

Examen électronique Noel 2008

Table des matières

Examen théorique d'électronique.....	4
1. Les semis-conducteurs : le cristal de silicium.	4
a) Définir la structure des cristaux de silicium.....	4
b) Parler des électrons et des trous.	4
2. Le cristal de Silicium.	5
a) Qu'appelle t on paire d'électron trou et recombinaison ?	5
b) Définition	5
3. Les semi-conducteurs : diode non polarisée	6
a) Diode non polarisée.....	6
b) Zone déserté	7
4. Diode.....	8
a) Tracer la courbe du courant dans la diode en fonction de la tension appliquée.....	8
b) Commenter les différentes parties de cette caractéristiques iv.	8
5. Théorie de la diode.....	9
a) Décrire la droite de charge	9
b) Expliquer le fonctionnement à résistance constante et à tension constante	9
c) Donner et expliquer les 3 approximations d'une diode	10
d) Définir la résistance statique.....	11
6. Circuits à diodes :	12
a) Redressement mono-alternance. Dessiner le schéma du transformateur, donner et expliquer les formules.....	12
b) Redressement double alternance. Dessiner le schéma avec transformateur, donner et expliquer les formules.....	13
c) Redressement en pont. Le schéma d'un transformateur, donner et expliquer les formules	14
e) Circuits à diodes : doubleur mono-alternance. Dessiner le schéma et expliquer le fonctionnement	16
7. Diode particulières: diodes Zener.....	16
a) donner les caractéristiques et le symbole de la diode Zener.....	16
b) donner les approximations de la diode zener	17
c) expliquer le principe de la régulation à diode Zener.....	18
d) Donner les schémas et expliquer le principe de la régulation à diode Zener.....	19
e) Donner la formule et expliquer l'ondulation résiduelle sur la charge.....	19
f) Parler de la résistance critique et du point de décrochage.....	20

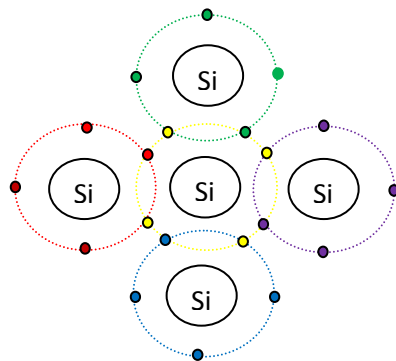
8. Transistor bipolaire	21
a) Décrire le fonctionnement du transistor en polarisation normale	21
b) Définir β_{DC}	22
c) Dessiner et expliquer les caractéristiques du collecteur (I_C, V_{CE}) et de base (I_B, V_{BE}).....	22
d) Dessiner et commenter la caractéristique du gain en courant en fonction de I_C . Quelles sont les valeurs limites du transistor ?	24
9. Transistore :principes fondamentaux.....	24
a) Dessiner et commenter la droite de charge statique	24
b) Parler des coordonnées à l'origine, du point de repos et de la dynamique.....	25
c) Polarisation par tension de base. Dessiner le schéma d'un transistor polarisé par tension de base.	25
d) Polarisation par tension de base.En déduire la droite de charge statique.	26
e) Polarisation par tension de base. Quel est l'effet de la température sur un tel montage ?	26
10. Polarisation du transistor.	27
a) Dessiner le schéma d'un transistor polarisé par réaction d'émetteur. En déduire la droite de charge statique	27
b) Polarisation par réaction émetteur. Quel est l'effet de la température sur un tel montage ?	28
c) Polarisation par diviseur de tension de base. Dessiner le schéma d'un transistor polarisé par diviseur de tension de base. En déduire la charge statique	29
d) Polarisation par diviseur de tension de base. Quel est l'effet de la température sur un tel montage	30

Examen théorique d'électronique.

1. Les semi-conducteurs : le cristal de silicium.

a) Définir la structure des cristaux de silicium

Les atomes s'organisent selon un motif régulier appelé cristal. Un atome isolé de silicium possède 4 électrons sur son orbite de valence, ce nombre est la clé de la conductivité. (Les conducteurs ont 1 de valence, les semi-conducteurs 4, les isolants 8). L'atome de silicium possède 14 protons, 14 électrons.



Chaque atome partage ses électrons périphériques avec 4 voisins pour obtenir 8 électrons sur son orbite de valence. L'atome central avait initialement 4 électrons sur son orbite périphérique, maintenant il en possède 8.

La première couche contient 2 électrons, la deuxième 8. Les 4 électrons restant occupent l'orbite de valence. Chaque cœur présente une charge +4, prenons celui du centre et celui de droite : ils attirent la paire d'électron situé à côté deux mais de sens différents. Cette traction dans des sens différents lie les atomes les uns aux autres. Puisque chaque électron est attiré dans le sens contraire, il exerce une liaison entre 2 atomes voisins → liaison de covalence

Conclusion : dans un cristal de silicium, il y a des milliards d'atomes de silicium, chacun avec ses 8 électrons de valence formant les liaisons de covalence.

b) Parler des électrons et des trous.

L'énergie thermique force les atomes à vibrer, plus la température est haute plus les vibrations sont importantes. Ces vibrations peuvent enlever un électron de son orbite de valence. L'électron libéré se ballade dans l'atome. Il laisse une charge + sur la couche qu'il a quitté. Il y a donc un proton en plus (trou). Il y a création d'un ion + immobile (trou) et d'un électron baladeur dû à l'énergie thermique. Attention, cette ion + est

susceptible d'attirer un électron. Un trou est formé par le départ de l'électron créant un vide dans l'orbite de valence.

2. Le cristal de Silicium.

a) Qu'appelle t on paire d'électron trou et recombinaison ?

L'énergie thermique crée des paires d'électron-trou.

A un certains moment, un électron va quitter son orbite et se ballade dans l'atome, c'est un électron libre. Il laisse une charge fixe sur la couche qu'il a quittée. Il y a donc un proton en plus. Celui-ci reste fixe. Il y a donc création d'un ion + (trou : est formé par le départ de l'électron créant un vide dans l'orbite. On parle d'électron-trou. Les électrons sont baladeurs et les trous sont immobiles.

Recombinaison : l'électron libre s'approche d'un trou et ressent son attraction et tombe dedans.

Définition : c'est la fusion d'un électron libre et d'un trou.

b) Définition

- Semi-conducteur intrinsèque

C'est un semi-conducteur par si tous les atomes qui le composent sont des atomes de silicium. Quand on lui applique une tension extérieure, les électrons vont du pôle + de la pile, les trous vers le pôle -.

- Dopage

But : augmenter la conductivité

C'est une méthode permettant d'augmenter la conductivité d'un semi-conducteur. Cela consiste à introduire des impuretés dans un cristal intrinsèque pour modifier ses propriétés électriques. Un semi-conducteur dopé est appelé semi-conducteur extrinsèque.

- Porteur majoritaire et minoritaire

Un semi-conducteur dopé peut avoir un excès d'électron libre ou un excès de trous, il y a donc 2 types de semi-conducteur dopés.

- Semi-conducteur de type N

Le silicium dopé avec une impureté pentavalente est appelé semi-conducteur type N (n pour négatif) où les électrons sont beaucoup plus nombreux (porteurs majoritaires) et les trous moins nombreux (porteurs minoritaires)

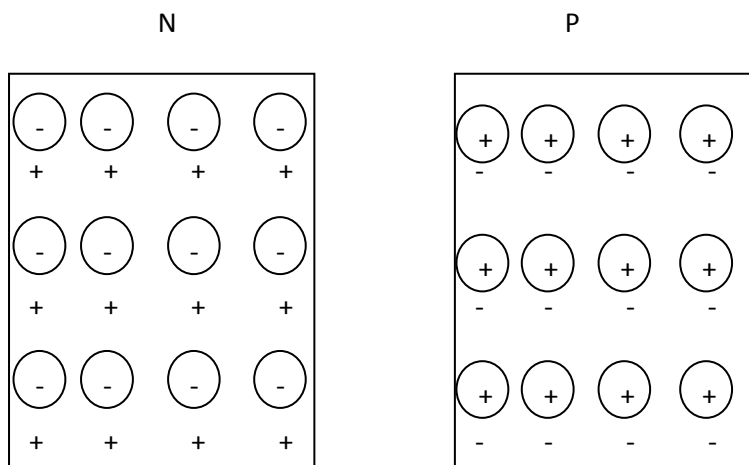
- Semi conducteur de type P

Le silicium dopé par une impureté trivalent est appelé semi conducteur de type P (P pour positif) où les trous sont + nombreux (porteurs majoritaires) que les électrons (porteur minoritaires)

3. Les semi-conducteurs : diode non polarisée

Parler de la zone déserté (ou d'appauvrissement) et de la barrière de potentiel.

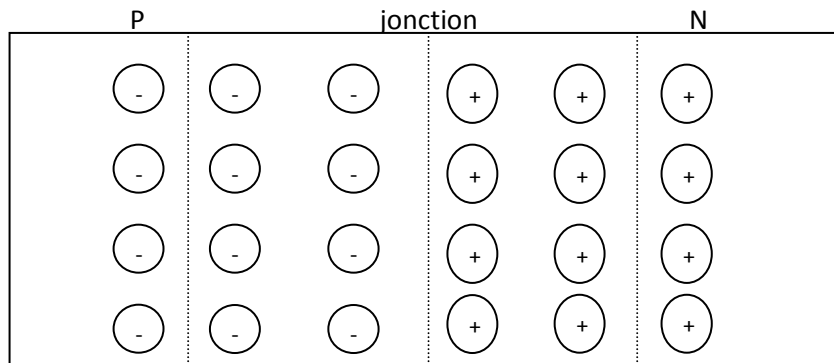
a) Diode non polarisée



Type P : où chaque atome trivalent – génère un trou sur son orbite de valence +

Type N : où chaque atome + représente un atome pentavalent et le signe – son électron libre.

Chaque partie est électriquement neutre car le nombre de + et égale au nombre de –



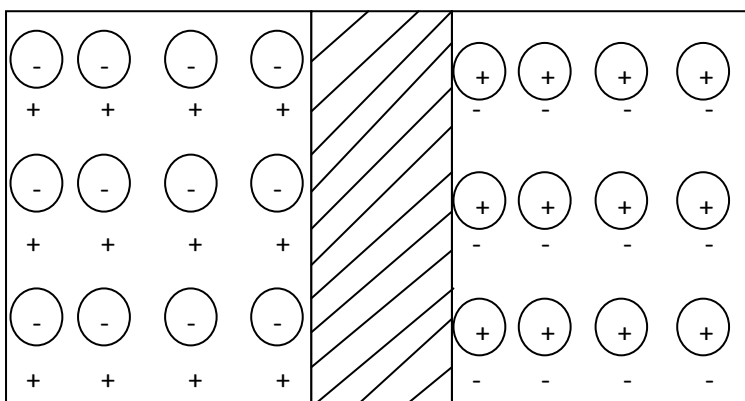
b) Zone déserté

A cause de leur répulsion les uns entre les autres, les électrons du côté N ont tendance à voyager dans toutes les directions. Quelque uns traversent la jonction et entrent dans la région p où ils sont minoritaire. Avec énormément de trous autour d'eux, leur durée de vie est très courte et très rapidement l'électron libre devient un électron de valence.

Chaque fois qu'un électron traverse la jonction, il crée une paire d'ions. Lorsqu'il quitte la région n, il laisse derrière lui un atome pentavalent qui a perdu son 5^{ème} électron, donc qui est devenu + et il produit un ion – avec l'atome qui le capture.

Chaque paire d'ions + et – est un dipôle qui vient de la disparition d'un électron libre et d'un trou. Au fur et à mesure que le nombre de dipôle augmentent, la région près de la jonction se vide de porteurs = zone désertée.

Zone désertée



c) Barrière de potentiel :

La barrière de potentiel d'une diode ressemble à une barrière énergétique. Les électrons qui la traversent ont assez d'énergie pour sauter au-dessus de cette barrière. La source de tension externe de la diode polarisé en direct donne à l'électron l'énergie nécessaire pour traverser la zone désertée de la jonction et donc de la franchir.

Lorsque la température augmente, la largeur de la zone désertée diminue et la barrière de potentiel diminue environ 2mV par augmentation de 1°C pour une diode en Si.

4. Diode

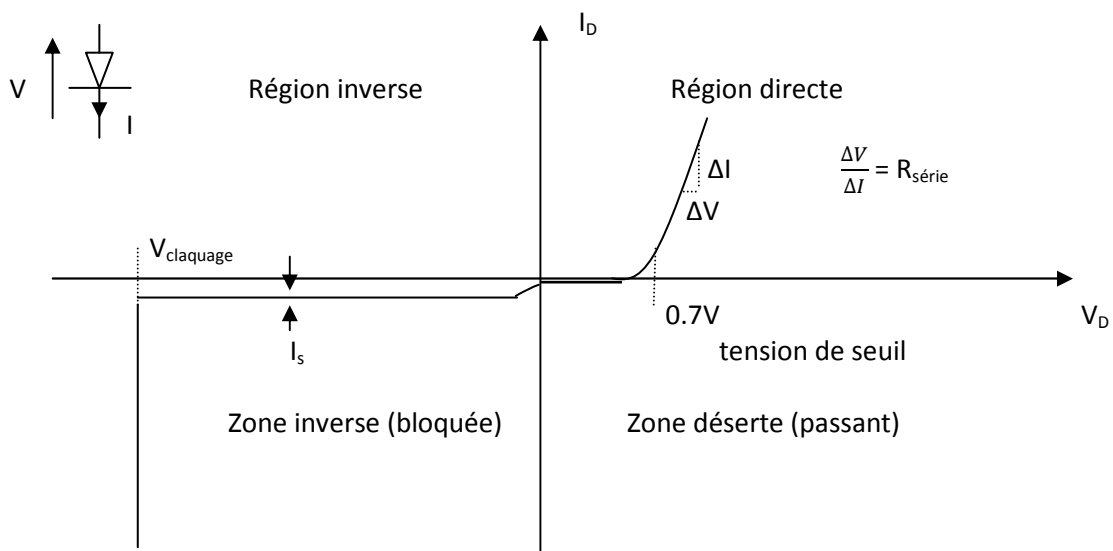
a) Tracer la courbe du courant dans la diode en fonction de la tension appliquée.

b) Commenter les différentes parties de cette caractéristiques iv.

Seuil de conduction :

C'est la tension directe qu'il faut appliquer à la diode pour vaincre la barrière de potentiel.

$V_T = 0,7V$ pour une diode au Si.

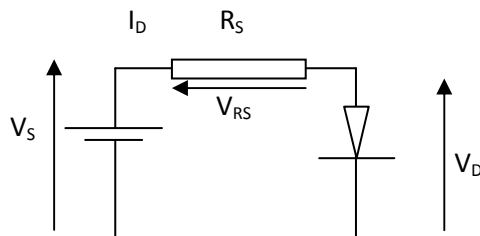


I_s : courant de fuite ; effet thermique

5. Théorie de la diode

a) Décrire la droite de charge

b) Expliquer le fonctionnement à résistance constante et à tension constante



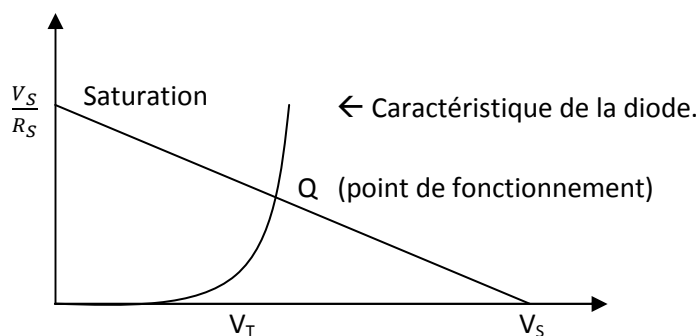
$$V_S - V_{RS} - V_D = 0$$

$$V_S - R_S \cdot I_D - V_D = 0$$

Dans la plupart des cas, la résistance peut être considérée comme un interrupteur fermé. Aux bornes d'un interrupteur fermé, la tension est nulle mais ce n'est pas totalement un circuit fermé.

$$I_D = \frac{V_S - V_D}{R_S}$$

$$\text{Quand } V_D = 0 = \frac{V_S}{R_S}$$



Exemple :

Soient une source de 2V et une résistance de 100Ω

$$I_D = \frac{V_S - V_D}{R_S}$$

$$\text{Pour } I_D = 0 : \frac{V_S}{R_S} = \frac{2}{100} = 0,020\text{A ou } 20\text{mA}$$

En détails :

$I_D = \frac{2 - V_D}{100}$, cette équation nous montre une relation linéaire entre le courant et la tension.

Pour tracer la droite représentative, il faut 2 points ; prenons par ex : $V_D = 0$; alors :

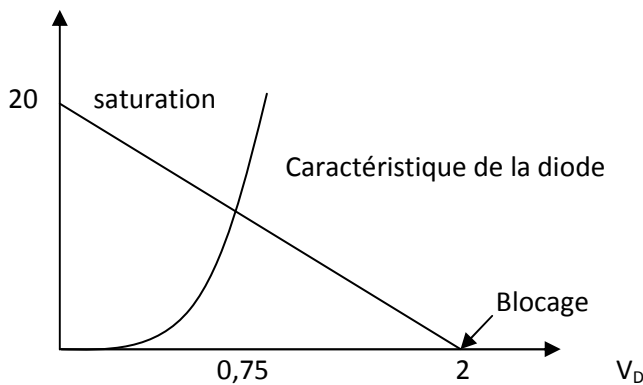
$$I_D = \frac{2 - 0}{100} = 20\text{mA}$$

Les valeurs $I_D = 20\text{mA}$ et $V_D = 0$ donnent un point sur l'axe verticale, appelé saturation, car c'est le courant maximal avec 2V sur 100Ω.

Pour obtenir le deuxième point, on pose $V_D = 2\text{V}$ dans la relation précédente, on obtient alors :

$$I_D = \frac{2-2}{100} = 0$$

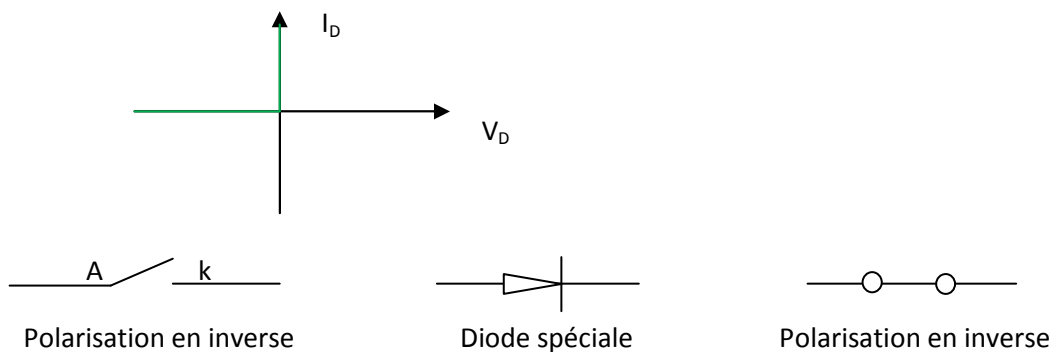
Les valeurs $I_D = 0$ et $V_D = 2\text{V}$ donnent un point sur l'axe horizontale appelé blocage, car il indique le courant minimal. La relation étant linéaire les points sont sur une même droite = droite de charge.



c) Donner et expliquer les 3 approximations d'une diode

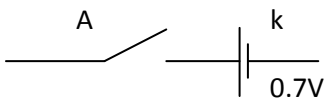
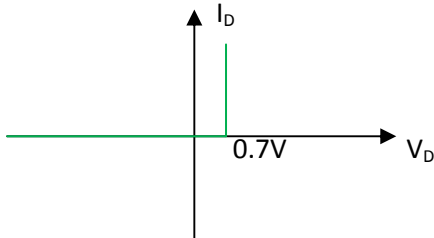
Diode idéale (1^{ère} approximation)

La diode idéale se comporte comme un conducteur parfait (résistance nulle) en direct et un isolant parfait en inverse. Elle se comporte comme un interrupteur.

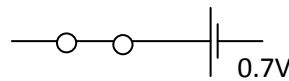


2^{ème} approximation

Il n'existe pas de courant pour des tensions appliquées sur la diode $< 0,7V$. A cette valeur, la diode conduit et la tension reste constante quel que soit le courant qui la traverse.



Polarisation inverse



Polarisation directe

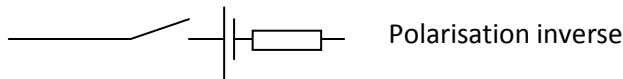
3^{ème} approximation

Le schéma équivalent dans la 3^{ème} approximation comprend un interrupteur en série avec une barrière de potentiel de $0,7V$ et une résistance série. Si la tension sur la diode est supérieure à $0,7V$, la diode est passante et la tension à ses bornes

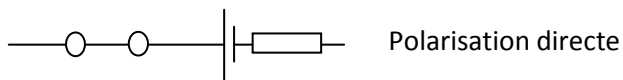
$$V_D = 0,7V + I_D * R_{série}$$

Si la résistance est $< 1\Omega$, elle est ignorée dans ces calculs :

R_s est négligeable si $R_{série} < 0,01$



Polarisation inverse



Polarisation directe

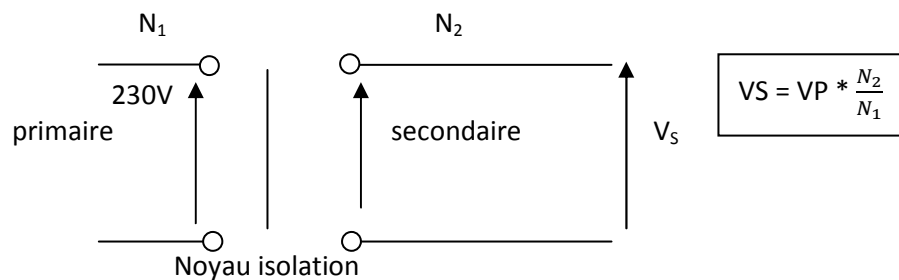
d) Définir la résistance statique

C'est égal à la tension sur la diode divisée par le courant qui la traverse au point de fil. C'est la valeur indiquée par un ohmmètre : elle a des applications limitées, à part avoir une faible valeur en direct et une grande valeur en inverse.

6. Circuits à diodes :

a) Redressement mono-alternance. Dessiner le schéma du transformateur, donner et expliquer les formules

Le transformateur d'entrée est un abaisseur, c'est-à-dire la tension est abaissée et le courant est augmenté. La tension aux secondaires est égale à la tension au primaire divisée par le rapport de transformation. Au primaire, il est récepteur et au secondaire, il est générateur.



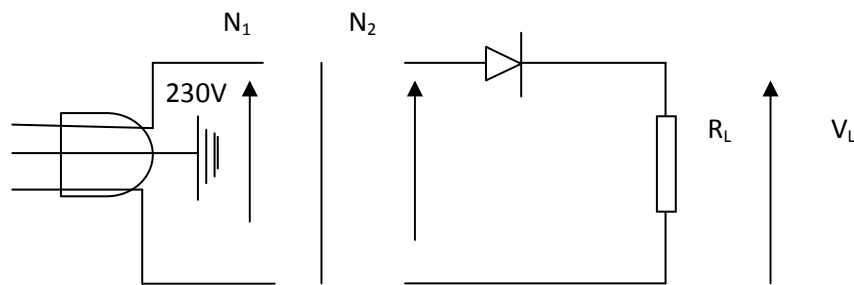
N1 : nombre de spires au primaire
 N2 : nombre de spires au secondaire

Rapport de transformation : $\frac{N_2}{N_1}$

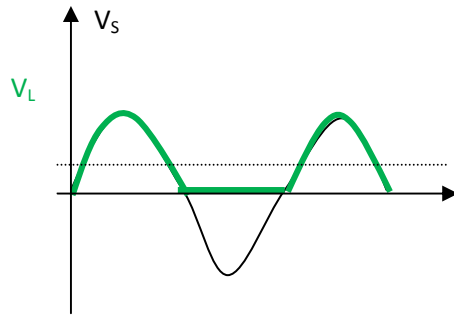
NB : pas de contact entre le primaire et le secondaire.

Caractéristiques d'un transformateur :

- Tension nominale en Volts efficaces au courant nominal, ex : un transformateur 6V → on a 6V quand on un courant de 1A.
- Puissance en volts/ampères



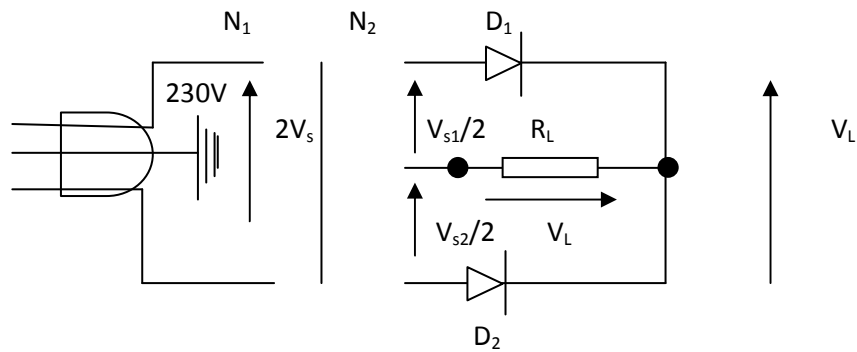
$$V_{DC} = V_{moyenne} = \frac{V_P}{\pi} = \text{ou } 0,318 * V_P$$

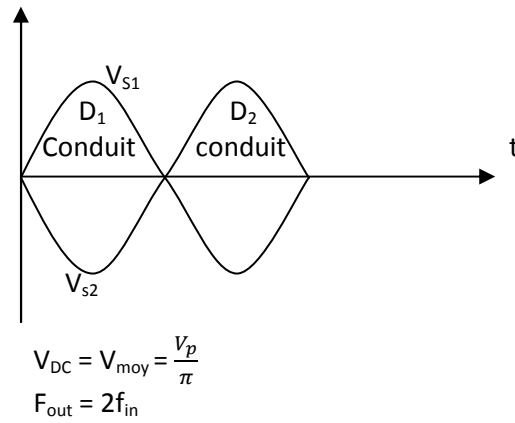


Exemples : $\frac{N_2}{N_1} : \frac{1}{5}$

- $R_L = 1k\Omega$
- $V_{\text{primaire}} : 230V_{\text{eff}}$ (si on indique rien, c'est de l'efficace !!!)
- $V_{\text{secondaire}} : \frac{230}{5} = 46V_{\text{efficace}}$
- $V_p = 46 \cdot \sqrt{2} = 65,05V$
- $V_{DC} = \frac{65,05}{\pi} = 20,7V$
- $I_{DC} = \frac{20,7}{1k} = 20,70mA$

b) Redressement double alternance. Dessiner le schéma avec transformateur, donner et expliquer les formules





Ex :

$V_{primaire}$ 230V et rapport 1/5

$V_{sec} : 230v/5 = 46V_{eff}$

$V_p : 46 * \sqrt{2} = 20,7V$

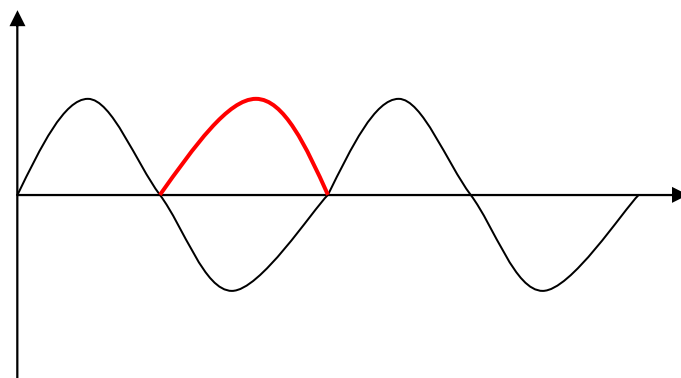
$V_{DC} = \frac{20,7}{\pi} = 6,58V$

$I_{DC} = \frac{20,7}{1k} = 20,7mA$

$I_{diode} = \frac{I_{DC}}{2} = 10,35mA$

$F_{out} : \text{fréquence de sortie } f_{out} = 2 * f_{in} = 2 * 50 = 100Hz$

c) Redressement en pont. Le schéma d'un transformateur, donner et expliquer les formules



Tension crête de sortie : V_p

Tension moyenne de sortie : $\frac{2V_p}{\pi}$

Tension inverse de crête : V_p

I_D : Courant de diode : $I_D/2$

$F_{out} : 2 * f_{in}$

Tension continue de sortie : V_p

$$V_p = \sqrt{2} \cdot V_s$$

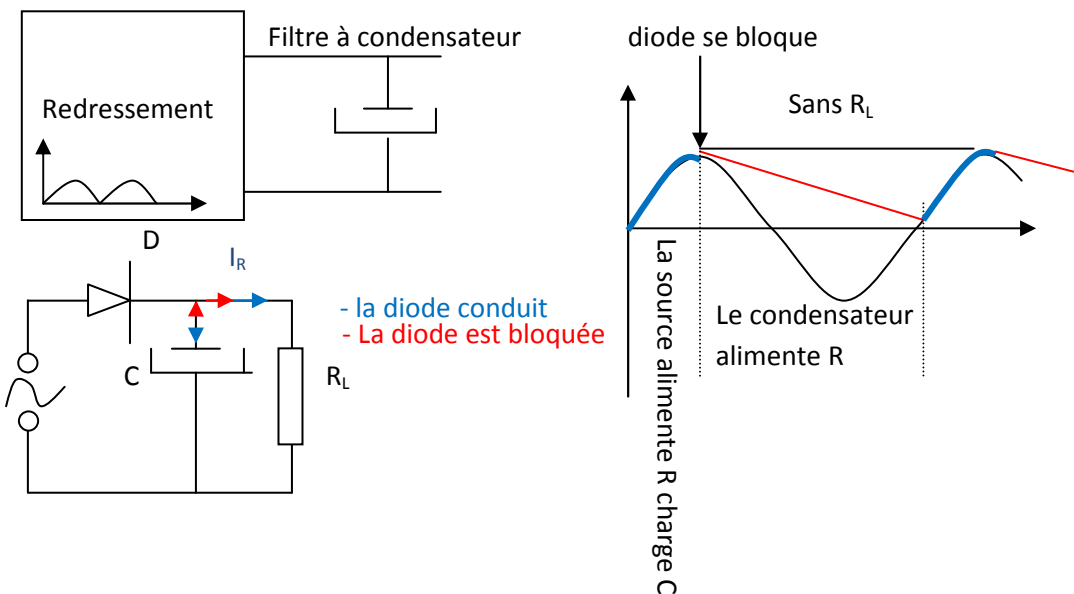
$$V_{DC} = \frac{2 V_p}{\pi}$$

$$f_{out} = 2 f_{in}$$

d) redressement en pont avec filtre à condensateur à tête. Dessiner le schéma avec transformateur, donner et expliquer les formules.

Le filtre à condensateur en tête permet d'appliquer la valeur crête du signal redressé sur la résistance de charge. Avec un gros condensateur, l'ondulation résiduelle est faible, généralement moins de 10% de la tension continue. Ce filtre est le plus utilisé dans les alimentations.

Instantanément, la tension de moyenne de sortie est de 0V. Pendant que la diode ne conduit pas pendant l'alternance négative, on utilise un condensateur qui va faire le rôle de générateur de courant. Pendant que la diode conduit dans l'alternance positive, le condensateur se charge donc $V_{DC} = V_p$



La diode supérieure est un court-circuit et la diode inférieure est un circuit ouvert. La tension inverse de crête vaut V_p .

Tension d'ondulation :

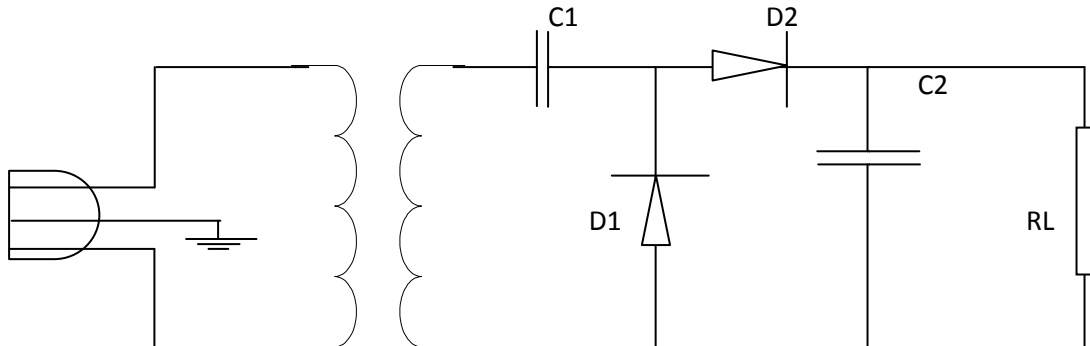
$$V_{ond} = \frac{I}{f * C}$$

I : courant continu dans la charge

f : fréquence de l'ondulation

C : capacité (en Farad)

e) Circuits à diodes : doubleur mono-alternance.
Dessiner le schéma et expliquer le fonctionnement

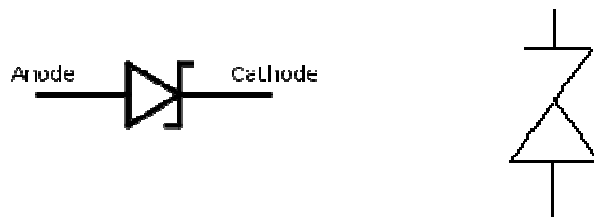


Un doubleur de tension c'est le même qu'un détecteur crête à crête, sauf que la diode est une diode de redressement et qu'elle fonctionne à 50Hz. L'étage $V_{générateur}$ ajoute une tension continue à la tension du secondaire. Le détecteur de crête donne une tension continue dont la valeur est 2fois la valeur de la crête de la tension au secondaire du transformateur

7. Diode particulières: diodes Zener

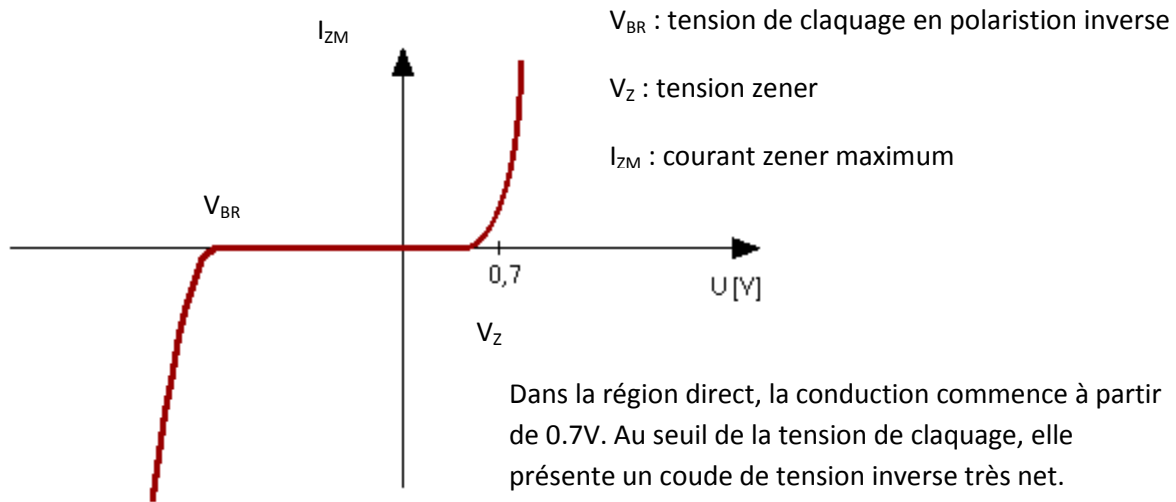
a) donner les caractéristiques et le symbole de la diode Zener

Symbole :



La diode Zener est une diode de silicium conçue pour travailler dans la zone de claquage

Caractéristique I(V) :

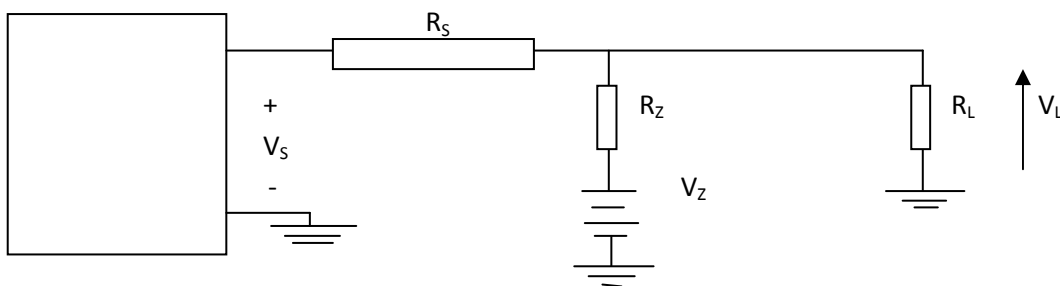


Caractéristiques : $I_{ZM} = \frac{P_{ZM}}{V_Z}$

b) donner les approximations de la diode Zener

Diode Zener en deuxième approximation

On assimile la diode Zener à une pile de tension V_Z et une résistance R_Z en série. Le courant dans R_Z produit une chute de tension supplémentaire mais elle est généralement faible. On l'utilise dans le calcul de réduction de l'ondulateur.



Comme le courant Zener traverse la résistance Zener, la tension de sortie est :

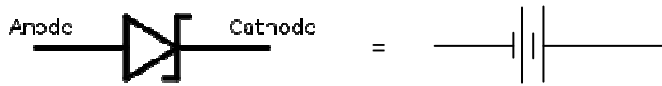
$$V_L = V_Z + I_Z R_Z$$

L'écart de la tension de sortie par rapport au cas idéal est :

$$\Delta V_L = I_Z R_Z$$

1^{ère} approximation

Une diode Zener idéale agit comme une source de tension. Dans un circuit, on peut remplacer une diode Zener par une source de tension V_Z



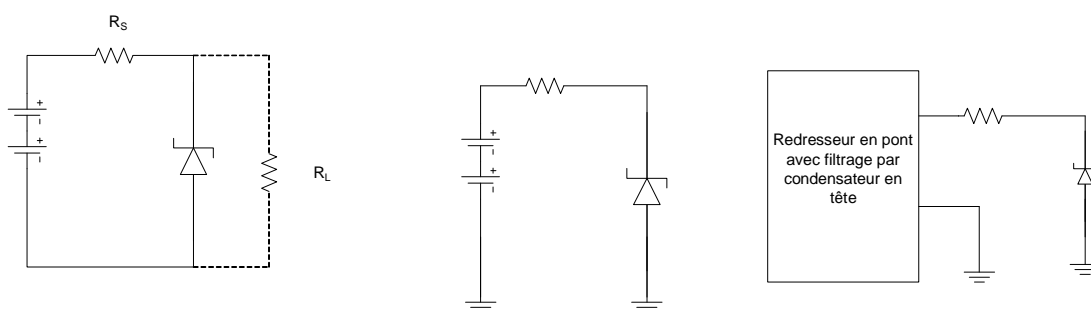
$$I_S = \frac{(V_S - V_Z)}{R_S}$$

3^{ème} approximation

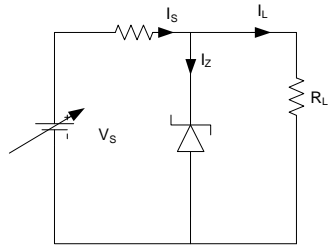
La tension directe est égale à la somme de la tension de seuil et de la tension aux bornes de la résistance série. De même dans la région de claquage, la tension inverse de diode est égale à la tension de claquage et de la tension aux bornes de la résistance série. En inverse, la résistance série est appelée résistance Zener. Elle est égale à l'inverse de la pente de la caractéristique de la région de claquage

c) expliquer le principe de la régulation à diode Zener

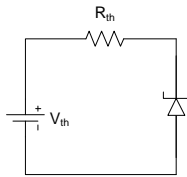
La diode Zener est parfois appelée régulatrice de tension, car elle maintient une tension presque constante en dépit des variations de courant qui la traverse. Le premier schéma montre qu'en fonction nominale, la diode Zener est polarisée en inverse. Le troisième schéma montre le régulateur Zener



d) Donner les schémas et expliquer le principe de la régulation à diode Zener



On utilise thévenin :



Il faut que $V_{th} > V_Z$ pour que ça fonctionne

$$V_{th} = V_s * \frac{R_L}{R_L + R_S}$$

Principe du régulateur zener chargé

Quand une diode zener est en parallèle avec une charge résistive, le courant dans la résistance de limitation est égale à la somme du courant Zener et du courant dans la charge. La méthode d'analyse d'un régulateur zener est de trouver dans l'ordre le courant fournit, le courant dans la charge et le courant Zener.

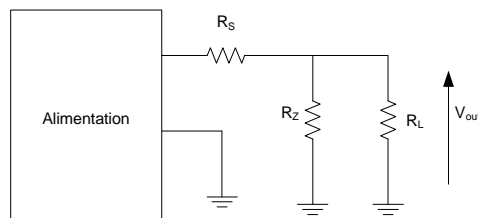
$$I_s = \frac{V_s - V_Z}{R_S}$$

$$I_L = \frac{V_L}{R_L}$$

$$I_z = I_s - I_L$$

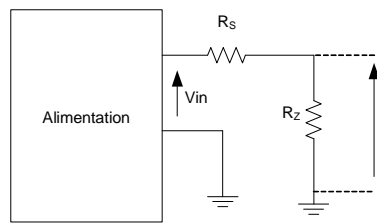
e) Donner la formule et expliquer l'ondulation résiduelle sur la charge

on peut utiliser le circuit équivalent représenté ci-dessous :



Circuit équivalent AC complet ci-dessus

Circuit équivalent AC simplifié ci-dessous.

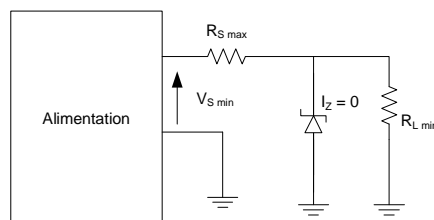


Effet sur ondulation :

Pour l'ondulation, on peut utiliser le circuit précédent avec les 3 résistances. On peut même simplifier encore plus. Dans les stabilisations courants, R_z est nettement plus petit que R_L . De ce fait, seules R_z et R_s agissent sur l'ondulation car I_L est très petit.

$$\Delta V_z = \Delta V_s * \frac{R_z}{R_s} \text{ puisque } R_z \ll R_s \text{ alors } \Delta V_z \ll \Delta V_s$$

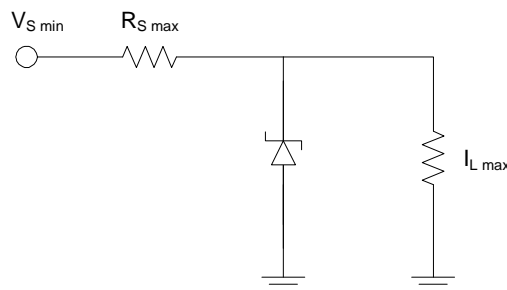
f) Parler de la résistance critique et du point de décrochage



Un régulateur cesse d'être efficace lorsque la diode quitte la région de claquage. Les conditions les plus défavorables sont la tension source minimale, la résistance en série maximale et la charge maximum. Pour un fonctionnement correct, il faut que le courant zener soit supérieur à celui du cas défavorable.

Alors on a $(\frac{V_{S \min}}{V_Z} - 1) R_{L \min} = R_{S \max}$

Où $R_{S \max}$:



$$R_{S \max} = \frac{V_{S \min} - V_Z}{I_{L \max}}$$

$$I_{S \max} = \frac{V_{S \max} - V_Z}{R_S}$$

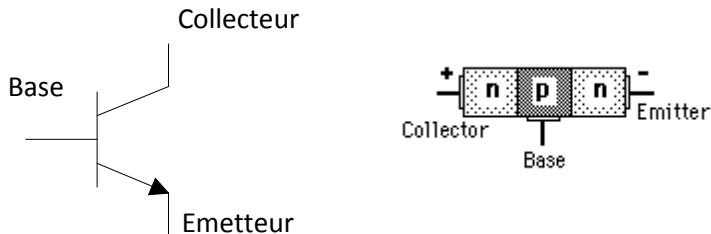
$$I_{S \min} = \frac{V_{S \min} - V_Z}{R_S}$$

Ces 2 relations sont très pratiques pour prévoir si un circuit de régulation zener va cesser d'être efficace.

8. Transistor bipolaire

a) Décrire le fonctionnement du transistor en polarisation normale

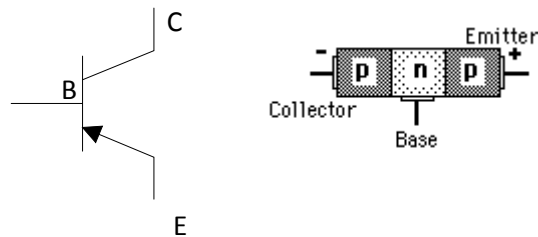
Remarque sur les 2 types de transistors :



La jonction PN représente la diode. Les électrons vont de l'émetteur au collecteur

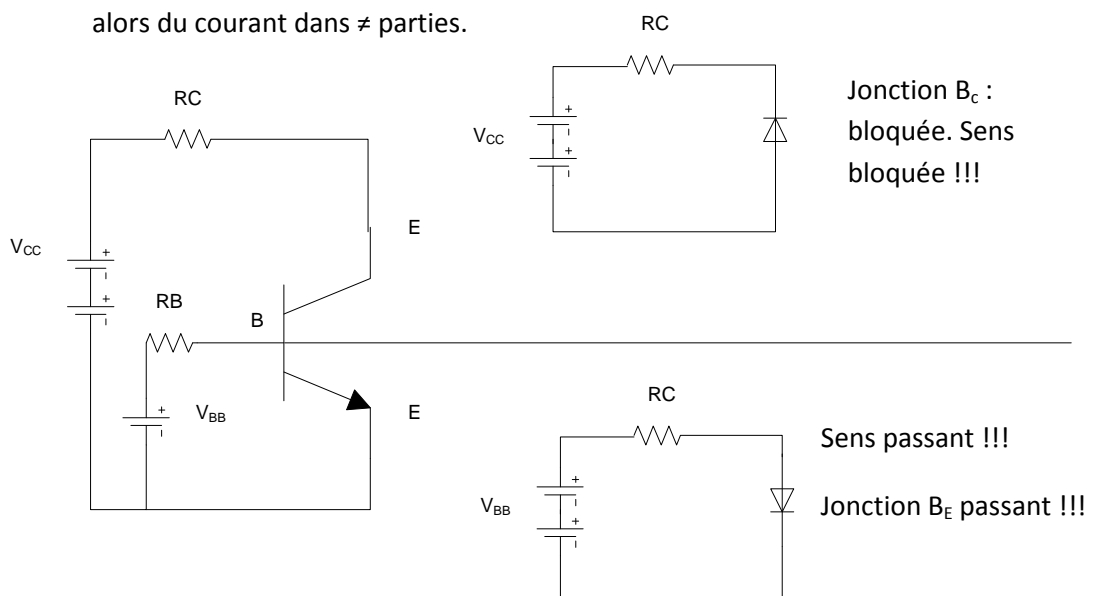
Transistor PNP

Attention : meme fonctionnement sauf sens des diodes. Il suffit d'inverser toutes les tensions et tous les courants.



Le transistor polarisé :

Pour polariser un transistor, il faut appliquer une tension au transistor, on obtient alors du courant dans \neq parties.



Remarque : Si $V_{CC} > V_{BB}$, la diode est bien polarisée en direct et que la diode collecteur est bien bloquée.

Courants du transistor

Dans un transistor, il y a 3 courants distincts ; I_E le courant émetteur, I_B le courant de base et le courant de collecteur.

Relation entre les courants.

L'émetteur est la source des électrons donc il possède le courant le plus important. Le courant collecteur est presque égal au courant émetteur car la plus grande partie des électrons émis vont dans le collecteur. Le courant de base est très petit (soit moins de 1% du courant collecteur)

Loi des nœuds : $I_E = I_C + I_B$

b) Définir β_{DC}

$$\beta_{DC} = \frac{I_C}{I_B}$$

Le beta est donc le rapport du courant collecteur sur le courant de base, c'est une constante qui pourra être utilisée comme un amplificateur.

On peut donc dire : $I_C = \beta * I_B$

c) Dessiner et expliquer les caractéristiques du collecteur (I_C, V_{CE}) et de base (I_B, V_{BE})

Lorsque la borne négative de chaque aliment est reliée à l'émetteur, le circuit se nomme émetteur commun. Il y a 2 mailles :

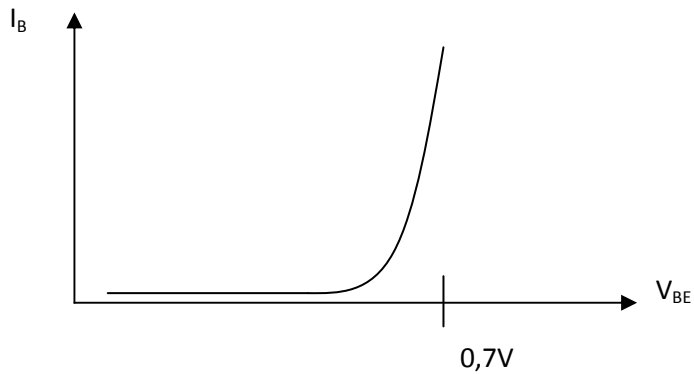
- la maille de la base, celle de gauche
- la maille du collecteur, celle de droite

Dans la maille de la base, la source V_{BB} polarise la diode émetteur en direct avec R_D , comme résistance de limitation de courant. En changeant V_{BB} ou R_D , on change le courant de base donc le courant de collecteur car le courant de base commande le courant collecteur. Donc, un courant faible (base) contrôle un courant fort (collecteur)

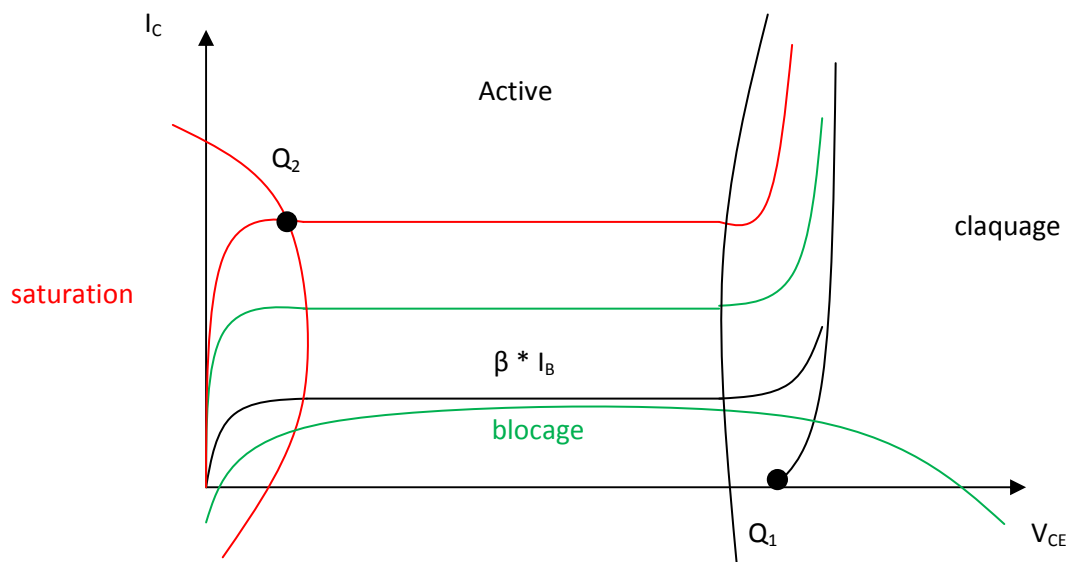
Dans la maille du collecteur, la source de tension V_{CC} polarise la diode collecteur en inverse à travers R_C . Un transistor a 4 zones de fonctionnement : la zone active, la zone saturée, la zone bloquée et la zone de claquage. Les transistors fonctionnant dans la zone active sont utiles pour l'amplification de faibles signaux. Parfois cette zone est appelée zone linéaire car une variation du signal d'entrée donne une variation proportionnelle du signal de sortie. Les fonctionnements bloqué et saturé servent dans les circuits numériques et les calculateurs.

Caractéristique de base :

- diode polarisée en sens passant



Caractéristique I(V) du collecteur → 4 régions différentes : active, saturation, blocage, claquage. Le transistor se comporte comme une résistance.

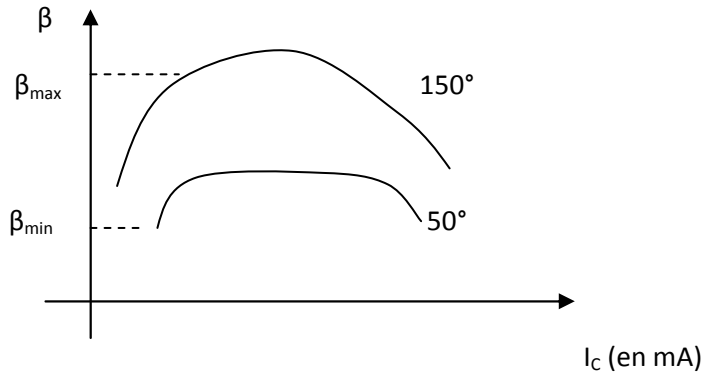


Au point Q_1 : I_C min et V_{CE} max correspond à un interrupteur ouvert

Au point Q_2 : I_C max et V_{CE} min → V_{CE} de saturation → interrupteur fermé

Entre les 2 : fonctionnement linéaire : permet d'amplifier

d) Dessiner et commenter la caractéristique du gain en courant en fonction de I_C . Quelles sont les valeurs limites du transistor ?



$$\frac{\beta_{max}}{\beta_{min}} = 10$$

Conclusion : le gain en courant dépend de la température. Quand la température décroît, le gain en courant est plus petit. Par contre, quand la température augmente, le gain augmente.

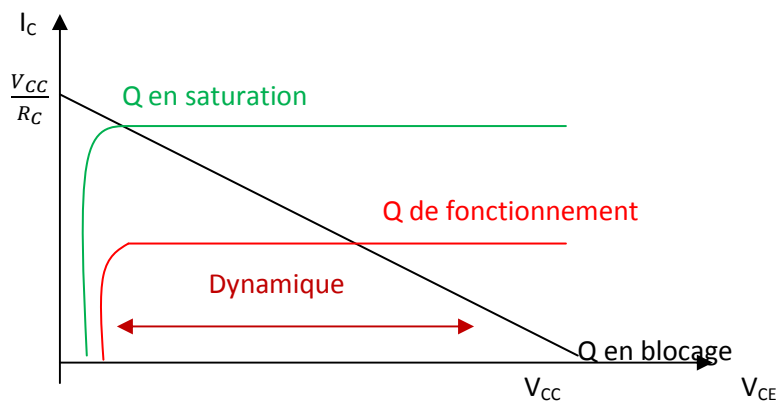
9. Transistore : principes fondamentaux

a) Dessiner et commenter la droite de charge statique

Coordonnées à l'origine :

Quand $I_C = 0 \rightarrow V_{CE} = V_{CC}$

Quand $V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$



Q saturation : est le point d'intersection entre la droite de charge et la zone de saturation de la courbe $I(V)$ du courant collecteur : il donne le courant collecteur maximal pour le circuit

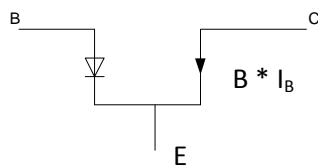
Q blocage : est l'endroit où la droite de charge coupe la zone de blocage des courbes du courant collecteur. Au blocage du transistor, le courant collecteur est très faible. Ce point nous donne la tension collecteur-émetteur maximale pour le montage.

Q de fonctionnement : il a pour coordonnées : (I_C, V_C)

$$I_C = \beta * I_B$$
$$V_C = V_{CC} - R_C * I_C$$

Il doit se trouver au milieu de la charge car les signaux à amplifier peuvent être bas ou haut. Il faut trouver quelque chose pour que Q soit indépendant de β . Or β ne cesse de bouger !

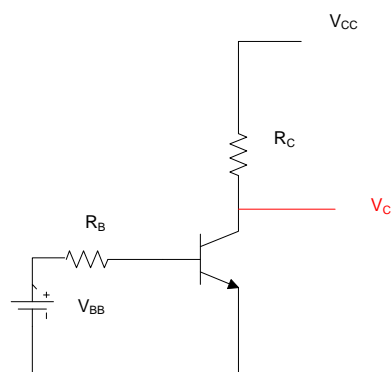
Schéma équivalent :



b) Parler des coordonnées à l'origine, du point de repos et de la dynamique

c) Polarisation par tension de base. Dessiner le schéma d'un transistor polarisé par tension de base.

Polarisation par la base :

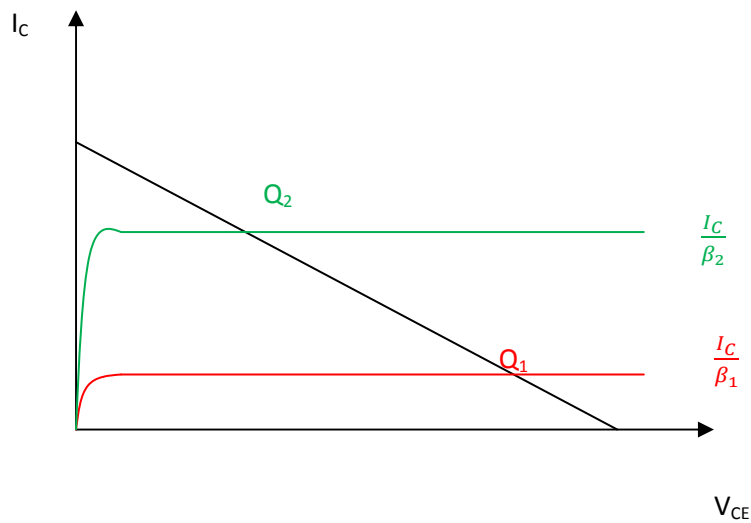


$$V_C = V_{CC} - R_C * I_C$$

$$I_C = \beta * I_B$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - 0.7}{R_B}$$

d) Polarisation par tension de base. En déduire la droite de charge statique.



Q_2 : point de fonctionnement.

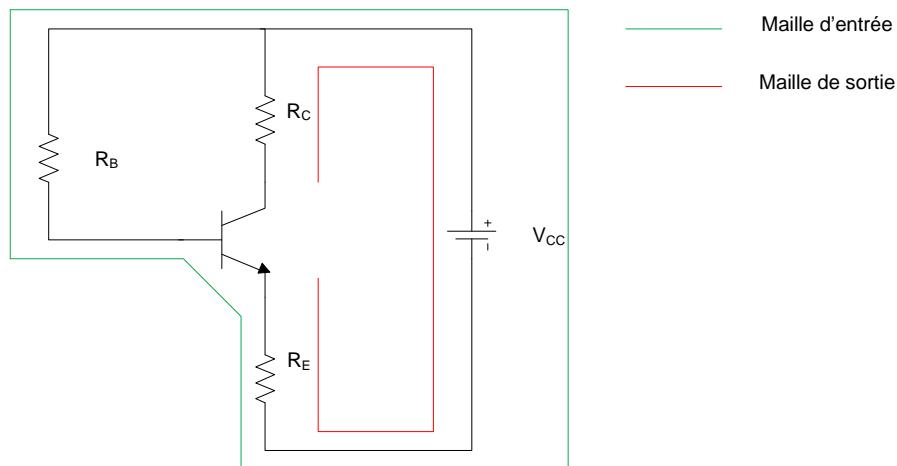
Q_1 : on se retrouve dans la zone de saturation \rightarrow trop instable! Ce montage est réservé au transistor qui se comporte comme un interrupteur et réserver au fonctionnement numérique (interrupteur ouvert/fermé)

Le point q dépend de V_C et de β

e) Polarisation par tension de base. Quel est l'effet de la température sur un tel montage ?

10. Polarisation du transistor.

a) Dessiner le schéma d'un transistor polarisé par réaction d'émetteur. En déduire la droite de charge statique



NB : RE est commun aux 2 mailles.

La jonction BC est une diode bloquée → pas de courant dans maille d'entrée. Toute variation du signal d'entrée va influencer le signal de sortie.

RE est commun → Nous aurons donc une réaction :

Si on augmente β → on augmente I_C (car $I_C = \beta * I_B$) → I_E augmente → V_{BE} diminue → I_B diminue → $\beta * I_B = I_C$ diminue

I_C va augmenter mais beaucoup moins que si il n'y avait pas de réaction.

Vérification pour voir si β est moins fort :

Dans la maille d'entrée, on additionne toutes les tensions

$$V_{BE} + R_B * I_B - V_{CC} + R_E * I_E = 0$$

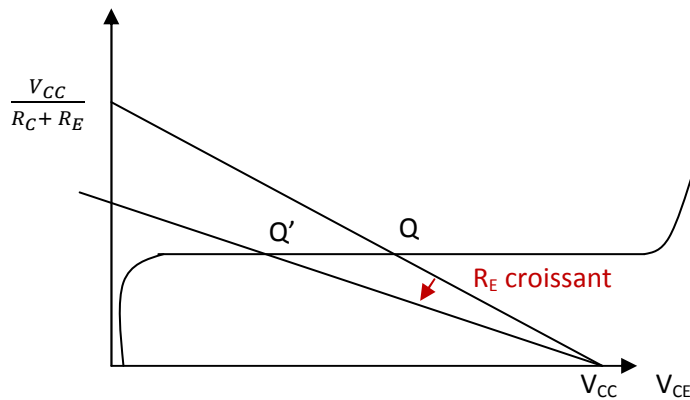
Mais $I_E = I_C$: on obtient :

$$V_{BE} + R_B * I_D - V_{CC} + R_E * I_C = 0$$

Mais $I_B = \frac{I_C}{\beta}$: on obtient :

$$V_{BE} + R_B * \frac{I_C}{\beta} - V_{CC} + R_E * I_C = 0$$

$$\rightarrow I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_B}{\beta}} \rightarrow \text{il faudra donc que } R_E \gg \frac{R_B}{\beta}$$



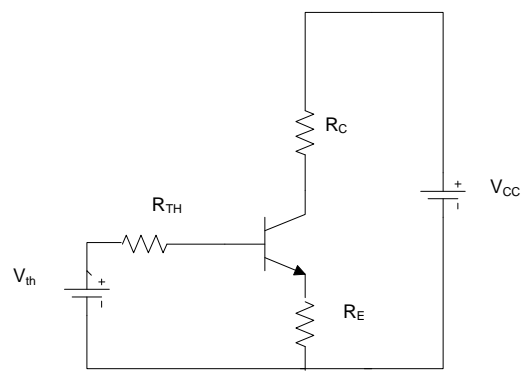
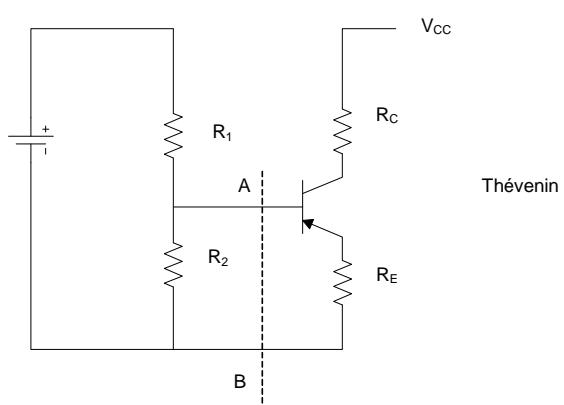
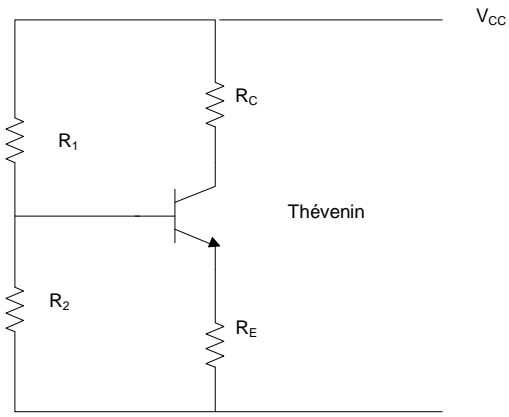
Si R_E est trop grand \rightarrow Q part en saturation

- Pour $I_C = 0$: $V_{CE} = V_{CC}$ (transistor ouvert)
- Pour $V_{CE} = 0V$: $I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$ (transistor en courant en court-circuit)

Conclusion : la polarisation par émetteur utilise une commande en courant.

b) Polarisation par réaction émetteur. Quel est l'effet de la température sur un tel montage ?

c) Polarisation par diviseur de tension de base. Dessiner le schéma d'un transistor polarisé par diviseur de tension de base. En déduire la charge statique



$$V_{th} = V_{CC} * \frac{R_2}{R_2 + R_1}$$

$$R_{th} = R_1 // R_2$$

$$V_{th} - R_{th} * I_B - R_E * I_E = 0$$

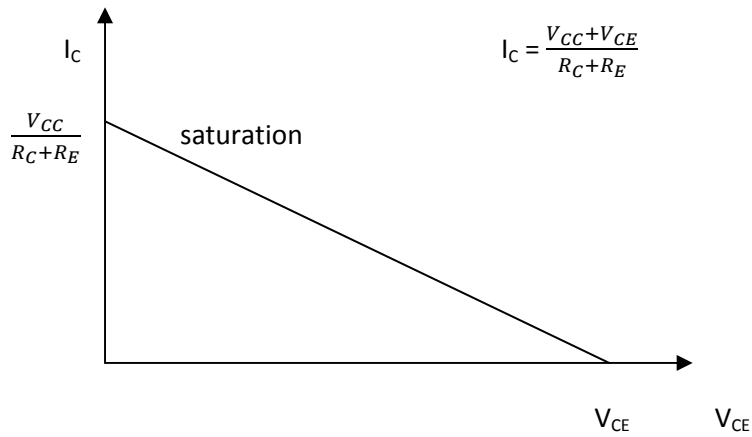
$$I_C = I_E \text{ et } I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$V_{th} - V_{BE} = R_E * I_C + \frac{R_{th} * I_C}{\beta}$$

$$I_C = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_E + \frac{R_{th}}{\beta}}$$

Pour que I_C soit fixe quelque soit les variations de β ; il faut que $R_E > 100 * \frac{R_{th}}{\beta}$

Droite de charge



Retenir l'ordre d'exécution

$$V_B = V_{CC} * \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$V_E = V_B - 0,7$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = I_C$$

$$V_C = V_{CC} - R_C * I_C$$

$$\text{Si besoin } V_{CE} = V_C - V_E$$

d) Polarisation par diviseur de tension de base. Quel est l'effet de la température sur un tel montage