

# ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ

## PARTIE A : PRESSE HYDRAULIQUE

### A-1 CHAUFFAGE DU FOURREAU

#### A – 1.1 Etude du chauffage du fourreau

A-1.1.1  $T(t) = T_A + \frac{P}{k_S} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  avec  $\tau = \frac{M \cdot C_p}{k_S}$

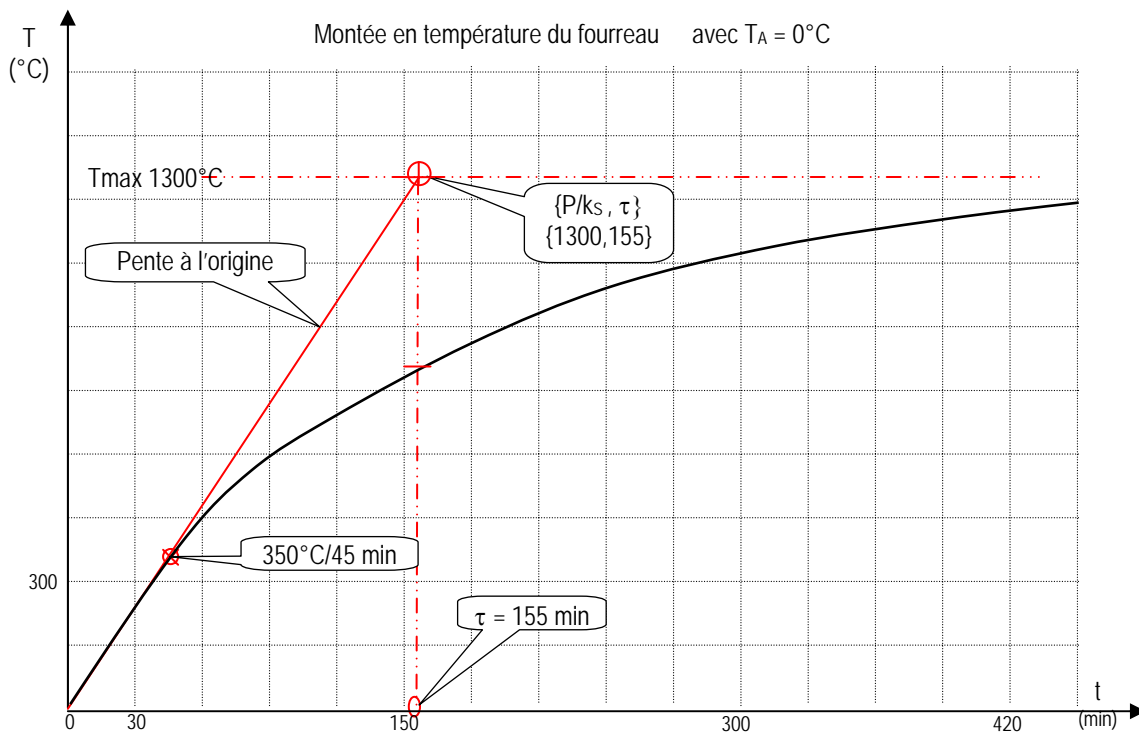
A-1.1.2 Résistance thermique :  $R_{TH} = 1/k_S \rightarrow k_S = \frac{P}{T - T_A} = \frac{7000}{350} = 20 \text{ W.K}^{-1}$

$$R_{TH} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ K/W}$$

A-1.1.3 constante de temps :  $\tau = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot L \cdot d \cdot C_p}{k_S} = \frac{\pi \cdot 0,105^2 \cdot 1,5 \cdot 7,8 \cdot 1000 \cdot 460}{20} = 9\,320 \text{ s}$

$$\tau = 155 \text{ min}$$

#### A-1.1.4 Allure de T(t)



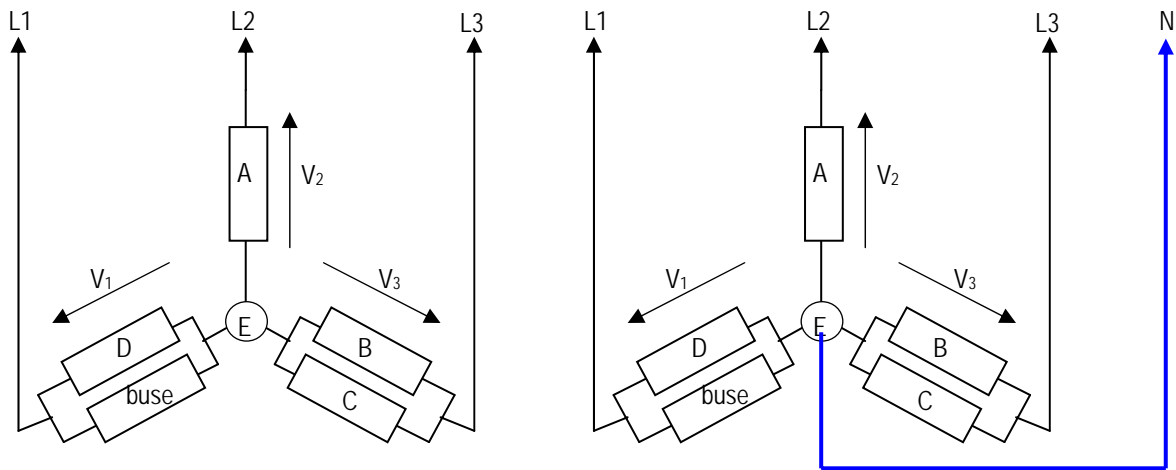
$$P / k_S = T_{\max} \rightarrow P \# 1\,300 \times 20 = 26\,000 \text{ W} \text{ soit } 26 \text{ kW}$$

A-1.1.5 Puissance unitaire d'un collier :  $P_{\text{collier}} = 26 / 4 = 6,5 \text{ kW}$

#### A – 1.2 Etude du système de chauffage du fourreau

A-1.2.1 présence nécessaire ou non d'un pôle de contacteur sur le « commun » des éléments chauffants

- ☞ Nous avons à commander 4 zones de chauffage + la buse.
- ☞ Ici la tension d'alimentation des colliers est de 230 V (tension simple). Ce qui impose un raccordement entre phase et neutre.



Point étoile non relié :  $V_1 \neq V_2 \neq V_3$  car le groupement  $R_{\text{colliers}}$  d'inégales valeurs d'où les tensions nominales non respectées.

Point étoile relié au neutre:  $V_1 = V_2 = V_3$

- ☞ Il n'est donc pas possible d'obtenir un montage étoile équilibré permettant d'avoir un « point neutre artificiel », sans compter le fait que le courant dans chaque branche est également lié à la conduction du relais statique concerné.
- ☞ ceci impose de relier le point étoile au neutre si l'on ne veut pas voir certains colliers suralimentés et avoir leur durée de vie réduite.

#### A-1.2.2 Choix relais statique de contrôle des colliers

- ☞ Tension : tension simple  $U = 230 \text{ V}$
- ☞ Intensité :  $P / U = 7\,525 / 230 = 32,7 \text{ A}$
- ☞ Tension de commande des relais :  $U_{\text{DC}} = 12 \text{ V}$
- ☞ Charge résistive : commande d'angle non nécessaire → commutation au zéro de tension

Relais SC 86 4110  
 24 à 520  $V_{\text{AC}}$  – 50  $A_{\text{RMS}}$   
 commande : 5 à 30 V

#### A-1.2.3 Schéma pour devis : voir page suivante Modèle pour devis complété

# A compléter suivant votre modèle

Tous les trous et échancrures doivent être cotés, en angle par rapport à l'axe de l'ouverture et dans le sens de la hauteur par rapport au bord gauche (selon plan). Indiquer le diamètre des trous. Positionner de la même façon votre connecteur

PUISSANCE : 6500W W

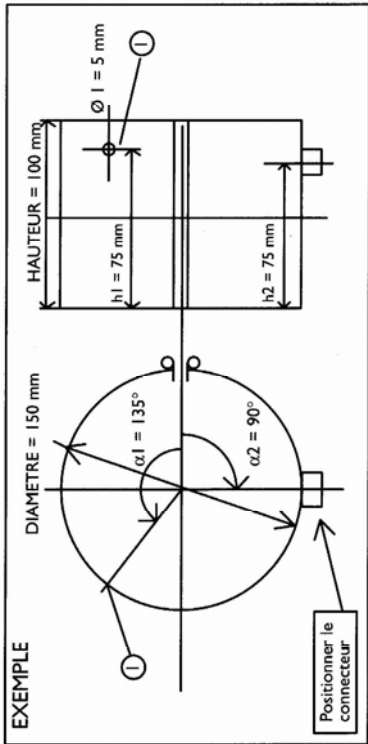
TENSION : 230V V

MARQUE de votre machine Andretto

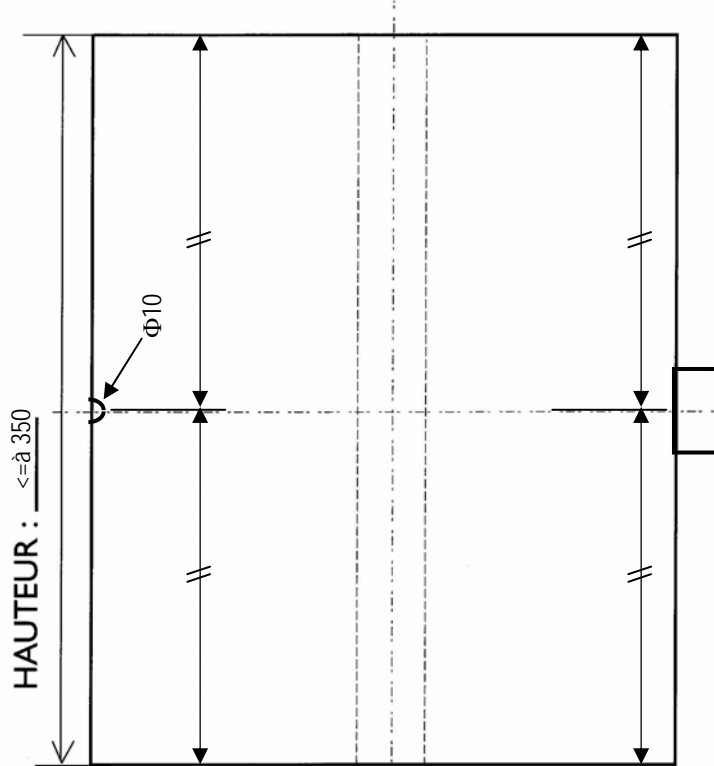
TYPE : presse OTTO 440T

VOTRE SOCIETE : CAPET GEE

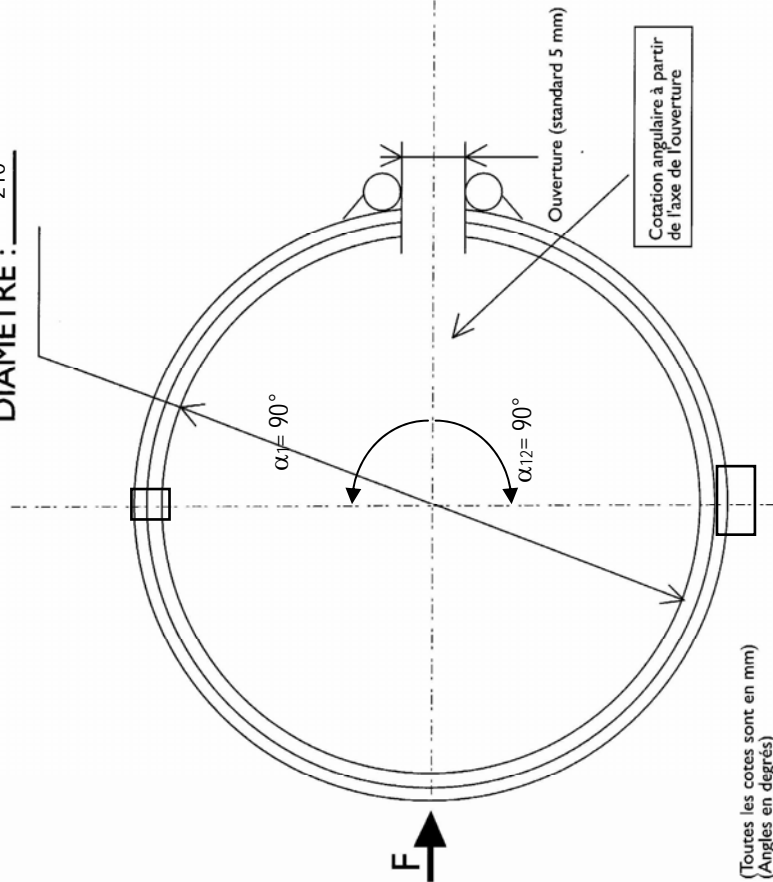
VOTRE NOM : anonyme



## Vue suivant F



DIAMETRE : 210



#### A-1.2.4 Protections des relais statiques

Conditions de protection : il faut  $I^2t_{\text{FUSIBLE}} < I^2t_{\text{RS}}$  et  $I_{\text{TSM}}$  respecté

- Tension : 230 V
- Courant :  $> 32,7$  A (50 A nominal)
- $I^2t$  : 1 500 A<sup>2</sup>s
- Surcharge non répétitive : 550 A pendant  $t < 10$  ms

$I^2t_{\text{FUSIBLE}}$  fourni pour 660 V  
 en 230 V  $\rightarrow$  coef  $k_U < 1$   
 d'où  $I^2t_{\text{FUSIBLE}}$  réduit (0,45)

- ☞ Fusible 14 x 51 : URC 50 A  $\rightarrow$   $1\,500 \times 0,45 = 675$  A<sup>2</sup>s  
coupe 550 A en moins de 2 ms
- ☞ Fusible 14 x 51 : URD 50 A  $\rightarrow$   $800 \times 0,45 = 360$  A<sup>2</sup>s  
coupe 550A en moins de 1 ms
- ☞ Fusible 22 x 58 : URD 50 A  $\rightarrow$   $800 \times 0,45 = 360$  A<sup>2</sup>s  
coupe 550 A en environ 0,5 ms
- ☞ Fusible 22 x 58 : URD 63 A  $\rightarrow$   $1\,850 \times 0,45 = 833$  A<sup>2</sup>s  
coupe 550 A en environ 1 ms

Ces quatre fusibles satisfont les conditions de protection

**Choix : fusible 22 x 58 avec voyant 50 A - 6.621 CP URD 22 x 58 / 50**

#### A-1.2.5 Relais statique sur dissipateur thermique.

- ☞ En considérant un conduction « plein angle » et un courant de 32,7A  $\rightarrow P_d = 40$  W
- ☞ En considérant  $T_A = 40^\circ\text{C}$  et  $T_{\text{case max}} = 100^\circ\text{C} \rightarrow R_{\text{TH}} < \frac{T_{\text{case}} - T_A}{P_d} = \frac{100 - 40}{40}$  soit 1,5 kW
- ☞ Il faut monter ce relais sur dissipateur  $< 1,5$  kW

#### Caractérisation ?

- 1) Pour un seul relais sur dissipateur : d'après la caractéristique fournie  $R_{\text{TH}} = f(S)$ , pour obtenir moins de 1,5 kW, il faudra prendre une tôle aluminium de 3 mm et d'au moins 200 mm<sup>2</sup> de surface soit un carré de 15 cm de côté.
- 2) Pour 3 relais répartis sur le même dissipateur (comme sur la photo !) : dissipateur SK198 de dimensions supérieures à 175 x 300 mm car dans les mêmes conditions de courant pour chaque relais, il nous faudra  $R_{\text{TH}} = 1,5 / 3 = 0,5$  kW.

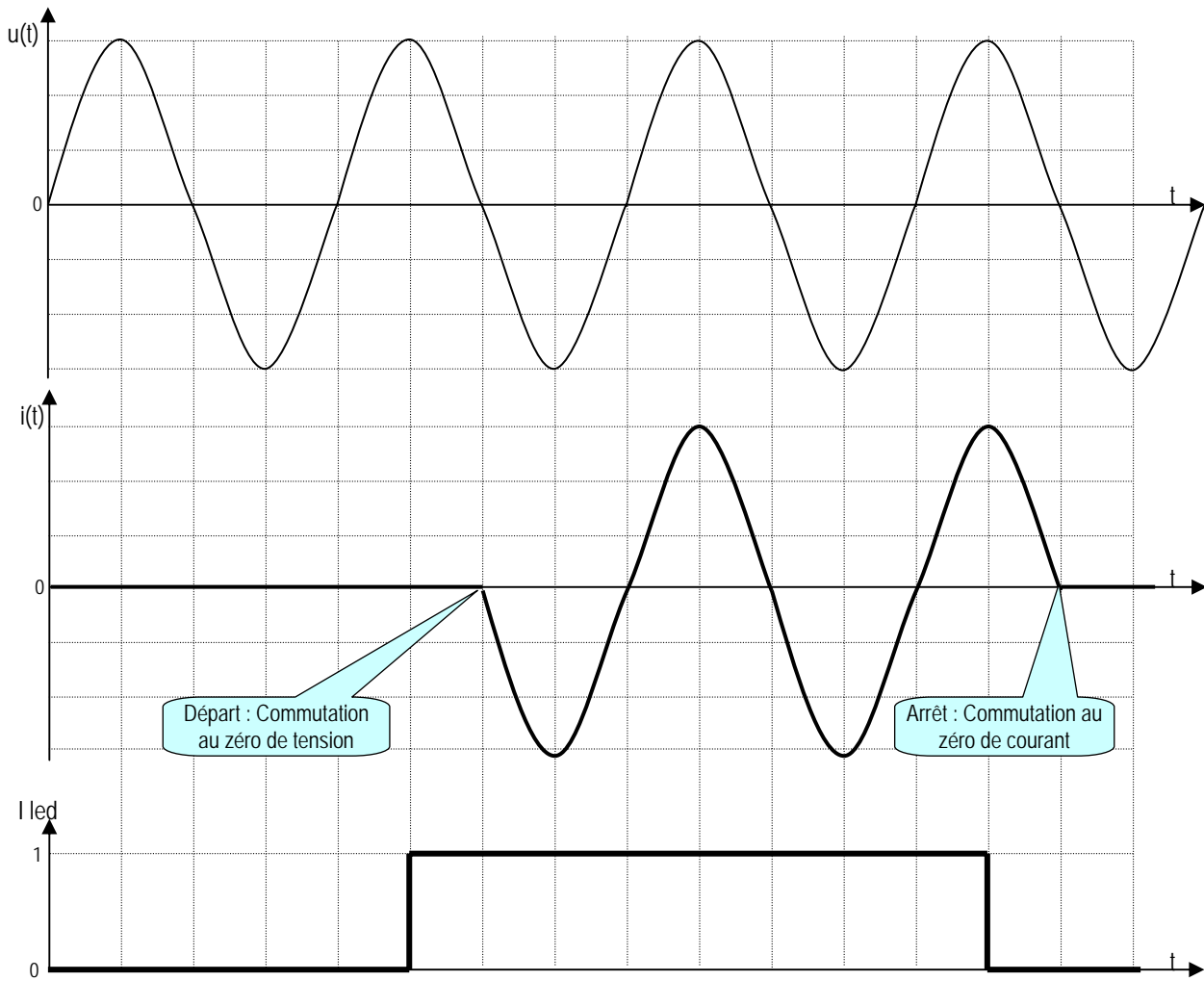
#### A-1.2.6 Formes d'ondes recueillies aux bornes des résistances chauffantes.

Les commutations sont « synchrones » ou au « passage par zéro » ;  $u(t)$  et  $i(t)$  sont en phase : système résistif.

#### A-1.2.7 Exprimer la puissance réglée $f(P_{\text{col}}, T_f, T_0)$ .

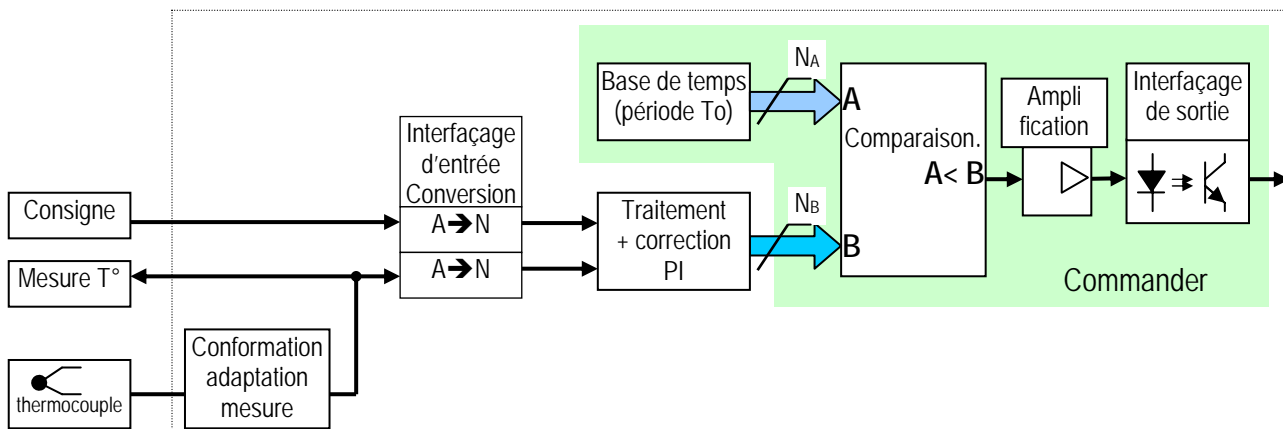
☞  $P = P_{\text{col}} \cdot T_f / T_0$

#### A-1.2.8 Avantages/inconvénients de ce mode de gradation de la puissance par rapport à d'autres techniques :



	Train d'ondes	Commande d'angle
avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ Pas de parasites du fait de la commutation au zéro</li> <li>⊖ Puissance délivrée proportionnelle à la commande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ Réglage continu et rapide de la puissance (sur une onde)</li> <li>⊖ Réglage fin</li> </ul>
inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ Réglage en ondes pleines : la pulsation de puissance ne peut être inférieure à celle d'une onde ; convient seulement aux charges de chauffage résistif avec inertie thermique</li> <li>⊖ Peut produire du « flicker » si forte puissance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊖ Parasites à chaque commutation</li> <li>⊖ Nécessité de linéariser la commande <math>P(U_{com})</math></li> </ul>

### A-1.2.9 Régulation de température :

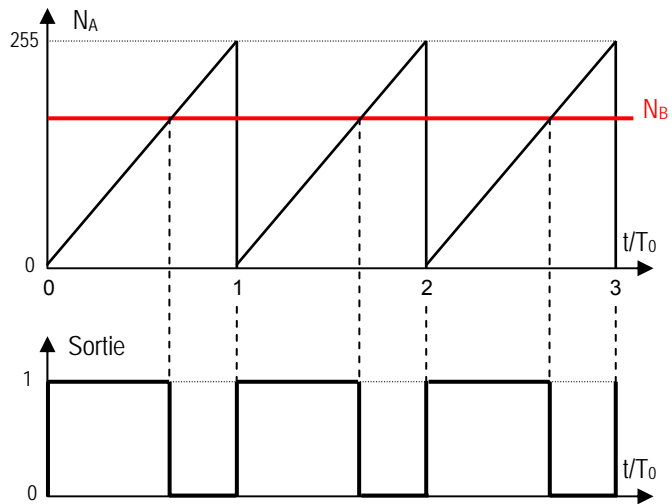


La fonction « commander » du gradateur regroupe les sous fonctions « base de temps + comparaison + amplification + interfaçage de sortie ».

**Fonctionnement :**

(hypothèse = travail sur 8 bits)

- ☞ La base de temps numérique croit proportionnellement au temps (valeur  $N_A$ ) = compteur de périodes de la base de temps élémentaire modulo  $2^8$ ; nous obtenons une rampe numérique de 0 à 255 pour une période  $T_o = N.T_{BT} = 256.T_{BT}$
- ☞ La valeur  $N_B$  (0 à 255) en sortie de régulateur constitue la grandeur de commande du gradateur
- ☞ Tant que  $N_A < N_B$  le comparateur transmet via l'ampli et l'interface un état 1 sinon ce sera un état 0
- ☞ Résultat de l'état de sortie : rapport cyclique  $T_f/T_o = N_B / 256$



**A-1.2.10 Comparaison des capteurs de température**

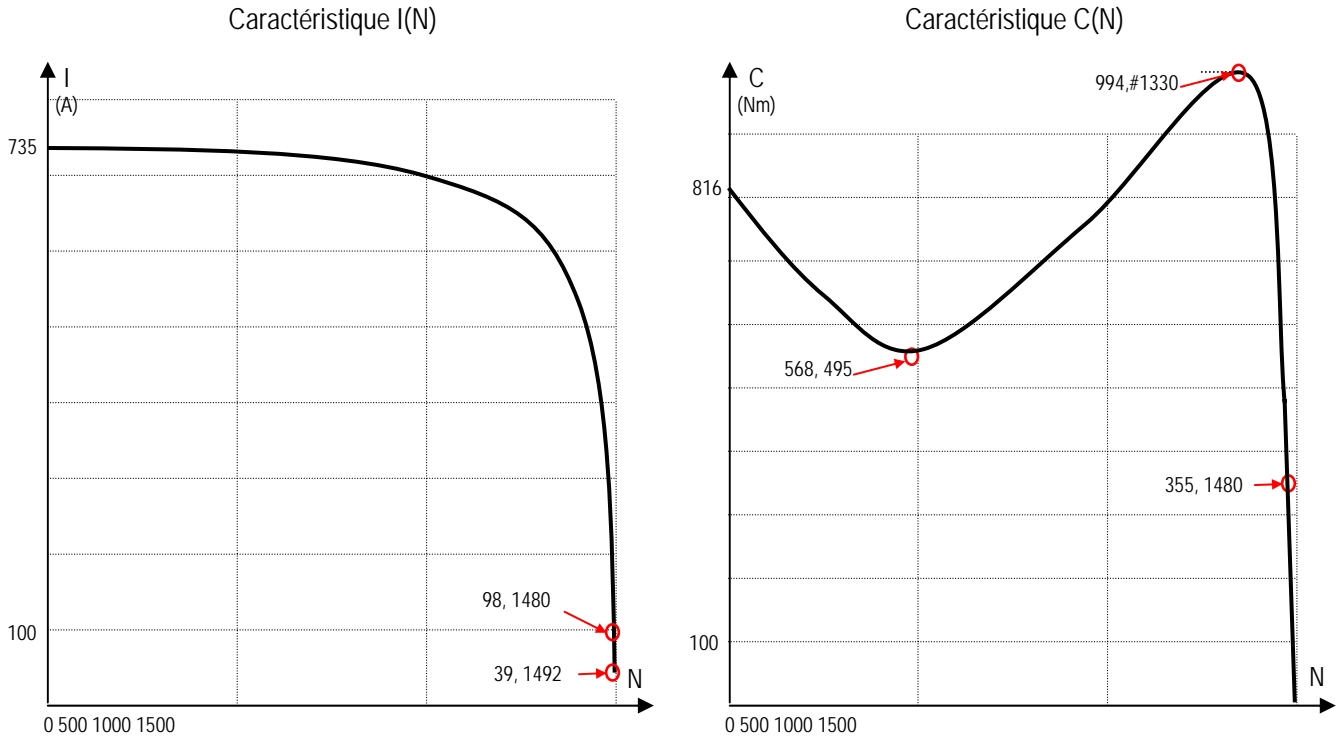
CAPTEURS	Utilisable ici	Grandeur image de la température	Principe fonctionnel	Domaine de température	Particularités
Thermocouple	oui	Tension	On relie 2 matériaux conducteurs de nature différente. $\rightarrow e = k.(T_{\text{soudure chaude}} - T_{\text{soudure froide}})$ k dépend des matériaux choisis	Pratiquement de 0°K à près de 3 000°K	Nécessitent des câbles spécifiques de raccordement selon le type du couple (extension ou compensation)
Sonde platine	oui	Variation de résistance	La résistance d'un métal conducteur varie avec la température $\rightarrow R_T = R_0.(1+a.T+b.T^2)$ La valeur de $R_0$ étant parfaitement connue et stable (platine), $\Delta R$ est uniquement fonction de T	-200 à +800°C	Précis et stable
Thermistance	non	Variation de la résistance	La résistance d'un matériau semi-conducteur varie en fonction inverse de la température (CTN), d'autres matériaux présentent une variation positive (CTP)	-50°C à +150°C	Peu stable en durée utilisé en domestique, en automobile, à faible température
Sonde infrarouge	non	Tension	Tout corps à $T > 0^\circ\text{K}$ irradie de l'énergie qui est captée via une optique sur une surface de type « corps noir » qui s'échauffe et dont l'élévation de température est mesurée par des capteurs thermocouples.	de 0°K à près de 10 000°K	Mesure à distance sans contact

**A-2 MOTEUR POMPE A HUILE**

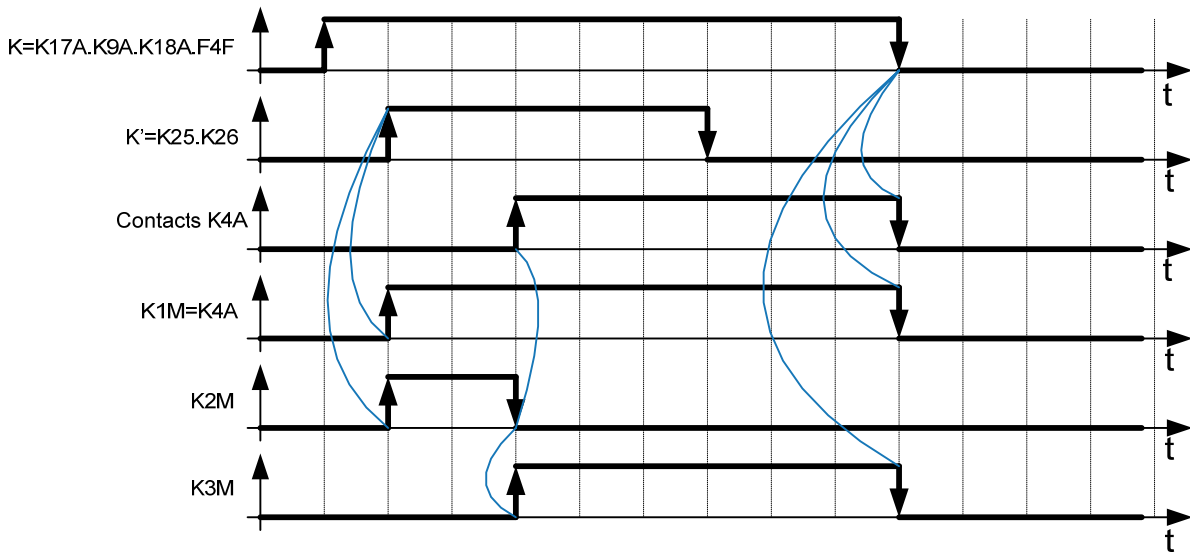
A-2.1 Donner les caractéristiques électromécaniques du moteur employé sur cette presse (valeurs nominales P, n, I, cosφ, rendement, couples, ...)

$P_N = 55 \text{ kW}$	$n_N = 1\,480 \text{ trs/mn}$	$U_N = 400 / 690 \text{ V}$	$I_N = 98 / 57 \text{ A}$	
$T_N = 355 \text{ Nm}$	$\eta_N = 94,6\%$	$\cos\Phi_N = 0,86$	$g_N = 1,33\%$	$I_S = 735 \text{ A}$
$T_S = 816,5 \text{ Nm}$	$T_{\text{max}} = 994 \text{ Nm}$	$I_{(\text{à vide})} = 39 \text{ A}$	$T_{\text{min}} = 568 \text{ Nm}$	$n_{(T_{\text{min}})} = 495 \text{ trs/mn}$

Tracer les caractéristique réalistes du moteur C(n) et I(n).



A-2.2 Tracer le chronogramme de fonctionnement du démarreur employé :



A-2.3 Justifier la raison pour lesquelles les pompes hydrauliques sont mises « hors pression » pendant la durée du démarrage.

Le démarrage YD fait apparaître un couple de démarrage en étoile  $C_{dY} = 1 / 3 \times C_{dD} = 816,5 / 3 = 272 \text{ Nm}$  qui pourrait être inférieur au couple résistant en charge et en remarquant également que ce couple moteur diminue encore jusqu'à environ 500 trs/mn. Il serait donc impossible de démarrer à pleine charge puisque  $C_Y < C_R$ . Dans notre cas, les pompes « hors pression » n'exercent alors qu'un faible couple.

#### A-2.4 Durée de la temporisation de démarrage

A-2.4.1  $C_Y / C_D = 1 / 3$  ( $C = k.U^2$ , or  $U_Y = U_D / \sqrt{3}$ )

A-2.4.2  $\frac{C_{mm} - C_D}{C_N} = \beta(n)_{moyen} * (\frac{C_M}{C_N} - \frac{C_D}{C_N}) \rightarrow \frac{C_{mm}}{C_N} = 2,3 + 0,27 * (2,8 - 2,3) = 2,435$  soit  $C_{mm} = (C_n / 3) * 2,435 = 288 \text{ Nm}$

A-2.4.3  $\frac{C_{Rm}}{C_N} = K_0 + \frac{K}{3} \rightarrow C_{Rm} = 20 + 50 / 3 = 36,7 \text{ Nm}$

A-2.4.4  $J \cdot \frac{d\omega}{dt} = C_{mm} - C_{Rm} \Rightarrow dt = \frac{J}{C_{mm} - C_{Rm}} \cdot d\omega$  d'où :

$$t_d > \frac{2}{288 - 36,7} \cdot \pi \cdot \frac{1400}{30} = 1,17 \text{ s}$$

A-2.5 Tracer les caractéristiques I(n) et C(n) obtenues avec ce démarreur (voir graphe page suivante)

A-2.6 Justifier le réglage du relais de protection F4F

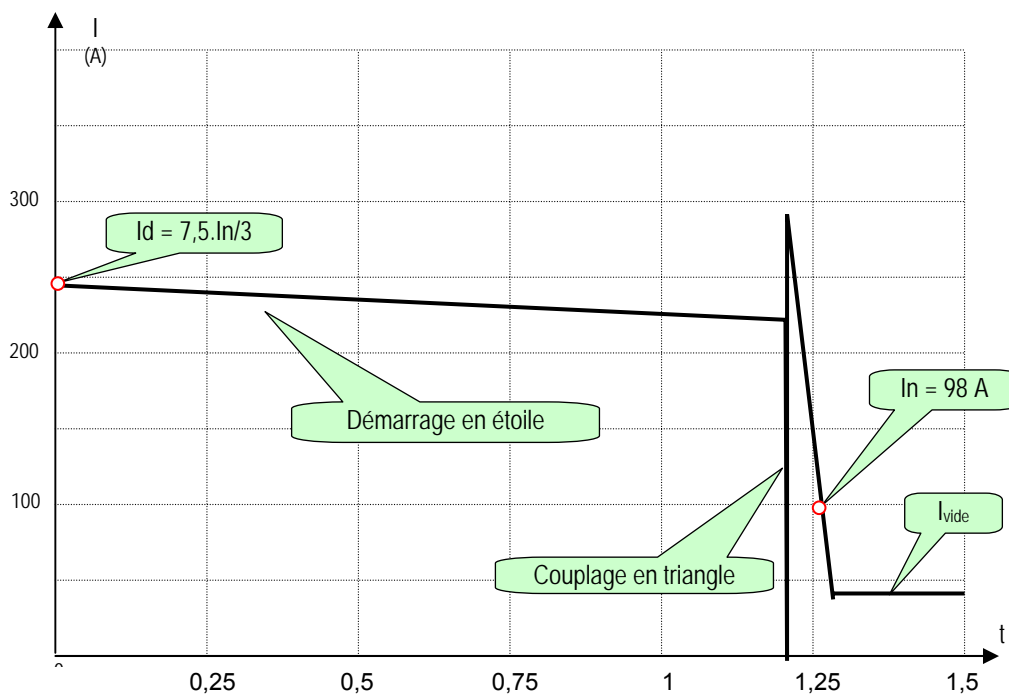
Le relais est monté en série avec les enroulements et non en ligne : donc  $I_{reg} = \frac{I_n}{\sqrt{3}} = 56,5 \text{ A}$

A-2.7 Rôle et action des circuits placés en parallèle sur les bobines de contacteur.

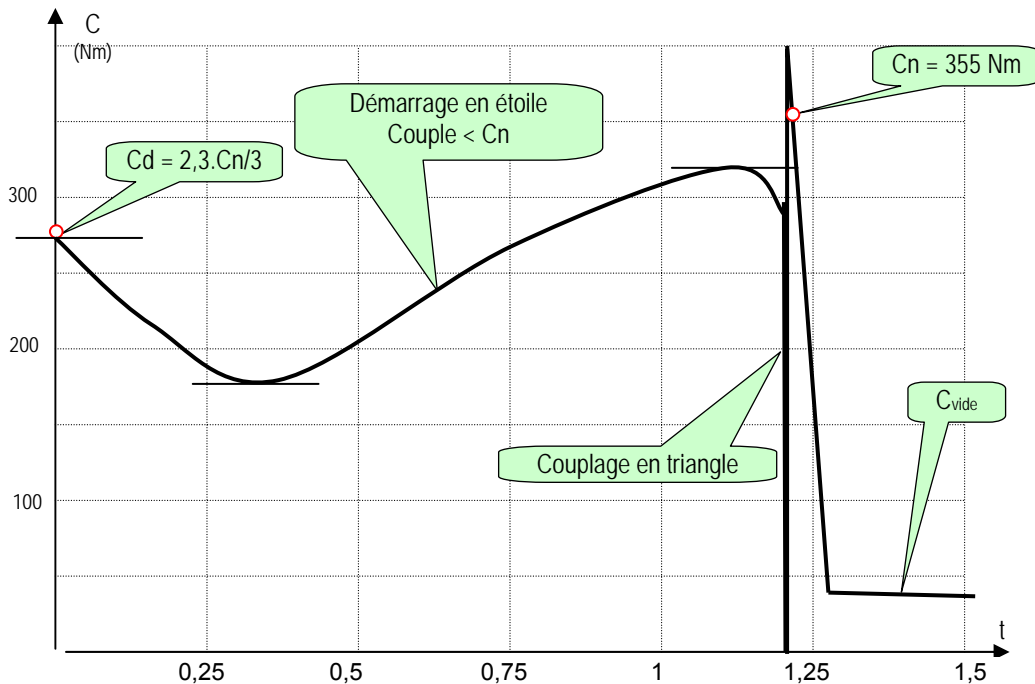
Ces circuits ont pour rôle de réduire les dV/dt à la coupure du courant dans les circuits, évitant ainsi de « parasiter » les circuits proches. Il s'agit ici de circuits RC pour les bobines alimentées en alternatif : le circuit est déterminé afin de se comporter à la coupure comme un circuit RLC non oscillant.

#### Question A – 2.5 caractéristiques de démarrage des pompes

Caractéristique de démarrage I(t) du moteur de pompes (démarrage YD)



Caractéristique de démarrage C(t) du moteur de pompes (démarrage YD)



## PARTIE B : Etude du pont roulant

### B.1 Etude du mouvement de translation

B.1.1 Comparer les rapports de vitesse moteur et linéaires de translation. En déduire le rapport de réduction approximatif du moteur.

Données :

Motoréducteur GE2834

Vitesses linéaires en :  $G_v = 40 \text{ m.mn}^{-1}$   $P_v = 10 \text{ m.mn}^{-1}$

Vitesses rotation moteur :  $N_{GV} = 2750 \text{ t.mn}^{-1}$   $N_{PV} = 620 \text{ t.mn}^{-1}$

Diamètre galets d'entraînement : 280 mm

Calculs :

$$\square \frac{GV}{PV} = 4 \quad \text{et} \quad \frac{N_{GV}}{N_{PV}} = \frac{2750}{620} = 4,4$$

le rapport des vitesses linéaires est donc approximatif .

□ On peut noter des glissements assez importants du moteur. Mais il s'agit de petits moteurs !  
 $g_{GV} \# 8,3\%$  et  $g_{PV} \# 17\%$

□ Rapport de réduction :

$$\text{Vitesses rotation galets : } n_{G-GV} = \frac{40}{\pi \cdot 0,28} = 45,5 \text{ t.mn}^{-1} \quad \text{et} \quad n_{G-PV} = 11,36 \text{ t.mn}^{-1}$$

$$\text{D'où } \frac{n_{G-GV}}{N_{GV}} = 0,0165 \quad \text{ou } 1 / 60,6 \quad \text{et} \quad \frac{n_{G-PV}}{N_{PV}} = 0,0183 \quad \text{ou } 1 / 54,6$$

Conclusion : les vitesses fournies sont assez approximatives car  $r_{\text{reel}} = 1 / 62,3$

**B.1.2 Particularité(s) et avantages de ce type de moteur.**

Le moteur employé est un moteur asynchrone à 2 enroulements séparés, car :

- entretien quasi nul avec ce type de moteur
- le rapport de vitesse est différent de 2

**B.1.3 Fonction des éléments repérés ainsi que les matériaux principaux utilisés pour remplir cette fonction. Utiliser avec intérêt les propositions jointes avec le tableau réponse.**

Repère	Fonction	Principal matériau
1	Pignon	Acier
2	Rotor	Acier au silicium
3	Carter du réducteur	Fonte
4	Couronne de court-circuitage cage	Alliage d'aluminium
5	Electroaimant du frein	Cuivre/Acier
52	Stator (+ carcasse)	acier au silicium
56	Disque frein	Acier
57	Garniture de frein (n'existe pas dans la liste)	Matériau composite
71	Roulement	Acier
76	Ventilateur de frein (ou clavette ventilateur ?)	Alliage aluminium (ou acier si clavette)

**B.1.4 Principe d'alimentation du frein :**

B-1.4.1 Les 2 bornes U1 et U2 sont reliées électriquement entre elles. Lors de l'alimentation pour l'obtention d'une des 2 vitesses (Pv ou Gv), une tension induite par le champ statorique va apparaître sur l'enroulement non alimenté ( $V_{U1N}$  par exemple dans le cas d'alimentation du moteur par U2, V2, W2 en Gv). Cette tension  $V_{U1N}$  va se retrouver en série avec  $V_{U2N}$ , la valeur efficace de la tension ainsi obtenue dépendant du décalage dans l'espace des bobines. Le moteur est conçu pour pouvoir fournir une tension suffisante quelque soit la vitesse choisie (de l'ordre de 220 Veff).

B-1.4.2 Ce mode d'alimentation du frein permet d'utiliser une tension induite issue du moteur lui-même, quelque soit le mode de vitesse choisi (si en PV, tension induite par les enroulements GV ; si en GV, tension induite par les enroulements PV). Aucune autre source n'est nécessaire.

**B.1.5 Schémas de puissance et de commande possibles d'un moteur de translation.**

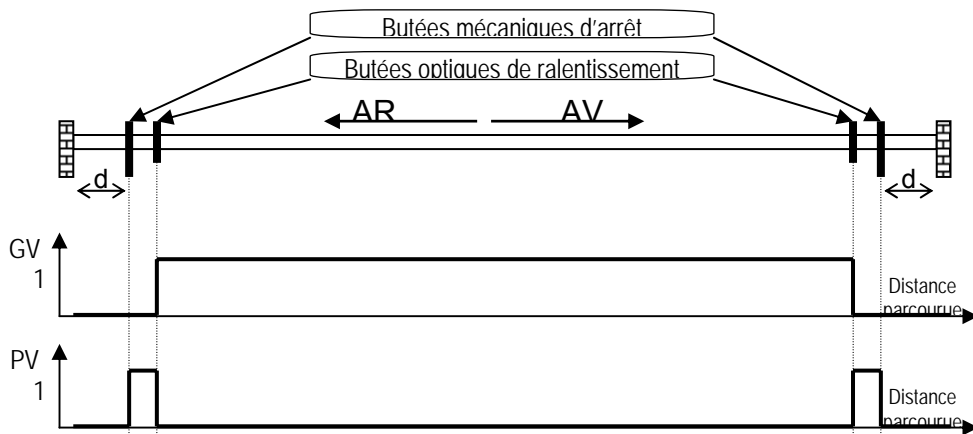
**Corrigé :** Voir page suivante .

**B.1.6 1 – Donner le principe de fonctionnement du détecteur repéré B74.**

Le capteur B74 est un détecteur optique (photoélectrique) qui devient actif lorsque le faisceau émis est coupé (commutation sombre).

Au passage du chariot devant la butée de ralentissement, le capteur envoie l'information de passage en petite vitesse.

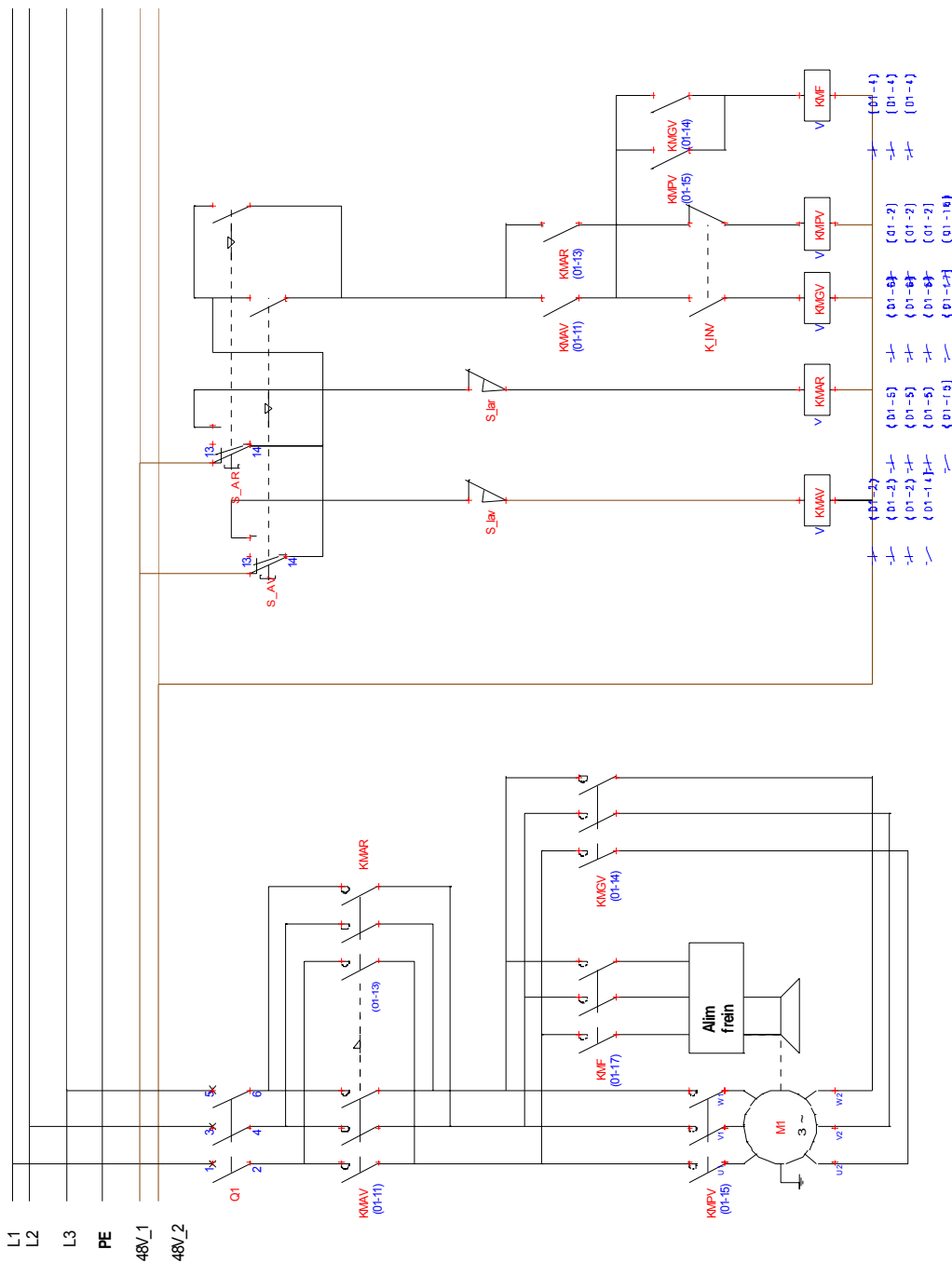
**2 – Domaine de fonctionnement en petite et grande vitesse des moteurs.**



### 3 - Que se passerait-il si l'une des butées optiques devenait défectueuse ?

Le chariot arriverait en grande vitesse sur les butées extrêmes et risque de percuter le mur.

#### Corrigé question B.1.5



Calculer à quelle distance minimum des extrémités devront être placés les butées mécaniques garantissant un arrêt garanti sans percussioin des murs.

Masses en mouvement :  $M = 10\,000 + 7\,990 = 17\,990 \text{ kg}$

Vitesse maxi en mouvement :  $v = 40 \text{ m/mn}$  soit  $0,67 \text{ m/s}$

Couple de freinage d'un moteur :  $C_{Fm} = 4,7 \text{ Nm}$

Rapport de réduction :  $r = 1 / 62,3$

Si  $\Theta$  est l'angle de rotation des galets de translation du pont :

$$\text{Energie} \rightarrow \frac{1}{2} M.v^2 = \frac{2.C_{Fm}}{r} . \Theta \quad (\text{il y a 2 freins, car 2 moteurs})$$

$$\text{soit} \quad \Theta = \frac{1}{2} \frac{M.v^2.r}{2.C_{Fm}} = \frac{17990.0,67^2}{4.4.7.62,3} = 6,9 \text{ rad}$$

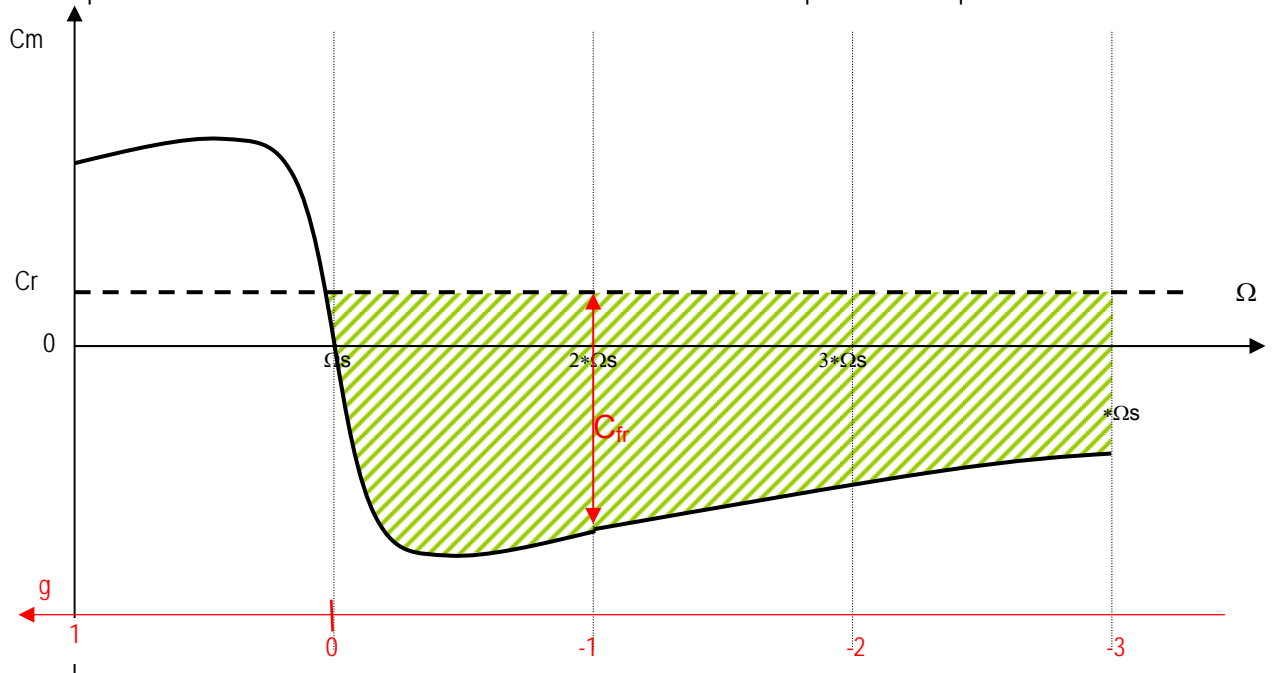
d'où distance d'arrêt :  $d = \Theta . R_{\text{Galet}} = 6,9 \times 0,14 = 0,96 \text{ m}$

**B.1.7** Lors de l'action des détecteurs photo-électriques, le moteur passe de la vitesse  $\Omega_{\text{GV}}$  à  $\Omega_{\text{PV}}$ . Nous nous intéressons au fonctionnement en petite vitesse pendant cette phase transitoire.

**B.1.8.1** Allure de  $C = f(\Omega)$  du moteur en petite vitesse pour  $\Omega$  variant de 0 à  $4 \times \Omega_s$ .

$C_r$  : Couple résistant considéré comme constant

$C_m$  : Couple moteur en petite vitesse



**B.1.8.2** Que devient la valeur du glissement lors du changement de vitesse ?

en GV :  $ns_{\text{gv}} = 50 \text{ tr} \cdot \text{s}^{-1}$  ; en PV :  $ns_{\text{pv}} = 12,5 \text{ tr} \cdot \text{s}^{-1}$

au changement de vitesse, le glissement en petite vitesse peut être exprimé par :

$$g_{\text{pv}} = (\Omega_s - \Omega) / \Omega_s = (\Omega_s - 4 \times \Omega_s) / \Omega_s = -3 \quad (\text{voir figure précédente})$$

**B.1.8.3** En considérant le moment d'inertie  $J_{\text{tr}}$  ramené sur l'arbre moteur, écrire la loi de ralentissement du système.

$$J_{\text{tr}} \cdot d\Omega/dt = C_m - (C_r + C_f) < 0 \quad \text{car } d\Omega/dt < 0 \quad \text{et } (C_r + C_f) > C_m$$

**B.1.8.4** Placer sur le graphe  $C = f(\Omega)$  précédemment tracé le couple de ralentissement pour  $\Omega = 2 \Omega_s$ .

Voir figure précédente ( $C_r = \text{cte}$ )

**B.1.8.5** Hachurer l'aire correspondant à la puissance dissipée pendant la phase de ralentissement.

Voir figure précédente

**B.1.8.6** Où cette puissance est-elle principalement dissipée? Justifier.

Lors du ralentissement, le moteur sert de frein électromagnétique et l'énergie de freinage est principalement dissipée dans le rotor avec :

$$P_{\text{jr}} = g \cdot P_{\text{tr}} \quad \text{avec un glissement important (Voir ci-dessus).}$$

## B.2 Etude du mouvement de levage

### B2.1 Etude électromécanique

#### B.2.1.1 Justifier le choix du moto réducteur

Masse  $M = 10\,000\text{ kg}$  à lever à la vitesse  $v = 4\text{ m/mn}$  au maxi

$$P_{GV} = M \cdot g \cdot v = 10\,000 \times 10 \times 4 / 60 = 6,6\text{ kW}$$

En petite vitesse :  $P_{PV} = 1,1\text{ kW}$

*Conclusion : le moto réducteur 7,4 kW en GV et 1,2 kW en PV est correctement adapté.*

#### B.2.1.2 Limiteur de charge « USM-Abus » associé au treuil de levage.

1. *Indiquer le rôle des bornes F1-F2 ainsi que H1-H2.*

Elles réalisent la mesure du courant PV en PV, puis en GV sur la phase 3.

2. *Rôle de la mesure de tension réseau ?*

En cas d'alimentation sous une tension trop faible ( $< 5\%$ ), le courant absorbé par le moteur serait trop élevé. Le module protège le moteur dans ce cas en contrôlant la tension d'alimentation.

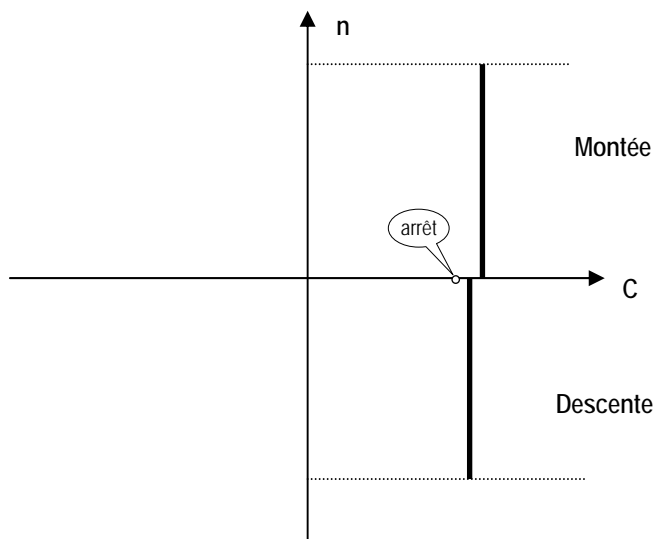
3. *Comment le limiteur autorise-t-il le passage de petite en grande vitesse ?*

Après le démarrage effectué en PV, le courant consommé diminue (sauf en surcharge) et un seuil réglé permet le passage automatique en GV.

4. *Donner la référence du limiteur USM pour notre treuil.*

Les courants du moteur en Gv et Pv sont de 15,3 et 5,6 A, ce qui conduit au choix de l'USM 25-3.

#### B.2.1.3 Tracer le déplacement du point de fonctionnement pour un cycle montée/descente en petite vitesse.



En montée, le couple moteur fournit le travail ( $C_r + C_{pertes}$ ).

Le moteur tournera à  $n < n_s$  voisin de 500 trs/mn (# 480).

En descente, la charge suspendue est entraînée, le moteur joue le rôle de frein et fournit un couple  $C_r - C_{pertes}$ .

Le moteur tournera à  $n > n_s$  voisin de 500 trs/mn (# 515).

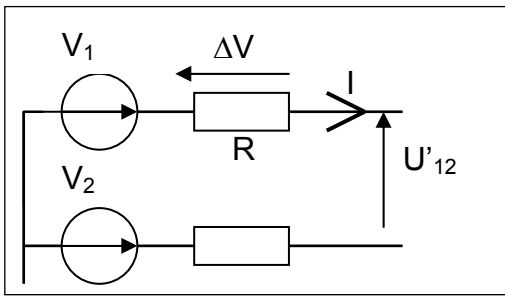
### B2.2 Etude électrique :

#### B.2.2.1 Commenter le symbole utilisé pour le moteur de levage. Est-il conforme ? Justifier.

Le symbole utilisé fait apparaître un bornage stator et rotor, alors que les deux enroulements séparés PV et GV sont statoriques. Les deux points étoile des enroulements sont sortis pour alimenter le frein.

Conclusion : symbole plus qu'approximatif !

**B.2.2.2 Justifier la formule proposée pour le calcul de la section d'alimentation du câble d'alimentation.**



R : résistance du câble,  
 $\Delta V$  : chute de tension aux bornes d'un conducteur de phase,  
 $\Delta U$  : chute de tension entre 2 fils de phase,  
 L : longueur du câble,  
 k : conductivité du câble ( $1/\rho$ ),  
 S : section.

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{L}{k \cdot S} \Rightarrow L = R \cdot k \cdot S \quad (1) \quad \text{d'où d'après le schéma}$$

$$\Delta V = R \cdot I \cdot \cos\phi \Rightarrow R = \frac{\Delta V}{I \cdot \cos\phi} = \frac{\Delta U}{I \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}} \quad (2)$$

on obtient alors  $(1)$  et  $(2) \Rightarrow L = \frac{\Delta U \cdot k \cdot S}{I \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}}$  ou  $S = \frac{L \cdot I \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}}{k \cdot \Delta U}$

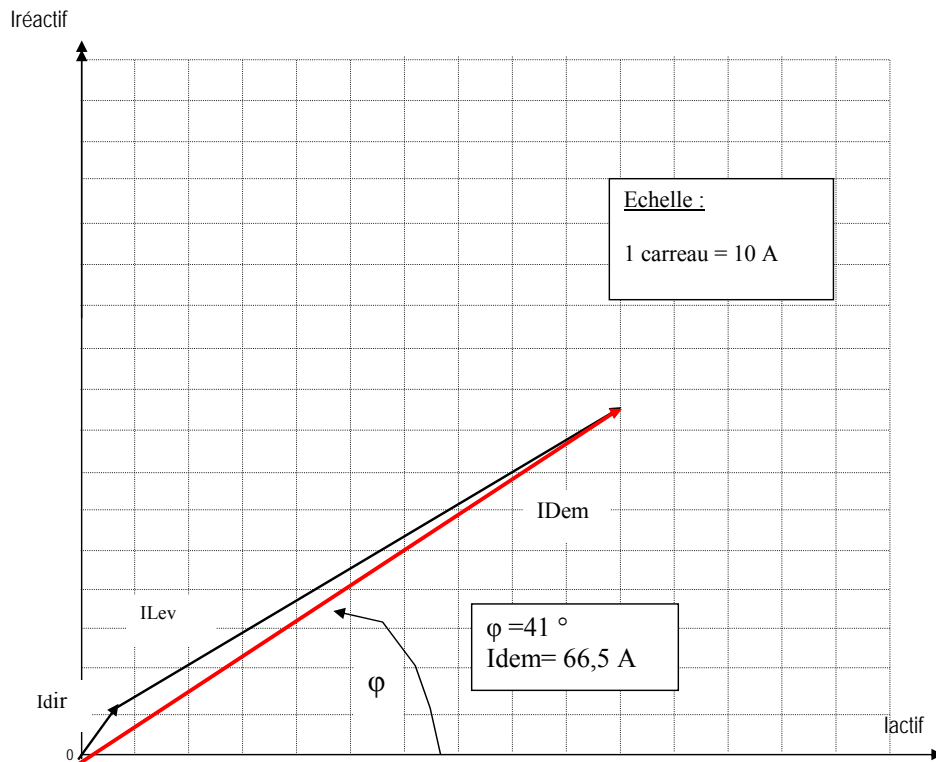
**B.2.2.3 Retrouver la valeur de la résistivité du cuivre.**

La résistivité du cuivre est l'inverse de la conductivité.

$$R = 1 / k = 1 / 57 = 17,5 \text{ m}\Omega \times \text{mm}^2 / \text{m}.$$

**B.2.2.4 Calculer la section du câble en cuivre adaptée à la chute de tension au démarrage.**

Courant max au démarrage : composition vectorielle de  $I_{\text{levage}} + I_{\text{direction}}$  (voir ci-dessous)



$I_{\text{dem}} \# 67\text{A}$  avec  $\cos\phi \# 0,76$

$$S = \frac{30 \cdot 67 \cdot 0,76 \cdot \sqrt{3}}{57 \cdot 0,05 \cdot 400} = 2,32 \text{mm}^2$$

B-2.2.5 Le câble installé est de type H07VVH6-F.

Dénomination du câble : H : Câble Harmonisé (CENELEC)

07 : Tension U0/U : 450/750 Volts

Isolant PVC et gaine extérieure en PVC

H6 : Câble méplat

F : Ame en cuivre classe 5

Référence complète :

H07VV H6 F 4 G 2.5

### **B2.3 Choix de l'appareillage :**

L'appareil Q21 est un disjoncteur moteur de référence GV2ME20.

Tracé de la caractéristique  $t = f(I)$

Caractéristique  $t = f(I)$  de Q21

