

1) Nature du modèle

c'est une machine synchrone à rotor bobiné à pôles lisses ( $L_d = L_q = L_s$ ) (0,1 r)

non linéaire, multivariable et couplé. (0,1 r)

$v_{sd}, v_{sq}$  et  $v_r$  comme entrées (0,1 r)

$i_{sd}, i_{sq}, i_{rq}$  et  $\omega$  comme variables d'état (0,1 r)

2) schéma bloc

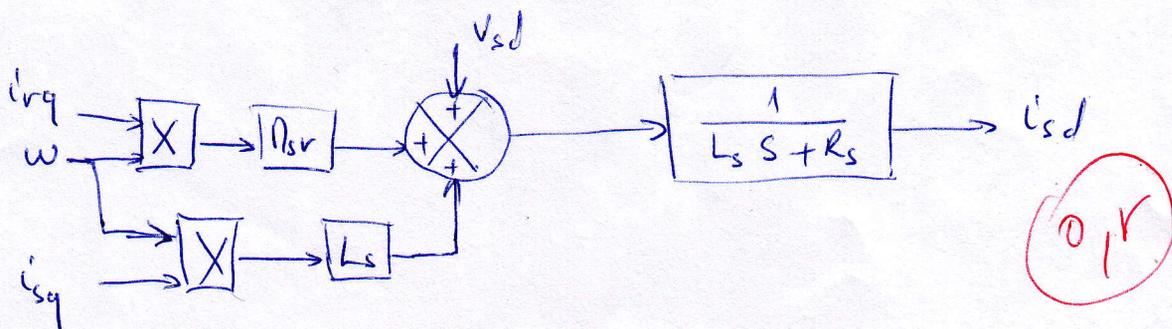
utilisant la transformée de Laplace, on obtient :

$$i_{sd} = \frac{1}{L_s s + R_s} (L_s \omega i_{sq} + M_{sr} \omega i_{rq} + v_{sd})$$
(0,15)

$$i_{sq} = \frac{1}{\sigma L_s s + R_s} \left( -L_s \omega i_{sd} + \frac{R_r M_{sr}}{L_r} i_{rq} + v_{sq} + v_{rq} \frac{M_{sr}}{L_r} \right)$$
(0,15)

$$i_{rq} = \frac{1}{\sigma L_r s + R_r} \left( M_{sr} \omega i_{sd} + \frac{R_s M_{sr}}{L_s} i_{sq} - \frac{M_{sr}}{L_s} v_{sq} - v_{rq} \right)$$
(0,15)

$$\omega = \frac{1}{J \cdot s + f} \left( -p^2 M_{sr} i_{sd} i_{rq} - p c_r \right)$$
(0,15)



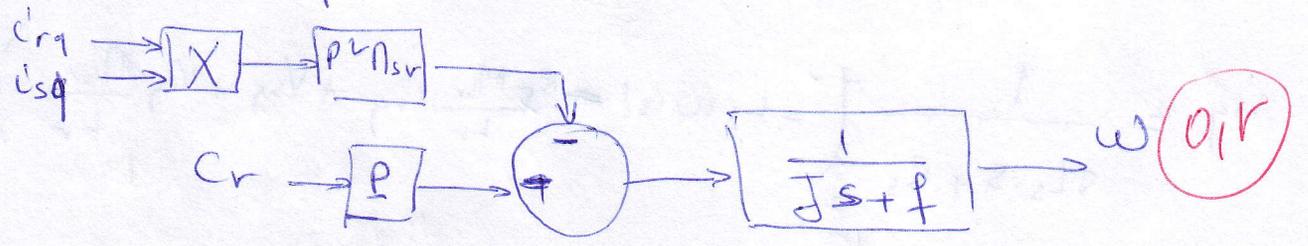
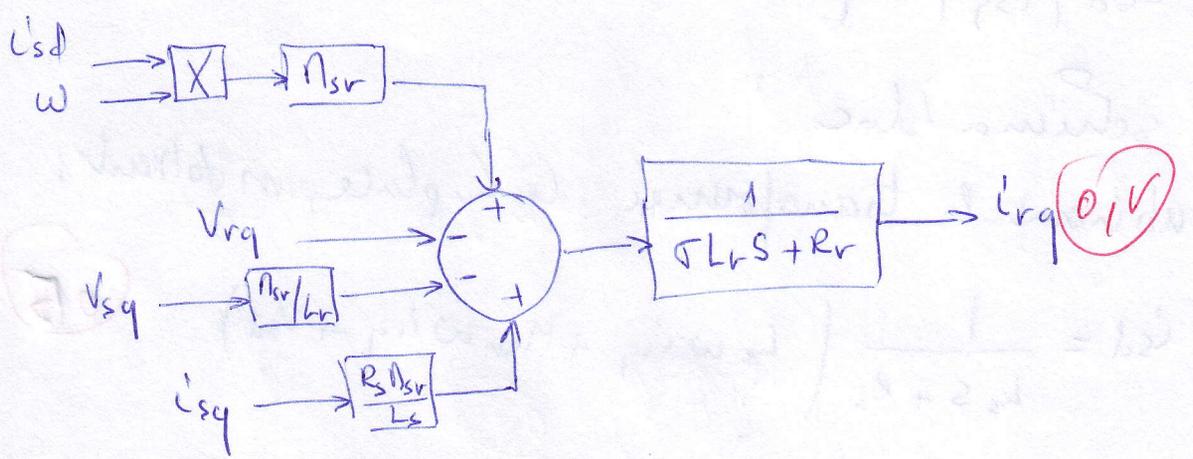
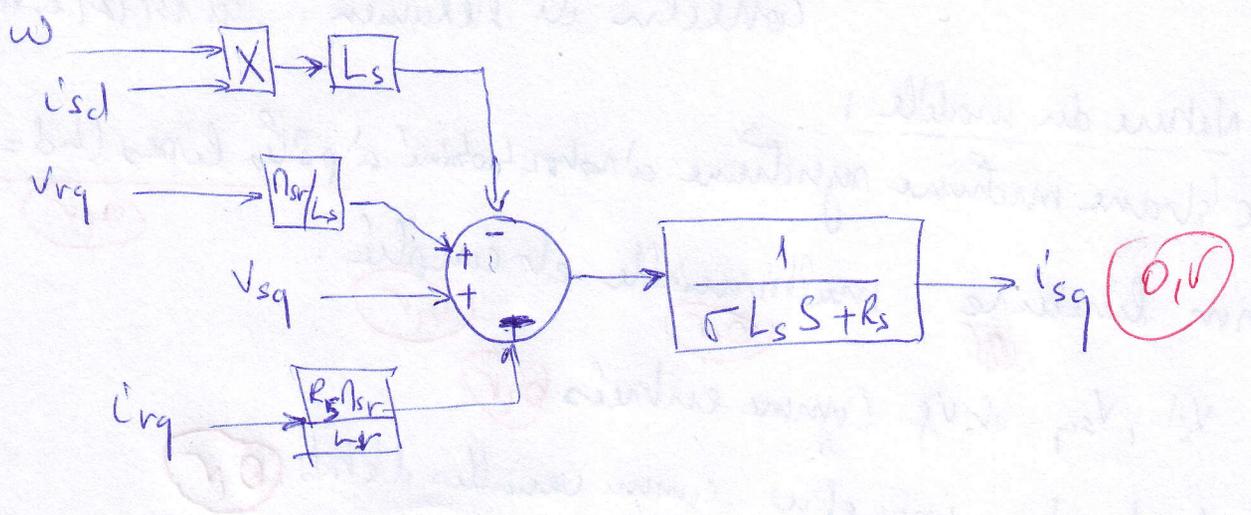
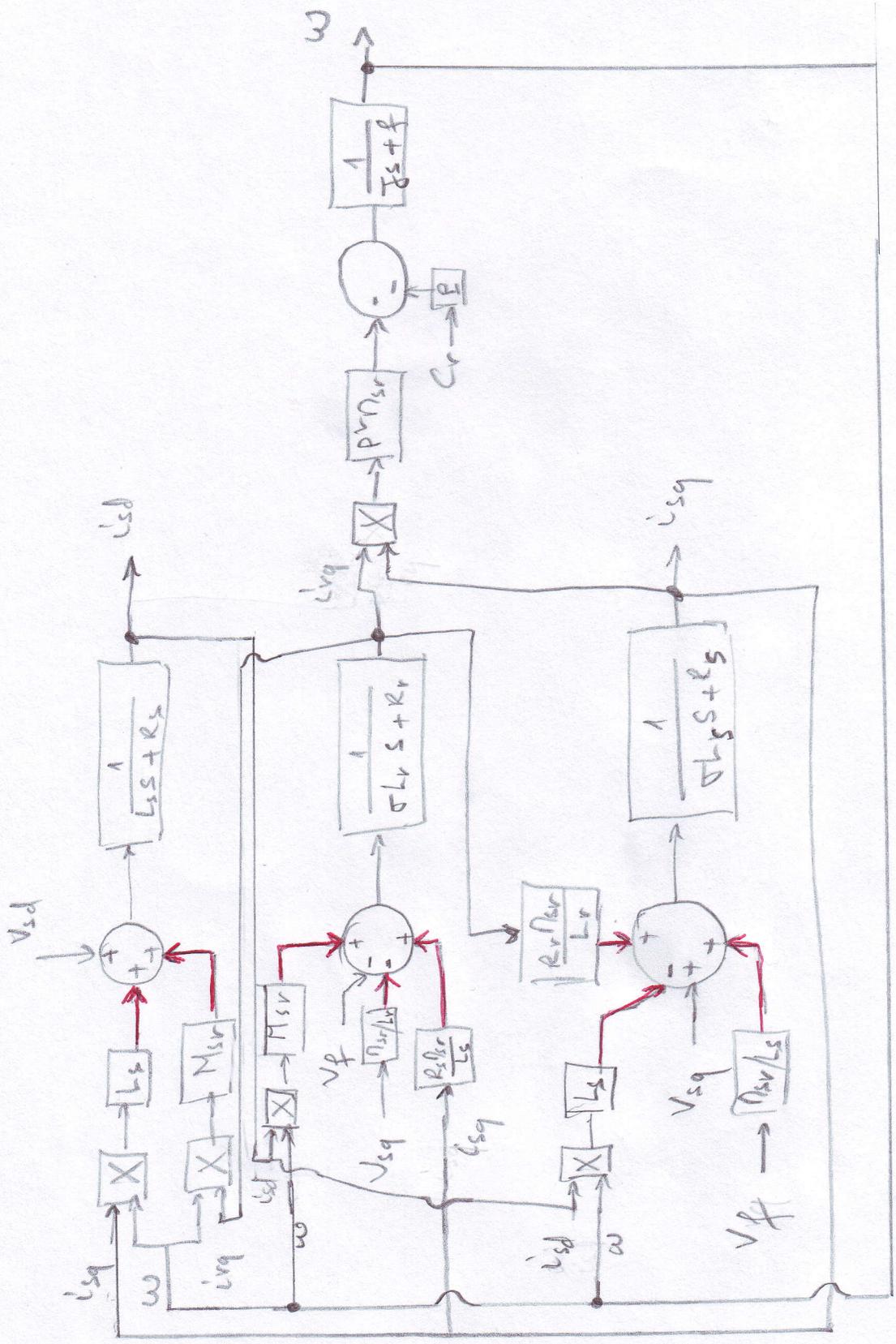


Schéma block global :



~~DT~~

3) *Expliquer le principe de fonctionnement d'une machine synchrone à réluctance variable, quelle est la nature du couple électromagnétique ? (4 pts)*

-Le fonctionnement du moteur à réluctance variable est basé sur le principe de variation de la réluctance provoquée par la déformation du circuit magnétique. La production de couple est donc d'origine purement réluctante (tendance d'un circuit magnétique à minimiser sa réluctance ou maximiser son inductance). (2 pts)

-Le moteur à réluctance variable produit un couple purement réluctant et fortement ondulatoire. A cause de la structure magnétique, le couple est une fonction fortement non linéaire du courant et de la position. (2 pts)

4) *En traction électrique souvent, on a recourt au moteur à déplacement linéaire, expliquer le principe de fonctionnement du moteur synchrone triphasé à aimants permanents linéaire, en citant les nouvelles contraintes auxquelles on doit faire face ? (4 pts)*

Le fonctionnement d'un moteur linéaire synchrone se base sur le même principe électromagnétique qu'un moteur rotatif, un bobinage triphasé parcouru par des courants triphasés crée un champ magnétique glissant et l'interaction avec le champ magnétique des aimants crée une force de déplacement. La principale force de déplacement est une force tangentielle. Elle peut se calculer par la loi de Laplace.

(2 pts)

Avec les nouvelles contraintes auxquelles on doit faire face suivants :

\*Effets d'extrémités

Les effets d'extrémités regroupent deux grands phénomènes :

- Les effets liés à la largeur finie du primaire qui génèrent des forces d'extrémités.

- L'influence du bobinage des têtes de bobines qui crée une asymétrie des couplages entre les différentes inductances qui composent le bobinage . (1 pts)

\*Effets d'encoches ou de denture (Cogging)

Tout comme celle des moteurs tournants, les encoches du primaire du PMLSM, étant constituées de matériaux ferromagnétiques, subissent l'attraction des aimants. Ainsi, il en résulte une force normale et une force tangentielle. Cette force tangentielle aux encoches vient donc s'ajouter à la force de poussée du moteur, et donc doit être considérée comme une force perturbatrice (1 pts)

5) *Quelles sont les modifications à faire au modèle de la machine synchrone à aimants permanents rotatif pour qu'il représente une MSAP à mouvement linéaire ? (4 pts)*

Le couple devient une poussée linéaire (force tangentielle) et la vitesse de rotation devient une vitesse linéaire. Outre la force tangentielle  $F_x$  il faut tenir compte de l'attraction (la force normale  $F_z$ ) qui s'exerce entre l'inducteur et l'induit. En effet, les bobines jouent aussi le rôle d'électroaimant collant le mobile au rail. (2 pts)

Insertion d'un terme dans le modèle liée à l'effet d'extrémité (2 pts)