

UDL-SBA

Dept Automatique

Masta ELM

1^{ère} Année M. SEMMATH

Correction de l'examen Final

ELP avancée

Questions de Cours : (08 pts)

1. $S = U_{eff} \cdot I_{eff}$ avec $U_{eff} = U_1 \sqrt{1 + THD_u^2}$
 $I_{eff} = I_1 \sqrt{1 + THD_i^2}$

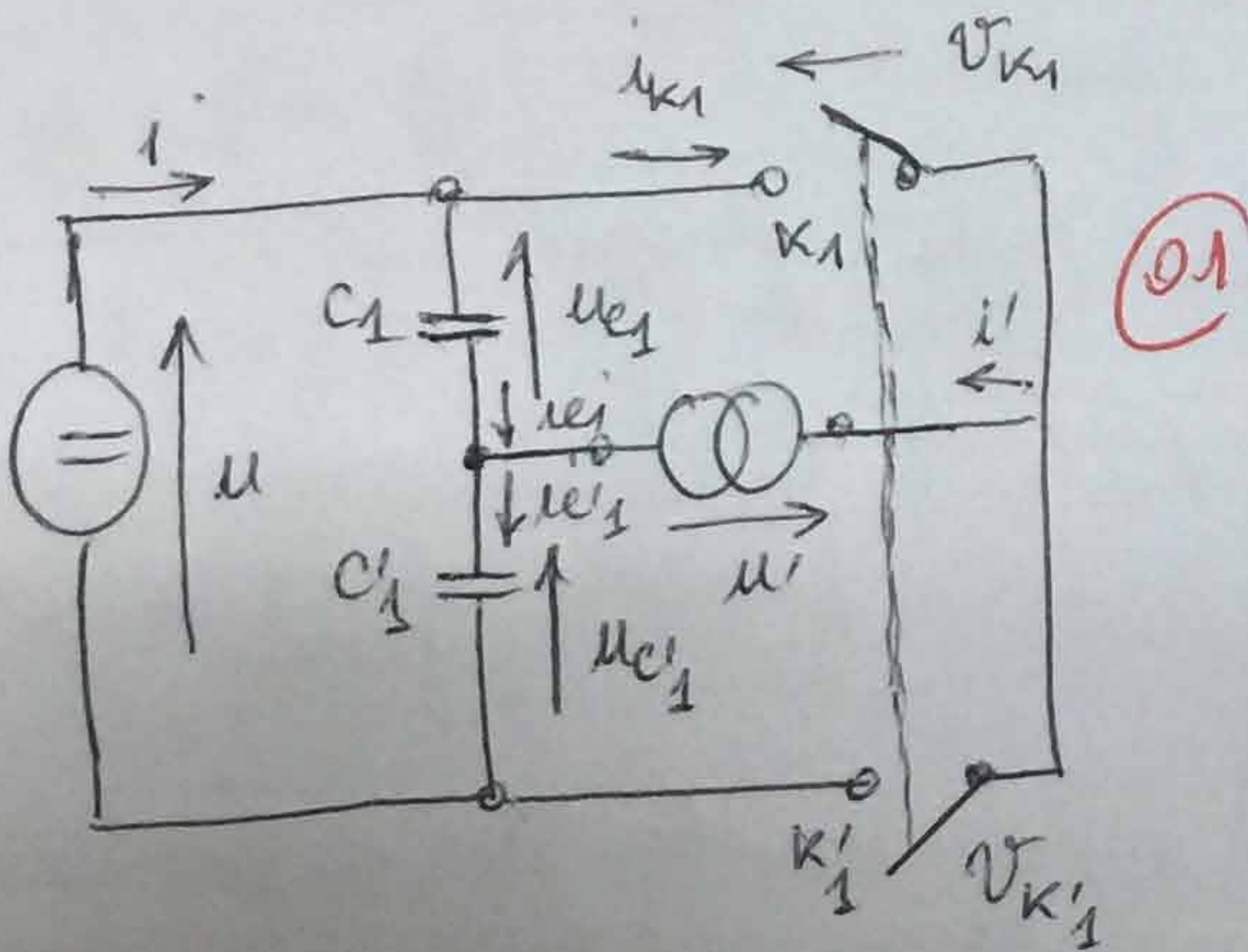
$S = U_{1eff} \cdot I_{1eff} \sqrt{(1 + THD_u^2)(1 + THD_i^2)}$ (0,1)

$\cos \varphi = \frac{P}{S_1} = \frac{P}{U_1 \cdot I_1}$

$FP = \frac{P}{S} = \frac{P}{U_1 I_1 \sqrt{(1 + THD_u^2)(1 + THD_i^2)}}$

$\Rightarrow \frac{\cos \varphi}{FP} = \sqrt{(1 + THD_u^2)(1 + THD_i^2)}$ (0,1)

2-

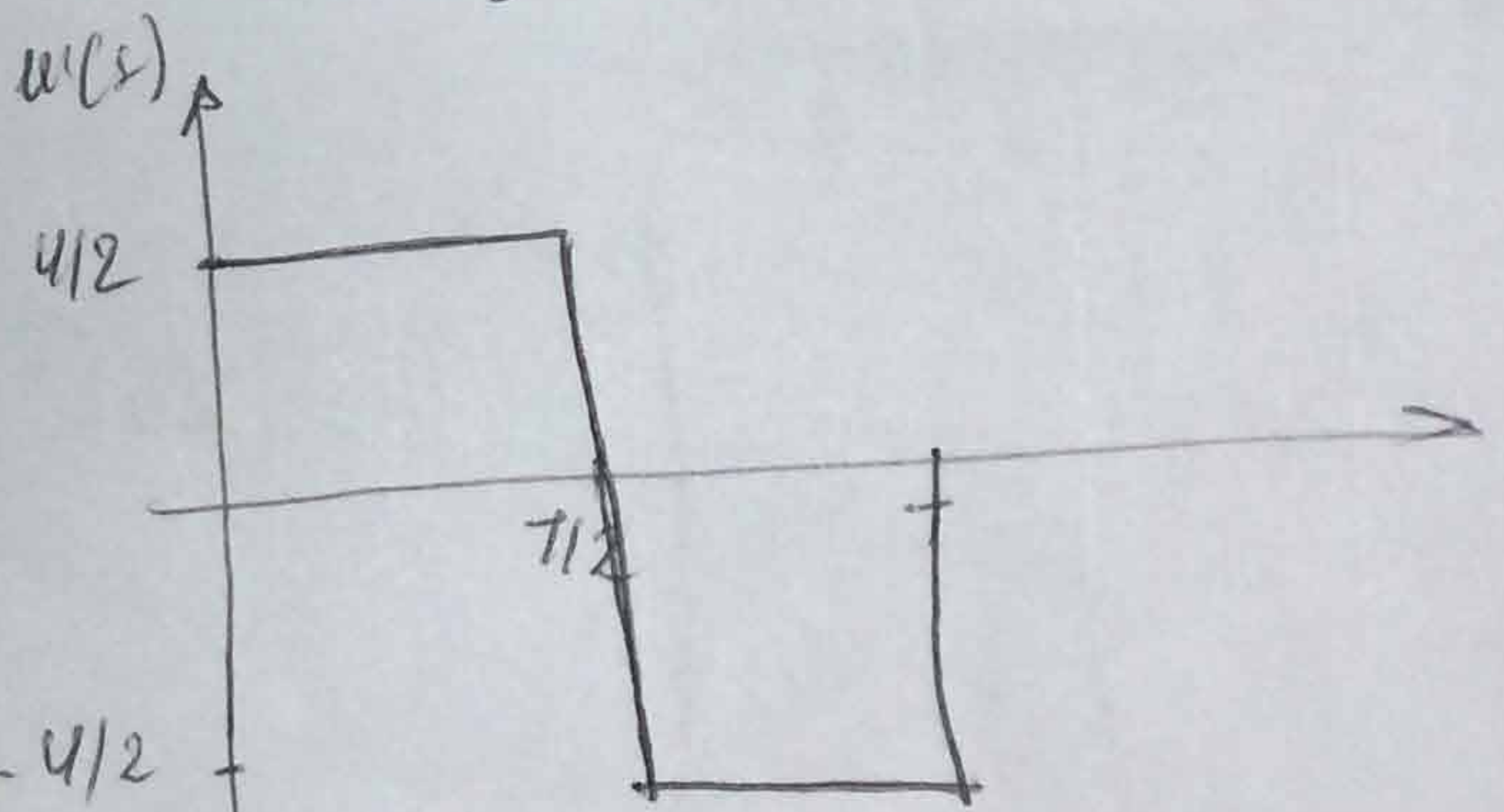


$0 < t < T/2$ K_1 est fermé, K_1' ouvert

$u' = u_{C1} \approx U/2$

$T/2 < t < T$ K_1' est fermé, K_1 est ouvert

$u' = -u_{C1'} \approx -U/2$ (0,1)



3-

Code simultané (à 2 niveaux de tension)

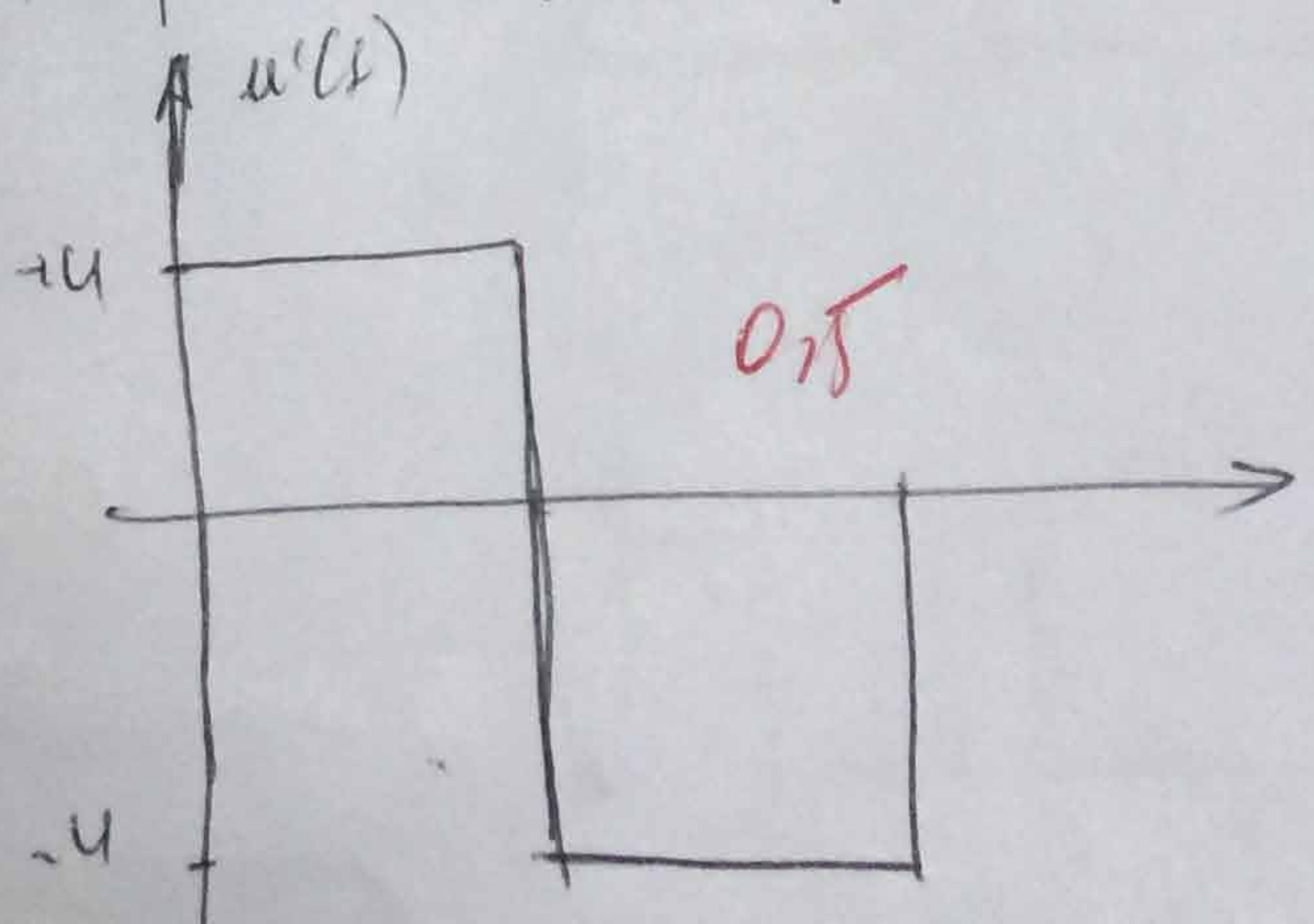
$0 < \omega t < \pi$ K_1 et K_2' ON

$u' = +U$

(0,15)

$\pi < \omega t < 2\pi$ K_1' et K_2 ON

$u' = -U$



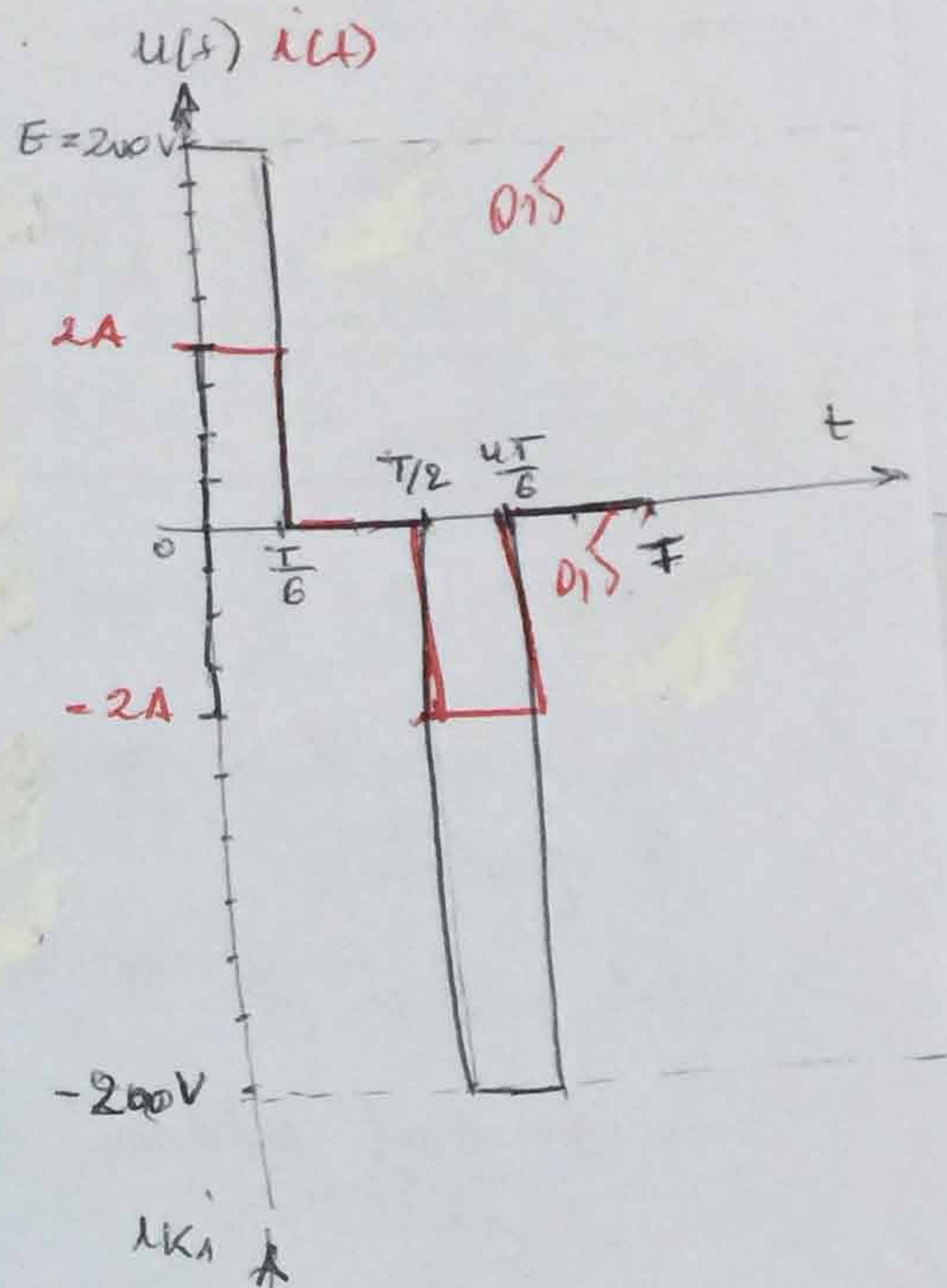
Code décalé (à 3 niveaux de tension)

5 pts)

un onduleur autonome réalise la conversion $1 \sim$ (0,25)
 Variation de vitesse pour moteur asynchrone.

2. $u(t)$ et $i(t)$? $\alpha = 1/3$

- $0 < t < \alpha T/2$ K_1 et K_3 ON $u(t) = E$
 K_2 et K_4 OFF $i(t) = E/R$
- $\alpha T/2 < t < T/2$ K_1 et K_2 ON $u(t) = 0$
 K_3 et K_4 OFF $i(t) = 0$
- $T/2 < t < (1-\alpha)T/2$ K_2 et K_4 ON $u(t) = -E$
 K_1 et K_3 OFF $i(t) = -E/R$
- $(1-\alpha)T/2 < t < T$ K_3 et K_4 ON $u(t) = 0$
 K_1 et K_2 OFF $i(t) = 0$



3. $I_{moy} = 0$ (0,25)

$I_{eff} = \sqrt{\alpha} \cdot \frac{E}{R}$ (0,25)

A.N: $I_{eff} = \sqrt{1/3} \cdot \frac{200}{100} \Rightarrow I_{eff} = 1,155 A$ (0,25)

4. $P = R I_{eff}^2 = 133 W$ (0,25)

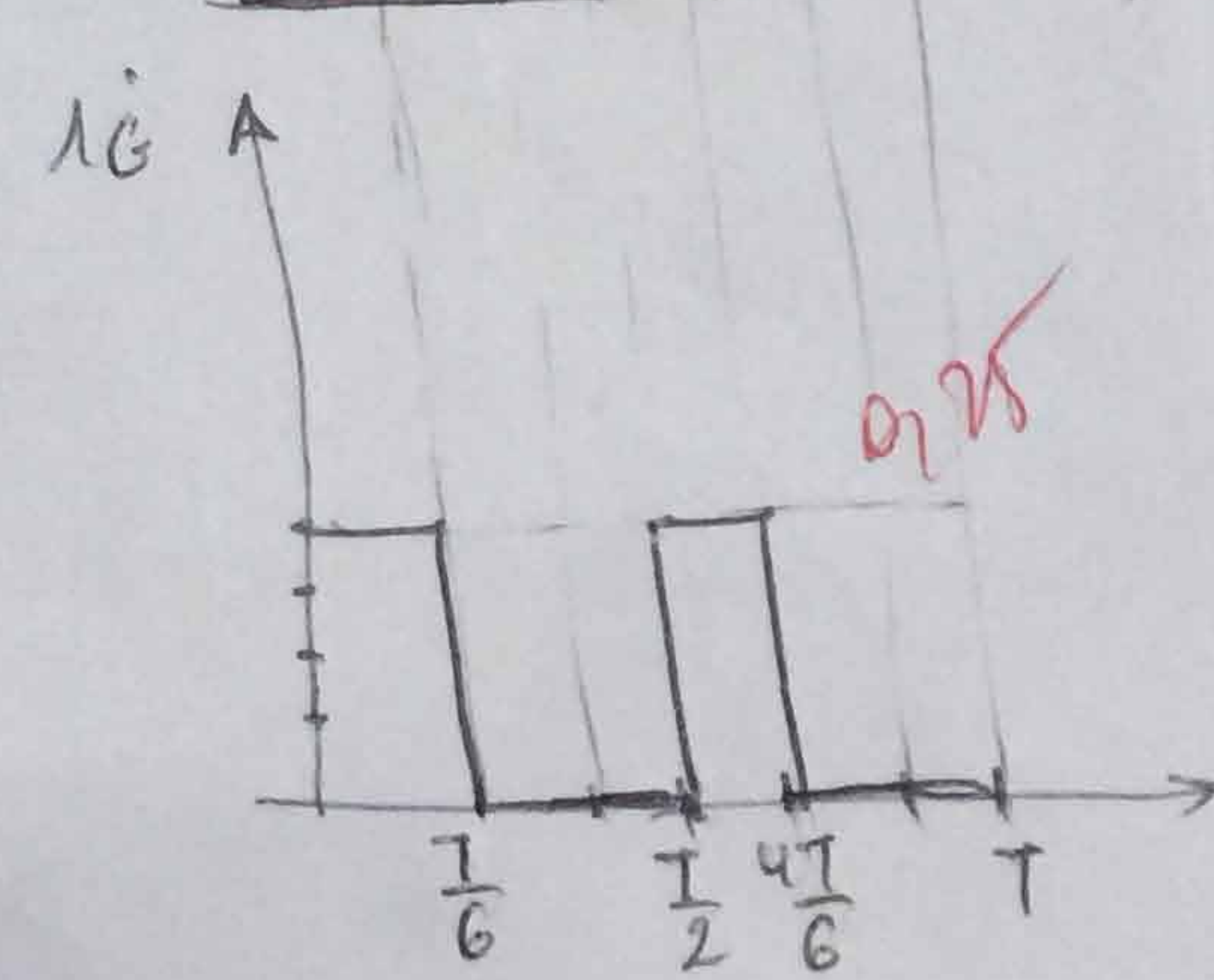
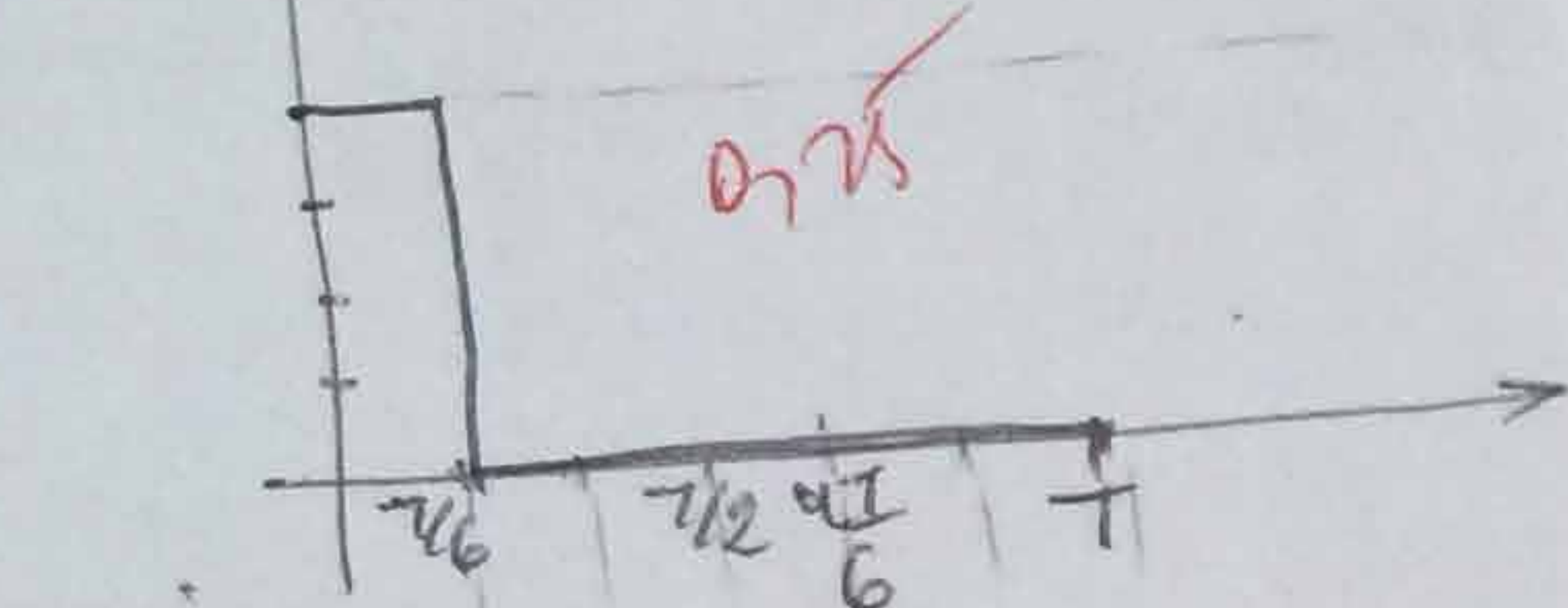
5. i_{K1}, i_{K2}, i_G ?

$0 < t < T/6$: $i_{K1} = i$; $i_{K2} = 0$; $i_G = i_{K1} = i$

$T/6 < t < T/2$: $i_{K1} = i_{K2} = i_G = 0$

$T/2 < t < 5T/6$: $i_{K1} = 0$; $i_{K2} = -i$; $i_G = i_{K2} = -i$

$5T/6 < t < T$: $i_{K1} = i_{K2} = i_G = 0$



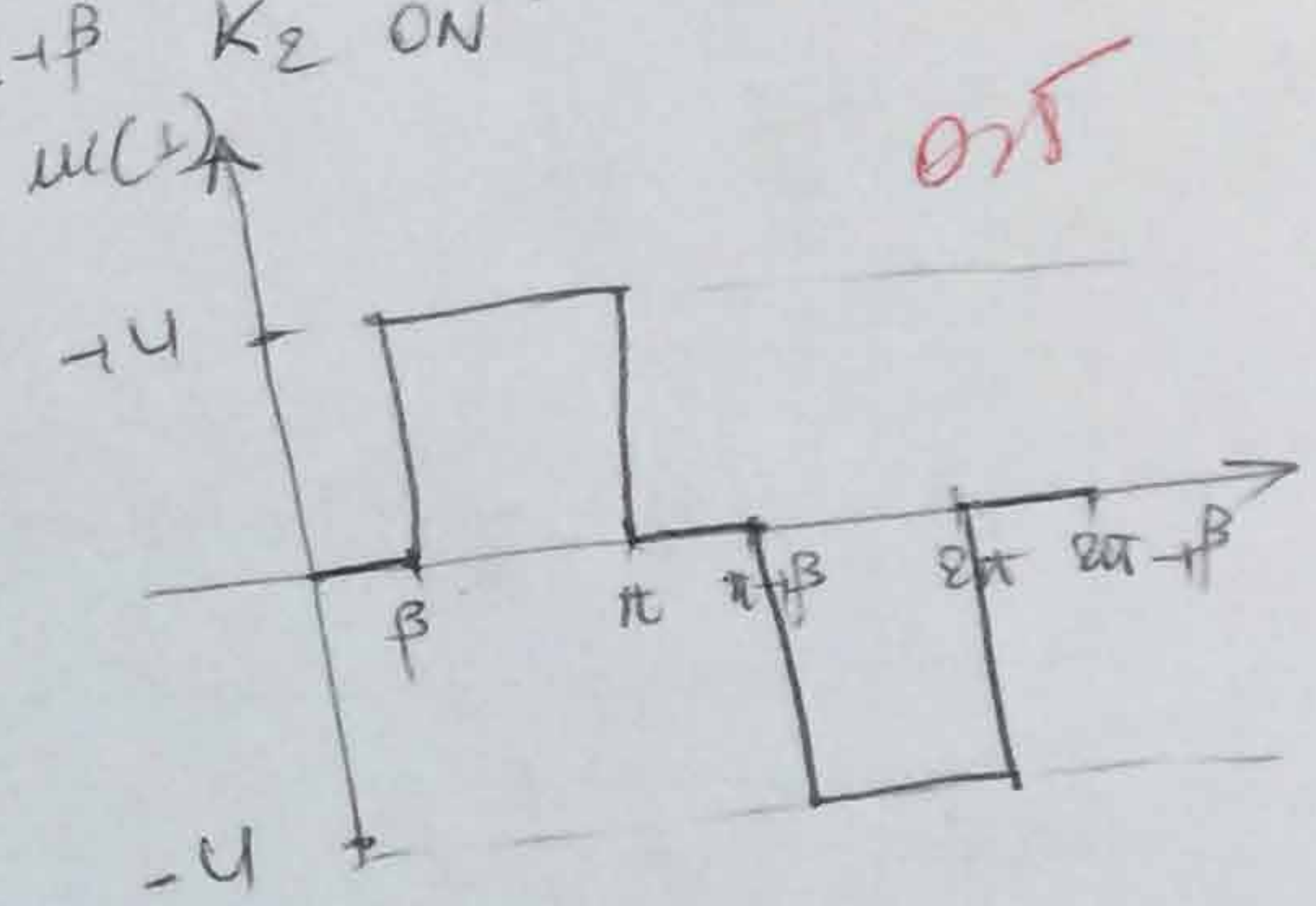
$0 < \omega t < \pi$ K_1 ~~forme~~
 $\pi < \omega t < 2\pi$ K_2 ~~forme~~
 $\pi < \omega t$

on introduit un angle de décalage β .

$0 < \omega t < \pi$ K_1 ON
 $\beta < \omega t < \pi + \beta$ K'_2 ON

$\pi < \omega t < 2\pi$ K'_1 ON
 $\pi + \beta < \omega t < 2\pi + \beta$ K_2 ON

- K_1 et K'_2 ON $u' = U$ 0,5
- K_2 et K'_1 ON $u' = -U$
- $(K_1 \text{ et } K_2)$ ON ou (K'_1, K'_2) ON $u' = 0$

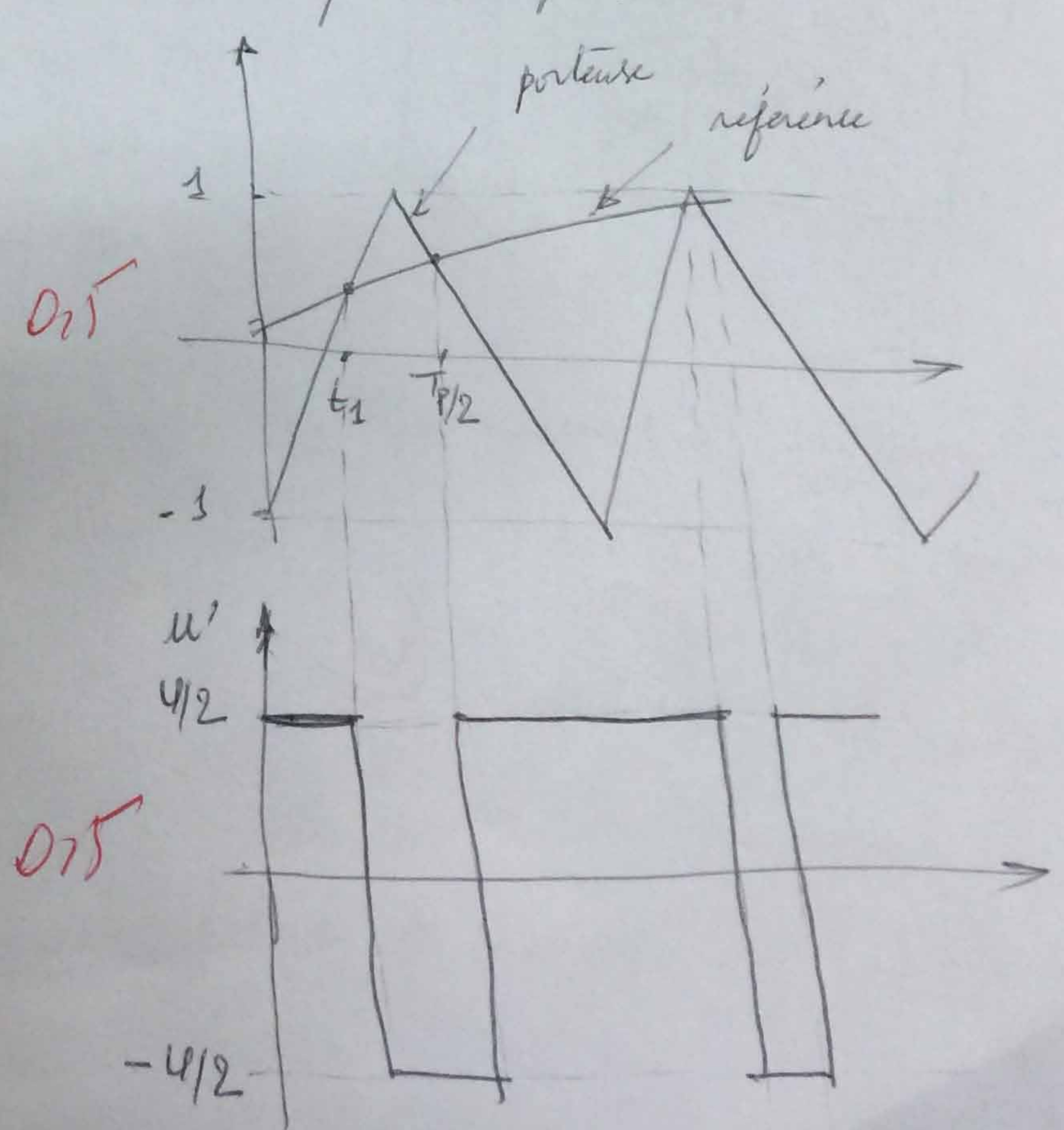


4- La MLI sinus-triangle est caractérisée par :

L'indice de modulation $m = \frac{f_{\text{porteuse}}}{f_{\text{référence}}}$ 0,5

Le taux de modulation $r = \frac{\text{amplitude référence}}{\text{amplitude porteuse}}$ 0,5

Principe de $f_{\text{ref}} = \frac{f}{2}$



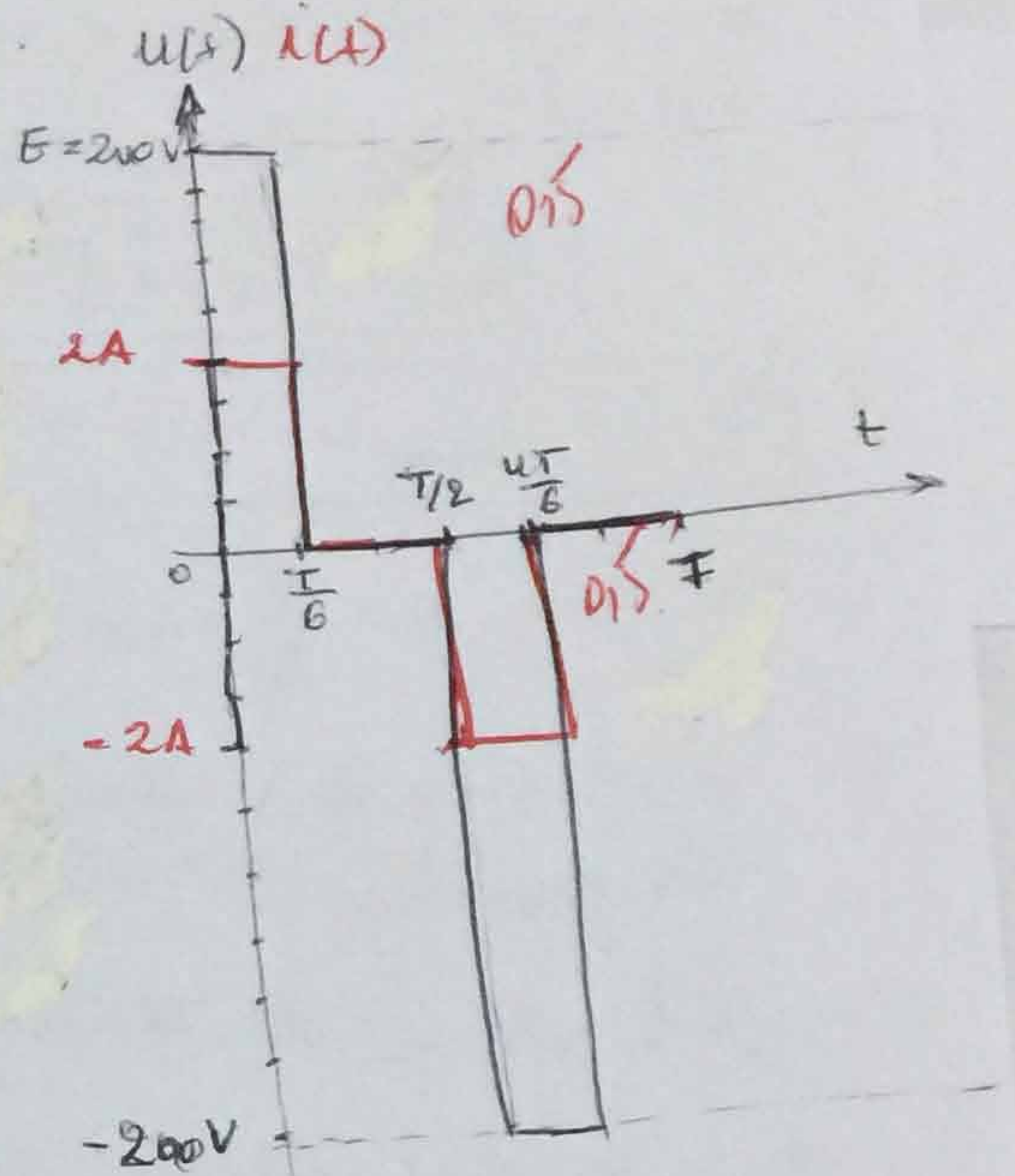
(5 pts)

un onduleur autonome réalise la conversion $1 \sim$. 0,25

Variation de vitesse pour moteur asynchrone.

2. $u(t)$ et $i(t)$? $\alpha = 1/3$

- $0 < t < \alpha T/2$ K_1 et K_3 ON $u(t) = E$
 K_2 et K_4 OFF $i(t) = E/R$
- $\alpha T/2 < t < T/2$ K_1 et K_2 ON $u(t) = 0$
 K_3 et K_4 OFF $i(t) = 0$
- $T/2 < t < (1-\alpha)T/2$ K_2 et K_4 ON $u(t) = -E$
 K_1 et K_3 OFF $i(t) = -E/R$
- $(1-\alpha)T/2 < t < T$ K_3 et K_4 ON $u(t) = 0$
 K_1 et K_2 OFF $i(t) = 0$



3. $I_{\text{moy}} = 0$ 0,25

$I_{\text{eff}} = \sqrt{\alpha} \cdot \frac{E}{R}$ 0,25

A.N: $I_{\text{eff}} = \sqrt{1/3} \cdot \frac{200}{100} \Rightarrow I_{\text{eff}} = 1,155 \text{ A}$ 0,25

4. $P = R I_{\text{eff}}^2 = 133 \text{ W}$ 0,25

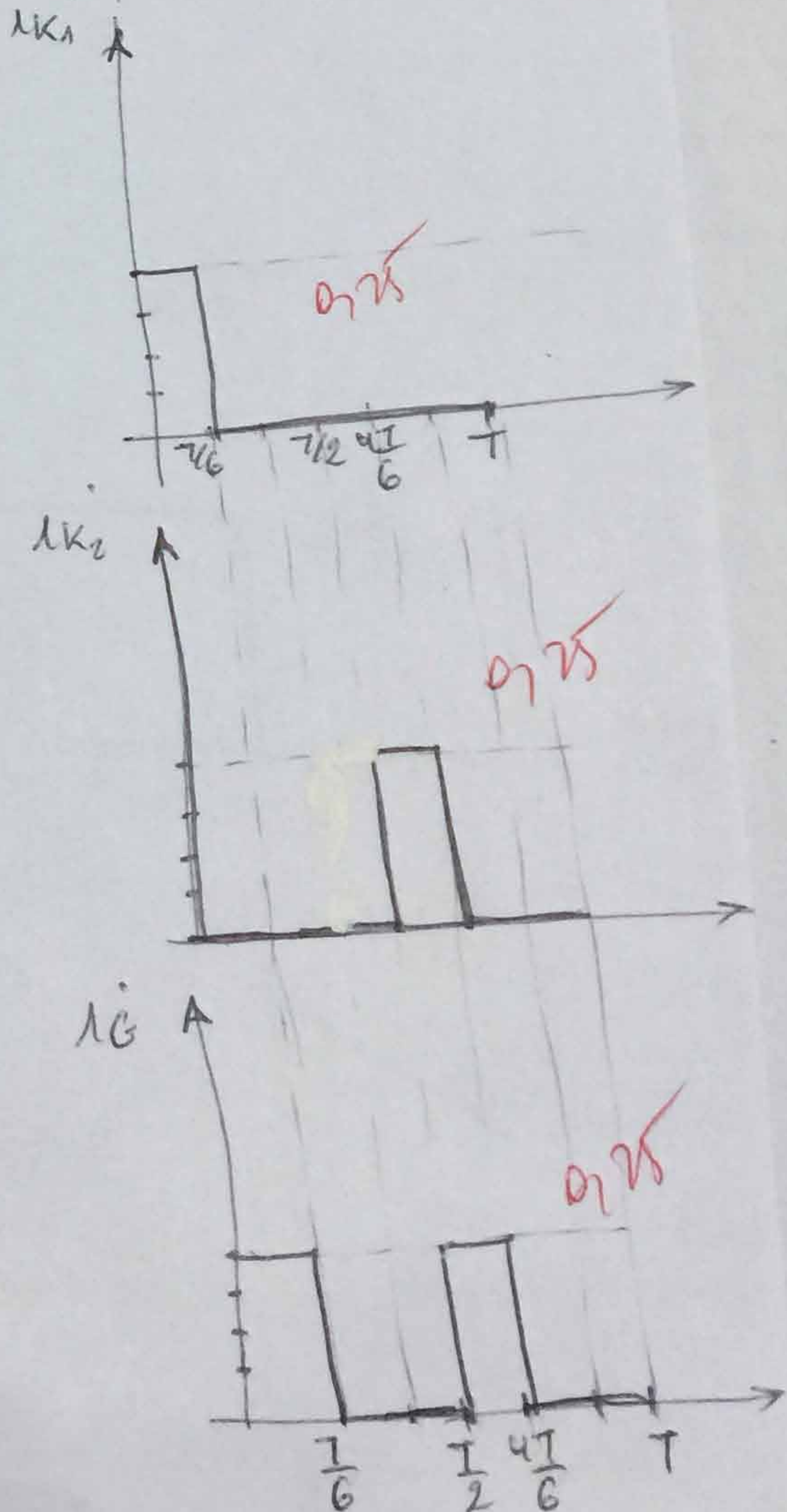
5. i_{K1}, i_{K2}, i_G ?

$0 < t < T/6$: $i_{K1} = i$; $i_{K2} = 0$; $i_G = i_{K1} = i$

$T/6 < t < T/2$: $i_{K1} = i_{K2} = i_G = 0$

$T/2 < t < 4T/6$: $i_{K1} = 0$; $i_{K2} = -i$; $i_G = i_{K2} = -i$

$4T/6 < t < T$: $i_{K1} = i_{K2} = i_G = 0$



$$6. \boxed{I_{K1 \text{ moy}} = I_{K2 \text{ moy}} = \frac{\alpha E}{2R}} \quad 0,25$$

$$\boxed{I_{G \text{ moy}} = I_{K1 \text{ moy}} + I_{K2 \text{ moy}} = \frac{\alpha E}{R}} \quad 0,25$$

$$\text{A.N.: } \boxed{I_{K1 \text{ moy}} = I_{K2 \text{ moy}} = 0,33 \text{ A}} \quad 0,25$$

$$\boxed{I_{G \text{ moy}} = 0,67 \text{ A}} \quad 0,25$$

$$7. \boxed{P_E = E I_{G \text{ moy}} = 133 \text{ W}} \quad 0,25$$

$$P = P_E \Rightarrow \eta = \frac{P}{P_E} \times 100 = 100 \% \quad (\text{Convertisseur sans pertes}) \quad 0,25$$

8- Les interrupteurs doivent être bicommandables à l'ouverture et à la fermeture. 0,25

On peut utiliser le TR bipolaire, MOSFET ou IGBT.

Aussi on peut utiliser le thyristor GTO. 0,25

(07pts)

La diode de roue libre D protège l'interrupteur H contre les surtensions et lui assure un blocage normal.

$T = 10 \text{ ms}$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \times 10^{-3}}$

$f = 100 \text{ Hz}$

$T_{ON} = \alpha T \Rightarrow \alpha = \frac{T_{ON}}{T}$ avec $T_{ON} = 6 \text{ ms}$

A.N $\alpha = \frac{6}{10} \Rightarrow \alpha = 0,6$

Allure de $u_e(t)$ et $i_D(t)$?

$0 \leq t \leq \alpha T$ H est fermé $u_e(t) = E$; $i_D(t) = 0$

$\alpha T \leq t \leq T$ H est ouvert $u_e(t) = 0$; $i_D(t) = i_e(t)$

$u_e(t) = R_e i_e(t) + L_e \frac{di_e(t)}{dt}$

$u_{emoy} = R_e I_{emoy} + \langle L_e \frac{di_e(t)}{dt} \rangle$

avec $\langle L_e \frac{di_e(t)}{dt} \rangle = 0$

d'où $u_{emoy} = R_e I_{emoy}$

$I_{emoy} = \frac{u_{emoy}}{R_e}$

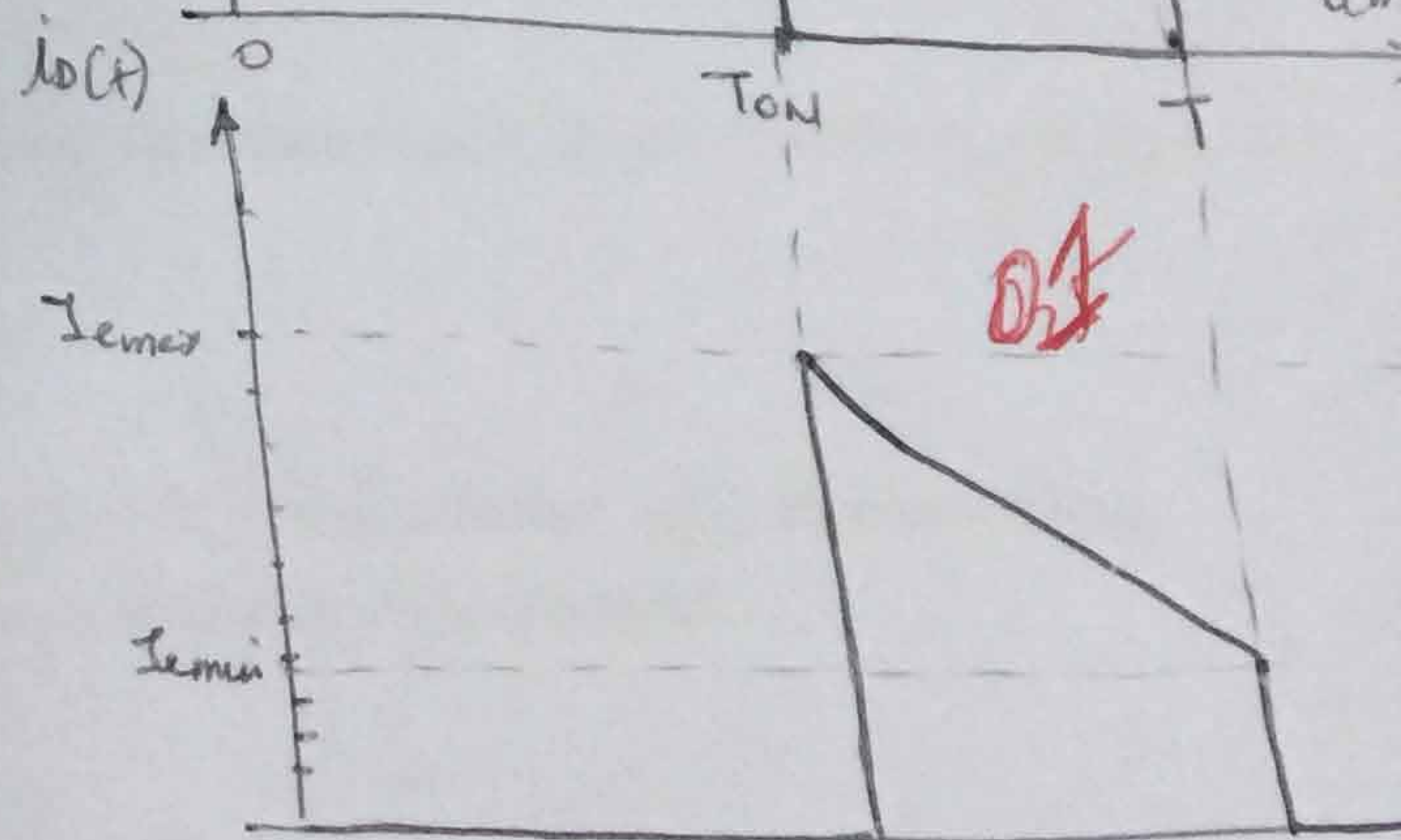
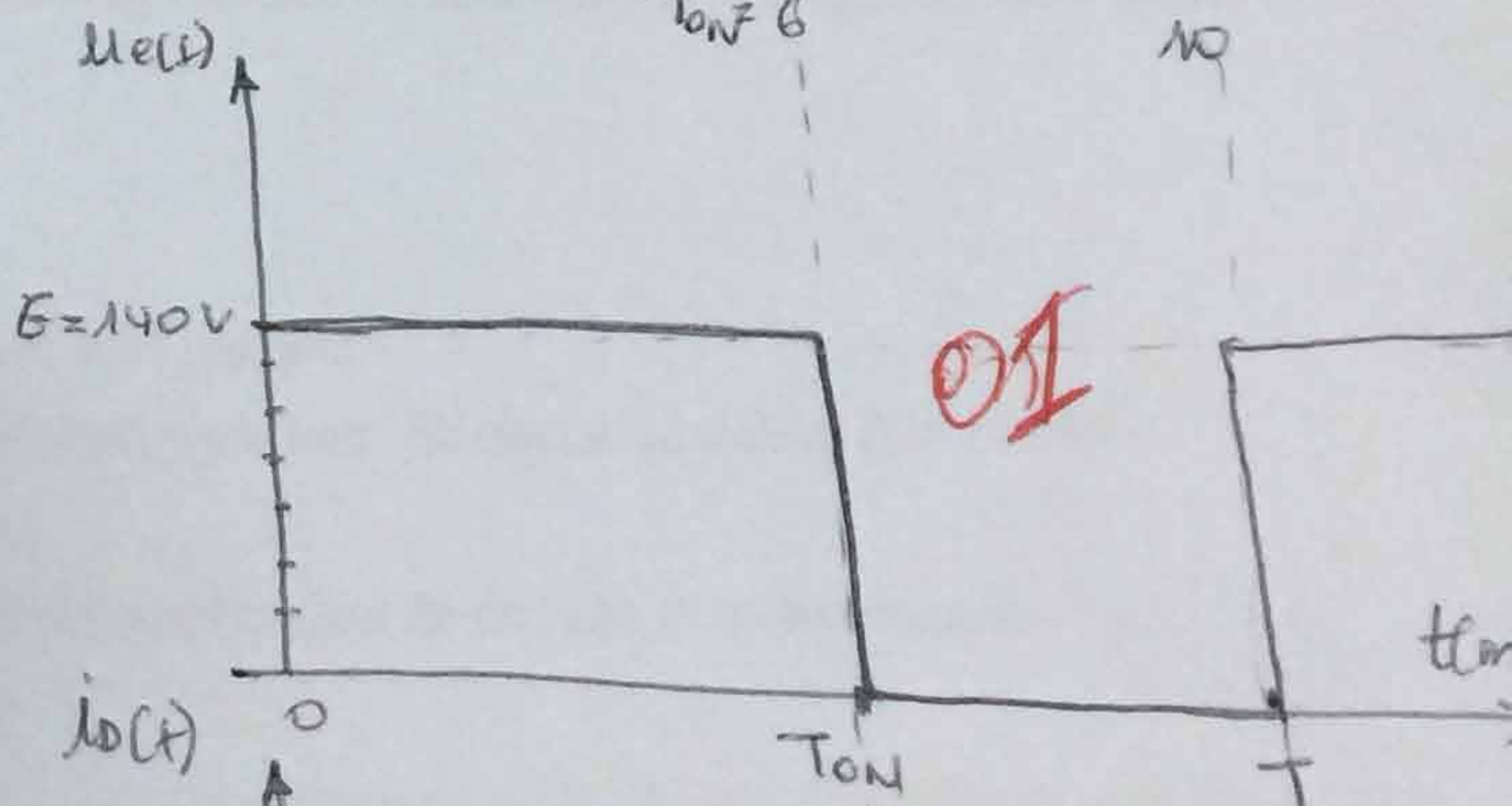
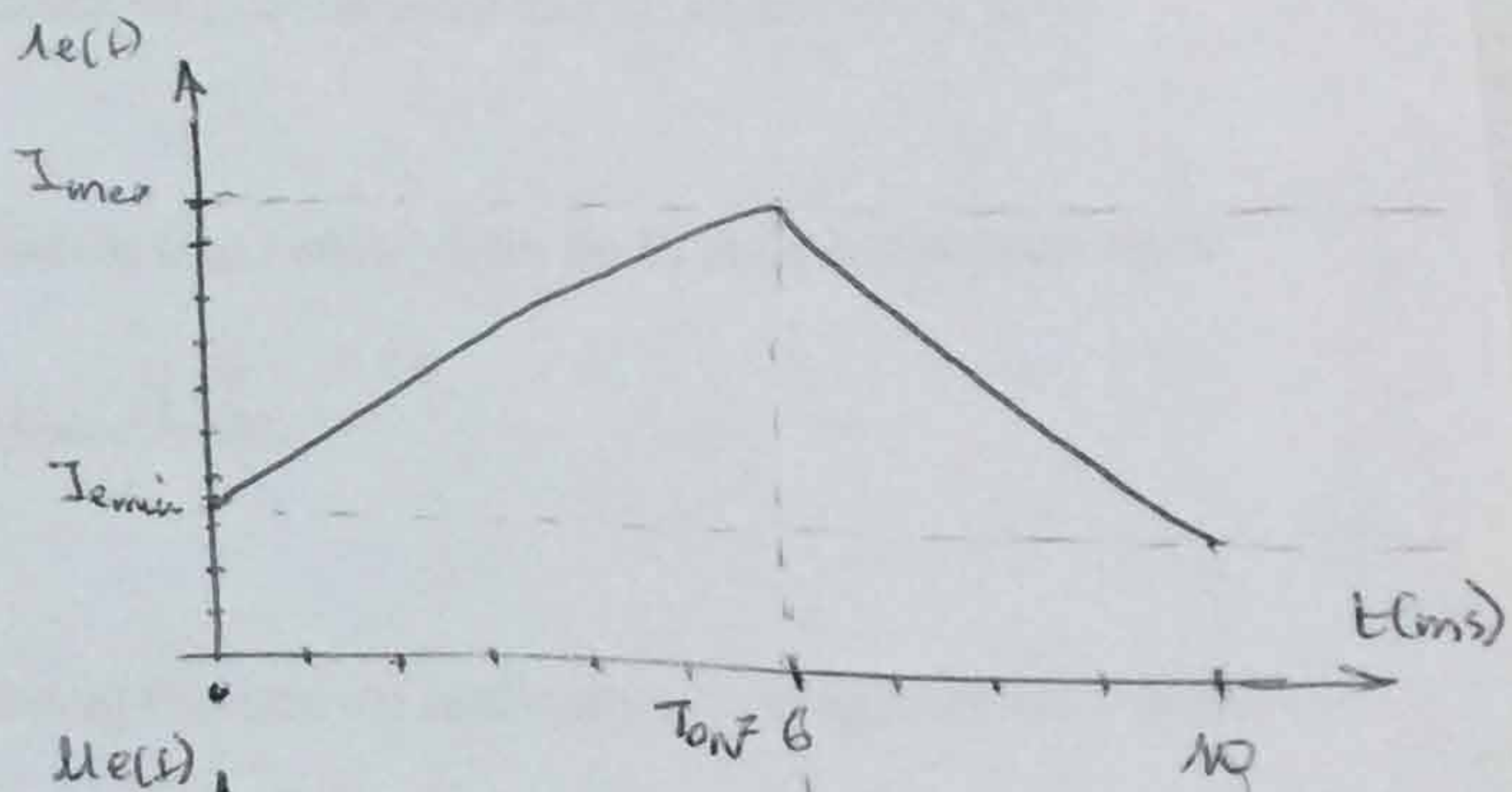
$u_{emoy} = \frac{1}{T} \int_0^T u_e(t) dt = \alpha \cdot E$

A.N $u_{emoy} = 0,6 \times 140 = 84 \text{ V}$

$I_{emoy} = \frac{84}{50} = 1,68 \text{ A}$

$\Delta i_e = 2 - 1,35 = 0,65 \text{ A}$

$L_e = \frac{\alpha(1-\alpha)E}{\Delta i_e \cdot f} = \frac{0,6 \times 0,4 \times 140}{0,65 \times 100} = 516,9 \text{ mH}$



Examen Final

Mercredi 17 janvier 2018

Durée : 01h30min

Questions de cours (08Pts)

1. Montrer que la puissance apparente, en présence des harmoniques, peut-être exprimée en fonction de U_{eff} , I_{eff} , THD_v et THD_i . En déduire la relation qui lie le facteur de puissance au facteur de déphasage.
2. Donner le schéma de principe d'un onduleur de tension monophasé avec diviseur capacitif alimentant une charge inductive. Dans le cas d'une commande en pleine onde, tracer les formes d'onde de la tension et du courant de la charge.
3. Tracer les formes d'onde de la tension aux bornes d'une charge alimentée par un onduleur de tension monophasé en pont commandé en pleine onde simultanée et décalée.
4. Donner les paramètres caractérisant la commande MLI sinus-triangle. Expliquer son principe de fonctionnement (aidez vous par des schémas).

Exercice n°01(07Pts)

Soit le circuit de la figure (1-1). On donne : $E = 140 \text{ V}$, $R_e = 50 \Omega$

H est un interrupteur bi-commandable. Il est fermé pour $0 \leq t \leq \alpha T$, et ouvert pour $\alpha T \leq t \leq T$.

Avec t le temps et T la période de hachage.

- Quel est le rôle de la diode D ?
- A partir de la figure (1-2) en déduire la fréquence f de fonctionnement du hacheur ainsi que le rapport cyclique α .
- Représenter l'allure de $u_e(t)$ et de $i_D(t)$.
- Calculer la valeur moyenne U_{emoy} de $u_e(t)$
- Exprimer $u_e(t)$ en fonction de R_e , L_e et $i_e(t)$. En déduire l'expression de U_{emoy} en fonction de R_e et de i_e . Calculer alors I_{emoy} .
- Calculer l'ondulation du courant dans la charge définie par $\Delta i_e = i_{e \max} - i_{e \min}$.
- On admet que $\Delta i_e = \frac{\alpha \cdot (1 - \alpha) \cdot E}{L_e \cdot f}$. En déduire la valeur de L_e .
- E étant fixée, pour une valeur donnée de U_{emoy} , sur quel paramètre ou élément du hacheur peut-on agir, et dans quel sens, pour diminuer cette ondulation ?

Exercice n°02(05Pts)

Soit le circuit de la figure (2-1). On suppose que les 4 interrupteurs sont parfaits.

E est une source de tension continue parfaite de valeur 200 V . La charge est une résistance de valeur $R = 100 \text{ W}$.

Le tableau (2-1) indique les états de conduction des interrupteurs.

- 1- Quel type de conversion réalise un onduleur autonome ? Citer une application de ce type de convertisseur.
- 2- Représenter $u(t)$ et $i(t)$ (on prendra $a = 1/3$).
- 3- Exprimer la valeur moyenne I_{moy} et la valeur efficace I_{eff} du courant i en fonction de E , R et α . Calculer I_{moy} et I_{eff} pour $a = 1/3$.
- 4- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie à la charge.
- 5- Tracer les chronogrammes des courants i_{K1} , i_{K2} et i_G .
- 6- Exprimer les valeurs moyennes des courants i_{K1} , i_{K2} et i_G en fonction de E , R et α . Faire l'application numérique.
- 7- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie par la source E . Que peut-on conclure ?
- 8- Quels composants peut-on utiliser pour réaliser les interrupteurs ?

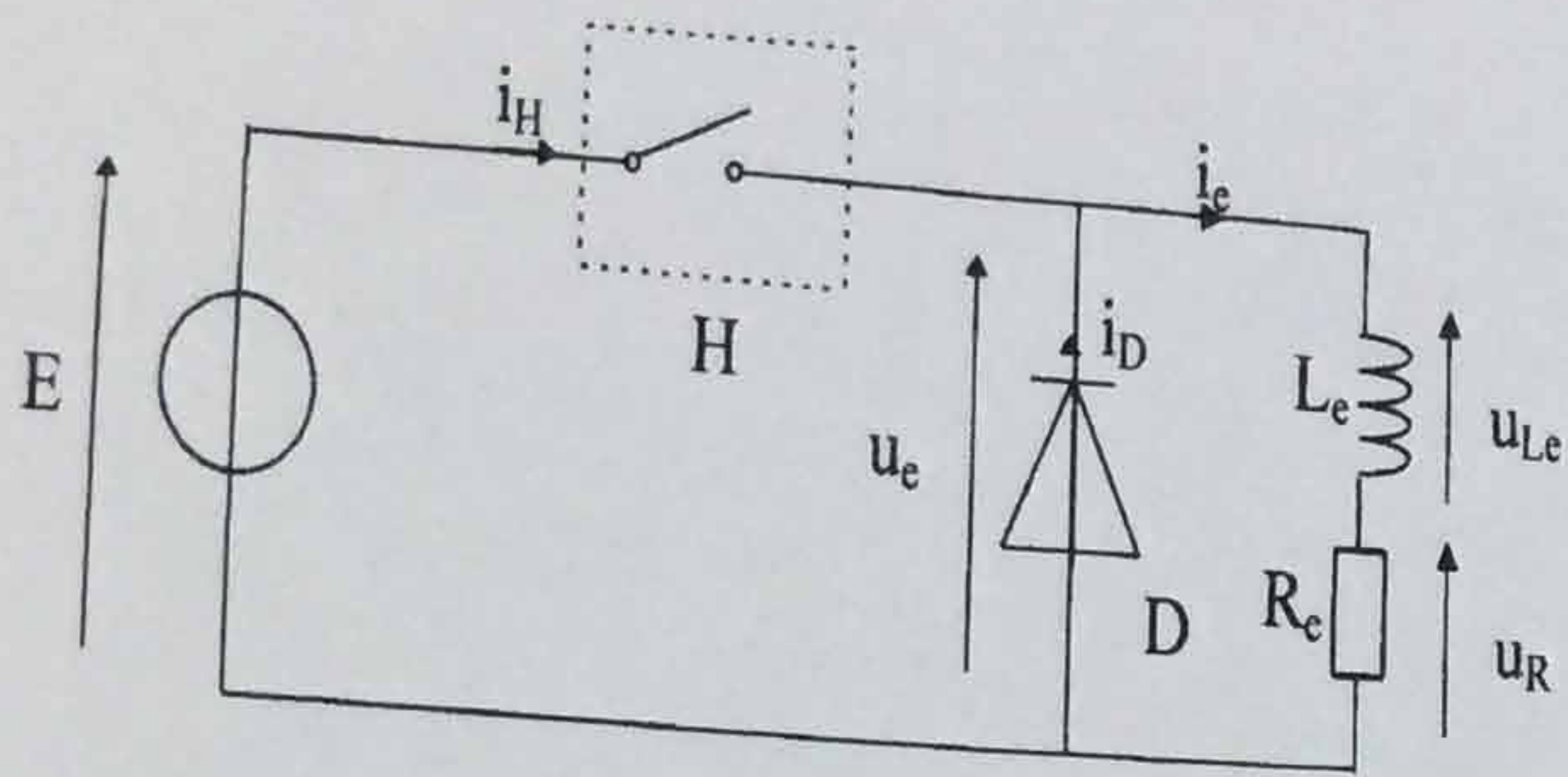


Figure 1-1

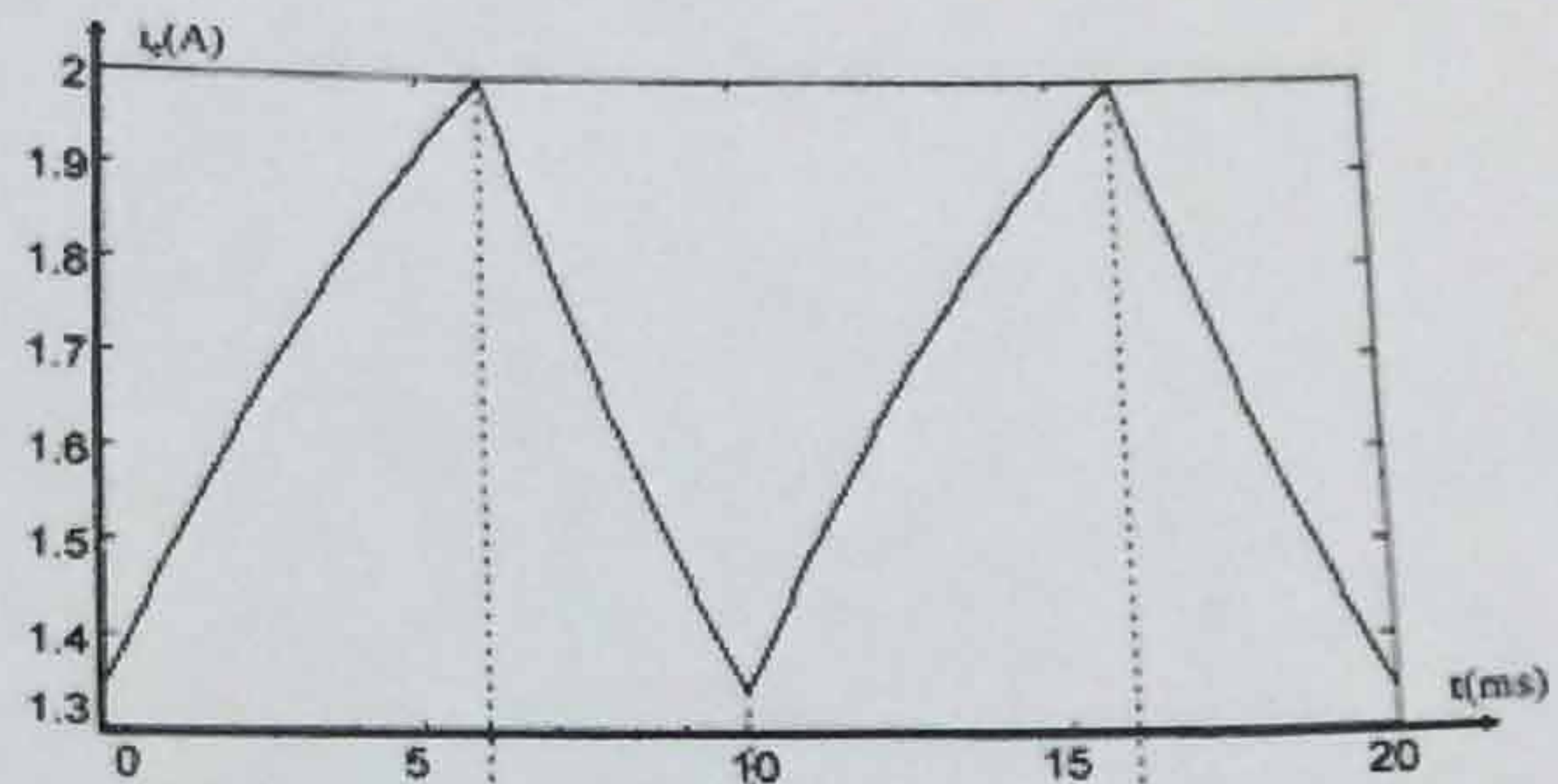


Figure 1-2

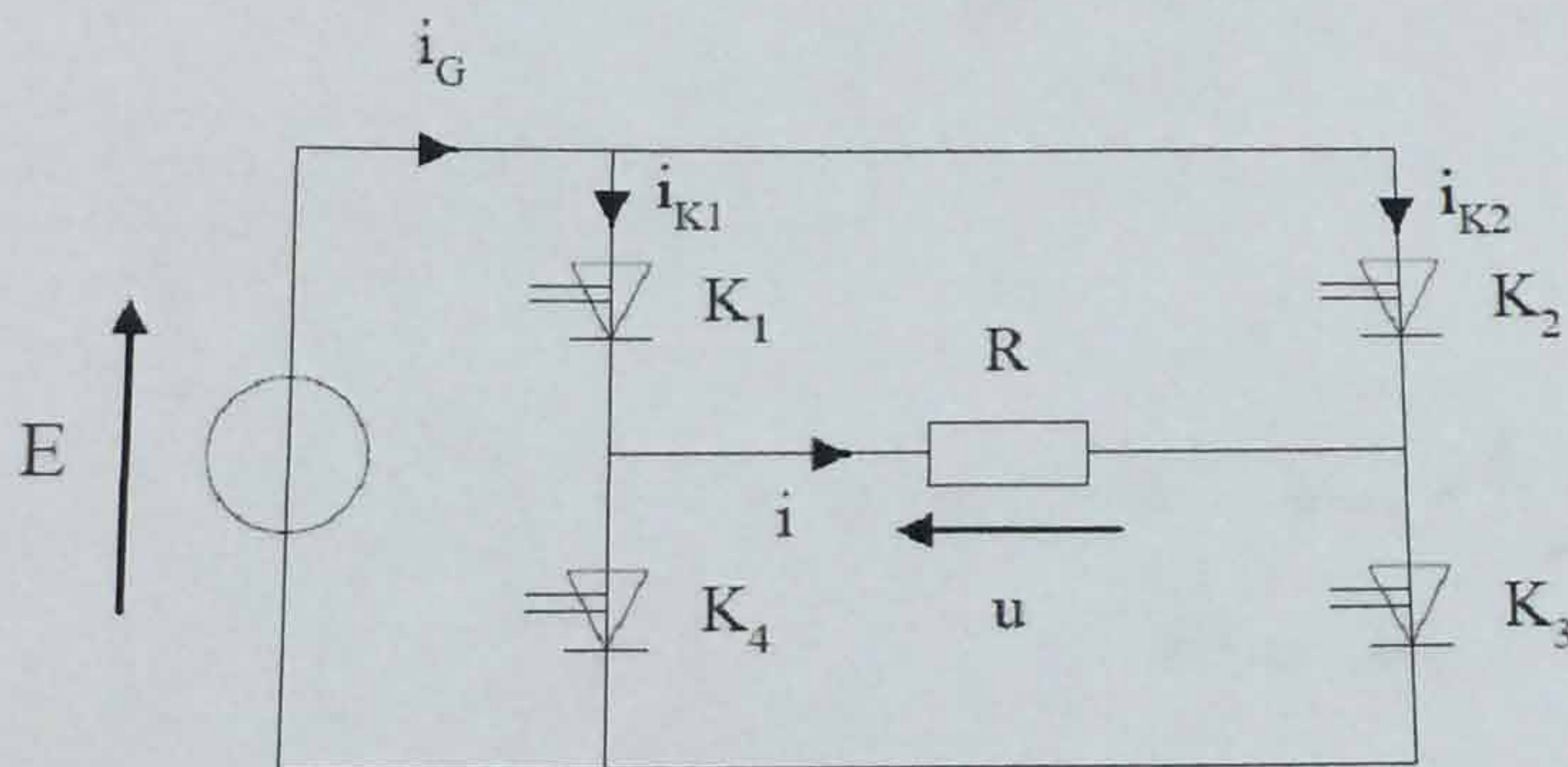


Figure 2-1

| | $0 < t < \alpha T/2$ | $\alpha T/2 < t < T/2$ | $T/2 < t < (1+\alpha)T/2$ | $(1+\alpha)T/2 < t < T$ |
|-------|----------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| K_1 | Fermé | Fermé | Ouvert | Ouvert |
| K_2 | Ouvert | Fermé | Fermé | Ouvert |
| K_3 | Fermé | Ouvert | Ouvert | Fermé |
| K_4 | Ouvert | Ouvert | Fermé | Fermé |

Tableau 2-1