



**TP N° 03: Modélisation et simulation des machines Synchrones**

**1- Objectif du TP:**

- Implémentation de transformation de Park pour un système triphasé;
- Analyse de l'effet de la vitesse des axes dq;
- Présentation générale de modèle de machine synchrone à rotor bobiné;
- Utilisation d'un modèle biphasé de MS à rotor bobiné;
- Implémentation sur Simulink modèle biphasé de MS;
- Analyse des résultats pour différentes conditions de fonctionnement de MS

**2- Transformation de Park**

Soit une source triphasé sinusoïdale d'alimentation d'un moteur synchrone défini comme suit:

$$\begin{cases} V_a = \sqrt{2} \cdot 220 \sin(2 \cdot \pi \cdot 50t) \\ V_b = \sqrt{2} \cdot 220 \sin(2 \cdot \pi \cdot 50t - 2 \cdot \pi/3) \\ V_c = \sqrt{2} \cdot 220 \sin(2 \cdot \pi \cdot 50t + 2 \cdot \pi/3) \end{cases}$$

- 1- Implémenter sur Simulink Matlab la transformation de Park de  $V_a, V_b$  et  $V_c$  pour avoir  $V_d V_q$  lorsque la vitesse des axes d q est  $\omega=2\pi \cdot 50$ .
- 2- Présenter les résultats de tension dans les axes d q. Que remarquez-vous?
- 3- Varier la vitesse des axes  $\omega=0$  et représenté les résultats de tension  $V_d V_q$ . Que remarquez-vous?

**3- Modélisation de la machine synchrone**

Soit le modèle de machine Synchrone à rotor bobiné sans amortisseur présenté par les équations:

• **Equation électrique**

<u>Pour l'ensemble des phases au stator(Induit)</u>	<u>Au rotor (Inducteur)</u>
$\begin{bmatrix} V_{sa} \\ V_{sb} \\ V_{sc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s & 0 & 0 \\ 0 & R_s & 0 \\ 0 & 0 & R_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{sa} \\ I_{sb} \\ I_{sc} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \varphi_{sa} \\ \varphi_{sb} \\ \varphi_{sc} \end{bmatrix}$ <p>Ou :</p> $[V_s] = [R_s][I_s] + \frac{d}{dt} [\varphi_s]$	$\begin{bmatrix} V_f \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_f & 0 & 0 \\ 0 & R_f & 0 \\ 0 & 0 & R_f \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_f \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \varphi_f \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ <p>Ou :</p> $[V_f] = [R_f][I_f] + \frac{d}{dt} [\varphi_f]$
<p>• <b>Equation magnétique</b></p> $\begin{bmatrix} [\varphi_s] \\ [\varphi_f] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [L_s] & [M_{sf}] \\ [M_{fs}] & [L_f] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [I_s] \\ [I_f] \end{bmatrix}$	<p>• <b>Equation mécanique</b></p> $J \frac{d}{dt} (\Omega) = C_e - C_r - F\Omega$ <p>L'expression du couple électromagnétique:</p> $C_e = \frac{3}{2} p [(L_d - L_q) I_d I_q + M_f I_q I_f] = \frac{3}{2} p [(\phi_d I_q - \phi_q I_d)]$

1-Utiliser la transformation de Park pour avoir un modèle biphasé pour la machine synchrone présentée ;

2-Présentez les équations de MS sous forme Matricielle;

✓ **Implémentation sur Simulink**

3- Implémenter un schéma bloc pour ce modèle sous SIMULINK;

6-Présenter les résultats de vitesse, les courants, les flux et le couple électromagnétique du scénario Cr=0 à t=[0s 3s] et Cr=5 Nm à t=[3s à 4s]

4- Ajouter sur le schéma-bloc la transformation de Park inverse pour avoir les grandeurs réel.

5-Illustrer les courbes de vitesse, des courants, des flux pour le système triphasé .

```

clc;
clear;
Vf=100;
Rs=0.48;
J=0.05;
F=0;
P=3;
Rf=50;
Mf=0.00236;
Ld=0.00231;
Lq=0.00231;
Lf=0.0924;
R=[Rs 0 0 ; 0 Rs 0 ; 0 0 Rf];
L=[Ld 0 Mf ; 0 Lq 0 ; Mf 0 Lf];
A=[0 -Lq 0 ; Ld 0 Mf ; 0 0 0];
    
```

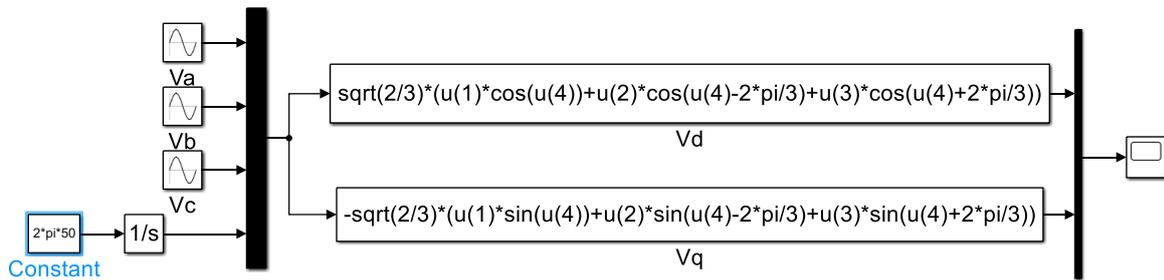


Fig.1 Transformation de Park pour système triphasé

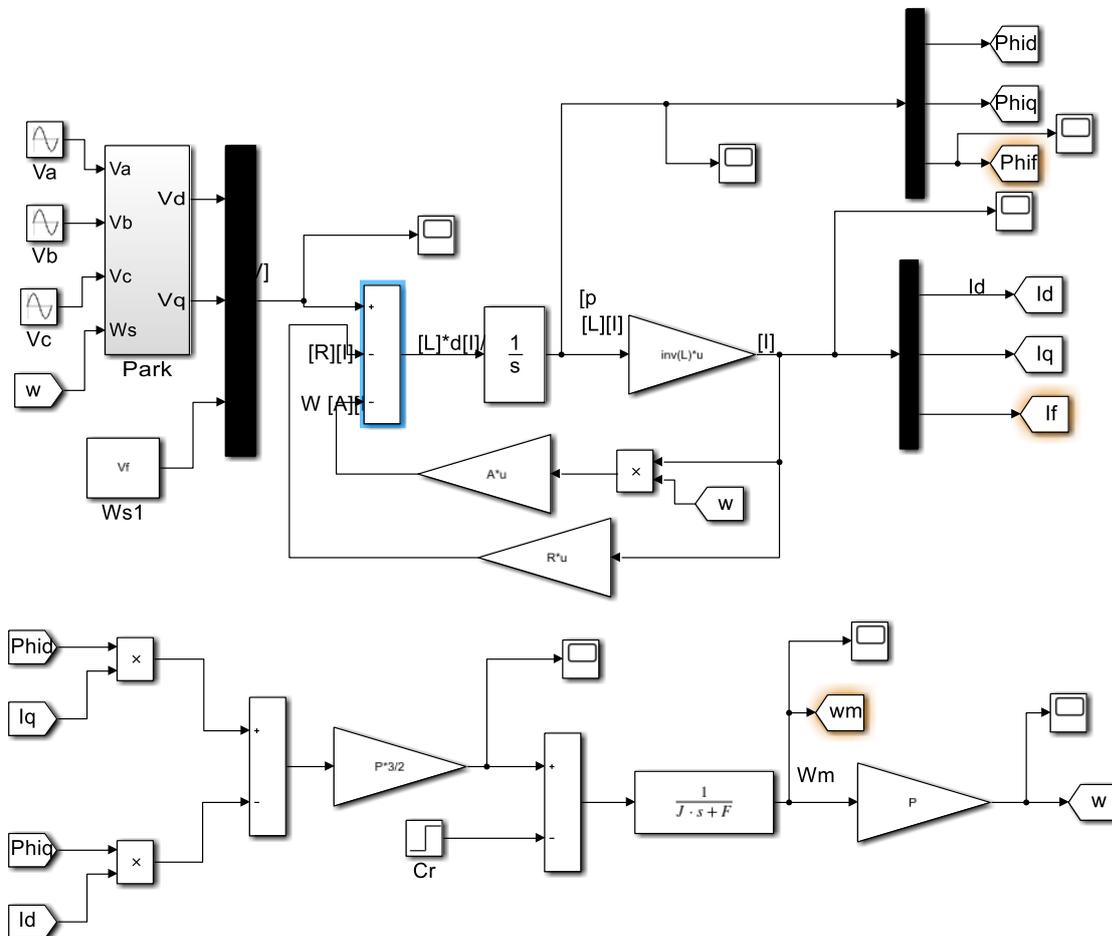


Fig.2 Simulation d'une machine synchrone à rotor bobiné