$ ,
- L'amplification en tension en charge  $A_V$  pour  $R_L = 3,9k\Omega$ .
- L'impédance d'entrée  $R_{IN}$ ,
- L'impédance de sortie  $R_{OUT}$ .

**Q3** – Comparer les résultats théoriques et expérimentaux. Justifier les éventuels écarts.

**Q4** – Augmenter l'amplitude du signal d'entrée jusqu'à ce que le signal de sortie ne soit plus parfaitement sinusoïdal. En déduire la dynamique de sortie maximale (*amplitude crête à crête maximale avant écrêtage*).

**Q5** – On s'intéresse à la fréquence de coupure basse de l'amplificateur. Relever expérimentalement la réponse en fréquence basse de l'amplificateur pour un signal d'entrée compris entre :  $10\text{Hz} \leq f \leq 10\text{kHz}$  (*Prendre des fréquences multiples de 1 – 3 – 5 – 7*). Tracer le diagramme de Bode correspondant.

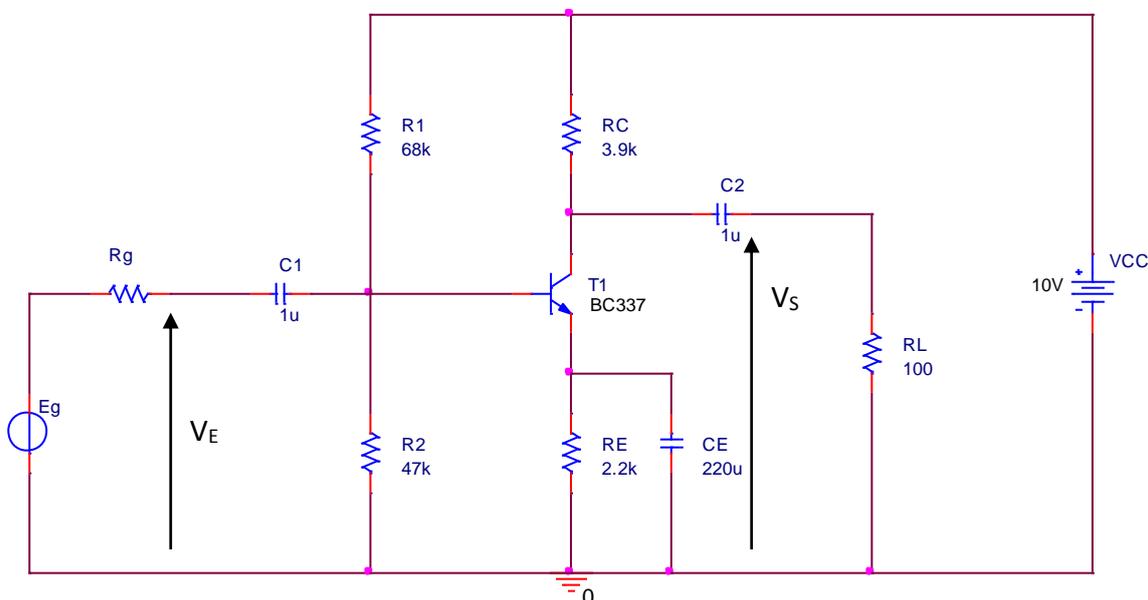
**Q6** – Relever sur le diagramme de Bode la valeur de la fréquence de coupure basse lue à  $\frac{V_{S\text{MAX}}}{\sqrt{2}}$ .

## II.2 – Chaîne amplificatrice

On souhaite alimenter une charge symbolisée par une résistance de  $100\Omega$ .

### Alimentation via un émetteur commun

On alimente le montage par une tension sinusoïdale :  $V_{E\text{MAX}} = 20\text{mV}$ ,  $f = 10\text{kHz}$ .

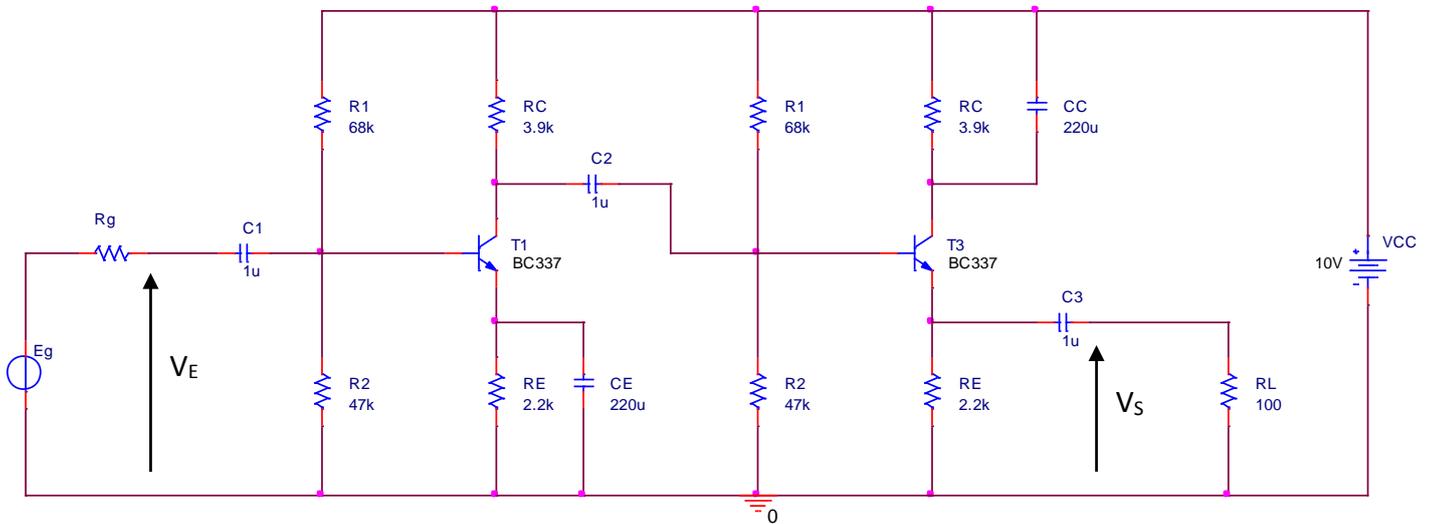


**Q7** – Relever les chronogrammes de  $V_E(t)$  et  $V_S(t)$ .

**Q8** – Mesurer l'amplification en tension en charge  $A_V$  du montage, comparer ce résultat obtenu à celui du précédent TP. L'amplification vous semble-t-elle acceptable ? Justifier votre réponse (*on pourra s'aider de la valeur de l'impédance de sortie calculée dans le TP précédent*).

### Alimentation via une chaîne émetteur commun + collecteur commun

On alimente le montage par une tension sinusoïdale :  $V_{E\text{MAX}} = 20\text{mV}$ ,  $f = 10\text{kHz}$ .



- Q9** - Relever les chronogrammes de  $V_E(t)$  et  $V_S(t)$  après avoir ajusté l'amplitude du signal de d'entrée pour que la sortie soit parfaitement sinusoïdale.
- Q10** - Mesurer la nouvelle amplification en tension en charge et comparer ce résultat à celui obtenu à la question **Q8**. En déduire l'influence de l'utilisation d'un montage collecteur commun dans le cas de l'alimentation d'une charge de faible valeur.



