

# **Cours de Physique appliquée**

## **Conversion Continu → Alternatif Onduleur autonome**

**Terminale STI Génie Electrotechnique**

**© Fabrice Sincère ; version 1.0.6**

# Sommaire

1. Onduleur de tension monophasé à deux interrupteurs
2. Onduleur de tension monophasé en pont (quatre interrupteurs)
  - 2.1. Commande symétrique
  - 2.2. Commande décalée

# 1. Onduleur de tension monophasé à deux interrupteurs

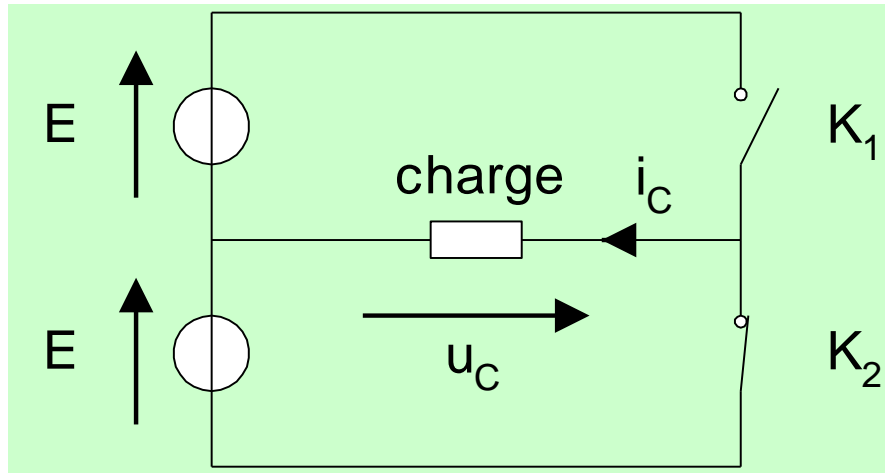


Fig. 1

$E$  est une source de tension continue, réversible en courant.  
 $K_1$  et  $K_2$  sont deux interrupteurs électroniques, commandés de manière périodique :

- $0 < t < T/2$  :  $K_1$  est fermé et  $K_2$  est ouvert :  $u_C = +E$  ( $> 0$  V)
- $T/2 < t < T$  :  $K_1$  est ouvert et  $K_2$  est fermé :  $u_C = -E$  ( $< 0$  V)

⇒ La tension  $u_C$  est **alternative**

⇒ Le courant  $i_C$  est **alternatif**

- Chronogramme de la tension  $u_C$

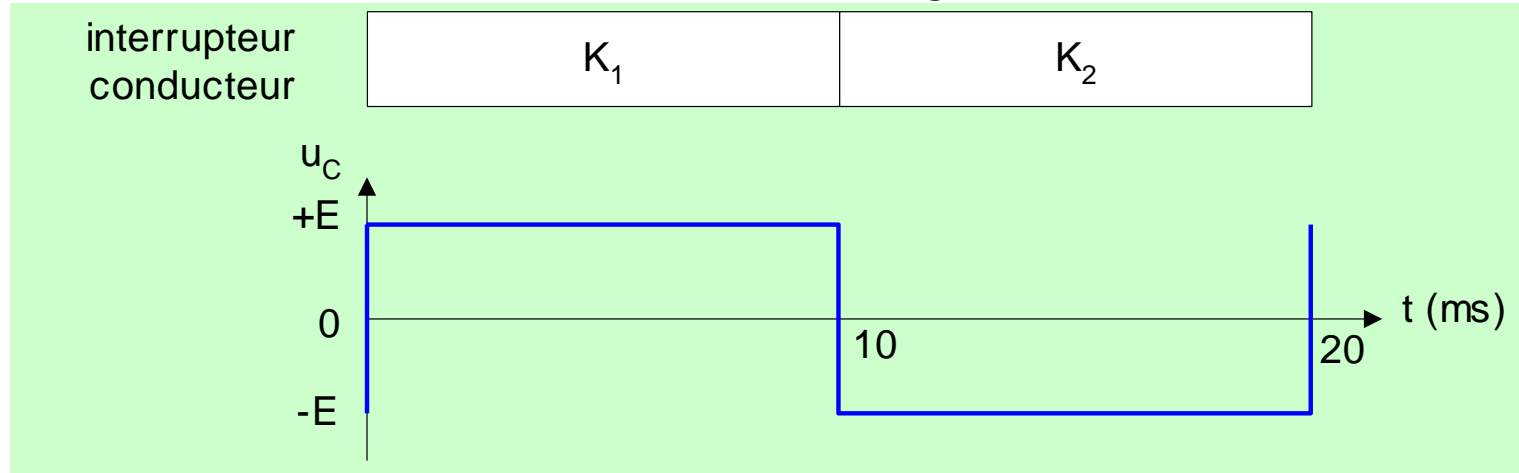


Fig. 2

Fréquence :  $f = 1 / T = 50$  Hz

Valeur efficace :

$$U_{\text{Ceff}} = \sqrt{\langle u_C(t)^2 \rangle}$$

$$U_{\text{Ceff}} = \sqrt{\langle E^2 \rangle}$$

$$U_{\text{Ceff}} = E$$

- Réalisation pratique

Les interrupteurs électroniques  $K_i$  doivent être :

- commandables à la fermeture
- commandables à l'ouverture
- bidirectionnels en courant (car courant alternatif)

Pour cela, on utilise deux éléments en parallèle :

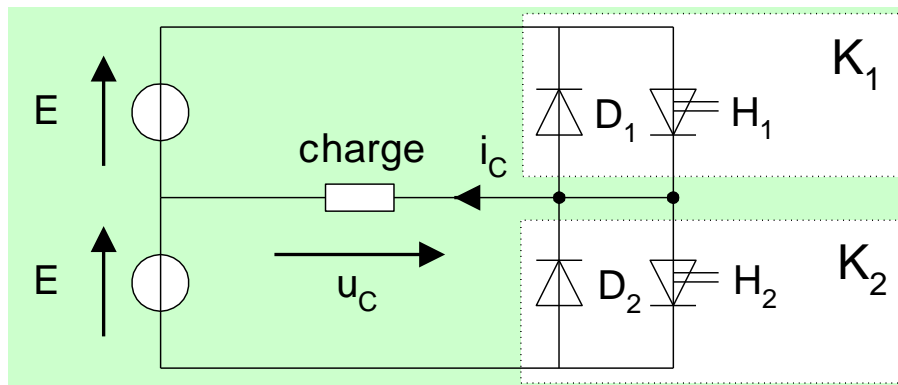


Fig. 3

La diode « antiparallèle »  $D_i$  rend l'interrupteur  $K_i$  bidirectionnel en courant.

$H_1$  et  $H_2$  sont souvent des transistors bipolaires :

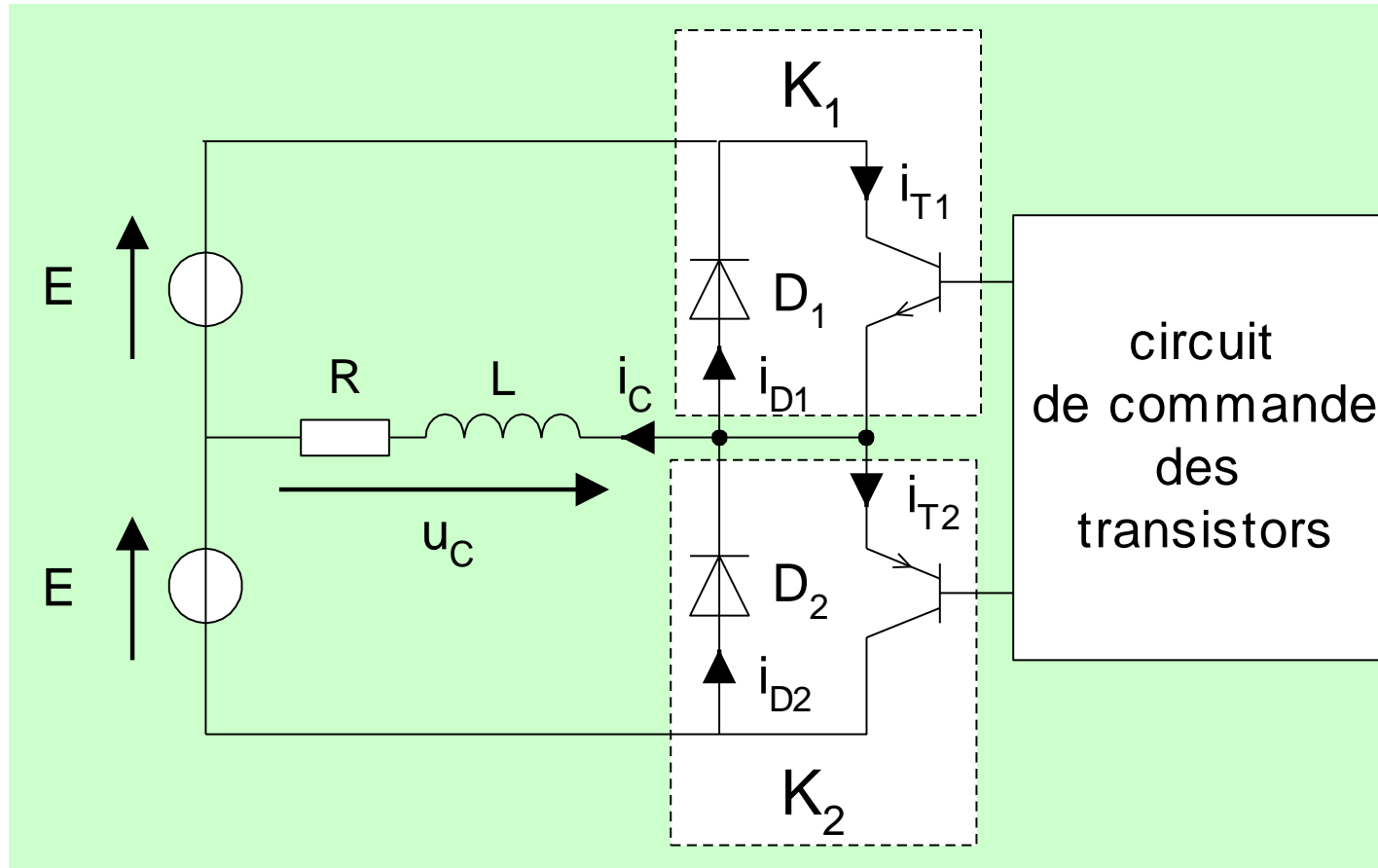


Fig. 4

- Chronogrammes pour une charge RL

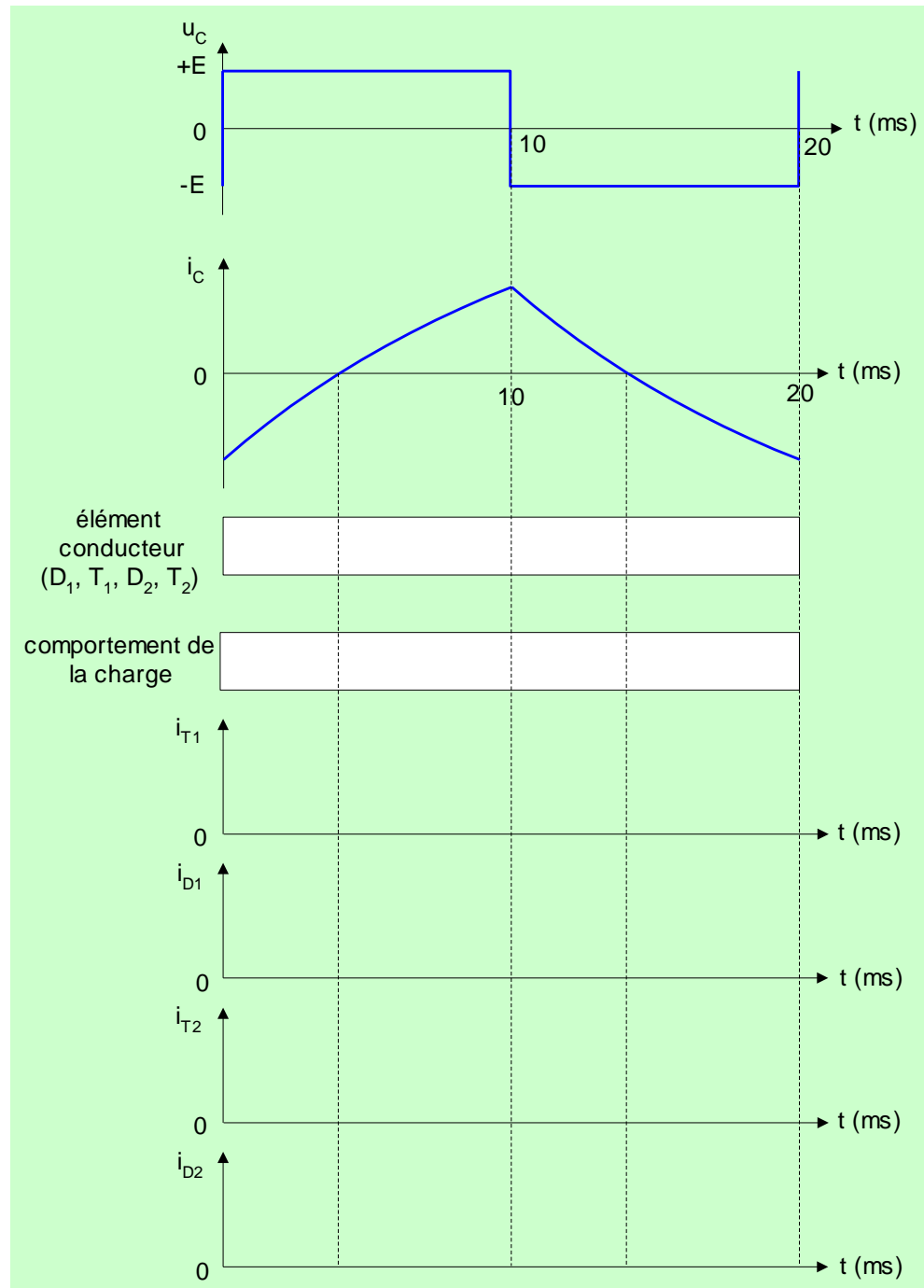


Fig. 2

- 1<sup>ère</sup> phase

$$u_C = +E$$

⇒  $K_1$  conduit

$$i_C < 0$$

⇒  $D_1$  conduit

$$\Rightarrow i_{D1}(t) = -i_C(t)$$

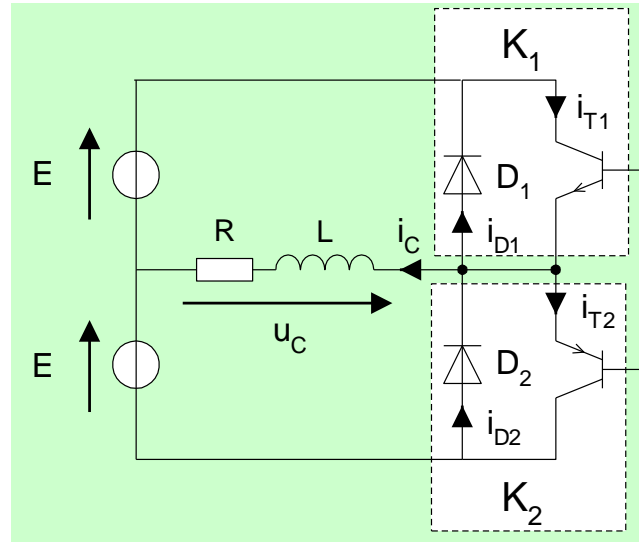


Fig. 4a

- 2<sup>ème</sup> phase

$$u_C = +E$$

⇒  $K_1$  conduit

$$i_C > 0$$

⇒  $T_1$  conduit

$$\Rightarrow i_{T1}(t) = i_C(t)$$

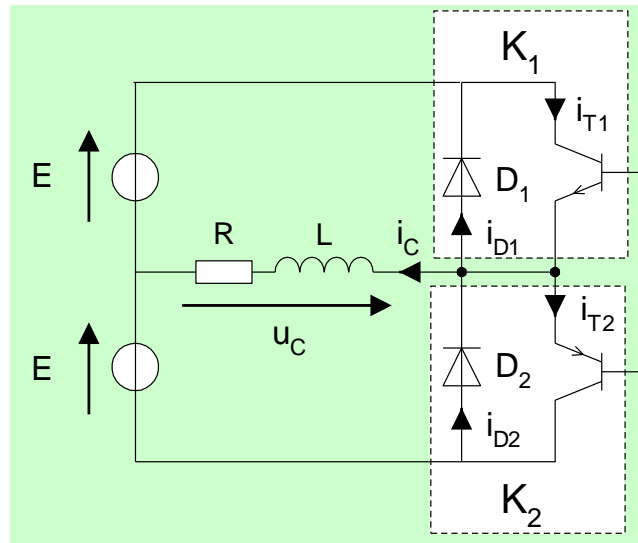


Fig. 4b



- 3<sup>ème</sup> phase

$$u_C = -E$$

$\Rightarrow K_2$  conduit

$$i_C > 0$$

$\Rightarrow D_2$  conduit

$$\Rightarrow i_{D2}(t) = i_C(t)$$

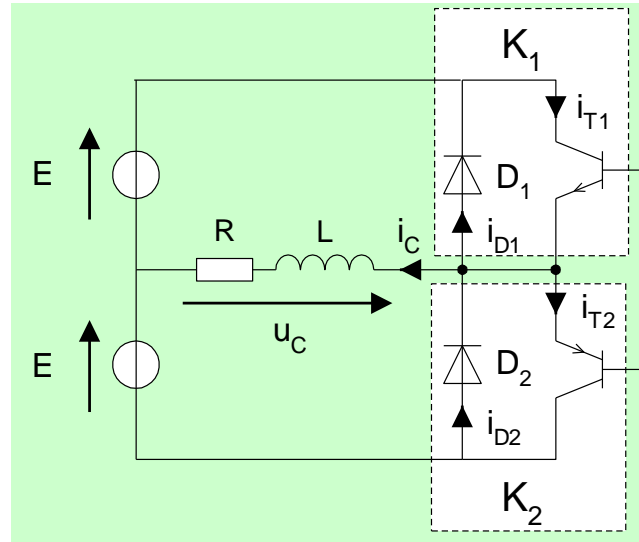


Fig. 4c

- 4<sup>ème</sup> phase

$$u_C = -E$$

$\Rightarrow K_2$  conduit

$$i_C < 0$$

$\Rightarrow T_2$  conduit

$$\Rightarrow i_{T2}(t) = -i_C(t)$$

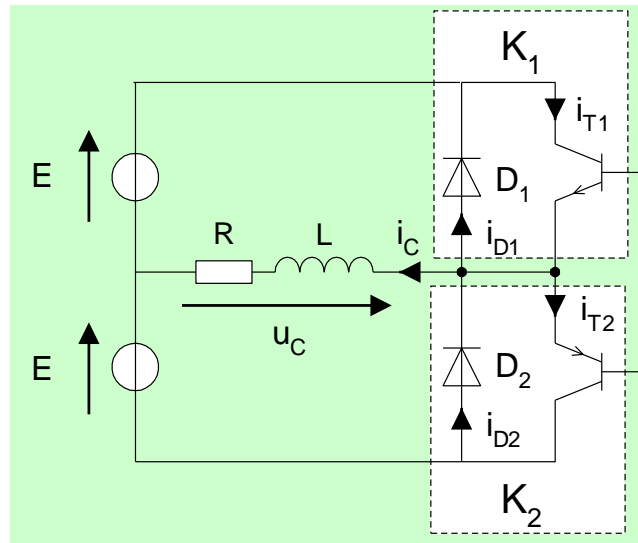


Fig. 4d

- Chronogrammes pour une charge RL

$$p(t) = u_C(t) \cdot i_C(t)$$

$p > 0$  : récepteur

(phase d'alimentation)

$p < 0$  : générateur

(phase de récupération)

Globalement :

$\langle p \rangle$  est positif

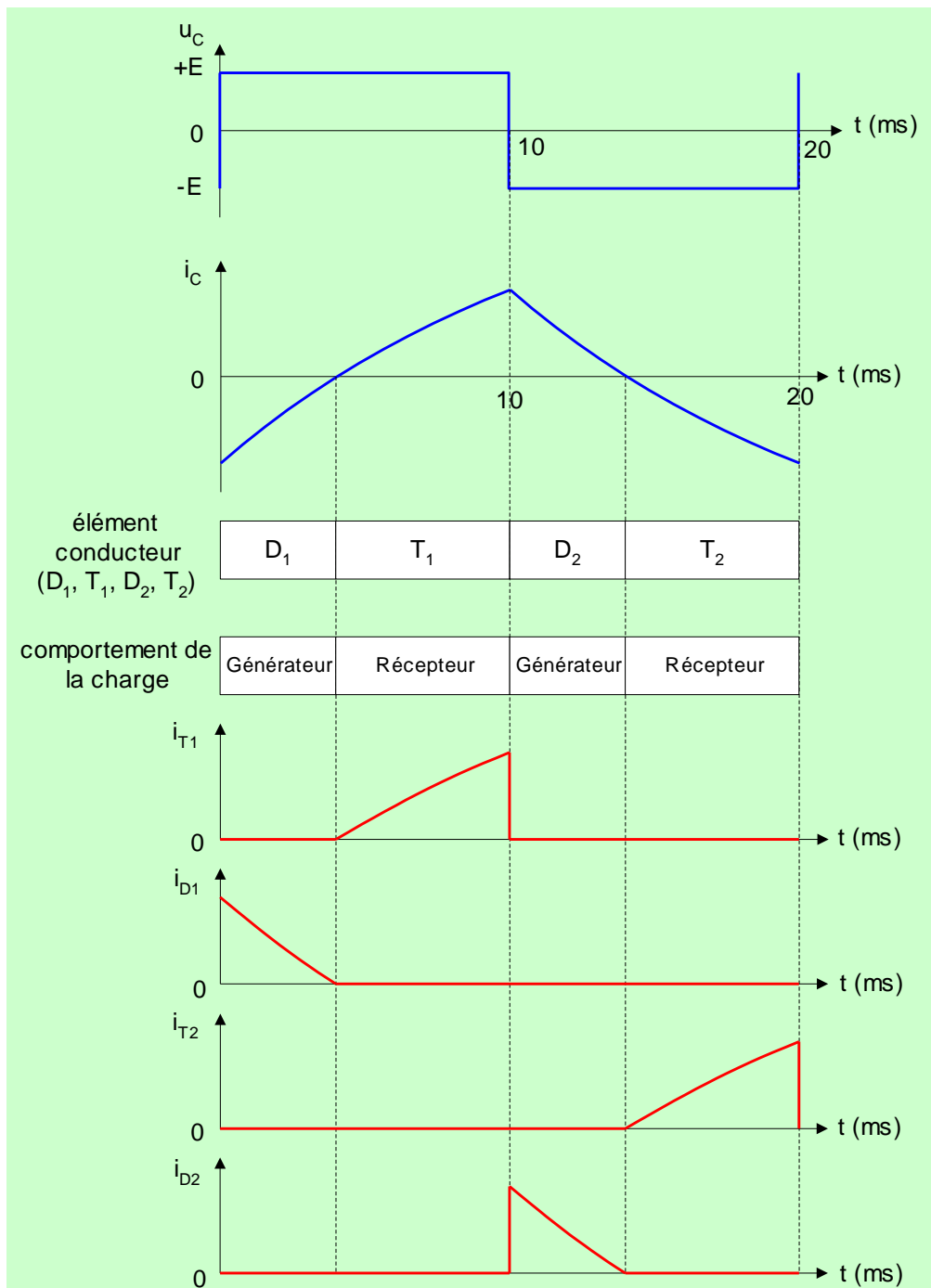


Fig. 2

## 2. Onduleur de tension monophasé en pont (quatre interrupteurs)

### 2.1. Commande symétrique

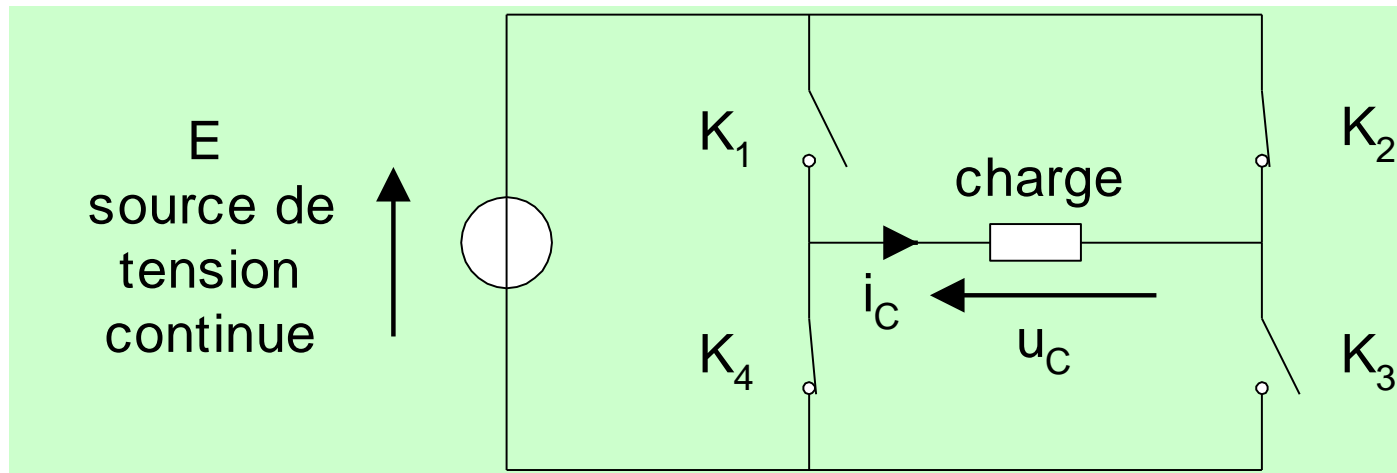
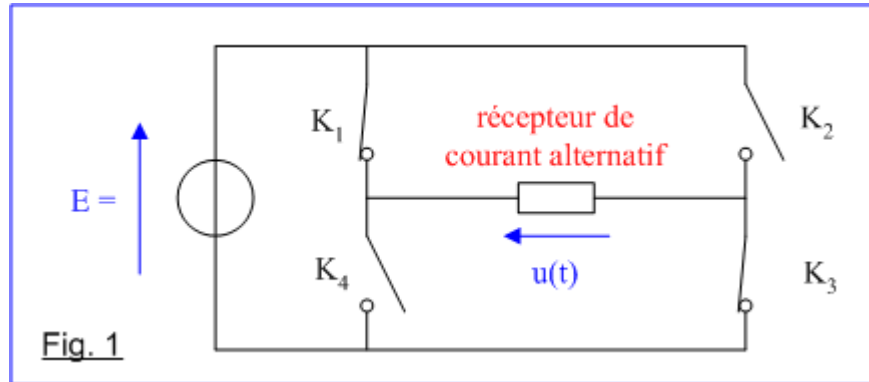


Fig. 5

- $0 < t < T/2$  :  $K_1$  et  $K_3$  sont fermés :  $u_C = +E$  ( $> 0$  V)
- $T/2 < t < T$  :  $K_2$  et  $K_4$  sont fermés :  $u_C = -E$  ( $< 0$  V)



- Chronogramme de la tension  $u_C$

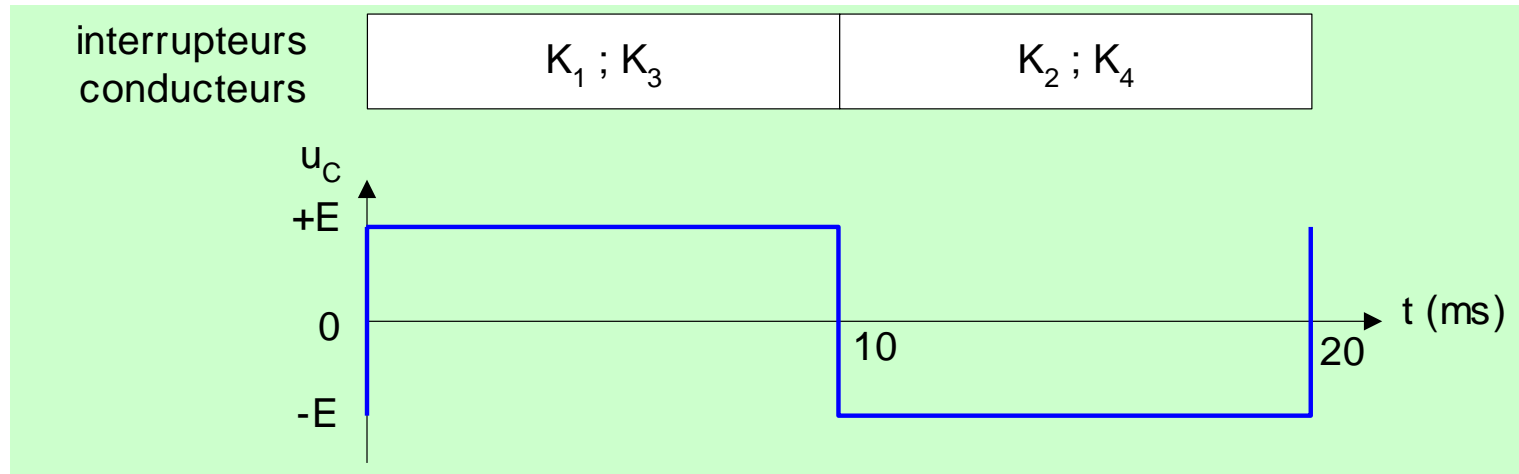


Fig. 6

Fréquence :  $f = 1 / T = 50 \text{ Hz}$

Valeur efficace :  $U_{\text{Ceff}} = E$

- Réalisation pratique

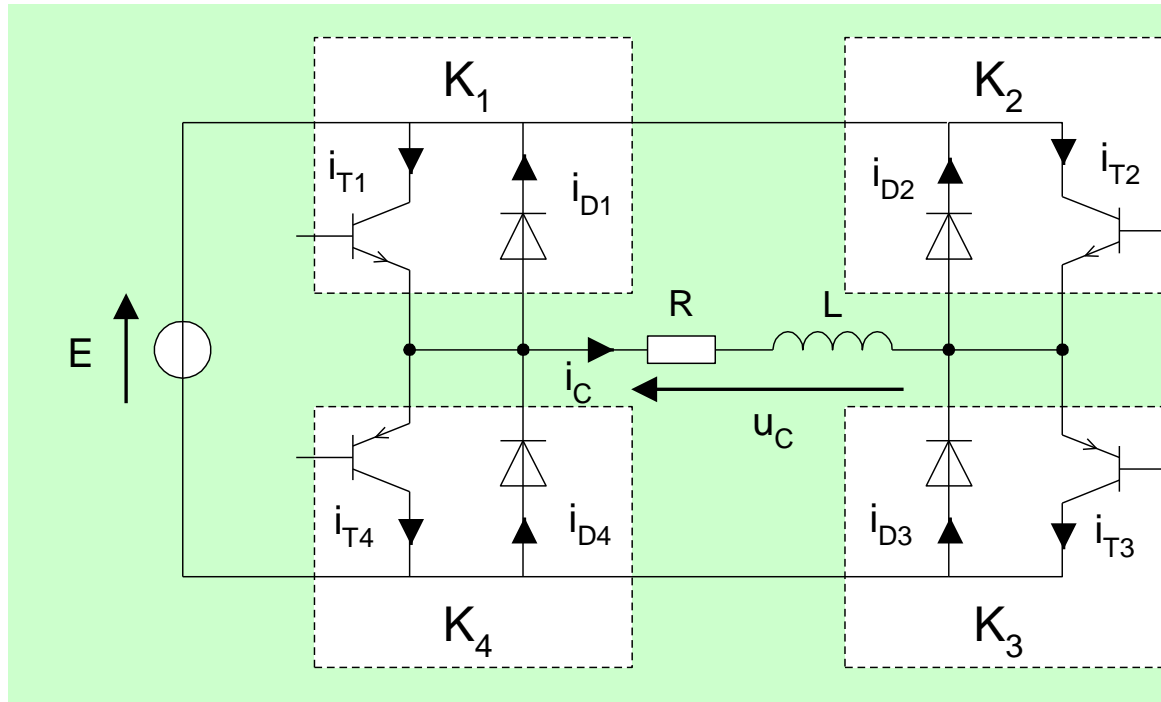


Fig. 7

- Chronogrammes pour une charge RL

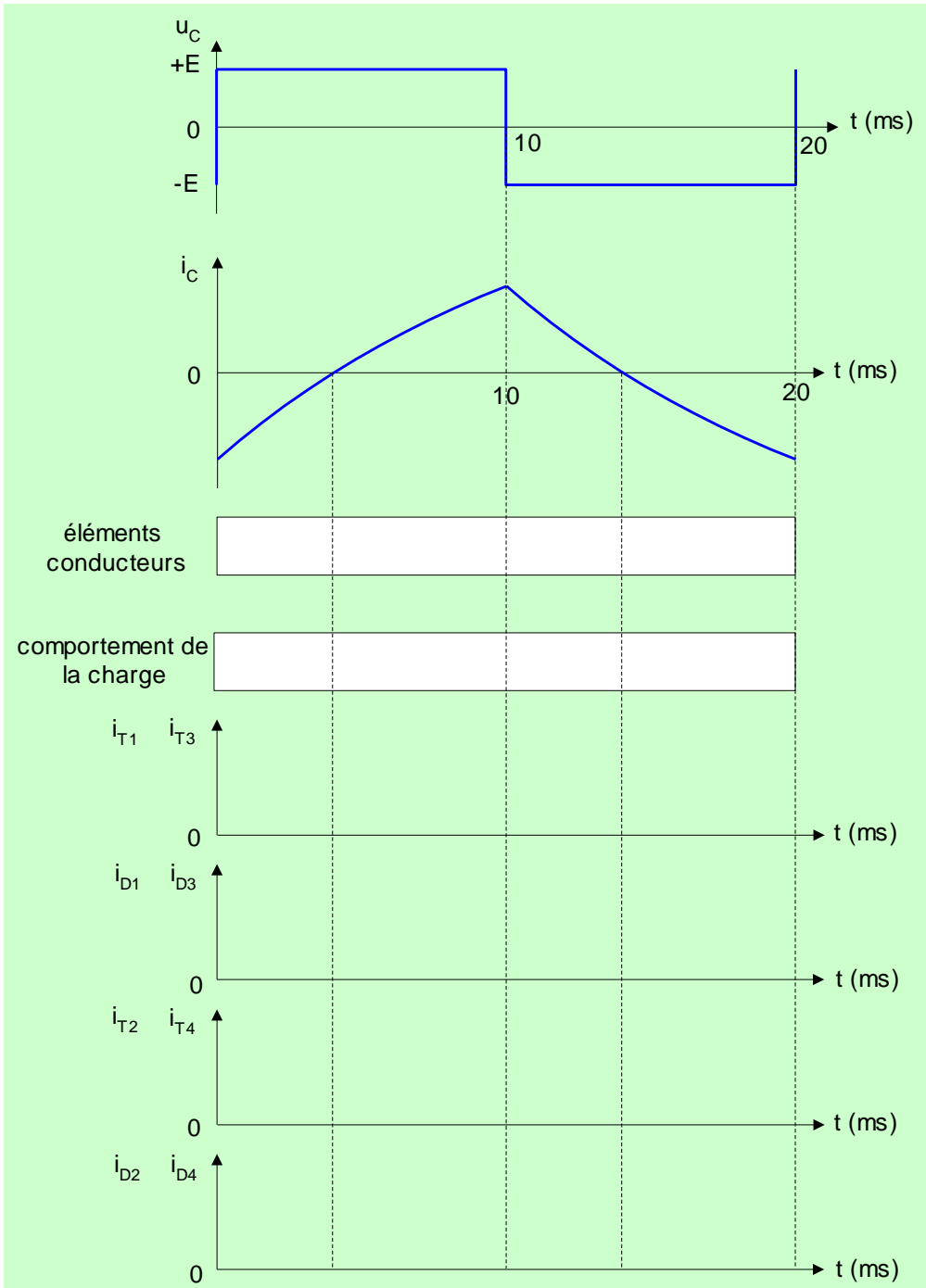


Fig. 6

• 1<sup>ère</sup> phase Fig. 7a

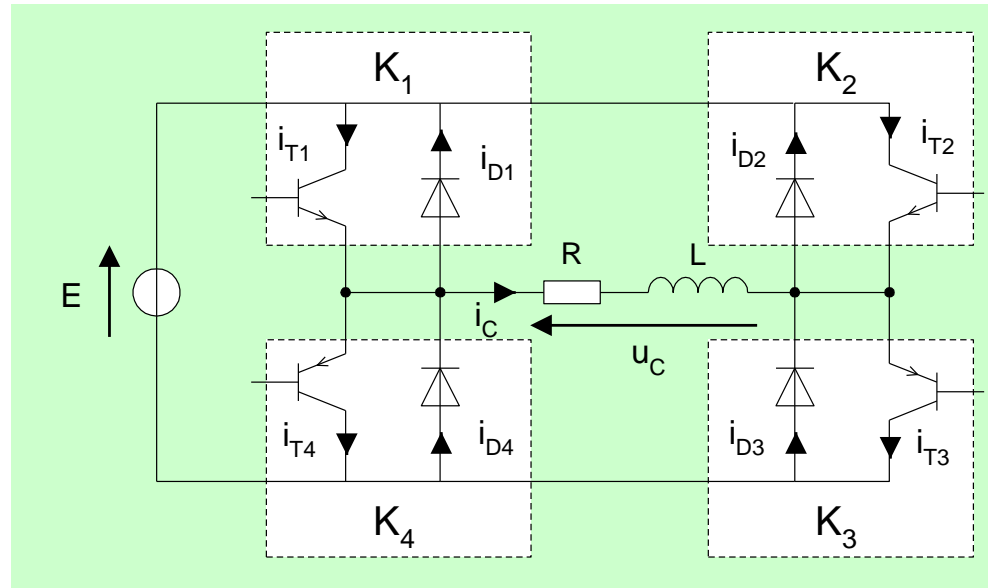
$$u_C = +E$$

$\Rightarrow K_1 ; K_3$  conduisent

$$i_C < 0$$

$\Rightarrow D_1 ; D_3$  conduisent

$$\Rightarrow i_{D1}(t) = i_{D3}(t) = -i_C(t)$$



• 2<sup>ème</sup> phase Fig. 7b

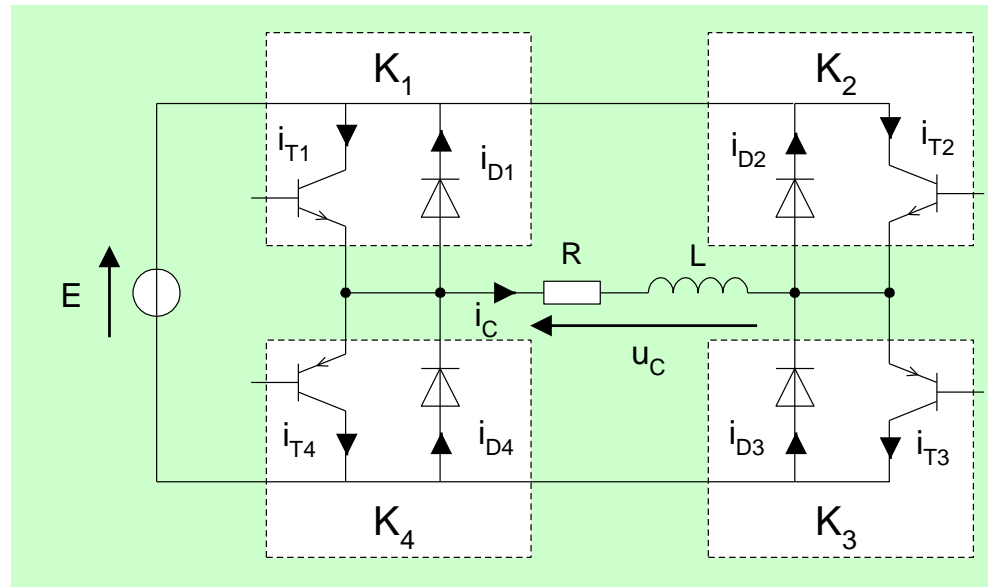
$$u_C = +E$$

$\Rightarrow K_1 ; K_3$  conduisent

$$i_C > 0$$

$\Rightarrow T_1 ; T_3$  conduisent

$$\Rightarrow i_{T1}(t) = i_{T3}(t) = i_C(t)$$





- 3<sup>ème</sup> phase

Fig. 7c

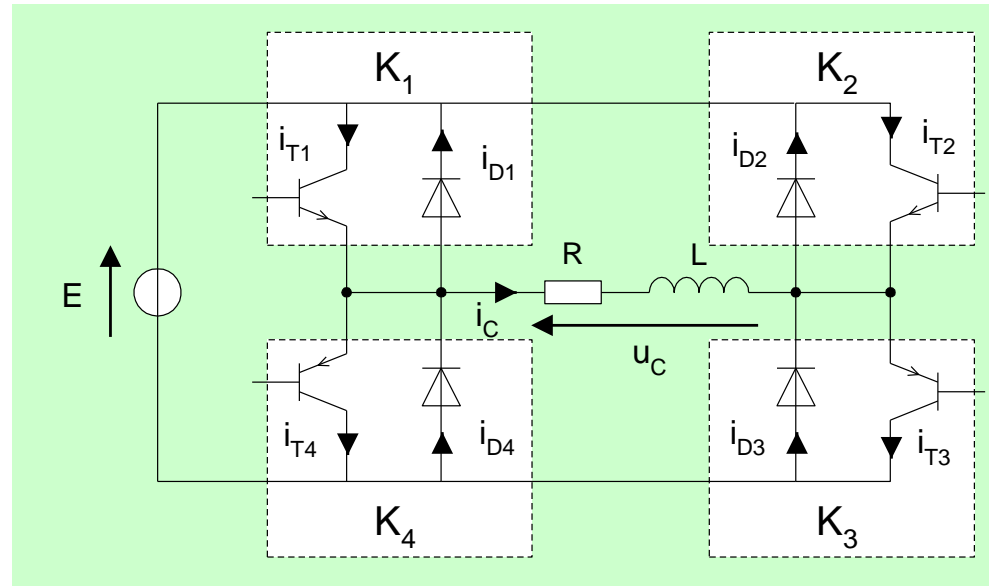
$$u_C = -E$$

$\Rightarrow K_2 ; K_4$  conduisent

$$i_C > 0$$

$\Rightarrow D_2 ; D_4$  conduisent

$$\Rightarrow i_{D2}(t) = i_{D4}(t) = i_C(t)$$



- 4<sup>ème</sup> phase

Fig. 7d

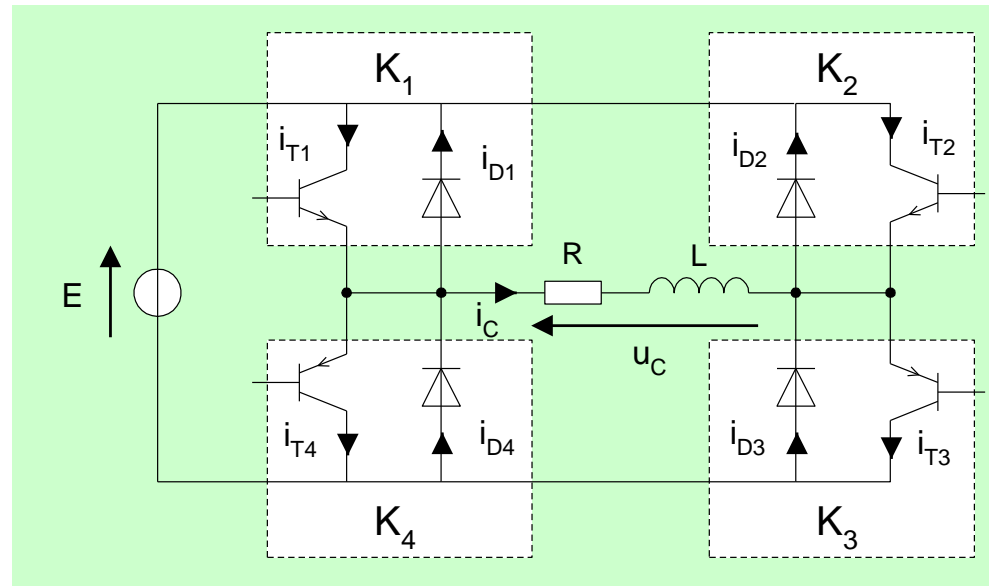
$$u_C = -E$$

$\Rightarrow K_2 ; K_4$  conduisent

$$i_C < 0$$

$\Rightarrow T_2 ; T_4$  conduisent

$$\Rightarrow i_{T2}(t) = i_{T4}(t) = -i_C(t)$$



- Chronogrammes pour une charge RL

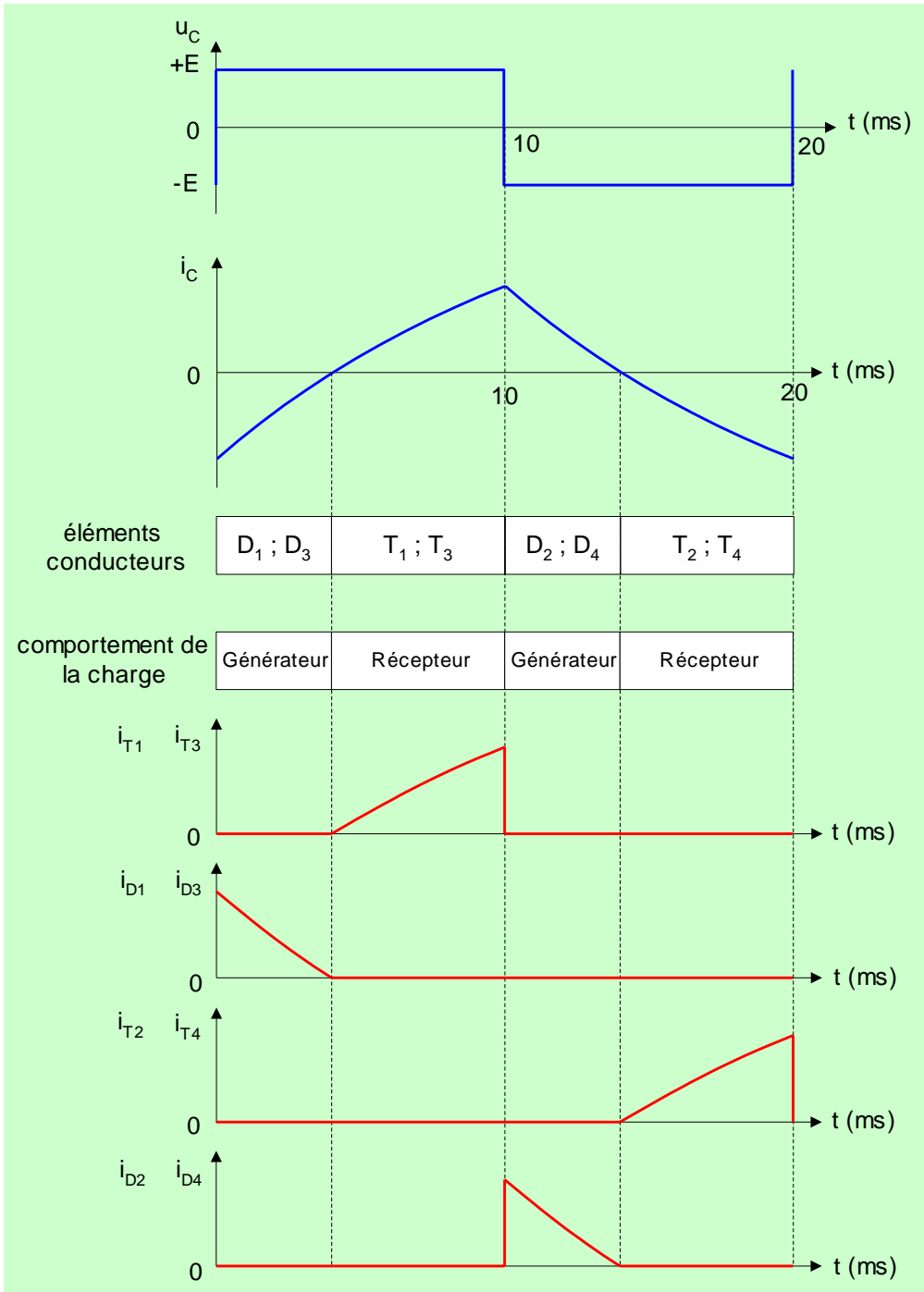
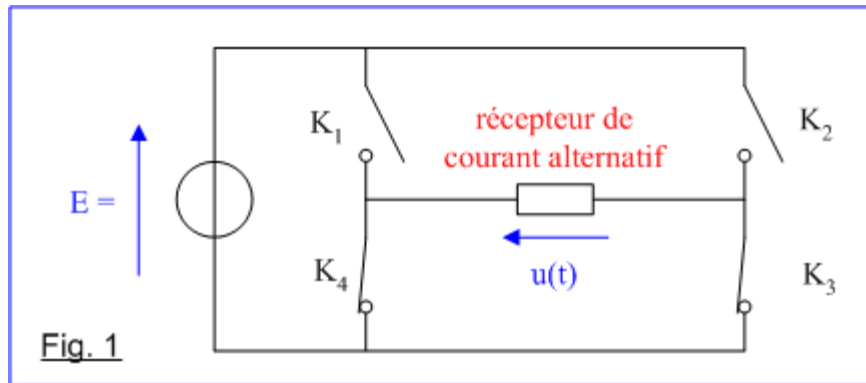


Fig. 6

## 2-2- Commande décalée



- Chronogramme de la tension  $u_C$

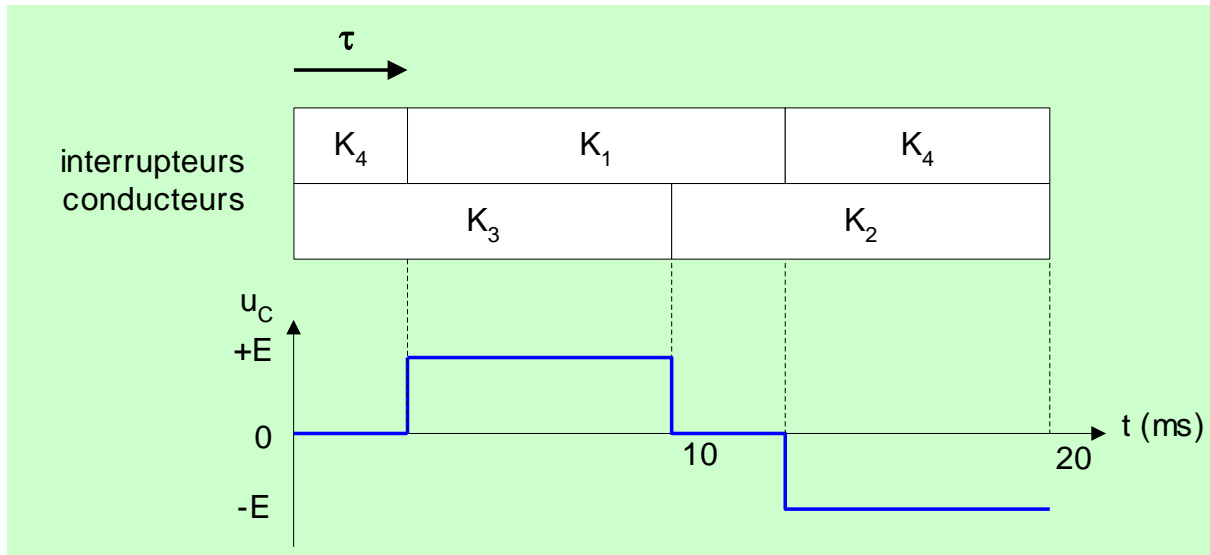


Fig. 8

Fréquence :  $f = 1 / T = 50$  Hz

Valeur efficace :

$$U_{\text{Ceff}} = E \sqrt{1 - \frac{\tau}{\frac{T}{2}}}$$

⇒ On peut régler  $U_{\text{Ceff}}$  entre  $0$  et  $E$ .

A.N.  $E = 200 \text{ V}$

Sur la figure 8, mesurer le décalage.

En déduire la tension efficace aux bornes de la charge.

$$\tau = 3 \text{ ms}$$

$$U_{\text{Ceff}} = 200 \sqrt{1 - \frac{3}{\frac{20}{2}}} = 167 \text{ V}$$

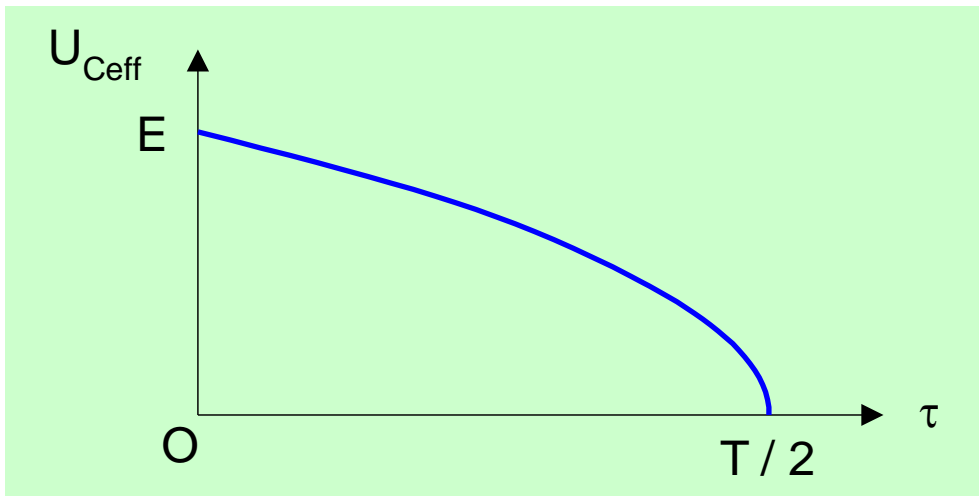


Fig. 9

- Chronogramme du courant pour une charge RL

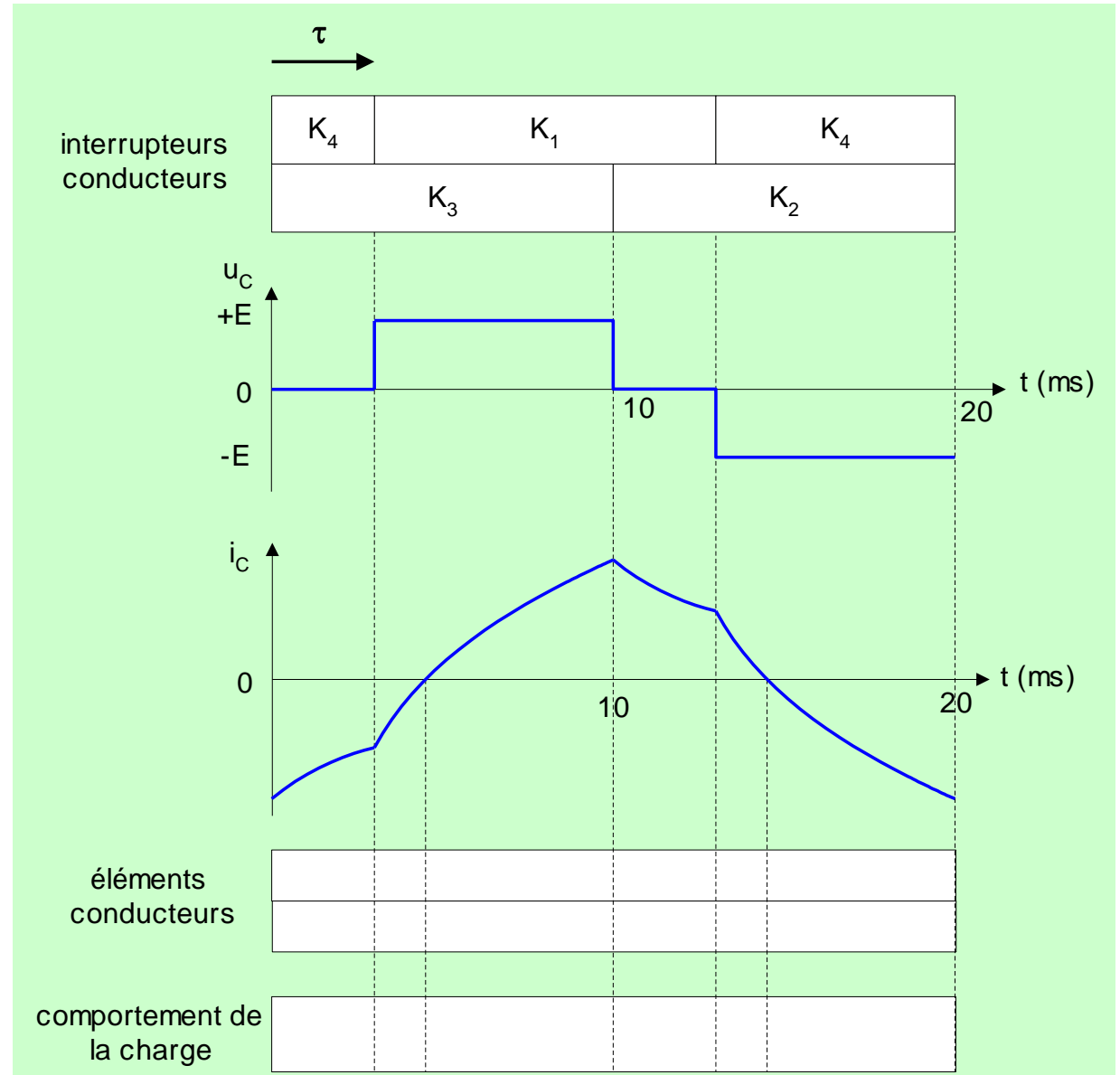


Fig. 8

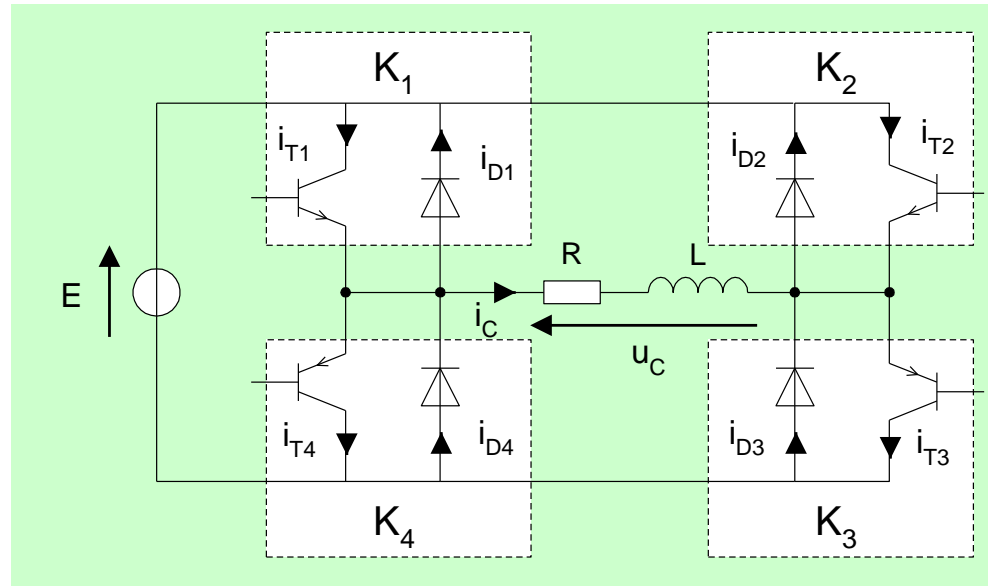
• 1<sup>ère</sup> phase Fig. 8a

$K_4$  et  $K_3$  conduisent

$$u_C = 0 \text{ V}$$

$$i_C < 0$$

$\Rightarrow D_3 ; T_4$  conduisent



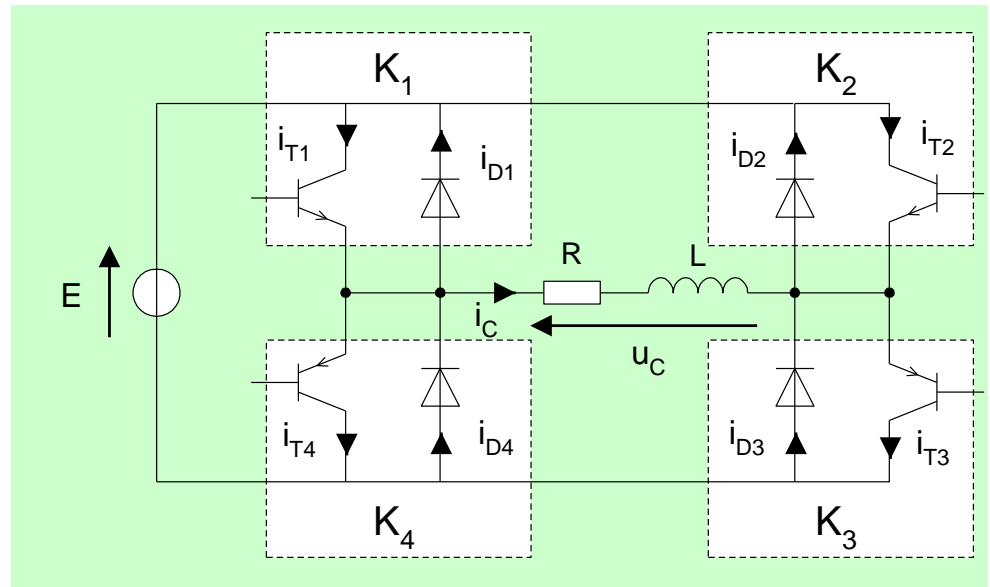
• 2<sup>ème</sup> phase Fig. 8b

$K_1$  et  $K_3$  conduisent

$$u_C = +E$$

$$i_C < 0$$

$\Rightarrow D_3 ; D_1$  conduisent



- 3<sup>ème</sup> phase

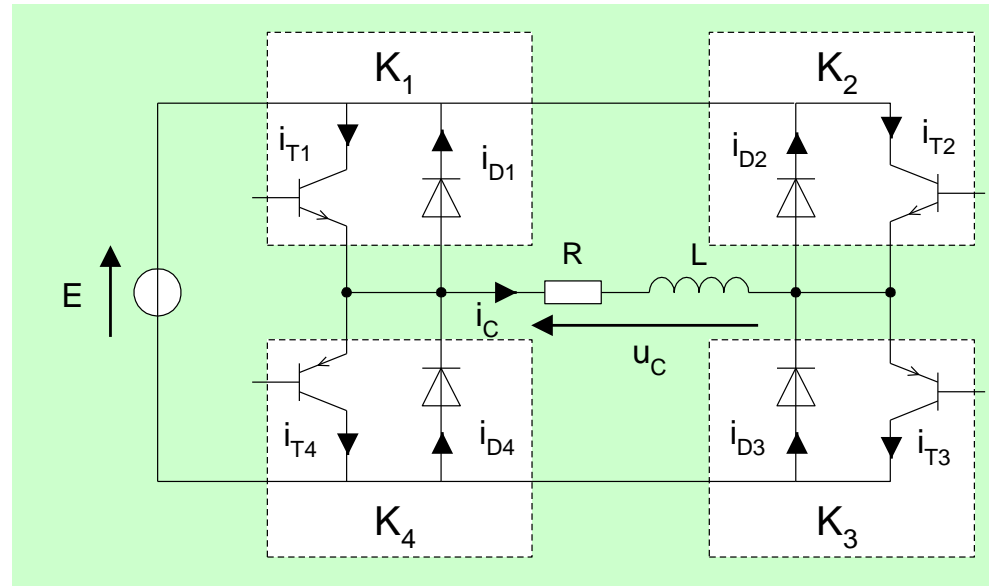
Fig. 8c

$K_1$  et  $K_3$  conduisent

$$u_C = +E$$

$$i_C > 0$$

$\Rightarrow T_1 ; T_3$  conduisent



- 4<sup>ème</sup> phase

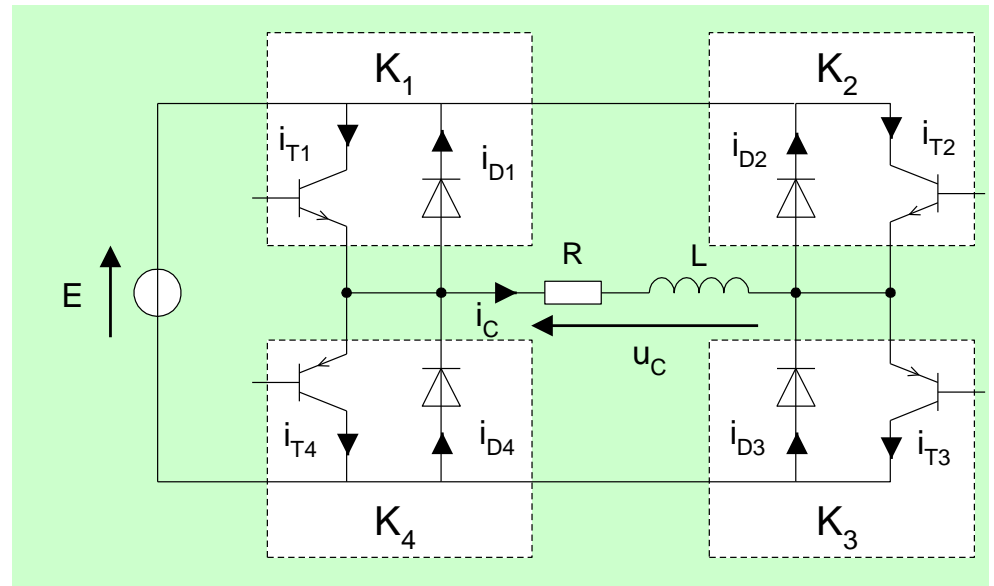
Fig. 8d

$K_1 ; K_2$  conduisent

$$u_C = 0 \text{ V}$$

$$i_C > 0$$

$\Rightarrow D_2 ; T_1$  conduisent





- 5<sup>ème</sup> phase

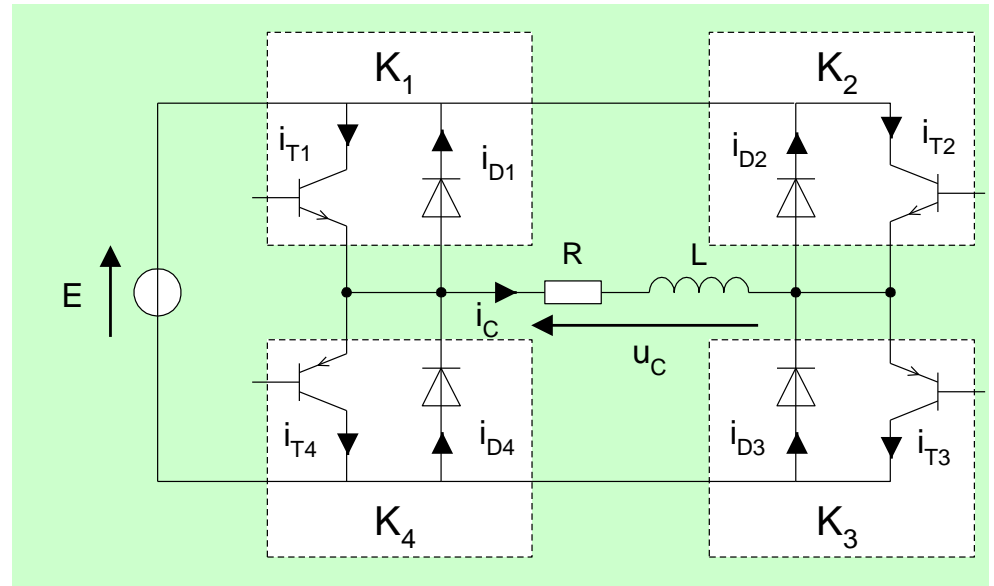
Fig. 8e

$K_2 ; K_4$  conduisent

$$u_C = -E$$

$$i_C > 0$$

$\Rightarrow D_2 ; D_4$  conduisent



- 6<sup>ème</sup> phase

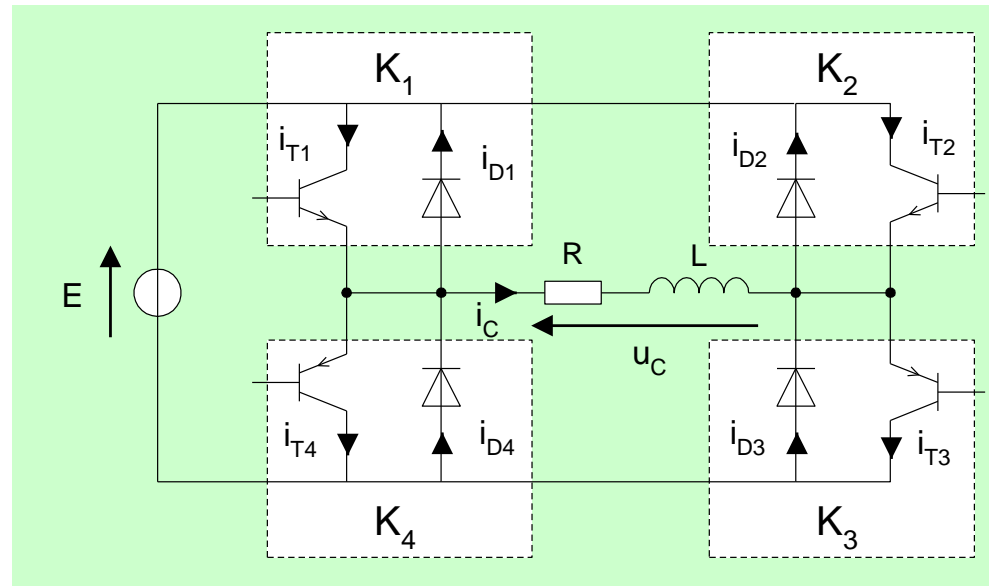
Fig. 8f

$K_2 ; K_4$  conduisent

$$u_C = -E$$

$$i_C < 0$$

$\Rightarrow T_2 ; T_4$  conduisent



- Chronogramme du courant pour une charge RL

$p(t) = u_C(t) \cdot i_C(t)$   
 $p > 0$  : récepteur  
 $p < 0$  : générateur  
 $p = 0$  : phase de roue libre

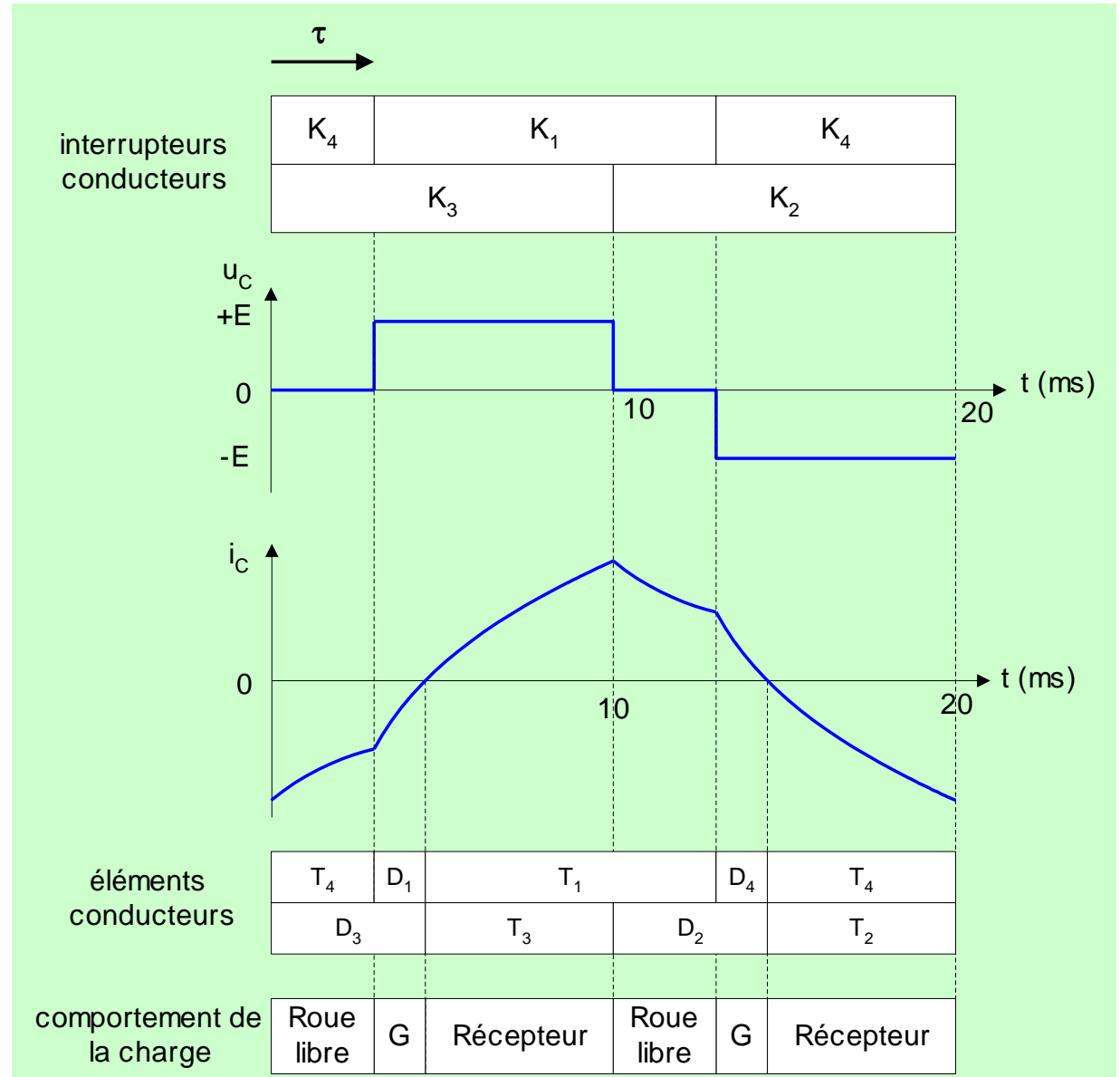


Fig. 8