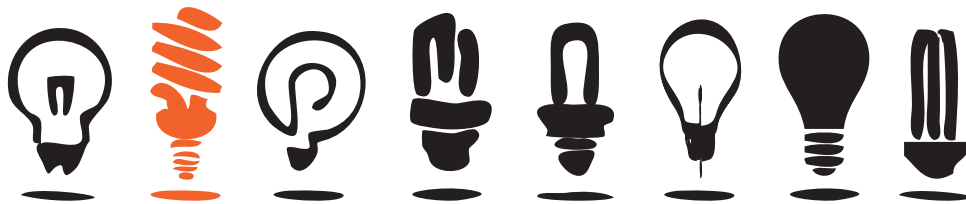


Les fiches techniques

42

Les semi-conducteurs Le transistor bipolaire



42 Transistor bipolaire

Un transistor bipolaire est constitué de deux jonctions PN très proches. On distingue deux types de transistors N-P-N et P-N-P. Le transistor est formé de trois zones reliées à des électrodes notées : Émetteur, Base et Collecteur. Le type d'un transistor se caractérise par l'orientation de la flèche symbolisant l'émetteur.

Les transistors bipolaires sont utilisés suivant trois usages :

- Usage général :
 - amplification,
 - commutation.
- Usage audioamplificateur classe A ou B.
- Usage en puissance :
 - faible gain,
 - darlington.

42.1 Transistor petit signal

Un transistor petit signal utilisé en amplification est caractérisé par les données techniques suivantes :

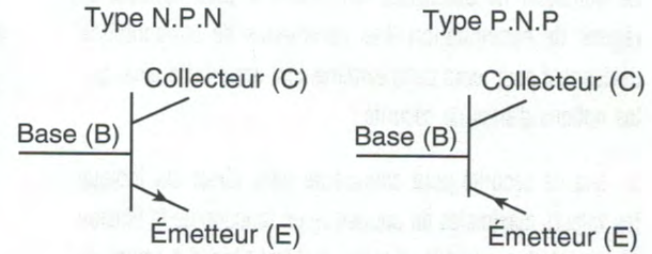
- son type NPN ou PNP,
- la tension de claquage entre collecteur et émetteur à $I_B = 0$ (V_{CE0}),
- le gain en courant continu (h_{FE}) à I_C et V_{CE} donnés,
- le gain en courant petit signal (h_{fe}) à I_C , V_{CE} et f donnés,
- le courant collecteur maximal (I_C),
- la puissance de dissipation maximale (P_{tot}),
- la fréquence maximale (f_T),
- la résistance d'entrée (h_{ie}).

42.2 Transistor de commutation

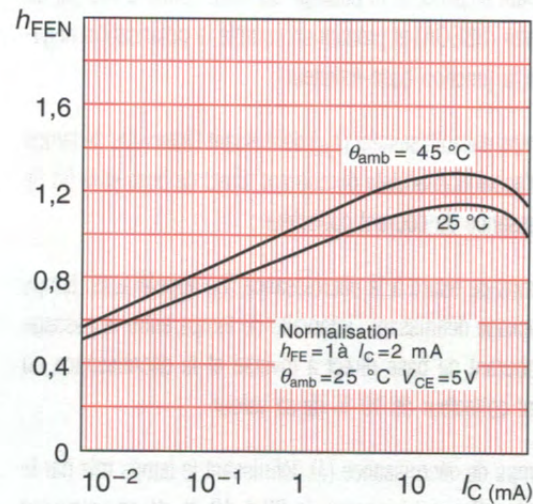
Le transistor petit signal est aussi employé en fonctionnement saturé-bloqué appelé régime de commutation (fonctionnement en interrupteur). Il est caractérisé par les mêmes données que le transistor petit signal utilisé en amplification auxquelles il convient de rajouter :

- la tension de saturation entre collecteur et émetteur ($V_{CE(sat)}$),
- la tension de saturation entre base et émetteur ($V_{BE(sat)}$).

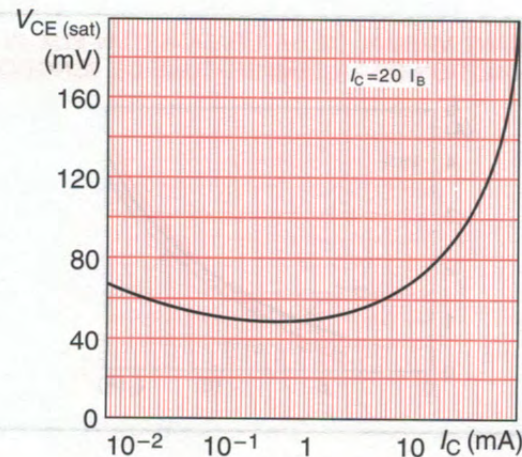
SYMBOLE



GAIN EN COURANT NORMALISÉ EN FONCTION DE I_C



TENSION DE SATURATION $V_{CE(sat)} = f(I_C)$

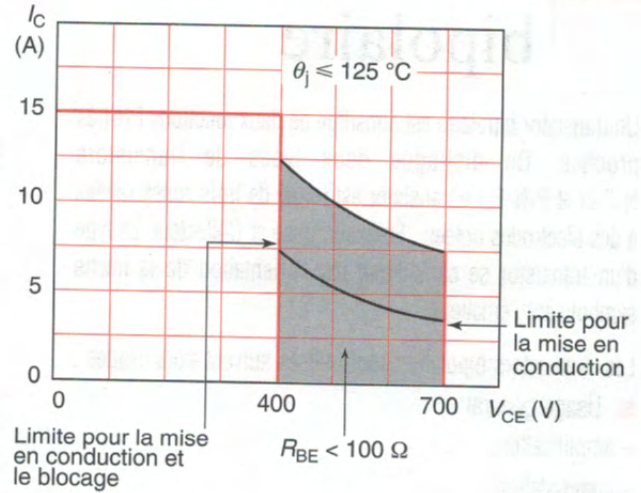


42.3 Transistor de puissance

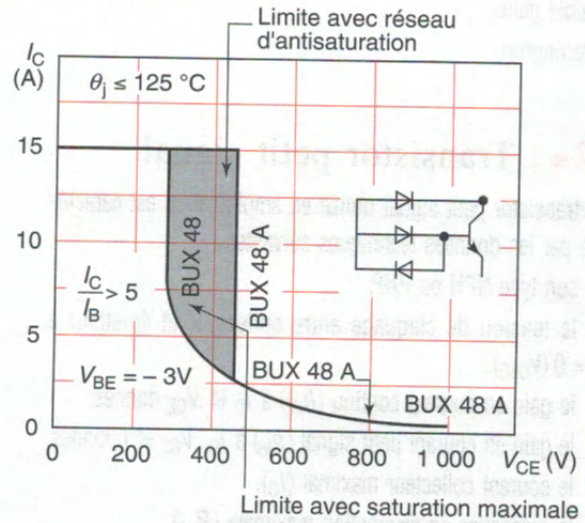
Le transistor de puissance fonctionne le plus souvent en régime de commutation. Les paramètres de commutation deviennent pour leurs parts extrêmement importants ainsi que les notions d'aires de sécurité :

- aire de sécurité pour courant de base direct qui indique les valeurs maximales du courant I_C en fonction de la tension V_{CE} avant et pendant le passage de l'état bloqué à saturé du transistor (FBSOA) ;
- aire de sécurité pour courant de base inverse qui indique les valeurs maximales du courant I_C en fonction de la tension V_{CE} avant et pendant le passage de l'état saturé à bloqué du transistor (RBSOA) et prenant en compte la polarisation négative de la jonction base-émetteur ;
- temps d'établissement (t_{on}) définissant l'intervalle de temps entre l'apparition brutale du courant direct de base et la fin de la croissance du courant collecteur ;
- temps de retard à la décroissance (t_s) appelé aussi temps de stockage définissant l'intervalle de temps entre le passage d'un courant de base direct à inverse et la décroissance du courant collecteur de 10 % de sa valeur ;
- temps de décroissance (t_f) définissant le temps mis par le courant collecteur à passer de 90 à 10 % de sa valeur en présence d'un courant de base inverse ;
- graphe du courant de base minimal pour réaliser la saturation du transistor.

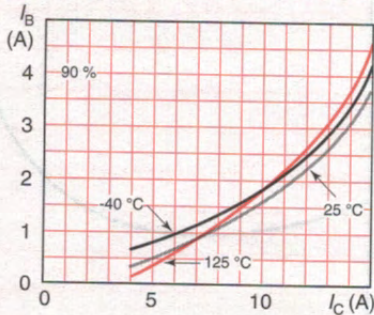
AIRE DE SÉCURITÉ FBSOA D'UN BUX 48



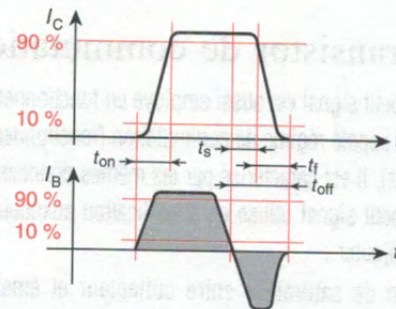
AIRE DE SÉCURITÉ RBSOA D'UN BUX 48



COURANT MINIMAL DE SATURATION D'UN BUX 48 EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE DE JONCTION



TEMPS DE COMMUTATION t_{on} , t_s , t_f



42 ■ 4 Puissance dissipée

La température de jonction d'un transistor est le paramètre le plus important, c'est pourquoi il est impératif de bien choisir le système de dissipation afin de rester dans les limites du composant.

L'énergie dissipée dans le transistor se décompose en :

L'énergie dissipée à la mise en conduction :

$$W_{on} = \int_{t_1}^{t_2} i(t) \cdot v(t) dt$$

L'énergie dissipée pendant la conduction :

$$W_{cond} = \int_{t_2}^{t_3} i(t) \cdot v(t) dt$$

L'énergie dissipée au blocage :

$$W_{off} = \int_{t_3}^{t_4} i(t) \cdot v(t) dt$$

L'intervalle de temps $t_2 - t_1$ correspond à la donnée t_{on} .

L'intervalle de temps $t_3 - t_2$ correspond au temps de mise en conduction à 1.

L'intervalle de temps $t_4 - t_3$ correspond à la donnée t_{off} .

Mise en conduction du transistor

L'évolution de la tension aux bornes du transistor peut présenter plusieurs cas.

- Maintien de la tension V_{cc} pendant la croissance de I_C .

L'énergie dissipée est donc égale à :

$$W_{on} = \int_{t_0}^{t_{on}} I_C \cdot \frac{t}{t_{on}} \times V_{cc} dt$$

- Décroissance de la tension V_{cc} pendant la croissance de I_C .

L'énergie dissipée est donc égale à :

$$W_{on} = \int_{t_0}^{t_{on}} I_C \cdot \frac{t}{t_{on}} \cdot V_{cc} \cdot \left(1 - \frac{t}{t_{on}}\right) dt$$

- Décroissance brutale de la tension V_{cc} avant la croissance de I_C .

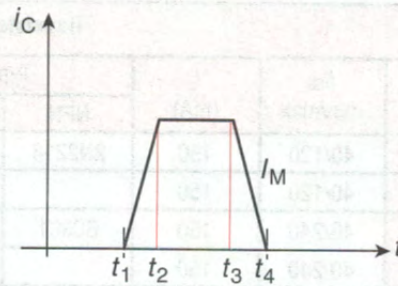
L'énergie dissipée est donc égale à :

$$W_{on} = \int_{t_0}^{t_{on}} I_C \cdot \frac{t}{t_{on}} \cdot V_{CE(sat)} dt$$

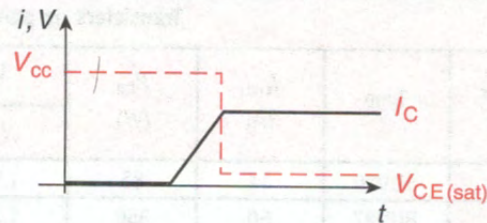
Blocage du transistor

Les différents cas vus lors de la mise en conduction restent valables pour le blocage.

FORME DU COURANT COLLECTEUR

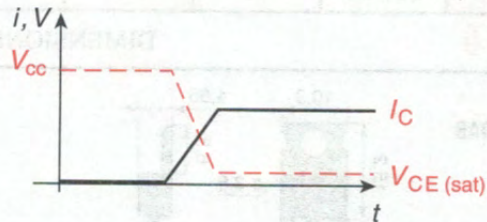


1^{ER} CAS : MAINTIEN DE LA TENSION V_{cc}



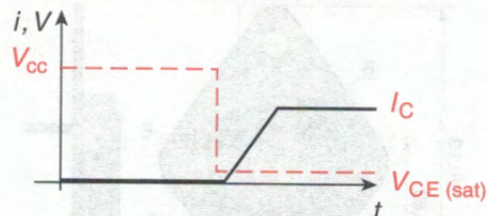
$$W_{on} = \frac{I_C \times V_{cc} \times t_{on}}{2}$$

2^E CAS : DÉCROISSANCE DE V_{cc}



$$W_{on} = \frac{I_C \times V_{cc} \times t_{on}}{6}$$

3^E CAS : DÉCROISSANCE BRUTALE DE V_{cc}



$$W_{on} = \frac{I_C \cdot V_{CE(sat)} \cdot t_{on}}{2}$$

42 ■ 5

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

Transistors usage général petits signaux

$V_{CE\ max}$ (V)	h_{FE} min/max	I_c (mA)	Type		$V_{CE(sat)}$ (V)	I_c / I_B	f_{Tmin} (MHz)	t_{off} (ns)	Boîtier
			NPN	PNP					
30	40/120	150	2N2218		1,6	500/50	250	-	TO39/TO18
40	40/120	150		2N2904	0,4	150/15	200	80	TO39/TO18
60	40/240	150	BC301		0,5	150/15	120	-	TO39
60	40/240	150		BC303	0,65	150/15	75	-	TO39
75	30/130	500	2N5320		0,5	500/50	50	800	TO39
75	30/130	500		2N5322	0,7	500/50	50	1 000	TO39
180	80/300	10		2N3930	0,25	10/1	40	400	TO18
200	40/250	30	BSS72S		0,5	50/5	50	-	TO18

Transistors de puissance type NPN uniquement

V_{CEmax} (V)	Type	I_{cont} (A)	P_{tot} (W)	$V_{CE(sat)}$ à I_c / I_B		t_{on} (μ s)	t_f (μ s)	$R_{th(j-c)}$ ($^{\circ}$ C/W)	Boîtier
				(V)	(A)				
90	BUV26	14	85	1,5	12/1,2	2	0,15	1,76	TO220
120	BUV27	50	350	1,2	50/5	1,2	0,3	0,5	TO3
200	BUV28	10	85	1,5	6-0/6	3	0,2	1,76	TO220
250	BUT92	50	250	1,9	35/3,5	3	0,4	0,7	TO3
350	2N6929	8	100	2	8/1,6	3,5	0,4	1,25	TO220
400	BUX48	15	175	1,5	10/2	5	0,4	1	TO3
450	BUX85	2	40	2	1-0/2	3,5	1,4	2,5	TO220
700	BUV48C	15	100	2	6-2/4	2	0,15	1,5	TOP3

42 ■ 6

DIMENSIONS DES BOÎTIERS USUELS

