

TP1

Exercice 1

EXCAL 1

Pour $V_{cc} > 0$ et $I > 0$:

Anode commune

$$\forall i \in \{a, b, c, d, e, f, g\}, \boxed{R = \frac{V_{cc} - V_i}{I}}$$

Pour allumer la diode il faut une différence de potentiel assez importante pour allumer la diode alors il faut que l'interrupteur soit fermé.
Pour l'éteindre il faut que la tension soit nulle alors : il faut que $V_i \approx 0$ donc que l'interrupteur soit ouvert.

On suppose qu'on veuille allumer la LED en rouge, avec une tension de saturation de $V_i = 2V$ et un courant de $I = 10\text{ mA}$:

$$R = \frac{5 - 2}{10 \times 10^{-3}} = 300\ \Omega \text{ ie } \boxed{R = 330\ \Omega \text{ en normalisé}}$$

Cathode commune

$$\forall i \in \{a, b, c, d, e, f, g\}, \boxed{R = \frac{V_{cc} - V_i}{I}}$$

Pour que la diode soit ON il faut une différence de potentiel assez importante pour allumer la diode alors il faut que : $V_i \neq 0$ donc, que l'interrupteur soit fermé ie que : $V_i = V_{cc}$.

Pour que la diode soit bloquante il faut que la tension a ses bornes soit nulle alors $V_i = 0$ alors l'interrupteur doit être fermée.

On suppose qu'on veuille allumer la LED en rouge, avec une tension de saturation de $V_i = 2V$ et un courant de $I = 10\text{ mA}$:

$$R = \frac{5 - 2}{10 \times 10^{-3}} = 300\ \Omega \text{ ie } \boxed{R = 330\ \Omega \text{ en normalisé}}$$

Exercice 2

b. Diode modèle linéaire

1.

EXCAL 2

$$\frac{1}{R} = \frac{\Delta I}{\Delta V} = \frac{0.01 - 0.001}{0.68 - 0.60} = 0,1125\ S$$
$$\boxed{R = 9\ \Omega}$$

2.

$$E = RI + U_d$$

$$e(t) = 5V = E$$

La diode est passante.

$$\text{Alors, } U_d = 0.6V$$

Donc,

$$R = \frac{E - U_d}{I} = \frac{5 - 0.6}{0.001} = 4.4 \times 10^3\ \Omega = 4.4\ k\Omega$$

Pour avoir un courant juste supérieur il faudra prendre une résistance normalisé de $\boxed{4.3\ k\Omega}$

Ainsi :

$$\boxed{I = \frac{E - U_d}{R} = 1.023\text{ mA}}$$

$$e(t) = -5V = -E$$

La diode est bien bloquante.

Elle est alors assimilable à un générateur de courant de $-30\ \mu A$

Donc, avec les valeurs précédentes

$$\boxed{U_d = -E - RI = -4.871V}$$

3.

En posant :

$$t_0 = \frac{1}{f_0} = 50 \mu s$$

EXCAL 3

c. Diode réelle

1.

EXCAL 4

Le courant de fuite : est de $IF = 30 \mu A$.

Lorsque la diode est bloquée, les électrons s'amassent vers la jonction PN ce qui crée une différence de potentiel entre l'anode et la cathode (phénomène de chargement du condensateur). Seulement la jonction laisse fuiter quelques électrons (phénomène de courant de fuite)

La diode retrouve son pouvoir bloquant lorsque la fuite de courant est nulle.

2.

EXCAL 5

Les électrons mettent un certain temps pour traverser la zone chargée d'espace (ZCE) ce qui se traduit par un effet capacitair.

3.

EXCAL 6

Lorsqu'on augmente fortement la fréquence le condensateur n'a pas le temps de se charger (ou de se décharger) complètement.

3. Caractéristique de la diode

EXCAL 7

On calcule la tension aux bornes de la résistance et on utilise la loi d'Ohm pour retrouver le courant.

On fixe la résistance à une valeur ronde (100Ω par exemple)

II. Transistors en commutation

a. Transistor 2N2219A

1. Caractéristiques constructeurs

$$\beta \in \begin{cases} [35, 300] \text{ pour } I_c = 0.1mA \text{ } V_{CE} = 10V \\ [50, 300] \text{ pour } I_c = 1mA \text{ } V_{CE} = 10V \\ [75, 300] \text{ pour } I_c = 10mA \text{ } V_{CE} = 10V \\ [100, 300] \text{ pour } I_c = 150mA \text{ } V_{CE} = 10V \\ [40, 300] \text{ pour } I_c = 500mA \text{ } V_{CE} = 10V \end{cases}$$

$$V_{CE(sat)} = \begin{cases} 0.3 \text{ pour } I_c = 150mA \text{ et } I_B = 15mA \\ 1 \text{ pour } I_c = 500mA \text{ et } I_B = 50mA \end{cases}$$

$$V_{BE(avl)} = 6V \text{ min pour } I_e = 10\mu A$$

$$V_{CE(claq)} = 40V$$

2. Surface d'utilisation SOA

EXCAL 8

$$I_{c,max} = 0.8mA$$

$$V_{CE(claq)} = 40V$$

$$I_{c,min} = 10nA$$

b. Calculs des composants

1.

On considère que le transistor est saturé

$$u_R = RI \text{ et } u_L = rI$$

Car on étudie le courant en régime établi. (La bobine est assimilable à une résistance uniquement car i_c ne varie pas)

Alors, par la loi des mailles :

$$u_R + u_L = (R + r)I = V_{cc} - V_{CE}$$

Donc, ($V_{CE} = 0V$ pour $0.02A$ grâce à la datasheet)

$$R = \frac{V_{cc} - V_{CE} - rI}{I} = \frac{10 - 0 - 10 \times 0.02}{0.02} = 490 \Omega$$

2.

$$i_c = \beta i_b \Rightarrow i_b = \frac{i_c}{\beta} = \frac{0.02}{100} = 0.2 mA$$

On sait que le transistor est saturé alors $V_{BE} = 0.7V$.

On fait une loi des mailles :

$$e(t) = E = U_{R_B} + V_{BE}$$

Alors,

$$R_B = \frac{5 - 0.7}{0.2 \times 10^{-3}} = 21.5 k\Omega$$

On prend une résistance normalisé : $R_B = 20 k\Omega$

3.

Le calcul ne fonctionne pas car $\beta \in [75, 300]$,

et que l'on prend $\beta = 100$, on a une grande marge d'erreur (de plus à la construction du transistor on ne peut pas définir une valeur de β fiable)

4.

On fait une loi des mailles :

$$E = U_{R_B} + V_{BE}$$

Pour être sûr que le transistor soit saturé $V_{BE} \geq 0.7$ alors,

$$U_{R_B} < 4.3 V \text{ Donc, } R_B < \beta \frac{4.3}{i_c} \Omega$$

Dans le pire des cas on prend la valeur de β la plus petite ie $\beta = 75$.

Ainsi,

$$R_B = 16.12 k\Omega \text{ On normalise : } R_B = 16 k\Omega$$

c. Phénomène de commutation

1.

Lorsqu'on bloque le transistor on met i_b à $0A$ ce qui implique que le courant ne circule que du collecteur à l'émetteur (si il existe).

Donc, lorsque les charges arrêtent d'arriver vers la base, il reste toujours un peu de charges à la base, alors le transistor met un certain temps à évacuer ces charges c'est ce qu'on appelle le phénomène de charge stocké.

2.

Le temps pour que les charges commencent à arriver à la base est de : $t_d = 10 ns$

Le temps pour que le courant atteigne sa valeur maximale est de : $t_r = 25 ns$

Le temps de stockage maximal des charges est de : $t_s = 225 ns$

Le temps pour qu'il n'y ai plus de charges est de : $t_f = 60 ns$

d.

1.

pour $a < 0$:

$$i_c(t) = \frac{a}{10^{-6}} t + I_{c,max}$$

2.

$$u_L = L \frac{di_c}{dt} = L \times a \times 10^6$$

3.

EXCAL 13

$$u_{ch} = u_{R_C} + u_L = R_C a t \times 10^{-6} + R_C I_{c,\max} + u_L$$

Comme u_{ch} décroît, V_{CE} croît.

$$V_{CE}(t) = V_{cc} - (R_C a t \times 10^{-6} + R_C I_{c,\max} + u_L)$$

Ainsi,

V_{CE} croît jusqu'à $V_{cc} - u_L$ car lorsque $i_c = 0$,

$$V_{CE,\max} = V_{cc} - L a \times 10^6$$

4.

V_{CE} dépasse la tension de la liaison V_{CE} , ce qui peut entraîner la destruction du transistor.

2. Montage fonctionnel

3. Aide à la commutation

EXCAL 14

Pour diminuer le temps de stockage dans le transistor, il faut éviter de sursaturer le transistor. On place alors une diode entre le collecteur et la base. Donc lorsque $V_{BC} > 0.7V$, on a une sursaturation, la diode devient passante et dirige l'excès de courant vers la base, évitant la sursaturation.

Manipulations

1 - Commutation de la diode

1.

On vérifie que les chronogrammes correspondent au schéma EXCAL 6.

On calcule la tension aux bornes de la résistance et on divise l'amplitude par 4700 pour obtenir le courant.

2.

Diode : 1N4007

Résistance : 4.7 kΩ

$$t_{on} = 450 \text{ ns et } t_{off} = 2.65 \mu s$$

3.

On change la fréquence du GBF et on prend la valeur de t_{on} et t_{off} pour 20 kHz et 80 kHz :

Pour 20 et 80 kHz, t_{off} et t_{on} ne changent pas significativement : $t_{on} = 410 \text{ ns et } t_{on} = 3.50 \mu s$

4.

t_{off} est trop long pour que la tension aux bornes de la diode atteigne la valeur minimale du signal de la tension lorsqu'elle est bloquante.

2 - Caractéristique de la diode

1.

Caractéristique de la diode : On prend la tension de la diode en fonction du courant sur l'oscilloscope :

$$U_d\left(\frac{U_R}{R}\right) = \text{Caractéristique}$$

(Pas trouvé la fonction pour afficher une tension en fonction du courant sur un oscilloscope)

2.

Pas fait car de caractéristique sur l'oscilloscope

II. Transistor

a. Commutation sur une charge résistive seule

1.

$$R_C = 471\,\Omega \text{ et } R_B = 16K\Omega$$

Transistor : 2N2219A

2.

EXCAL 10

V_{BE} :

$$t_{on} = 400\,ns \text{ et } t_{off} = 350\,ns$$

V_{CE} :

$$t_{on} = 900\,ns \text{ et } t_{off} = 4.8\,\mu s$$

b. Commutation sur charge inductive

Montage sans diode roue libre

EXCAL 11

Les pics de tension proviennent de la charge/décharge de la bobine en courant qui essaye d'évacuer violemment le courant.

Montage avec diode de roue libre

EXCAL12

La diode roue libre supprime les pics de tension négatifs de u_{ch}

et réduit le temps pour que la bobine stabilise la tension u_{ch} : (760 ns sans la diode de roue libre et 676 ns avec)

c. Aides à la commutation