

Baccalauréat technologique
Sciences et technologies industrielles (STI)

Génie Electrotechnique

Session 2007

Eléments de correction de l'épreuve de Physique appliquée

Etude d'un tapis de jogging

Partie A : Etude de l'onduleur

1- Par exemple : transistor de puissance MOSFET

2-1 $U_{\text{moy}} = 0 \text{ V}$
L'onduleur réalise une conversion continu \rightarrow alternatif

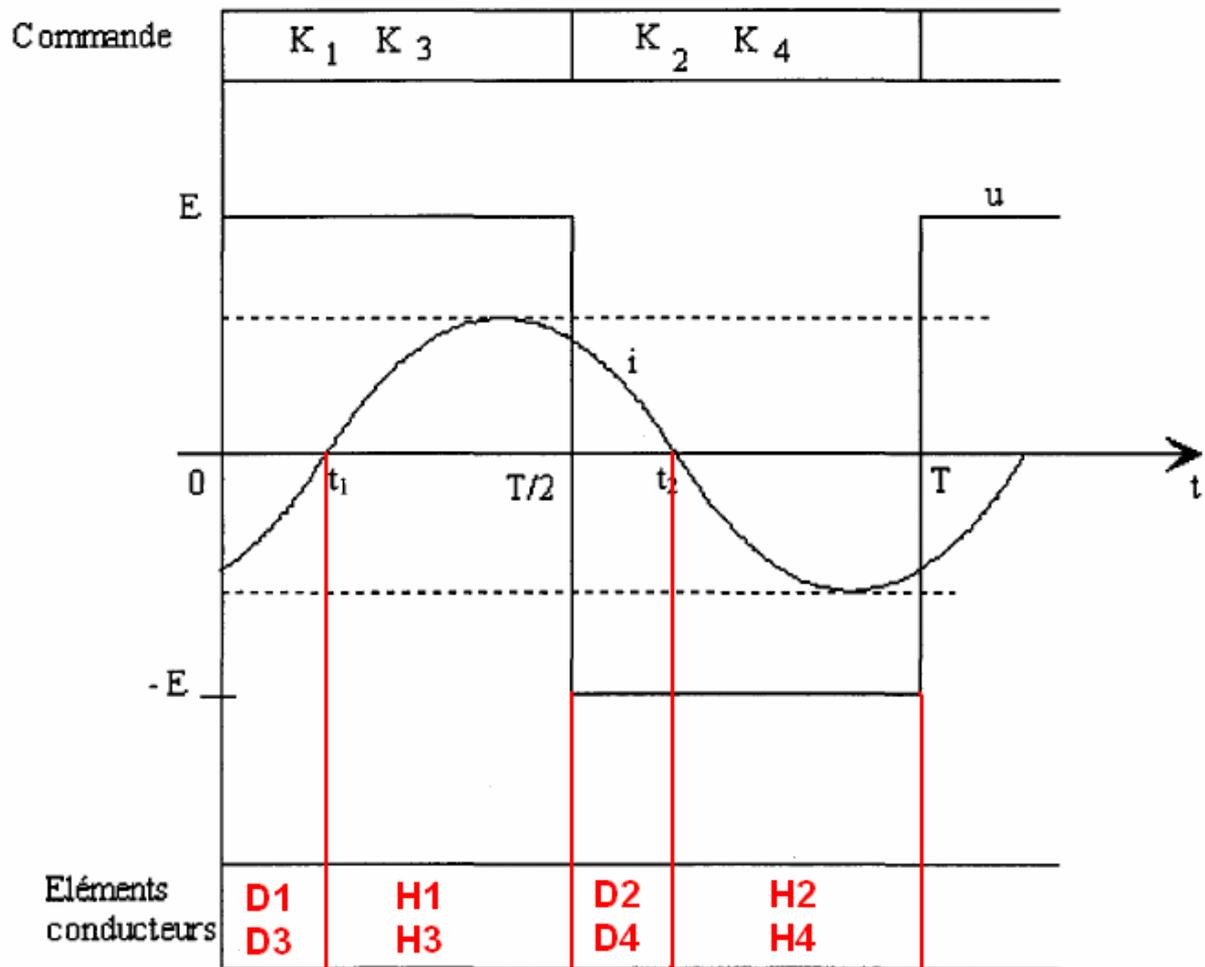
2-2-1 $I = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = 4,24 \text{ A}$

2-2-2 On utilise un ampèremètre avec la fonction RMS (ou AC).

2-3-1 $u = E$

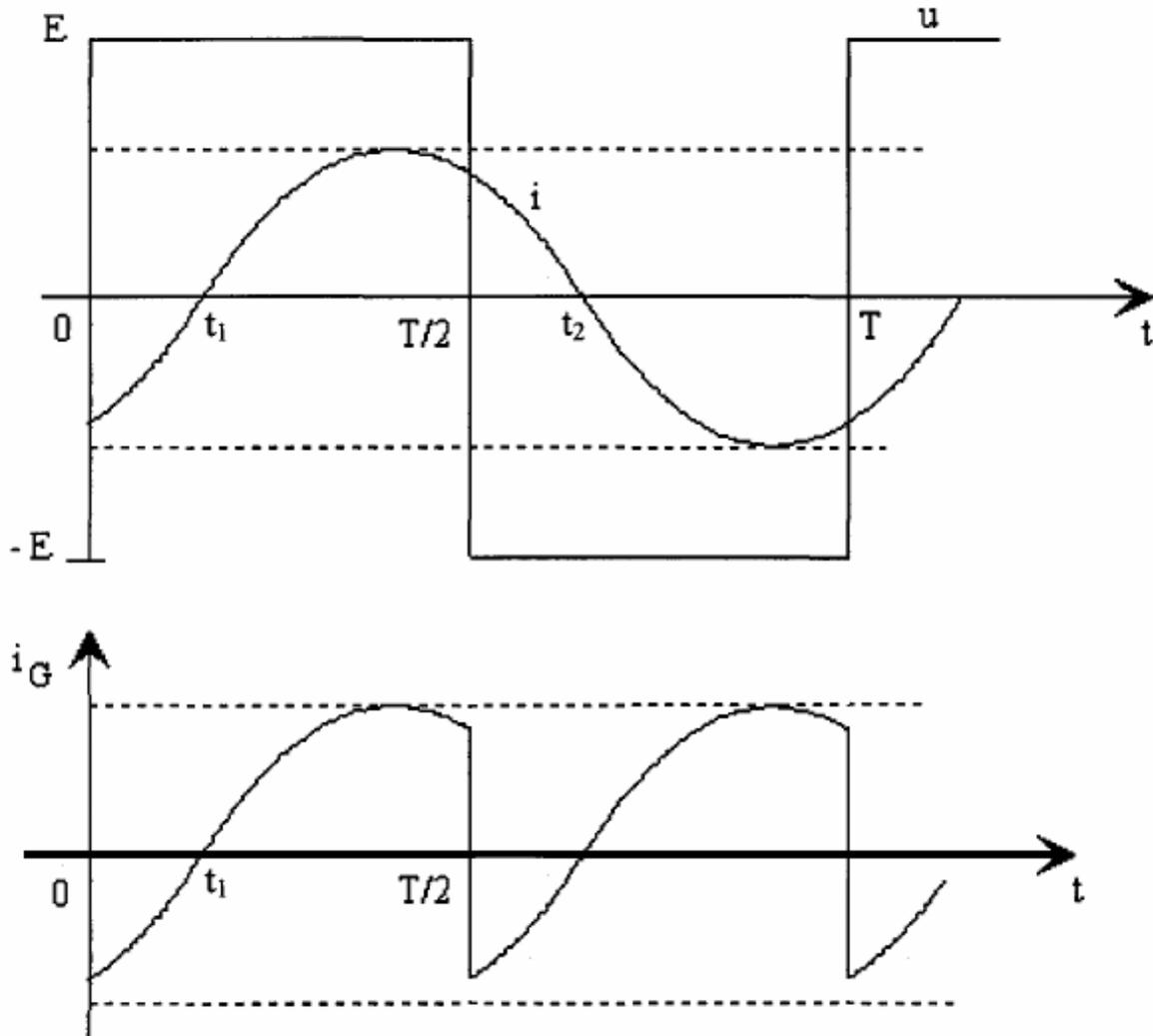
2-3-2 $0 \leq t \leq t_1$: le courant va de B vers A ($i < 0$), D_1 et D_3 sont passantes.
 $t_1 \leq t \leq T/2$: le courant va de A vers B ($i > 0$), H_1 et H_3 sont passants.

2-4



3-1 $i = i_G$
 3-2 $i = -i_G$

3-3



- 4-1 C'est interdit car on aurait un court-circuit aux bornes de la source de tension E .
 4-2 C'est possible pendant les phases où la charge se comporte en générateur (phases de roue libre).

Partie B : Etude du moteur asynchrone

- 1- 230 V (tension entre une phase et le neutre).
 2- 4 A (en couplage étoile, le courant consommé par un enroulement correspond au courant de ligne).
 3-1 Les pertes collectives sont les pertes autres que les pertes par effet Joule. C'est la somme des pertes mécaniques et des pertes fer.
 3-2 Les pertes collectives se mesurent à partir d'un essai à vide.
 4-1 Fréquence de synchronisme : $n_s = 1000 \text{ tr/min}$

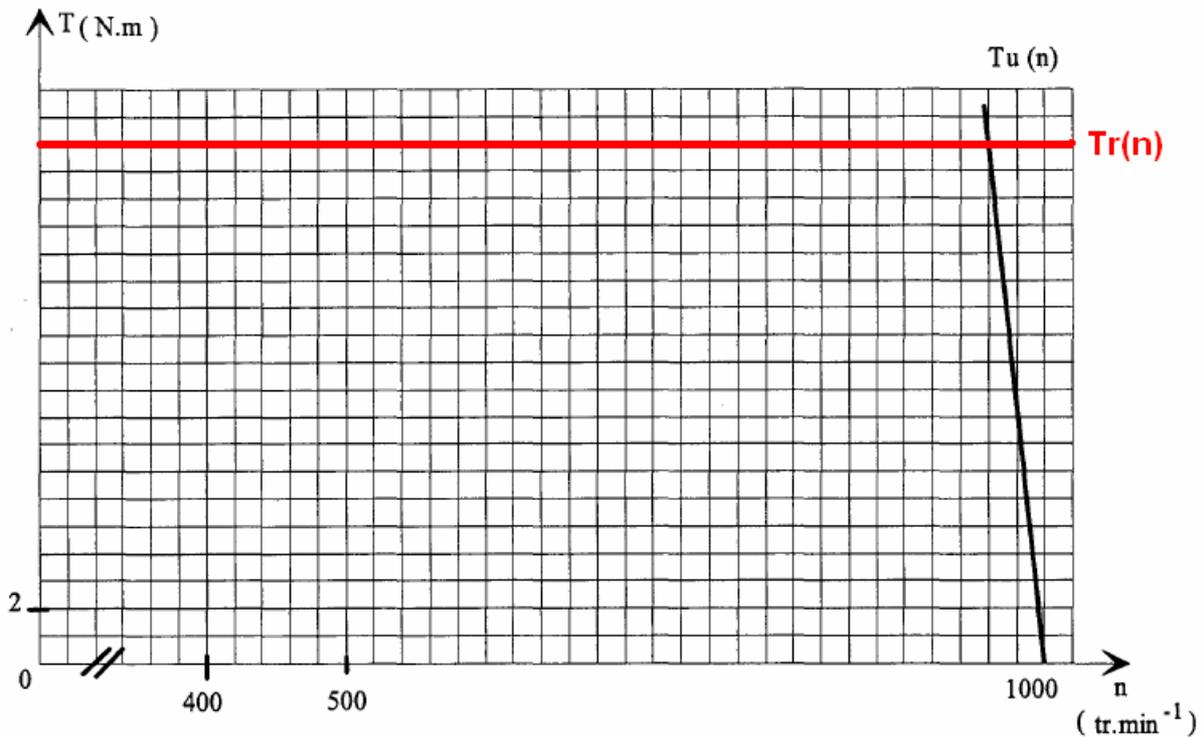
$$p = \frac{f(\text{Hz})}{\frac{n_s(\text{tr/s})}{60}} = \frac{50}{\frac{1000}{60}} = 3$$

- 4-2 Glissement : $g = \frac{1000 - 960}{1000} = 4 \%$
- 4-3 Puissance électrique absorbée par le moteur :
 $P_a = \sqrt{3}UI \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 4 \cdot 0,8 = 2217 \text{ W}$
- 4-4 Pertes Joule au stator :
 $P_{js} = 3RI^2$ (couplage étoile)
 $= 3 \cdot 1 \cdot 4^2 = 48 \text{ W}$
- 4-5 Pertes collectives = Pertes mécaniques + Pertes fer
 $p_m = \frac{180}{2} = 90 \text{ W}$
- 4-6 Puissance transmise au rotor :
 $P_{tr} = P_a - (P_{js} + \text{Pertes fer au stator})$
 $= 2217 - (48 + 90) = 2079 \text{ W}$
- 4-7 Pertes Joule au rotor :
 $P_{jr} = gP_{tr} = 0,04 \cdot 2079 = 83 \text{ W}$
- 4-8 Puissance utile :
 $P_u = P_{tr} - (P_{jr} + p_m)$
 $= 2079 - (83 + 90) = 1906 \text{ W}$
- 4-9 Rendement :
 $\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{1906}{2217} = 86,0 \%$
- 4-10 Moment du couple utile :
 $T_u (\text{Nm}) = \frac{P_u (\text{W})}{\Omega (\text{rad/s})} = \frac{1906}{960 \cdot \frac{2\pi}{60}} = 19,0 \text{ Nm}$

Partie C : Réglage de la vitesse du moteur asynchrone

- 1- $T_u = 19 \text{ Nm}$ pour $n = 960 \text{ tr/min}$
 $k = \frac{19}{1000 - 960} = 0,475 \text{ Nm} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min}$

2-1



2-2 $T_r = T_u$ en régime permanent.

2-3 L'onduleur travaille à $U/f = \text{constante}$, donc :

$$T_u = k (n_s - n)$$

$$\text{Avec : } n_s \text{ (tr/min)} = 60 \cdot f \text{ (Hz)} / p$$

$$k = 0,475 \text{ Nm} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{min} \text{ (valeur constante)}$$

$$T_r = T_u = 19 \text{ Nm} = \text{constante}$$

Donc $(n_s - n)$ est constant.

$$T_u = 19 \text{ Nm pour } n = 960 \text{ tr/min}$$

$$n_s - n = 1000 - 960 = 40 \text{ tr/min}$$

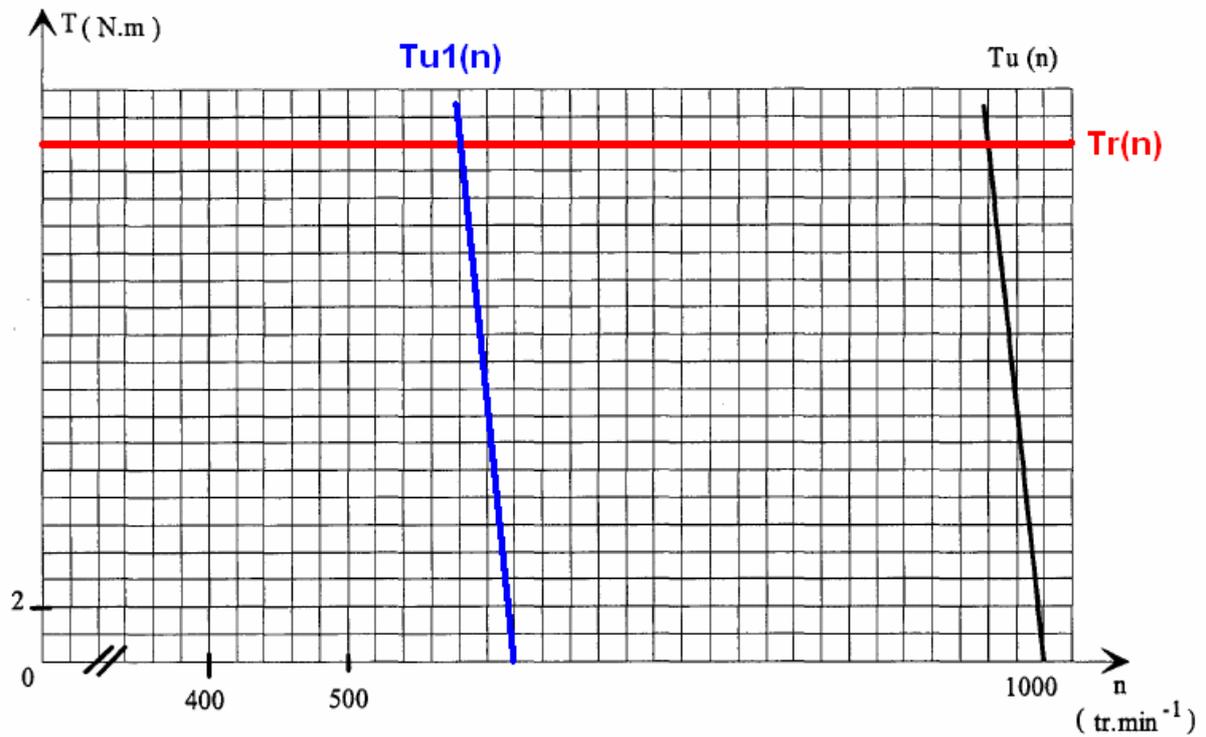
2-4-1 $n_{S1} = 580 + 40 = 620 \text{ tr/min}$

2-4-2

$$f_1 = p \cdot n_{S1} = 3 \cdot \frac{620}{60} = 31 \text{ Hz}$$

$$U_1 = U_0 \frac{f_1}{f_0} = 400 \frac{31}{50} = 248 \text{ V}$$

2-4-3

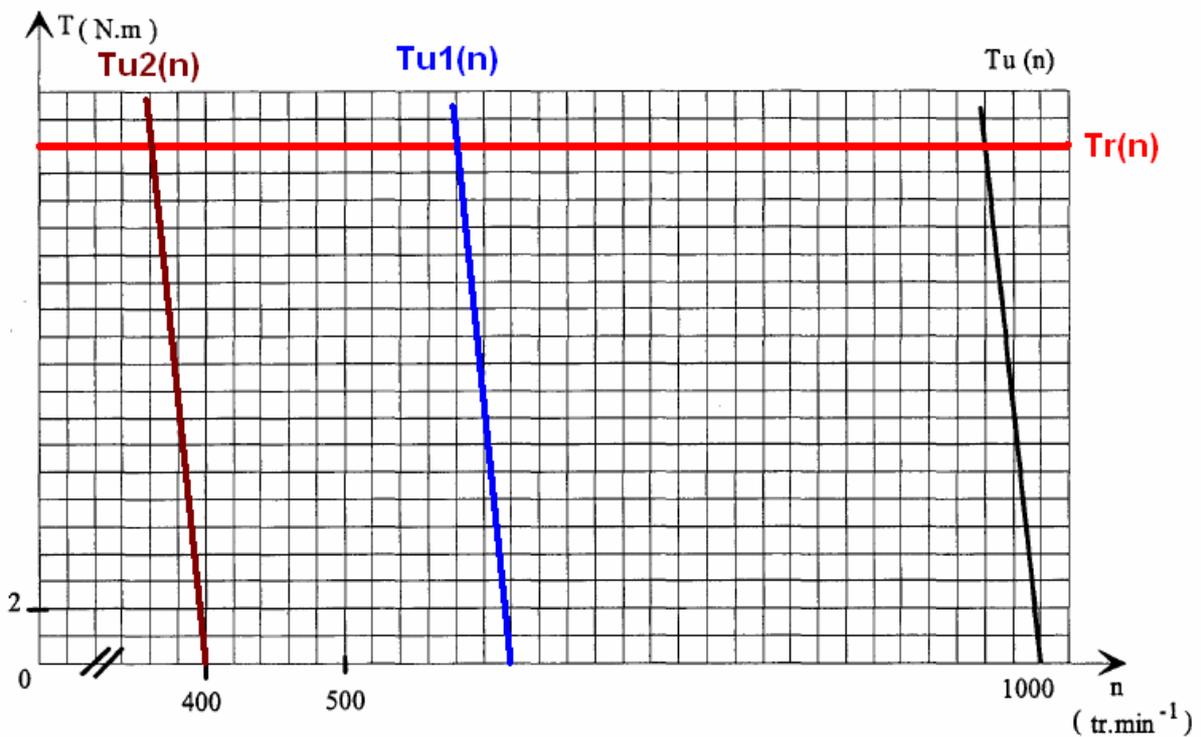


La caractéristique $T_{u1}(n)$ s'obtient par une translation de la caractéristique $T_u(n)$.

2-5

$$n_{s2} = \frac{f_2}{p} = \frac{20}{3} \cdot 60 = 400 \text{ tr/min}$$

$$n_2 = 400 - 40 = 360 \text{ tr/min}$$



3-1 La vitesse v n'est pas proportionnelle à la fréquence f .

- Justification :

Relation entre n et f :

$$19 = 0,475 (n_s - n) = 0,475 \left(60 \cdot \frac{f}{p} - n \right)$$

$$\Rightarrow n(\text{tr/min}) = 20 \cdot f(\text{Hz}) - 40$$

n n'est donc pas proportionnelle à la fréquence f .

La vitesse v de rotation du tapis est proportionnelle à la fréquence n de rotation du moteur (motoréducteur).

En définitive, la vitesse v n'est pas proportionnelle à la fréquence f .

- Fréquence de décollage :

$$0 = 20 \cdot f(\text{Hz}) - 40$$

$$f_{\text{MIN}} = 2 \text{ Hz}$$

Plus simplement, on obtient la valeur de 2 Hz à partir de la courbe $v(f)$.

3-2 31 hertz.

Partie D : Régulation de la vitesse du moteur entraînant le tapis

1-1 Le transformateur.

1-2 Le montage redresseur avec son condensateur de lissage.

2-1 L'AO fonctionne en régime linéaire car il y a une contre-réaction (résistance R_2).

2-2 Formule du diviseur de tension :

$$V_+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_a$$

2-3 Théorème de Millman :

$$V_- = \frac{\frac{u_r}{R_1} + \frac{u_s}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_2 u_r + R_1 u_s}{R_1 + R_2}$$

2-4 $u_d = V_+ - V_- = 0 \text{ V}$

2-5

$$V_+ = V_-$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} u_a = \frac{R_2 u_r + R_1 u_s}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow u_s = \frac{R_2}{R_1} (u_a - u_r)$$

Ce montage amplifie la différence entre les tensions u_a et u_r dans le nom d'amplificateur de différence.

2-6 $A = \frac{R_2}{R_1} = 10$

3- $u_r = 0,01 \cdot n = 0,01 \cdot 580 = 5,80 \text{ V}$

$$u_s = \frac{R_2}{R_1} (u_a - u_r) = 10(6,83 - 5,80) = 10,3 \text{ V}$$

$$f = 3u_s = 30,9 \text{ Hz}$$

4- Si n augmente :

u_r augmente

u_s diminue

f diminue

n_s diminue

n diminue

Il y a donc bien régulation de la vitesse de rotation du moteur.