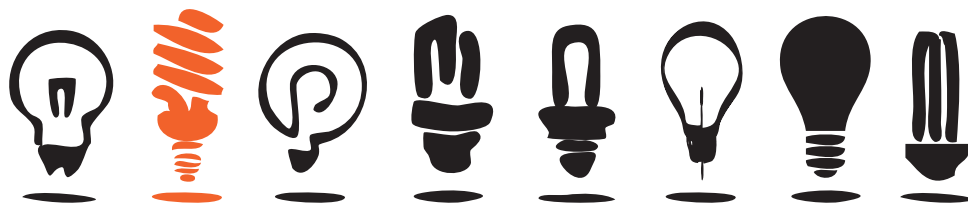


# Les fiches techniques

38

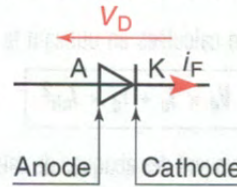
## Les semi-conducteurs La diode



# 38 Diode

Une diode est un semi-conducteur non contrôlable, permettant la circulation d'un courant dans un seul sens (fonctionnement unidirectionnel).

## SYMBOLE

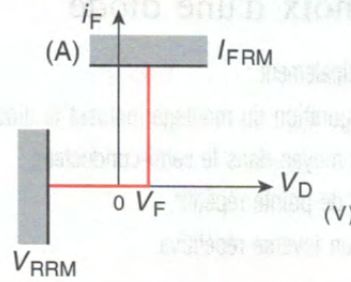


## 38.1 La diode de redressement

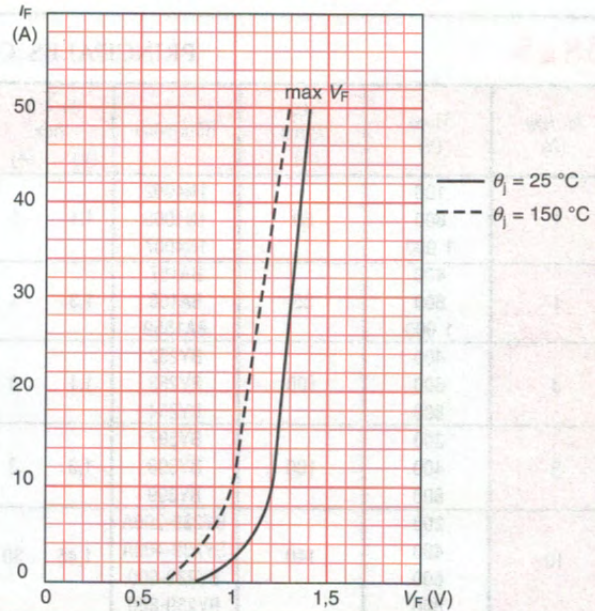
Une diode de redressement est caractérisée par :

- le courant direct moyen ( $I_D$  ou  $I_{FAV}$ ),
- le courant direct continu ( $I_F$ ),
- le courant de pointe répétitif ( $I_{FRM}$ ),
- le courant direct non répétitif de surcharge accidentelle ( $I_{FSM}$ ),
- la tension inverse de pointe répétitive ( $V_{RRM}$ ),
- la tension de pointe non répétitive ( $V_{RSM}$ ),
- la tension continue directe à l'état passant ( $V_F$ ),
- la tension de seuil ( $V_d$  ou  $V_{TO}$ ),
- la résistance dynamique ou résistance apparente à l'état passant ( $r_d$  ou  $r_T$ ),
- la contrainte thermique ( $I^2.t$ ) en  $A^2.s$ ,
- le type de boîtier,
- la température de jonction ( $\theta_j$ ),
- la température ambiante ( $\theta_a$ ),
- la résistance thermique boîtier-air ambiant ( $R_{thba}$  ou  $R_{thca}$ ) en degré Celsius par watt ( $^{\circ}C/W$ ),
- la résistance thermique jonction-boîtier ( $R_{thjb}$  ou  $R_{thjc}$ ),
- la résistance thermique boîtier-dissipateur ( $R_{thbr}$  ou  $R_{thch}$ ). (Il est à noter que le mot radiateur est souvent employé dans les documents des constructeurs.)

## CARACTÉRISTIQUE IDÉALISÉE



## CARACTÉRISTIQUE RÉELLE (1N 3913)

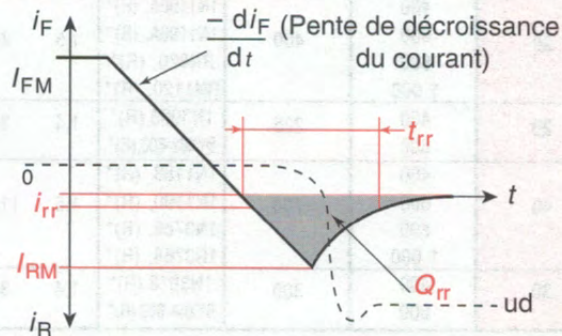


## 38.2 La diode de redressement rapide

Il faut ajouter aux caractéristiques des diodes de redressement (37.1) les données spécifiques de rapidité dans la phase de blocage :

- le temps de recouvrement inverse ( $t_{rr}$ ),
- la charge recouvrée ( $Q_{rr}$ ),
- le courant inverse de pointe ( $I_{RM}$ ),
- le courant de recouvrement inverse ( $I_{rr}$ ).

## TEMPS DE RECOUVREMENT





### 38.3 Pertes en conduction

Les pertes peuvent être calculées en utilisant la formule :

$$P = V_d \times I_o + r_d \times I_{eff}^2$$

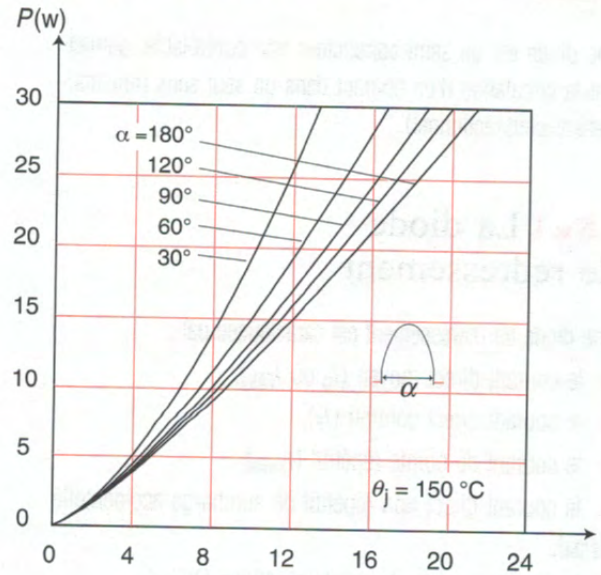
Les constructeurs fournissent des abaques de calcul des pertes en fonction de l'angle de conduction  $\alpha$ .

### 38.4 Choix d'une diode

Il dépend principalement :

- de la configuration du montage incluant la diode,
- du courant moyen dans le semi-conducteur,
- du courant de pointe répétitif,
- de la tension inverse répétitive.

### PERTES EN CONDUCTION



### 38.5

#### PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

$I_o, I_{FAV}$ (A)	$V_{RRM}$ (V)	$I_{FSM}$ 10 ms (A)	Référence	$V_F$ à $I_F$ max (V) (A)	$I_R$ à $V_{RRM}$ max (mA)	$t_{rr}$ max (ns)	$\theta_j$ max (°C)	$I^2 t$ 10 ms (A <sup>2</sup> .s)	Boîtier
1	100 600 1 000	50	1N4002 1N4005 1N4007	1,1 1	0,005	-	150		F 126
1	400 600 1 000	35	BA157 BA158 BA1559	1,3 1	0,005	300	150	3,12	F 126
3	400 600 800	100	BY252 BY253 BY254	1,1 3	0,005	-	150		DO 27A
3	200 400 800	100	BY397 BY398 BY399	1,3 3	0,01	500	150	28	DO 27A
10	200 400 600 800	140	BY239-200A BY239-400A BY239-600 BY239-800	1,45 30	0,5	-	125		DO 220
10	600 800	120	ESM765PI 600 ESM765PI 800	1,4 10	1	300	150		DO 220
20	400 600 800 1 000	400	1N1196A, (R)* 1N1198A, (R)* RN820, (R)* RN1120, (R)*	1,5 70	5	-	150		DO 5
20	400 600	225	1N3903, (R)* BYX62-600, (R)*	1,4 20	6	200	150	250	DO 5
40	400 600 800 1 000	700	1N1188, (R)* 1N1190, (R)* 1N3766, (R)* 1N3768, (R)*	1,5 110	5	-	150		DO 5
30	400 600	300	1N3913, (R)* BYX64-600, (R)*	1,4 30	6	200	150	450	DO 5

D'après SGS-THOMSON. \* Le suffixe (R) indique la possibilité d'obtenir l'anode reliée au boîtier.



## 38 ■ 6

TABLE DE CALCUL POUR LES MONTAGES REDRESSEURS

Schéma du convertisseur						
Nom du convertisseur	Rapport	Montage P1	Montage P2	Montage PD2	Montage P3	Montage PD3
Symbole CEI		E1	M2	B2	M3	B6
Fréquence $f_r$ d'entrée et la fréquence $f_0$ de sortie	$\frac{f_r}{f_0}$	1	2	2	3	6
Tension de sortie à vide	$\frac{V_c}{V_{e0}}$	0,45	0,45	0,90	0,67	1,35
Tension inverse aux bornes d'une diode	$\frac{V_{RRM}}{V_c}$	3,14	3,14	1,57	2,10	1,05
Facteur de forme de la tension redressée F	$\frac{V_{d\text{ eff}}}{V_d}$	1,57	1,11	1,11	1,017	1,001
Taux d'ondulation de la tension redressée B	$100 \sqrt{F^2 - 1}$	121 %	48 %	48 %	18,3 %	4,2 %
Courant moyen par diode	$\frac{I_{d\text{ moy}}}{I_c}$	1	0,5	0,5	0,333	0,333
Courant efficace par diode	$\frac{I_{d\text{ eff}}}{I_c}$	1,57	0,786	0,786	0,577	0,577
Courant efficace dans un enroulement	$\frac{I_{e\text{ eff}}}{I_c}$	1,57	0,786	1,11	0,577	0,816
Courant de crête répétitif par diode	$\frac{I_{FRM}}{I_c}$	3,14	1,57	1,57	1,21	1,05
Puissance apparente au secondaire du transformateur en VA	$\frac{P_s}{V_c \cdot I_c}$	3,50	1,75	1,23	1,48	1,05
Puissance apparente au primaire en VA	$\frac{P_p}{V_c \cdot I_c}$	2,68	1,23	1,23	1,23	1,05
Puissance de dimensionnement du transformateur en VA	$\frac{P}{V_c \cdot I_c}$	3,09	1,49	1,23	1,35	1,05

Le tableau donne les rapports en fonction de la tension moyenne de sortie  $V_c$  ou du courant moyen dans la charge  $I_c$ .

**Les valeurs du tableau sont applicables pour des charges résistives et pleine conduction des diodes. Les pertes dans les diodes et le transformateur sont négligées.**

Pour les dimensions des boîtiers, voir § 39.3 – Pont redresseur.



## 38.7 Exemple de calcul d'un convertisseur

Une unité de chauffage est alimentée par un pont redresseur monophasé à thyristors et diodes (pont mixte), permettant ainsi la variation de puissance moyenne de chauffe. Le calcul des différentes grandeurs permettant le choix des composants sera réalisé à partir du tableau 38.6. Il est précisé que les calculs sont faits en prenant un angle de retard à l'amorçage de 0 pour les thyristors.

La tension moyenne de sortie du pont redresseur doit être de 200 V et le courant moyen absorbé  $I_c$  est donné pour 50 A.

La diode devra posséder un courant moyen supérieur à 25 A, un courant efficace supérieur à 39,5 A et une tension inverse minimale de 314 V.

Si une surcharge est possible au niveau du cahier des charges, une majoration des valeurs limites peut être effectuée.

Le choix des diodes se portera en première étude sur la référence 1N1188, afin de faciliter le montage. Il est possible de choisir deux diodes à cathode au boîtier permettant de monter les deux thyristors sur un même dissipateur (anode au boîtier). Pour le choix du thyristor, se reporter au chapitre 40.

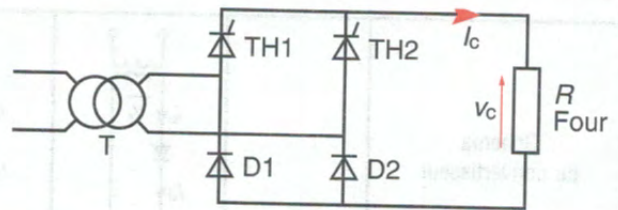
Le boîtier de la diode sera un type DO5 dont on pourra trouver les cotes au chapitre 39.3 (pont redresseur).

Le choix du dissipateur se fera par rapport à la puissance dissipée dans le composant (voir ci-contre) et aux résistances thermiques séparant la jonction du milieu ambiant (voir chapitre 49). Pour la diode choisie, la résistance dynamique est de 5 mΩ et la tension de seuil de 0,8 V.

Le transformateur peut être calculé en utilisant le même tableau.

Le transformateur à sélectionner devra être d'une puissance apparente supérieure à 12,3 kVA, tension à vide de 222 V, tension primaire dépendant du réseau d'alimentation.

### SCHÉMA



### CALCULS

Courant moyen dans une diode :

$$I_{d\text{moy}} = 0,5 \times I_c = 0,5 \times 50 = 25 \text{ A}$$

Courant efficace par diode :

$$I_{d\text{eff}} = 0,786 \times I_c = 0,786 \times 50 = 39,5 \text{ A}$$

Tension secondaire à vide  $V_{e0}$  :

$$V_{e0} = \frac{P_c}{0,90} = 222 \text{ V}$$

Tension inverse aux bornes d'une diode  $V_{RRM}$  :

$$V_{RRM} = V_c \times 1,57 = 200 \times 1,57 = 314 \text{ V}$$

Puissance dissipée dans la diode :

$$P_D = U_{\text{seuil}} I_{d\text{moy}} + R_d I_{d\text{eff}}^2 \\ = 0,8 \times 25 + 0,005 \times 39,3^2 = 27,7 \text{ W}$$

Courant efficace dans un enroulement :

$$I_{e\text{eff}} = 1,11 \times 50 = 55,5 \text{ A}$$

Puissance apparente au secondaire du transformateur :

$$P_s = 1,23 \times V_c \times I_c = 1,23 \times 200 \times 50 = 12,3 \text{ kVA}$$