

TD PRESSE MULTIPOINÇONNAGE

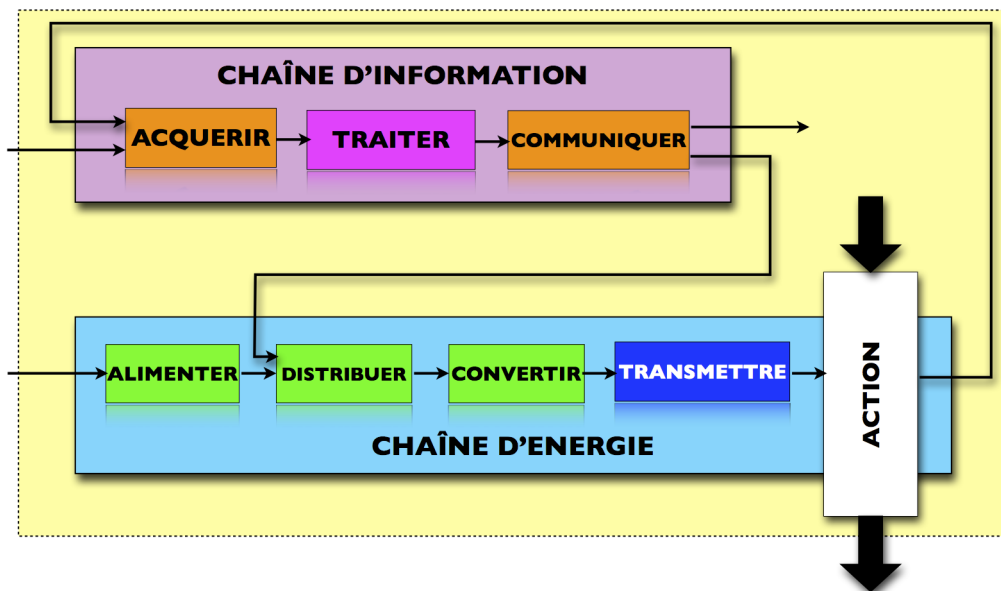
TD 5

CI3 : Chaîne d'énergie > 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.

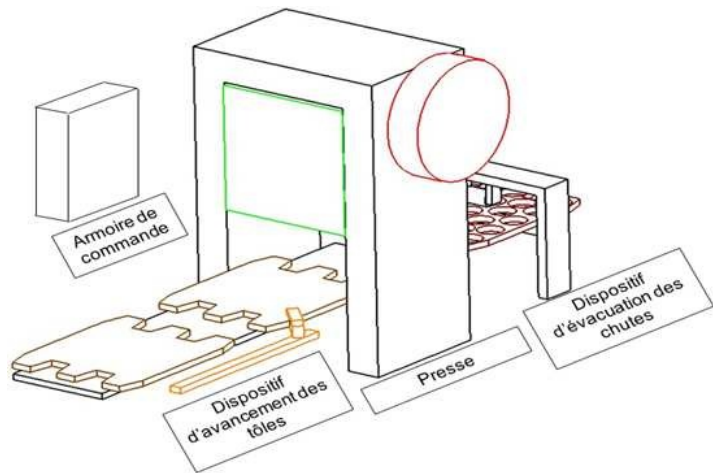


FIGURE 1 – Structure générale de la presse multi poinçonnage

Données

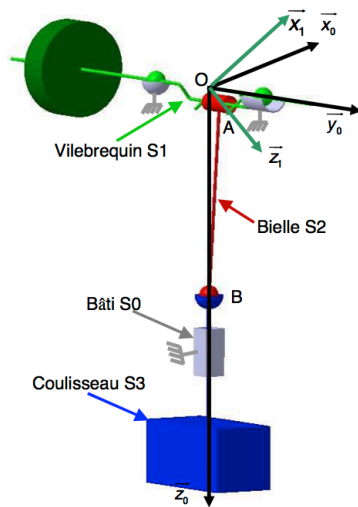


FIGURE 2 – Mécanisme de la presse

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} .

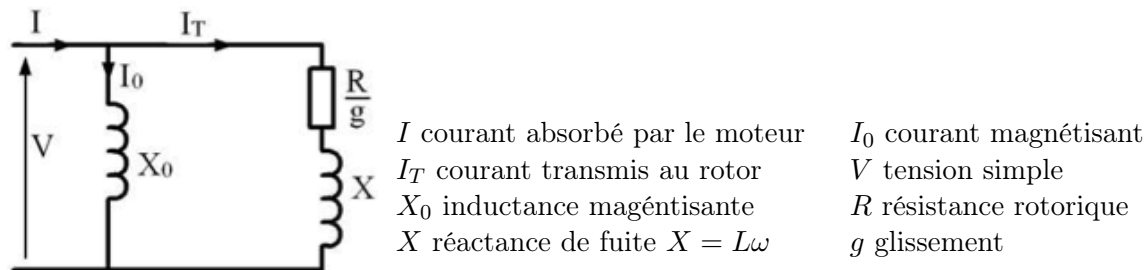


FIGURE 3 – Modèle d'une phase

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 ω .

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 :

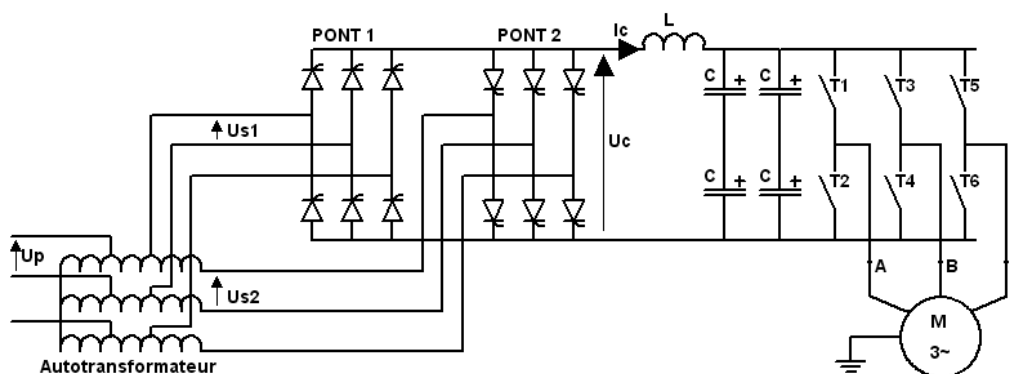


FIGURE 4 – Schéma du convertisseur statique

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 α , 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 ?

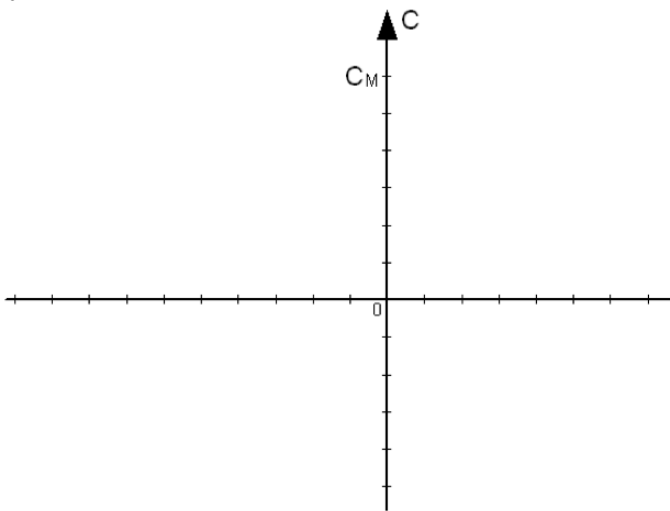
Étude du convertisseur commandé alternatif / continu

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.

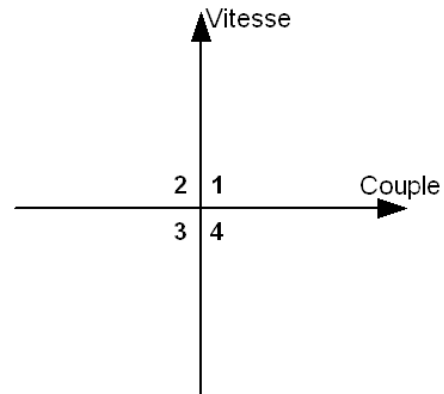
Document réponse 1

Questions 2 et 11



Question 18

Machine asynchrone



Question 14

