

# TD PRESSE MULTIPOINÇONNAGE

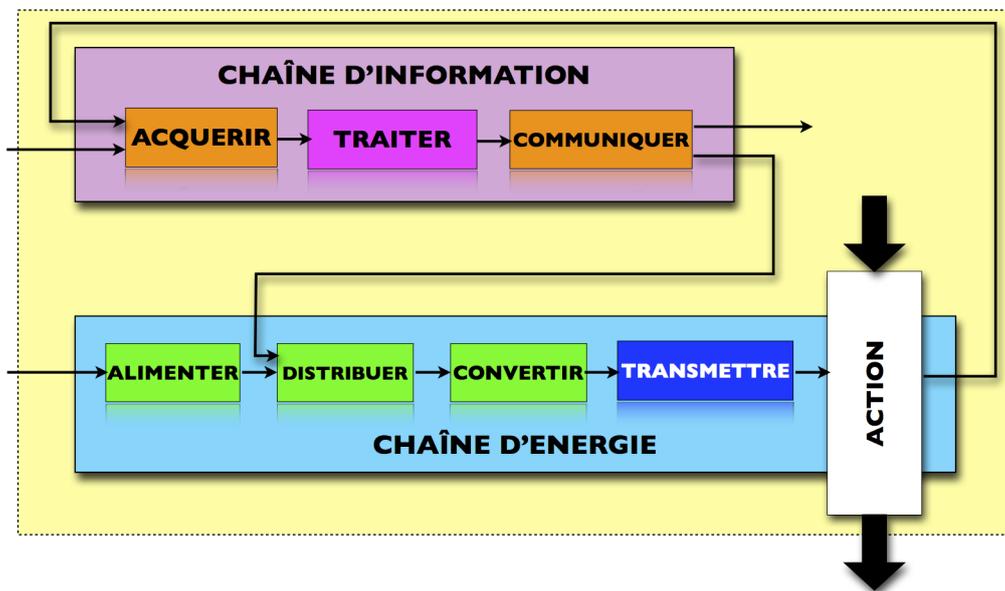
TD 5

CI3 : Chaîne d'énergie &gt; CONVERTIR

v2.0

*Lycée Jules Ferry - 82 Bd de la République - 06400 CANNES*

## Machines asynchrones PRESSE MULTIPOINÇONNAGE



### Compétences visées :

Compétence	Intitulé
B2-01	Associer un modèle aux constituants d'une chaîne d'énergie.
B2-02	Modéliser l'association convertisseur statique-machine.
B2-17	Adapter la typologie d'un convertisseur statique à la nature des sources.
C1-06	Proposer une méthode de résolution permettant la détermination des courants, des tensions, des puissances échangées, des énergies transmises ou stockées.
C2-29	Déterminer les courants et les tensions dans les composants.
C2-30	Déterminer les puissances échangées.
C2-31	Déterminer les énergies transmises ou stockées.

## Mise en situation

Une presse multi-poinçonnage permet la fabrication de couvercles de boîtes de conserves.

Elle peut s'adapter à de nombreux types de production, on peut modifier :

- le nombre et le diamètre des outils,
- la taille, l'épaisseur et le matériau des tôles à poinçonner.

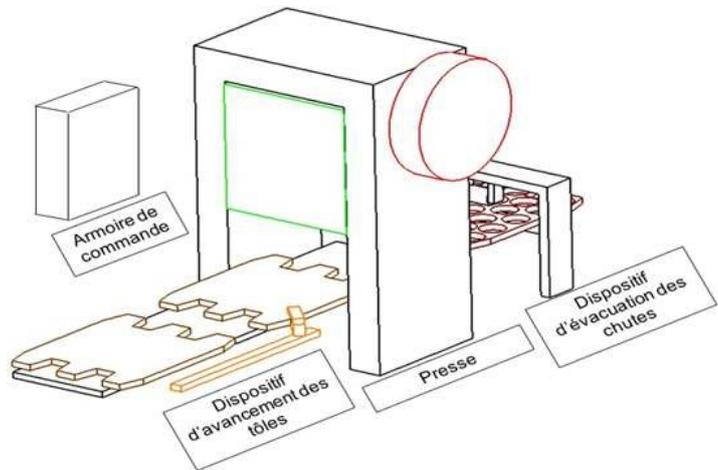


FIGURE 1 – Structure générale de la presse multi poinçonnage

## Données

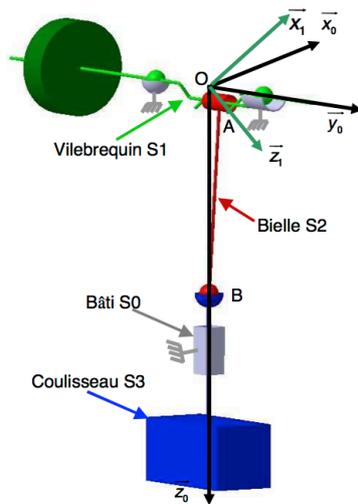


FIGURE 2 – Mécanisme de la presse

Le moteur retenu possède les caractéristiques suivantes :

- Puissance 22 kW
- Tension d'alimentation 230/400 V
- Vitesse de rotation nominale 975 tr/mn
- $\cos \varphi = 0.81$
- Rendement  $\eta = 89.6 \%$
- $I_D/I_N = 6.7$  ( $I_D$  courant de démarrage moteur)
- $C_D/C_N = 2.1$  ( $C_D$  couple de démarrage)
- $C_M/C_N = 2.8$

La presse est constituée :

- d'une armoire de commande,
- d'un dispositif d'avance des tôles,
- d'une presse,
- d'un dispositif d'évacuation.

Le mécanisme de frappe est constitué d'un vilebrequin mû par un moteur asynchrone, d'une bielle et d'un coulisseau.

Le moteur est connecté sur un réseau triphasé 230/400 V 50 Hz.

Un système poulie/courroie transmet le mouvement de rotation entre le moteur et le vilebrequin. Le rapport de réduction de ce système est égal à  $r = 1/4$ .

Le coulisseau doit être freiné entre deux poinçonnages.

### Objectif

On se propose dans ce TD d'étudier les caractéristiques couple/vitesse du moteur, la stratégie de sa commande et la réversibilité du variateur.

## Etude de la motorisation

### Caractéristiques du moteur

**Question 1** Déterminer : le couplage, le courant nominal  $I_N$ , le couple nominal  $C_N$ , le nombre de paires de pôles  $p$ , le couple de démarrage  $C_D$ , le couple maximum  $C_M$  du moteur et le glissement nominal  $g$ .

### Caractéristique couple/vitesse du moteur

Le schéma équivalent simplifié par phase ramené au stator est représenté ci-dessous. Les seules pertes envisagées sont les pertes joules rotoriques  $P_{Jr}$ .

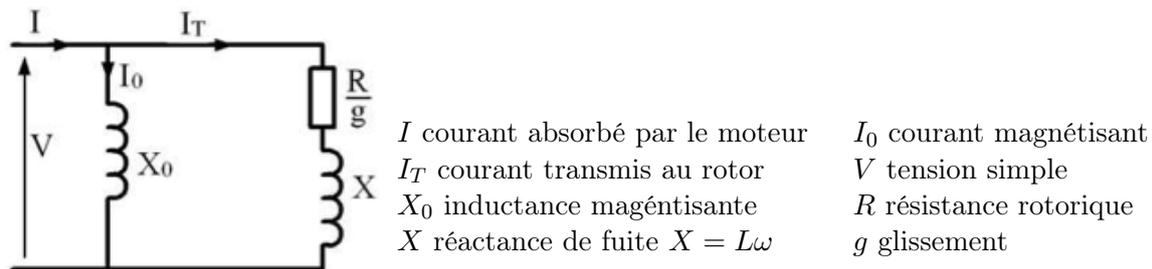


FIGURE 3 – Modèle d'une phase

**Question 2** Tracer sur le graphique du document réponse 1 l'allure de la caractéristique de couple électromagnétique  $C$  en fonction du glissement  $g$  pour  $g > 0$ .

Placer les points correspondant au démarrage, au fonctionnement nominal et au synchronisme.

On se propose de déterminer les points particuliers de cette caractéristique en fonction des éléments du schéma équivalent.

**Question 3** Déterminer la puissance électromagnétique  $P_{em}$  en fonction des éléments du circuit.

**Question 4** Exprimer les pertes joules rotoriques  $P_{Jr}$  et la puissance utile  $P_u$  en fonction de la puissance électromagnétique transmise.

**Question 5** Donner l'expression du couple électromagnétique  $C$  en fonction des éléments du circuit et de la pulsation des courants statoriques  $\omega$ .

Mettre cette expression sous la forme 
$$C = \frac{\alpha g}{1 + \beta g^2}$$

**Question 6** A partir de cette expression, vérifier que le couple électromagnétique est nul au synchronisme et qu'il passe par un maximum  $C_M$ .

**Question 7** Déterminer l'expression littérale des coordonnées de ce maximum.

**Question 8** Montrer que pour un fonctionnement proche de la vitesse de synchronisme à tension et fréquence constantes, le couple électromagnétique s'exprime  $C = Kg$ .

Déterminer l'expression de  $K$ .

**Question 9** À partir des caractéristiques du moteur calculées à la question 1, évaluer la valeur du coefficient  $K$  et des paramètres  $R$ ,  $X$  du modèle équivalent.

**Question 10** Déterminer l'expression du couple de démarrage théorique  $C_D$  et faire l'application numérique.

**Question 11** Compléter sur le document réponse la caractéristique  $C = f(g)$  lorsque  $g$  est négatif et proche du synchronisme.

Indiquer à quoi correspond ce mode de fonctionnement et s'il est utilisé sur la presse.

**Question 12** Le moteur de la presse est alimenté par un convertisseur de fréquence de type  $\frac{U}{f}$  constant. À partir de l'étude précédente, montrer qu'il est nécessaire de garder le rapport  $\frac{U}{f}$  constant pour garder  $C_M$  constant.

## Etude du convertisseur de fréquence

### Schéma de principe

Le schéma de principe du convertisseur retenu est donné ci-dessous :

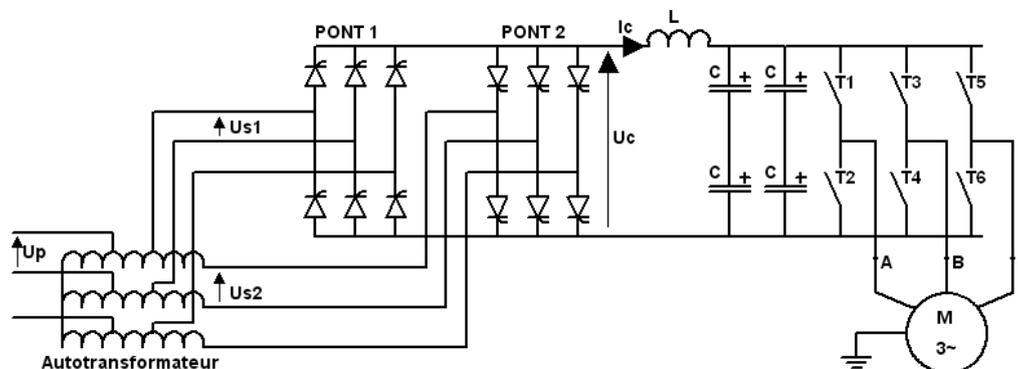


FIGURE 4 – Schéma du convertisseur statique

Caractéristiques de l'autotransformateur :

$$S_n = 37 \text{ kVA} \quad U_p = 400 \text{ V} \quad U_{s1} = 435 \text{ V} \quad U_{s2} = 510 \text{ V}$$

Les caractéristiques nominales du bus continu sont les suivantes :

$$U_c = 530 \text{ V} \quad \text{courant permanent } I_c = 125 \text{ A.}$$

Capacités de filtrage :

$$4 \text{ condensateurs } C = 10000 \mu\text{F}, 350 \text{ V}; \text{ Inductance : } L = 1 \text{ mH}, 80 \text{ A}$$

La conversion alternatif-continu est réalisée par des ponts tout thyristors. Le fonctionnement est similaire au fonctionnement des ponts redresseur à diodes mais la mise en conduction des thyristors s'effectue à partir d'un angle  $\alpha$ , appelé *angle de retard à l'amorçage*.

Deux boucles de régulation permettent d'asservir l'angle de retard à l'amorçage des thyristors des 2 ponts à la tension et au courant coté continu.

### Etude du convertisseur continu/alternatif à fréquence variable

La presse doit respecter les cadences suivantes, afin de s'adapter à la production de couvercles de différents diamètres :

$$\text{Cadence maximale} = 240 \text{ coups/minute.}$$

$$\text{Cadence minimale} = 80 \text{ coups/minute.}$$

**Question 13** Calculer les fréquences d'alimentation du moteur nécessaires pour permettre les cadences de fonctionnement extrêmes. Pour ce calcul, on peut négliger le glissement.

**Question 14** L'onduleur est constitué de 6 interrupteurs bidirectionnels en courants.

Tracer sur le document réponse l'allure des tensions aux bornes du moteur  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  et  $U_{CA}$  en fonction des périodes de conduction des interrupteurs. On supposera que la tension  $U_C$  reste constante.

**Question 15** Sur quel paramètre doit-on agir pour faire varier la fréquence d'alimentation du moteur ?

**Question 16** Calculer la valeur efficace de ces tensions et vérifier que le moteur pourra être alimenté sous sa tension nominale.

**Question 17** Quelle est la technique utilisée industriellement pour obtenir des courants absorbés par le moteur proche d'une onde sinusoïdale à partir de telles tensions ?

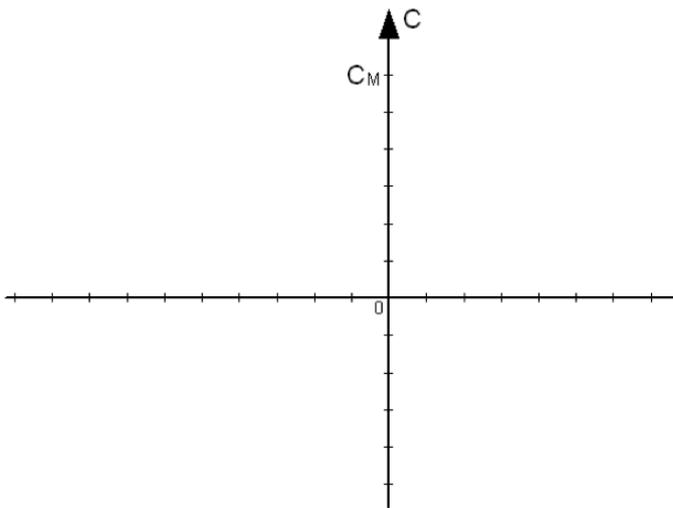
### Étude du convertisseur commandé alternatif / continu

**Question 18** Indiquer sur le document réponse les quadrants de fonctionnement du moteur de la presse.

En déduire le rôle des 2 ponts tout thyristors montés tête bêche.

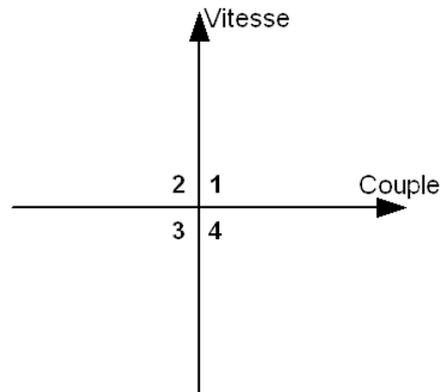
## Document réponse 1

Questions 2 et 11



Question 18

Machine asynchrone



Question 14

