

## IV. LA DIODE, UN COMPOSANT NON LINEAIRE

### A. PREMIERE APPROXIMATION DE LA DIODE : LE CLAPET ANTI-RETOUR

#### 1. Représentations élémentaires d'une diode

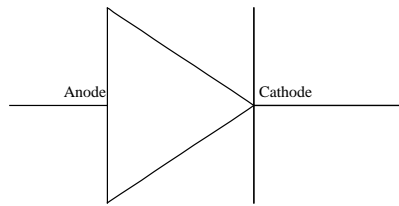


Figure 14 : Symbole de la diode

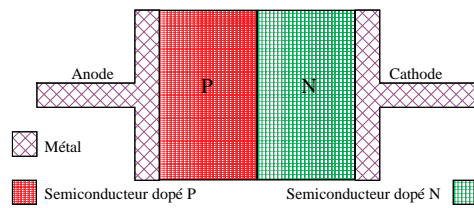


Figure 15 : Structure physique d'une diode

Remarque : Les semiconducteurs sont étudiés à la fin du cours.

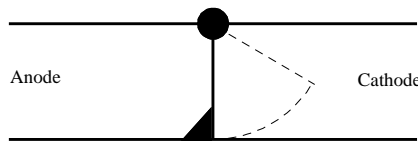


Figure 16 : Equivalent hydraulique d'une diode

#### 2. Fonctionnement de la diode

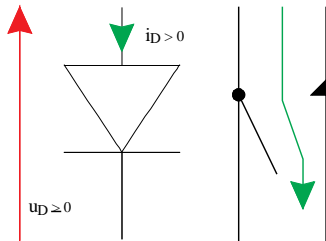


Figure 17 : Diode passante,

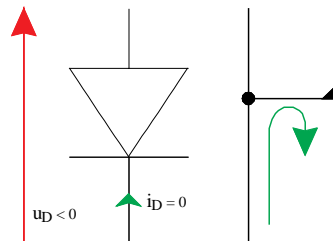


Figure 18 : Diode bloquée,

$u_D \sim 0$ et $i_D > 0$	$u_D < 0$ et $i_D \sim 0$
---------------------------	---------------------------

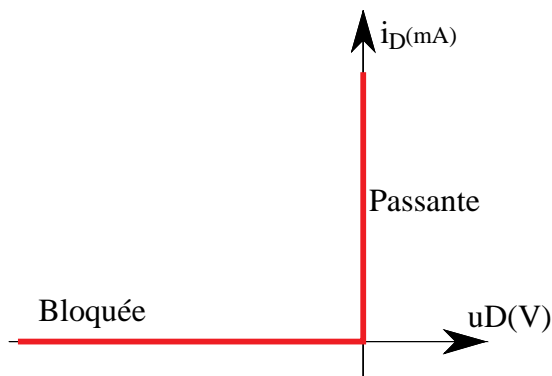


Figure 19 : Courbe caractéristique d'une diode idéale

Cette première approximation de la diode idéale n'est valable que si, à l'état passant,  $u_D$  est petite devant les autres tensions du circuit.

### 3. Applications des diodes

#### a. Redressement simple

Le redressement est étudié en travaux dirigés.

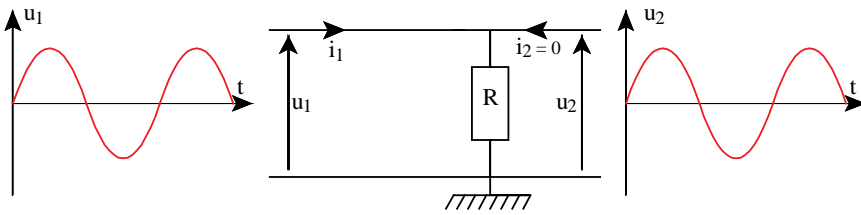


Figure 20 : Simple résistance soumise à un courant sinusoïdal,  $u_2 = R i_1$ .

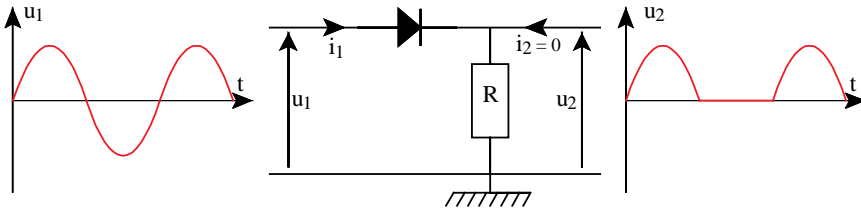


Figure 21 : Redressement simple alternance positif,  $u_1 > 0 \Rightarrow i_1 > 0$  et  $u_1 < 0 \Rightarrow i_1 = 0$

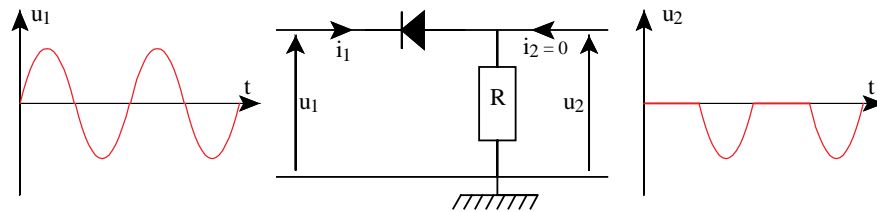


Figure 22 : Redressement simple négatif,  $u_1 > 0 \Rightarrow i_1 = 0$  et  $u_1 < 0 \Rightarrow i_1 < 0$

#### b. Détecteur de crête ou redresseur filtré

A partir d'une source alternative, nous souhaitons obtenir une tension continue négative...

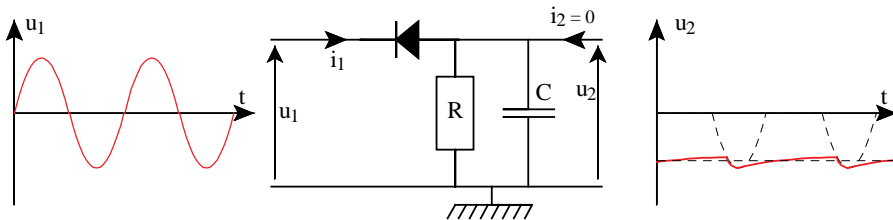


Figure 23 : Redresseur simple négatif filtré.

Pour parvenir à ce résultat, nous choisissons  $RC \gg T$ , la période de  $u_1(t)$ .

#### c. Redressement double alternance

L'efficacité (la puissance transmise) du redressement peut être améliorée à l'aide d'un pont à diodes (voir travaux dirigés) :

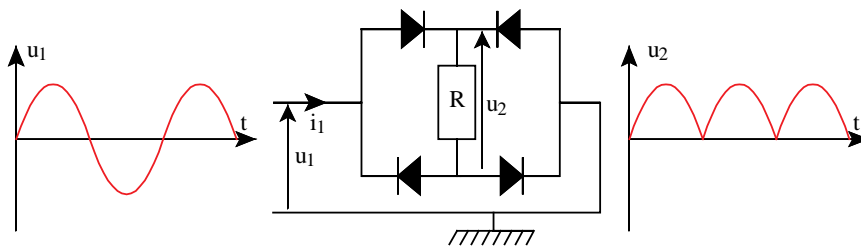


Figure 24 Redressement double à l'aide d'un pont de diodes

d. Conformation d'un signal

Nous cherchons à modifier la forme du signal de sortie d'un filtre RC standard :

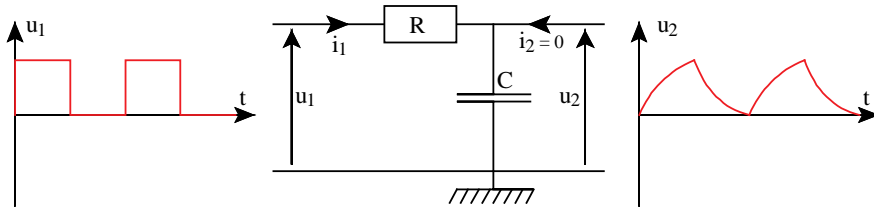


Figure 25 : Signal de sortie d'un filtre RC soumis à un carré de période  $T \sim RC$

Si nous souhaitons, par exemple, un temps de décharge beaucoup plus court :

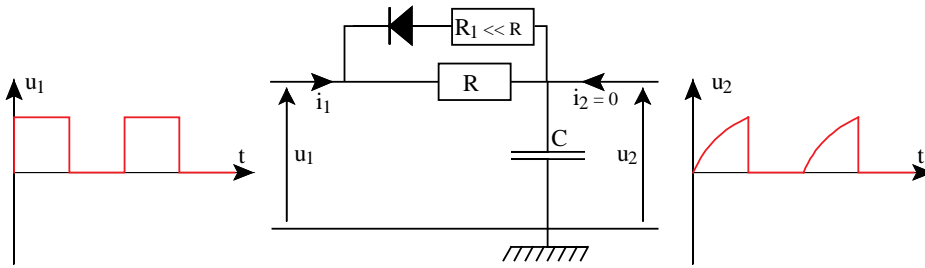


Figure 26 : Utilisation d'une diode pour modifier la décharge d'une capacité.  
 $R_1 C \ll RC$

e. Pompe à diode

Un tel système permet de lever la tension moyenne d'un signal variable :

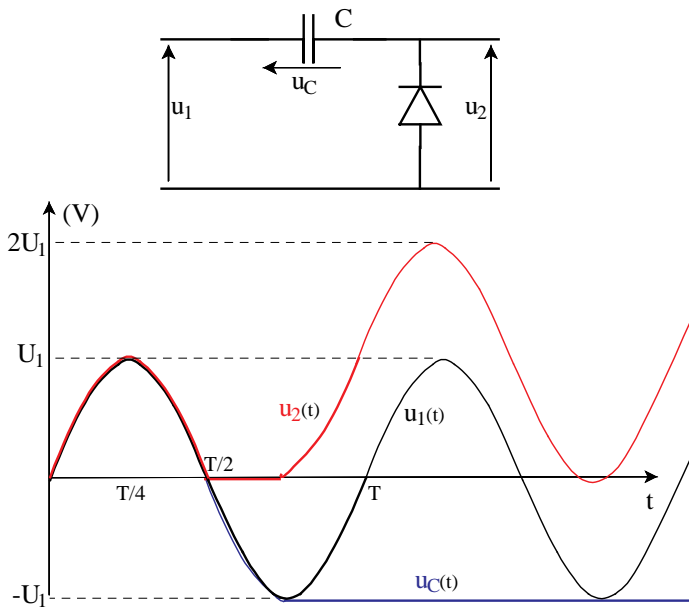


Figure 27 : Schéma et signaux d'une pompe à diode

Remarque : Couplée avec un détecteur de crête, la pompe permet d'obtenir une tension continue égale à l'amplitude crête à crête du signal d'entrée alternatif, ici  $U_{1pp} = 2U_1$ .

## B. LA DIODE REELLE

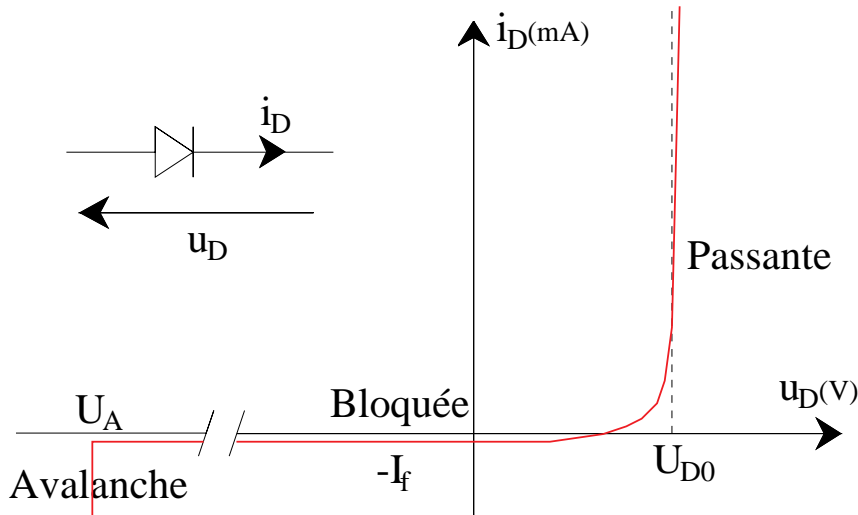


Figure 28 : Caractéristique d'une diode réelle

Tension de seuil de diode passante  $U_{D0} = 600$  mV pour le silicium à 300 K ( $U_{D0} = 200$  mV pour le Germanium à température ambiante).

**Diode passante :**  $u_D \geq U_{D0} > 0$  et  $i_D > 0$  :

$$i_D = I_S (e^{(u_D/U_T)} - 1)$$

Avec :  $I_S$ , courant de saturation inverse de la diode ( $\leq$  pA)

$$U_T = \frac{k_B T}{q_e} = 25.8 \text{ mV à } T = 300 \text{ K, température ambiante}$$

$k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ , constante de Boltzman

$q_e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , quantum de charge.

Diode bloquée :  $u_D < U_{D0}$  et  $i_D = -I_f$ , courant de fuite ( $I_f > I_S$ )

## C. LINEARISATION D'UN COMPOSANT NON LINEAIRE

Cela s'obtient en fixant un point de repos (quiet point) qui place le système dans une zone de la caractéristique où celle-ci est voisine de sa tangente. Ce point de polarisation est la nouvelle origine autour de laquelle s'effectue les petites variations des signaux importants.

**A proximité du point de repos, le composant a un comportement linéaire.**

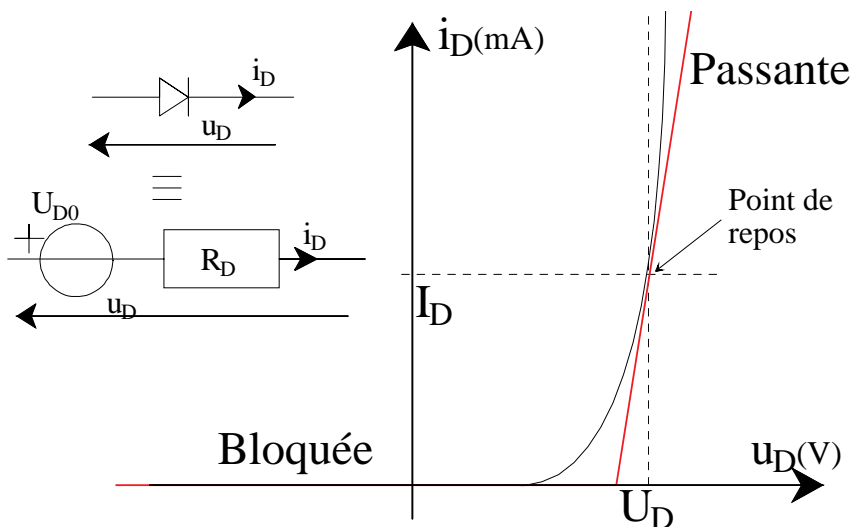


Figure 29 : Linéarisation d'une diode autour de son point de repos (polarisation)

$$\text{Résistance dynamique de diode : } R_D = \left( \frac{di_D}{du_D} \right)^{-1} = \frac{U_T}{I_D}$$

Pour simplifier ce modèle, il est possible de supposer  $R_D = 0$  et/ou  $U_D = U_{D0}$ .