Session 1 9 9 5

Durée = 4H 00 **Coefficient : 3**

TEXTE DU SUJET

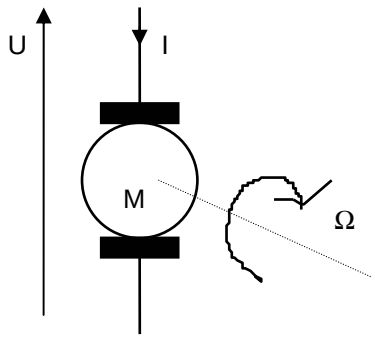
ASSERVISSEMENT DE POSITION

Ce sujet ccmporte 3 parties indépendantes.

1ere Partie : étude de la machine à courant constant.
2eme Partie : étude du convertisseur
3eme Partie : étude de l'asservissement
3.1 régime statique
3,2 régime dynamique

1ERE PARTIE : ETUDE DE LA MACHINE A COURANT CONTINU

Caractéristiques



- Inducteurs à aimants permanents
- Induit : résistance R = 4,0 Ω
- constante de f.é.m. et de couple : k = 0,30 V.s.rad^{-1}
- intensité nominale : In = 4,0 A

Les frottements ainsi que les pertes dans le fer seront négligés.
On notera en outre :

Ce le moment du couple électromagnétique,
Ω la vitesse amgulaire de rotation,
n la fréquence de rotation en tr/s,
E la f.é.m ; E = k Ω ,
U la tention aux bornes de la machine,

1.1. Etablir l'expresston du moment du couple électromagnétique,

1.2. Pour le courant nominal d'intensité In, calculer les valeurs numériques de la tension d'alimentation U et du moment du couple électromagnétique pour les fréquences de rotation

a) n = O b) n = 50 tr/s

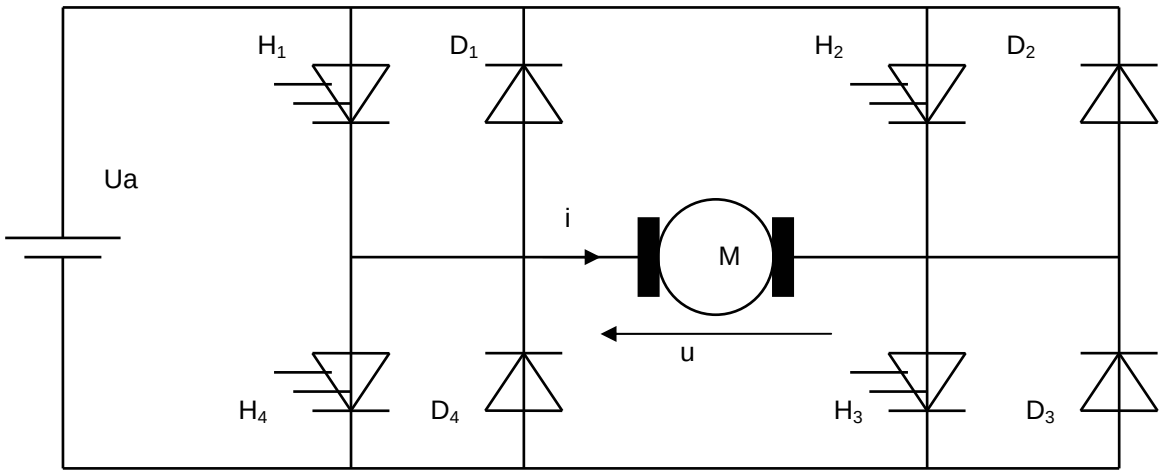
1.3 On applique sur l'arbre de la machine, un couple résistant, de moment C_R = 0, 80 N.m.

1.3.1. Quelle relation lie les moments des couples électromagnétique et résistant en régime permanent ?
1.3.2. Déterminer la relation exprimant Ω en fonction de U, R, k et C_R en régime permanent.
1.3.3 A partir de quelle valeur de l'intensité I, le moteur peut-il démarrer ? Quelle est la tension U correspondante ?

1.4 Quelle tension U maximale doit-on s'imposer au démarrage pour que l'intensité I_d de démarrage demeure inférieure à 1.25 In ?

2eme PARTIE : ETUDE DU CONVERTISSEUR

La machine est alimentée par le convertisseur dont le schéma est représenté ci-dessous. Les ordres d'ouvertures et de fermetures des interrupteurs commandés (H1, H2, H3, H4) sont élaborés à partir d'une tension de controle Vc.
H1, H2, H3, H4 sont des interrupteurs unidirectionnels en courant commandés à l'ouverture et à la fermeture; à l'état fermé, ils ne présentent pas de chute de tension à leurs bornes.



2.1. T est la période de fonctionnement; α est un coefficient compris entre 0 et 1.

Pour $0 < t < \alpha T$ H_1 et H_3 sont commandés à l'état fermé;
H_2 et H_4 sont commandés à l'état ouvert.

Pour $\alpha T < t < T$ H_1 et H_3 sont commandés à l'état ouvert;
H_2 et H_4 sont commandés à l'état femé.

2.1.1. Dans ces conditions, représenter sur l'annexe 1, à rendre avec la copie, la tension u(t) en fonction du temps.

2.1.2. Calculer la valeur moyenne Umoy de u(t).

2.1.3. Comment varie le signe de Umoy en fonction de α ?

2.2. L'annexe 2 présente 4 cas de fonctionnement. Pour chacun de ces 4 cas, i(t) évolue entre une valeur minimale Im et une valeur maximale I_M: la conduction est ininterrompue.

2.2.1. Tracer u(t) et en déduire le signe de Umoy.

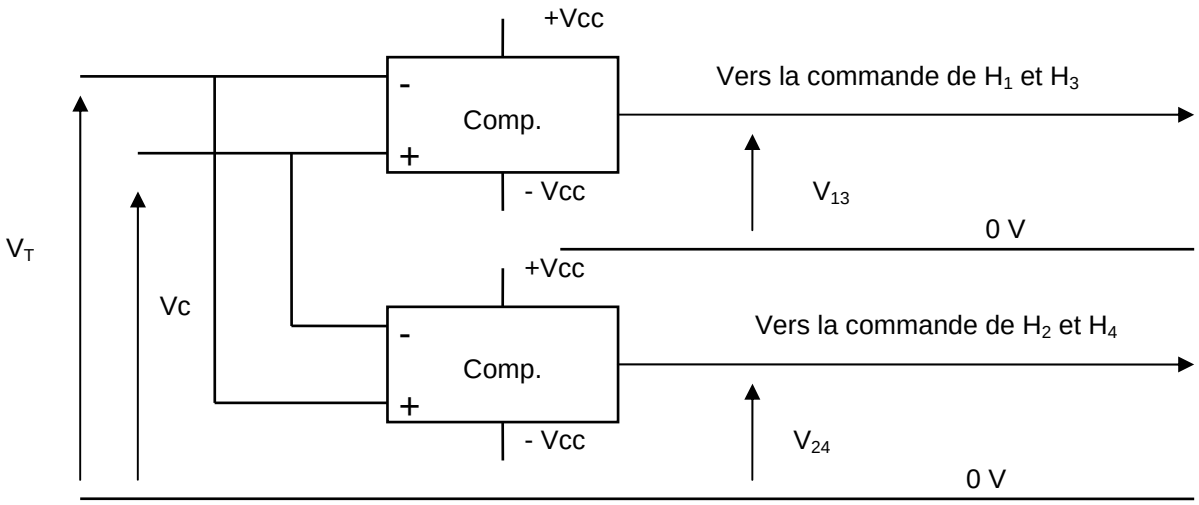
2.2.2. Tracer l'allure de i(t) et en déduire le signe de Imoy.

2.2.3. Quel est le régime de fonctionnement de la machine à courant contonu (moteur ou génératrice) ?

2.2.4. Compléter l'annexe 2, à rendre avec la copie, en indiquant pour chacun des cas les éléments du convertisseur en conduction.

2.3 On désire piloter le convertisseur avec une tension de commande Vc pour avoir la relation
$U_{moy} = H\ Vc$

H est une constante propre au montage.
L'ensemble ci-dessous sert à élaborer 2 signaux V13 et V24 utiliséq pour la commande des interrupteurs.



Les 2 comparateurs sont alimentés entre - Vcc et + Vcc. La tension de sortie de chacun de ces comparateurs commute entre + Vcc et - Vcc.

Lorsque la tension de sortie d'un comparateur est au niveau - Vcc, les interrupteurs associés sont commandés à la fermeture; quand cette tension est au niveau - Vcc, les interrupteurs sont commandés à l'ouverture.

La tension Vt est définie en annexe 3; sa période est T, elle évolue entre - Vtm et + Vtm.

<u>On considère le cas ou Vc > C</u>

2.3.1. Représenter les signaux V_{13} e= V_{24} en complétant l'annexe 3, à rendre avec la copie.

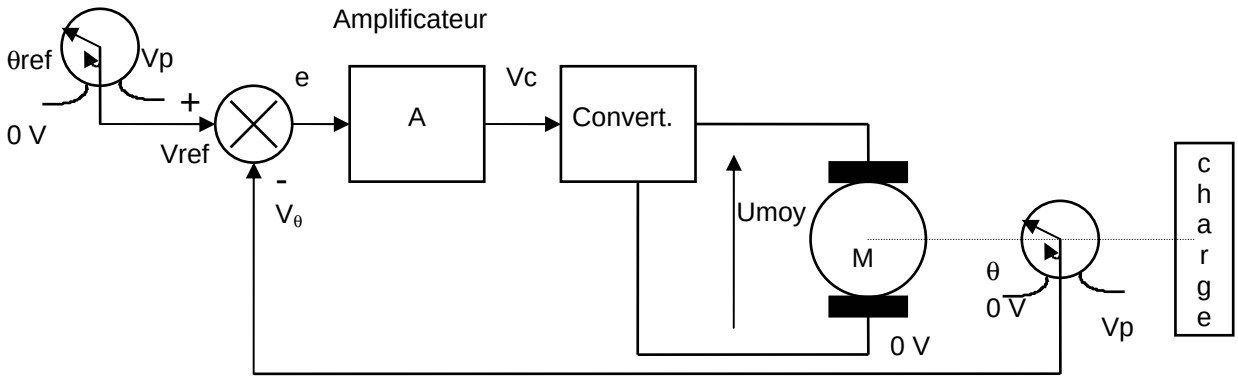
2.3.2. Calculer la date t_1 en fonction T, Vc, V_{TM}.

2.3.3. Repérer αT et l'exprimer en fonction de t_1.

2.3.4. En déduire α en fonction de Vc et de V_{TM} ; exprimer ensuite la constante H en fonction de Ua et V_{TM}.

3 EME PARTIE : ETUDE DE L'ASSERVISSEMENT DE POSITION

Potentiomètre
de consigne



- Capteurs de position : potentiomètres monotours, linéaires,alimentés par la tension Vp = + 5,0 V.La tension mesurée entre le curseur et la masse évolue linéairement en fonction de l'élongation angulaire θ : Vref = a θref
  0 < Vref < Vp quand 0 < θref < 2 π
  même relation entre V_θ et θ.

- Comparateur : il délivre le signal d'erreur e = Vref - V_θ.
- L'amplificateur d'erreur fournit Vc = A e.

- Le convertisseur délivre une tension Umoy = H Vc avec H = 4.

- Le moteur M est celui qui a été étudié dans la première partie.

3.1 Etude en régime statique

θ_{ref} = constante ;θ = constante

3.1.1 Les angles étant mesurés en radians, exprimer Vref en fonction de θ_{ref} et Vp ; faire de même pour V_θ en fonction de θ et Vp.

3.1.2. calculer Umoy en fonction du signal d'erreur e, puis en fonction de l'erreur de position

$$\varepsilon = \theta_{ref} - \theta$$

3.1.3.

3.1.3.1. La charge impose un couple résistant de frottement fluide dont le moment est proportionnel à la vitesse Ω.

$$C_R = f\,\Omega \text{ avec } f = 2.10^{-2} \text{ N.m.s}$$

Montrer que, dans ce régime statique, l'erreur ε est nulle. Ce résultat est-il influencé par la valeur de A ?

3.1.3.2. La charge impose un couple résistant comprenant un frottement sec : $C_R = f\,\Omega + Cro$ avec Cro = 0,10 N.m

3.1.3.2.1 Calculer, dans ce régime statique, l'erreur ε en fonction de R, Cro, k, H, Vp et A.

3.1.3.2.2 Quelle est la conséquence de l'existence de ce frottement sec sur l'erreur de position ?

3.1.3.2.3 Quelle valeur faudrait-il donner à A pour que cette erreur soit nulle ?

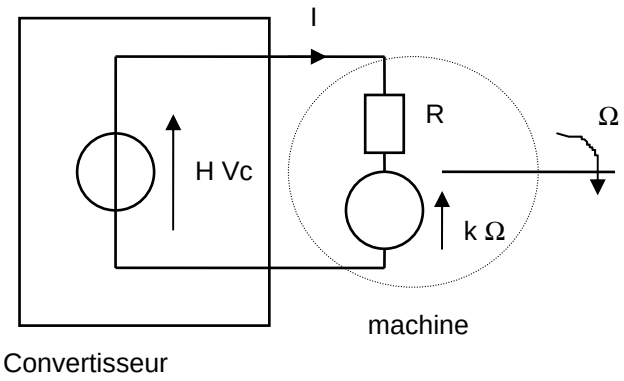
3.1.3.2.4 calculer ε pour A = 1 et A = lO

3.2. Etude en régime dynamique

Dans cette étude, la charge impose sur l'arbre uniquement un couple résistant de frottement fluide de moment $C_R = f\,\Omega$, avec $f = 2{,}O.10^{-2}$ N.m.s.

Le moment d'inertie total ramené sur l'arbre de la machine est : $J = 3{,}2.10^{-3}$ kg.m2.

On adoptera le modèle ci-contre pour l'ensemble convertisseur-machine :



3.2.1. Ecrire l'équation différentielle régissant l'évolution de Ω en fonction de J, f et Ce (moment du couple électromagnétique)

3.2.2. Etablir l'expression du moment du couple électromagnétique Ce en fonction de k, H, R, Ω et Vc.

3.2.3. Montrer que la vitesse angulaire est régie par l'équation différentielle ci-dessous :

$$J\frac{d\Omega}{dt}+\left[\ f+\frac{k^2}{R}\ \right]\Omega=\frac{kH}{R}Vc$$

3.2.4. Sachant que $\Omega=\frac{d\theta}{dt}$ montrer que la position θ est régie par l'équation différentielle suivante :

$$\tau\frac{d^2\theta}{dt^2}+\frac{d\theta}{dt}=C\,Vc$$

On exprimera ι et C en fonction des données du problème.

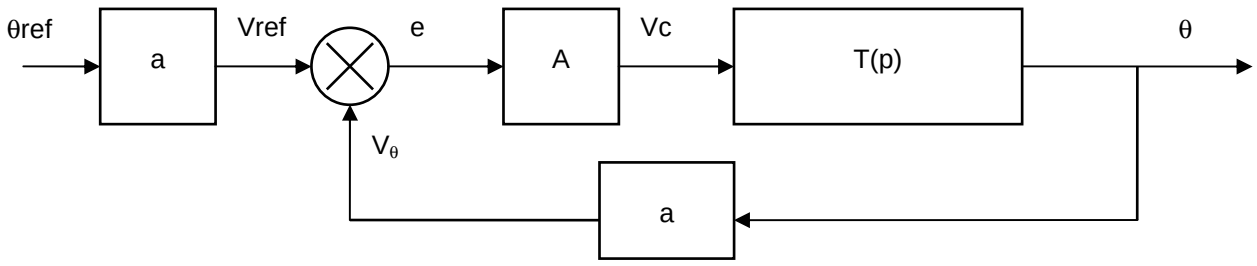
Calculer numériquement ι et C.

3.2.5. on note θ(p) et Vc(p) les transformées de Laplace de θ(t) et Vc(t).

En considérant les conditions initiales nulles θ(0) = 0 et Vc(0) = 0, exprimer la fonction de transfert T(p) du système :

$$T(p)=\frac{\theta(p)}{Vc(p)}$$

3.2.6. Montrer que le schéma fonctionnel du système bouclé peut se mettre sous la forme :

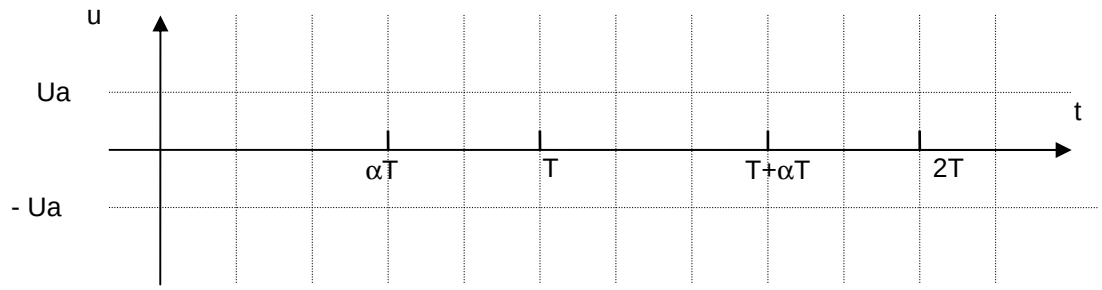


3.2.7. Etablir l'expression de la fonction de transfert $T'(p)=\frac{\theta(p)}{\theta_{ref}(p)}$ du système en boucle fermée ; mettre cette expression sous la forme suivante :

$$T'(p)=\frac{1}{\frac{p^2}{\omega_0{}^2}+\frac{2m}{\omega_0}p+1}$$

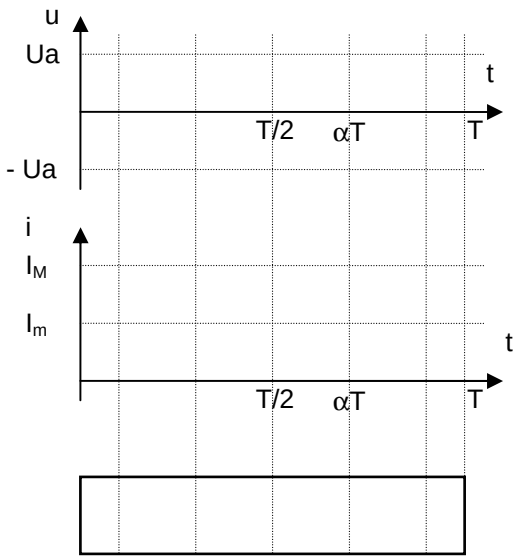
3.2.8. A = 1. Sans calculs, que peut-on dire de la réponse indicielle du systéme bouclé ?

ANNEXE 1



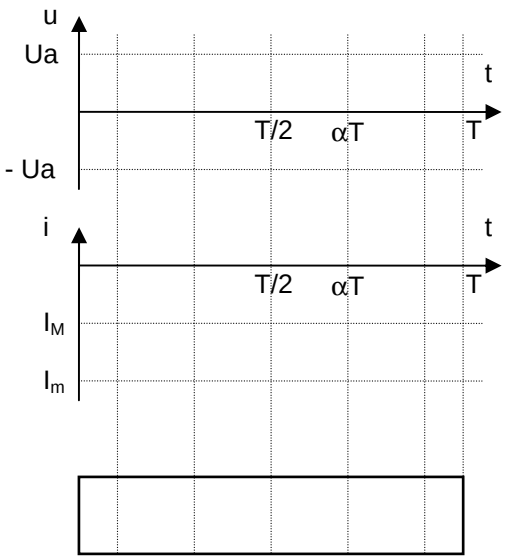
ANNEXE 2

Cas n°1



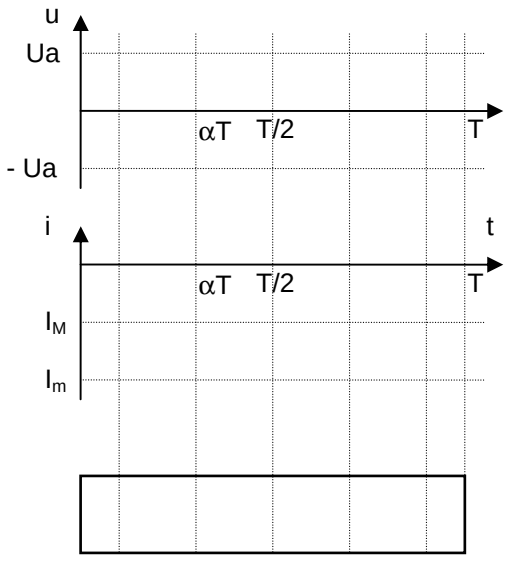
Conductions

Cas n°2



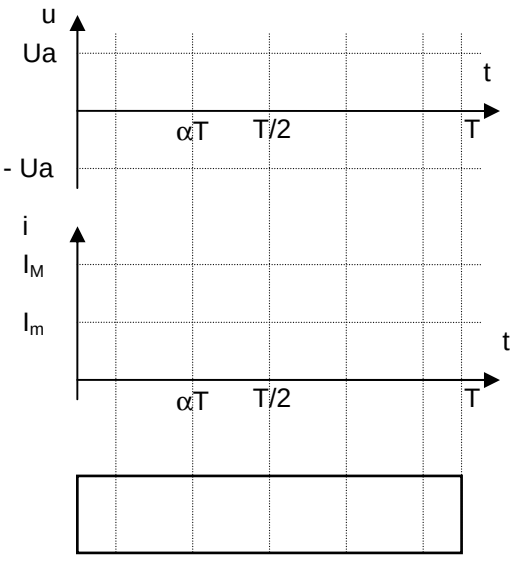
Conductions

Cas n°3



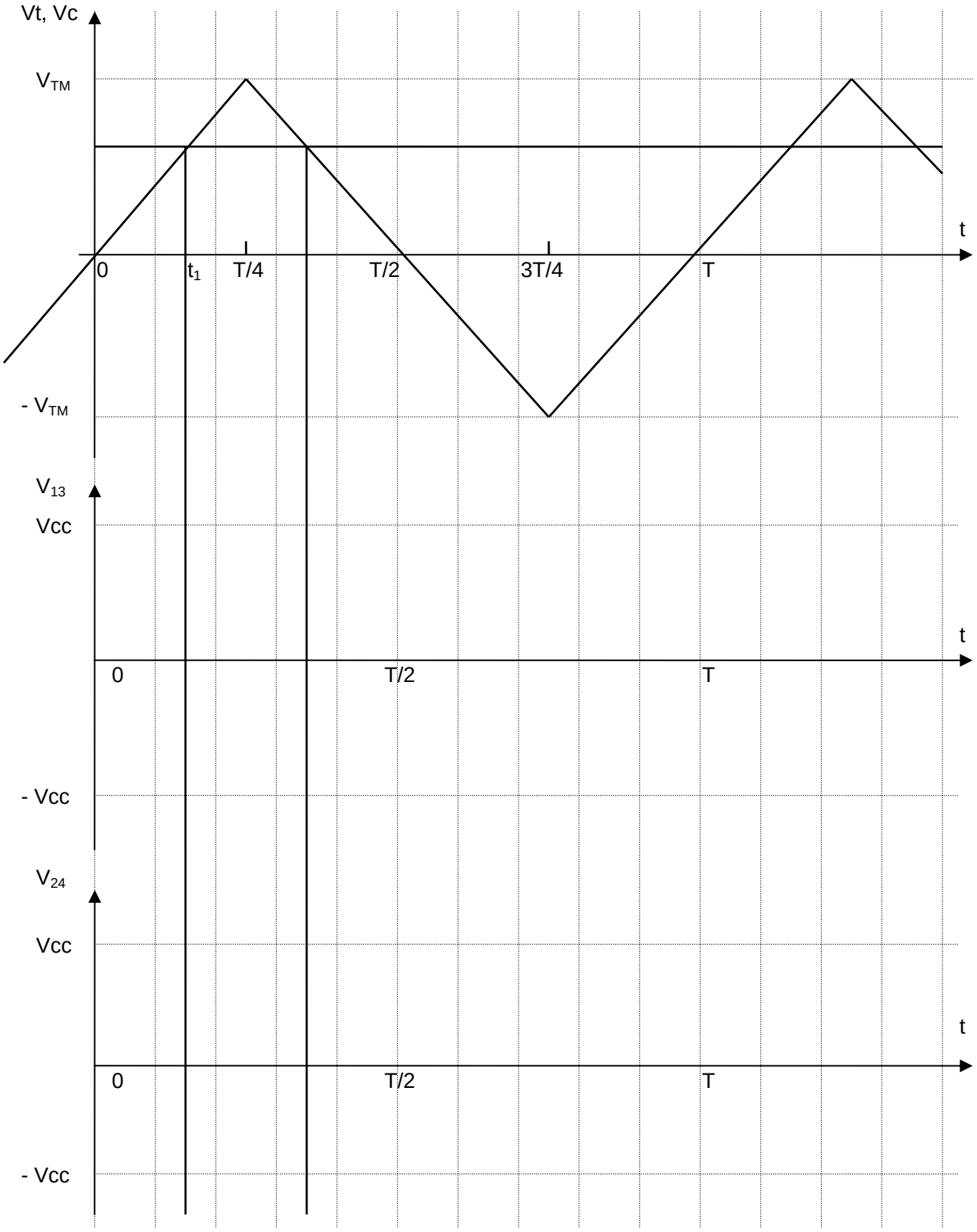
Conductions

Cas n°4



Conductions

ANNEXE 3


Vt, Vc
V_{TM}
t
0
t_1
T/4
T/2
3T/4
T
- V_{TM}
V_{13}
Vcc
t
0
T/2
T
- Vcc
V_{24}
Vcc
t
0
T/2
T
- Vcc