

ATS 2018 - Moteur asynchrone

**TABLE DE RADIOLOGIE D<sup>2</sup>RS**

La radiologie dite « conventionnelle » permet l'exploration des structures anatomiques internes à l'aide d'images fournies par un faisceau de rayons X traversant le sujet. Elle a un intérêt diagnostique de premier plan dans de nombreux domaines de la médecine malgré l'apparition de nouvelles techniques non invasives comme l'imagerie par résonance magnétique (IRM), la tomодensitométrie ou scanner (TDM), ou encore l'échographie. Elle nécessite une table télécommandée, un pupitre de commande et une source de rayons X associée à un détecteur. Le patient est placé entre la source (tube à rayons X) et un capteur plan numérique. Selon la nature des tissus traversés, les rayons X seront plus ou moins atténués et donneront au final une image radiologique contrastée (plus de 4 000 niveaux de gris différents).

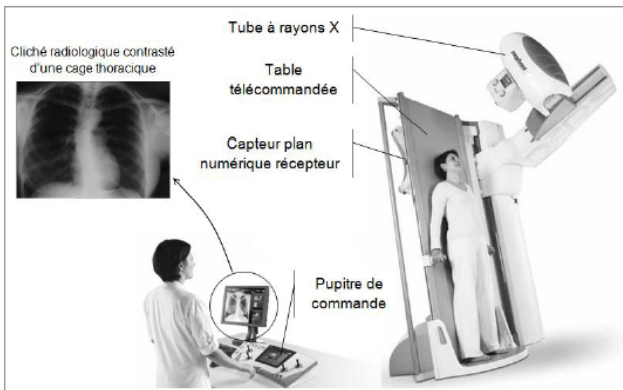


Figure 1 : mise en situation de la table de radiologie D<sup>2</sup>RS

L'architecture générale de la table de radiologie D<sup>2</sup>RS ainsi que le repérage de ses mouvements possibles sont donnés Figure 2.

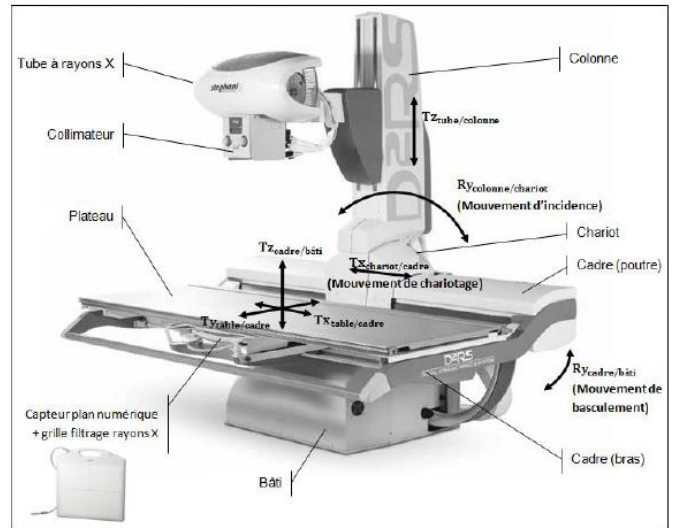


Figure 2 : architecture de la table D<sup>2</sup>RS

Le diagramme partiel de blocs internes de la table D<sup>2</sup>RS est décrit Figure 6.

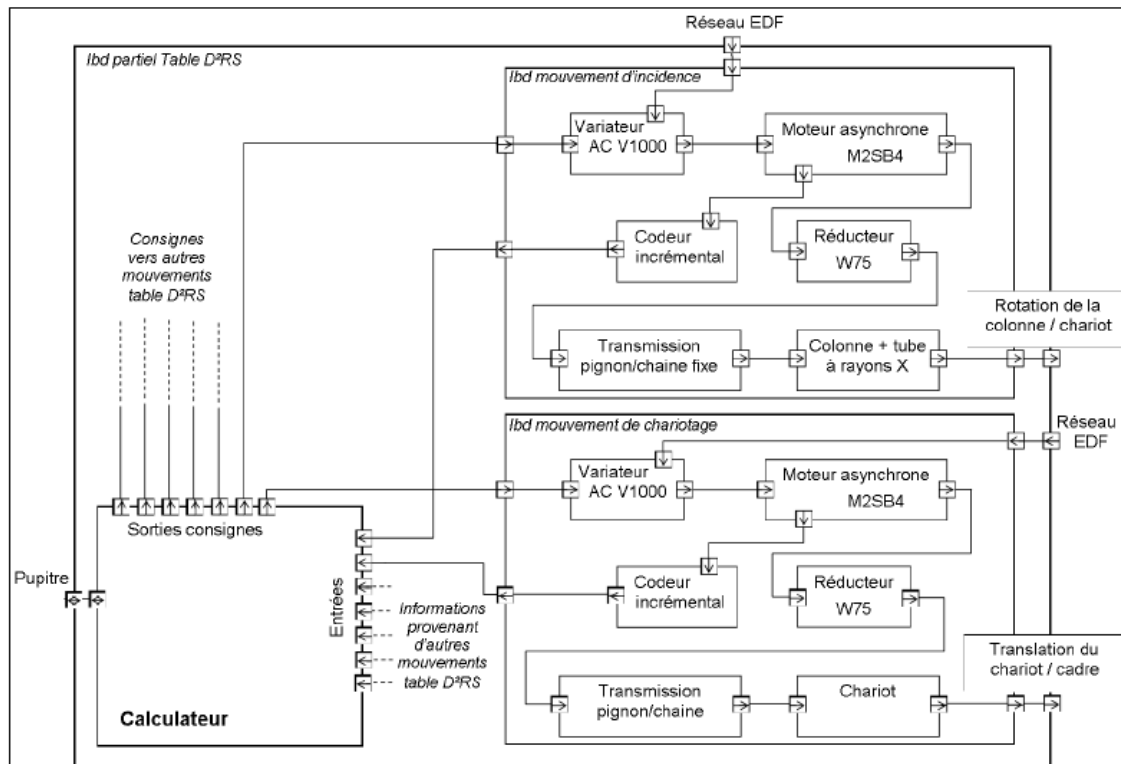


Figure 6 : diagramme partiel de blocs internes



## Partie IV : stabilité du mouvement de chariotage à faible vitesse

### Problématique

Lorsque le manipulateur radio agit sur le mouvement de chariotage pour positionner précisément la source de rayons X et cibler la zone à radiographier pour une tomosynthèse, des instabilités apparaissent à basse vitesse et perturbent son réglage.




**Objectif :** Étudier la machine asynchrone triphasée et les limites de la stratégie de commande à  $\frac{v}{f} = cst.$

### Détermination des grandeurs nominales de la machine

#### Hypothèses :

La table de radiographie D<sup>2</sup>RS est alimentée par le réseau monophasé 230 V / 50 Hz, le variateur délivre au maximum 230 V entre phases. Toutes les pertes de la machine asynchrone sont négligées à l'exception des pertes joules au rotor.

#### Plaque signalétique du moteur :

						
3~ Mot	M 2SB 4 FD	Cod	8G360209CV			
No	F-01-13 / 6771243	S 1	IMB	5	14.5	kg
kW	1.1 / 50Hz					
Hz	V (+/- 10%)	A	min-1	Cos $\phi$		
50	133 / 230 D/Y	4.7 / 2.7	1400	0.78		

**Q24** Déterminer pour cette machine :

- le nombre de paires de pôles  $p$  ;
- le glissement nominal  $g_n$  ;
- la puissance active absorbée nominale  $P_{ab}$  ;
- les pertes joules rotoriques  $P_{jr}$  ;
- le rendement  $\eta_n$  ;
- le couplage des enroulements.

**Modèle équivalent par phase de la machine asynchrone :**

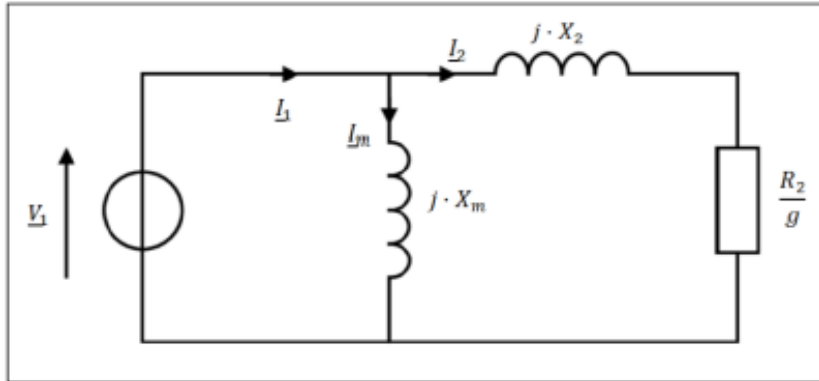


Figure 12 : modèle équivalent par phase

**Paramètres :**

$X_m = L_m \cdot \omega$	Réactance de magnétisation
$X_2 = L_2 \cdot \omega$	Réactance de fuite d'une phase rotor ramenée au stator
$R_2$	Résistance d'une phase rotor ramenée au stator
$g$	Glissement
$\omega$	Pulsation des courants statoriques

**Hypothèses :** Toutes les pertes de la machine asynchrone sont négligées à l'exception des pertes joules au rotor.

Deux essais ont été effectués pour déterminer les valeurs numériques des paramètres :

Essai à vide	
Conditions de l'essai	Mesures
Machine désaccouplée	Puissance réactive absorbée $Q_0 = 442 \text{ VAR}$
Tension d'alimentation : $V_{10} = 133 \text{ V}$	
Fréquence $f = 50 \text{ Hz}$	
Essai à rotor bloqué	
Conditions de l'essai	Mesures
Machine avec rotor bloqué	Puissance apparente absorbée $S_{rb} = 117 \text{ VA}$
Tension d'alimentation : $V_{1rb} = 15 \text{ V}$	Intensité du courant $I_{2rb} = 2,49 \text{ A}$
Fréquence $f = 50 \text{ Hz}$	Facteur de puissance $f_p = 0,49$

**Q25** Faire une hypothèse sur la valeur du glissement dans l'essai à vide et représenter le schéma simplifié du modèle équivalent par phase. Exprimer la puissance réactive  $Q_0$  en fonction des éléments du schéma et en déduire la valeur numérique de l'inductance de magnétisation  $L_m$ .

**Q26** Faire une hypothèse sur la valeur du glissement dans l'essai à rotor bloqué et représenter le schéma simplifié du modèle équivalent par phase. Exprimer les puissances active  $P_{rb}$  et réactive  $Q_{rb}$  en fonction des éléments du schéma. En déduire les valeurs numériques de la résistance rotorique  $R_2$  et de l'inductance de fuite rotorique  $L_2$ .



ATS 2018 - Moteur asynchrone

Les valeurs numériques retenues pour la suite du problème sont :

$L_m = 0,382 \text{ H}$	Inductance de magnétisation
$L_2 = 16,5 \text{ mH}$	Inductance de fuite d'une phase rotor ramenée au stator
$R_2 = 3,08 \Omega$	Résistance d'une phase rotor ramenée au stator

**Q27** Indiquer le paramètre de l'alimentation sur lequel on peut agir pour faire varier la vitesse de la machine.

**Q28** Montrer que le couple électromagnétique  $C_{em}$  de la machine peut se mettre sous la forme  $C_{em} = K \cdot \frac{x}{(x^2 + X_2^2)}$  et exprimer les paramètres  $K$  et  $x$ . Valider le modèle par le calcul du couple nominal de la machine.

Puis montrer que  $C_{em}$  est maximum pour  $g = g_{max} = \frac{R_2}{X_2}$ . En déduire l'expression de  $C_{max}$  en fonction de  $L_2, V_1, p$  et  $f$ .

**Q29** Justifier qualitativement le choix d'une commande scalaire en  $\frac{V_1}{f}$  pour une machine asynchrone associée à un onduleur de tension (ou de courant).

Le couple dans une machine asynchrone est directement proportionnel au carré du flux créé par l'inductance magnétisante  $L_m$ . Les performances optimales sont obtenues si le flux, donc le courant magnétisant  $I_m$ , est maintenu constant sur toute la plage de vitesse.

**Q30** Exprimer la valeur efficace du courant magnétisant  $I_m$  en fonction de  $V_1, L_m$  et  $f$ , puis justifier le choix d'une commande scalaire.

Un modèle plus complet de la machine asynchrone est proposé à la Figure 13.

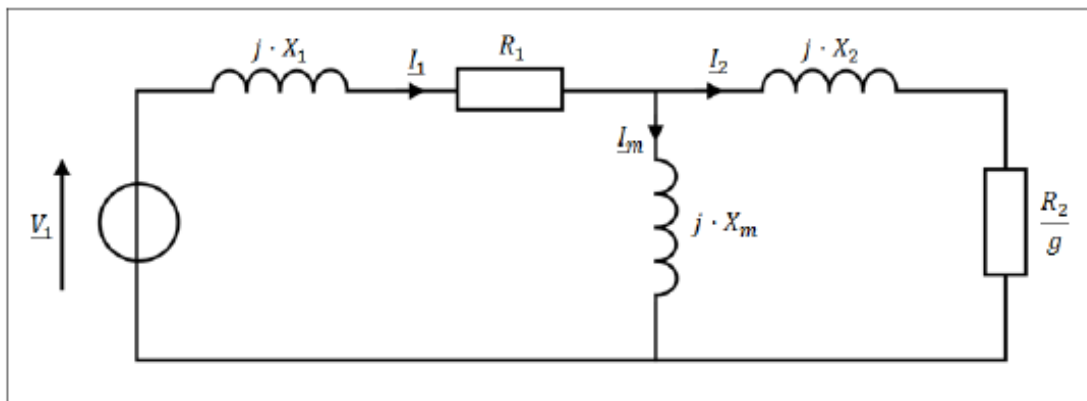


Figure 13 : modèle complet par phase de la machine asynchrone

Paramètres :

$X_m = L_m \cdot \omega$	Réactance de magnétisation
$X_2 = L_2 \cdot \omega$	Réactance de fuite d'une phase rotor ramenée au stator
$R_2$	Résistance d'une phase rotor ramenée au stator
$X_1 = L_1 \cdot \omega$	Réactance de fuite d'une phase stator
$R_1$	Résistance d'une phase stator

Les paramètres de l'enroulement stator ont fait l'objet d'une mesure. On a relevé  $R_1 = 0,85 \Omega$  et  $L_1 = 3,24 \text{ mH}$ .



## ATS 2018 - Moteur asynchrone

**Q31** Calculer la chute de tension statorique au point nominal.

Par simulation du modèle complet par phase, deux courbes ont été obtenues : le courant magnétisant  $I_m$  (A) à la Figure 14 et la chute de tension  $\Delta_u$  (% de  $V_1$ ) à la Figure 15, en fonction de la fréquence d'alimentation  $f$  (Hz).

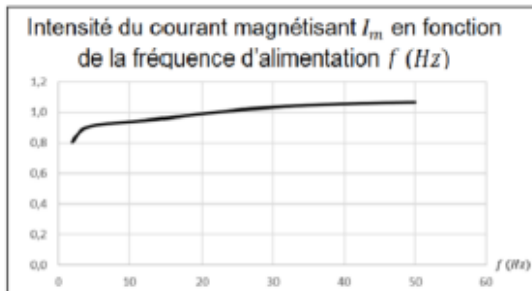


Figure 14 :  $I_m$

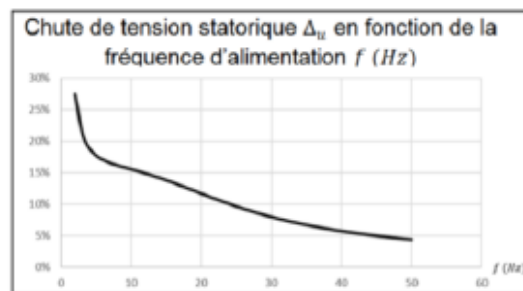


Figure 15 :  $\Delta_u$

**Q32** Commenter les courbes obtenues par simulation et conclure sur les limites de la commande scalaire. Proposer une autre stratégie de commande qui réponde à la problématique.