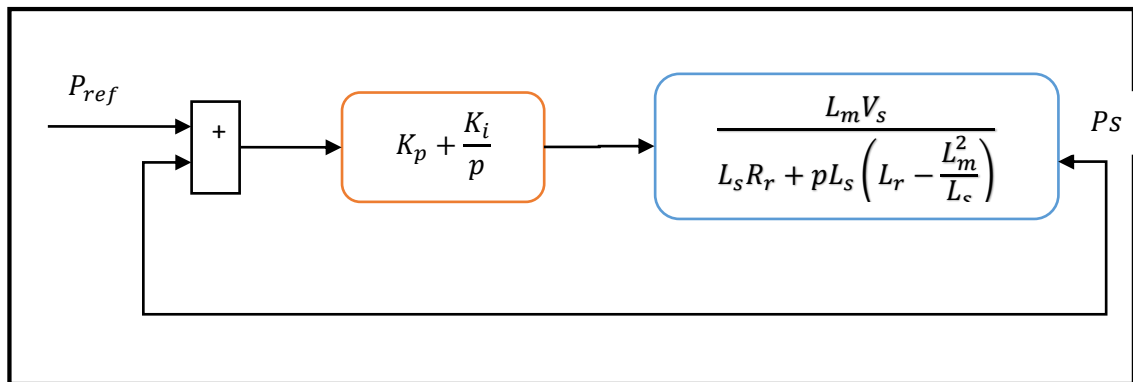


## ANNEXE A

## I. Commande de régulateur proportionnel intégrateur PI

Le rôle des régulateurs de chaque axe est d'annuler l'écart entre les courants direct et en quadrature de référence et les courants active et réactive mesurés. Rappelons que la synthèse des régulateurs sera effectuée sur la base du modèle simplifié de la **Figure III.20**.

Chaque axe a son propre régulateur PI de la forme  $K_p + \frac{K_i}{p}$  pour la boucle de puissance.



Système à régulé par le PI

La Fonction de transfert en boucle ouverte (FTBO) avec le régulateur PI s'écrit alors

$$FTBO = \frac{p + \frac{K_i}{K_p}}{\frac{p}{K_p}} * \frac{\frac{M V_s}{L_s \left( L_r - \frac{M^2}{L_s} \right)}}{p + \frac{L_s R_r}{L_s \left( L_r - \frac{M^2}{L_s} \right)}}$$

La méthode de compensation des pôles est celle choisie pour la synthèse des régulateurs. Les zéros de la fonction de transfert seront compensés. Ainsi nous aurons l'égalité suivante

$$\frac{K_i}{K_p} = \frac{L_s R_r}{L_s \left( L_r - \frac{M^2}{L_s} \right)}$$

Il est à noter que la compensation des pôles n'a d'intérêt que si les paramètres de la machine sont connus avec une certaine précision car les gains des correcteurs en dépendent directement. Dans le cas contraire la régulation sera défailante.

Si les pôles sont parfaitement compensés, la fonction de transfert en boucle ouverte devient :

$$FTBO = \frac{K_p \frac{MV_s}{L_s \left( L_r - \frac{M^2}{L_s} \right)}}{P}$$

En boucle fermée nous auront

$$FTBF = \frac{1}{1 + p\tau_r}$$

Avec

$$\tau_r = \frac{1}{K_p} \frac{L_s \left( L_r - \frac{M^2}{L_s} \right)}{MV_s}$$

Le temps de réponse  $\tau_r$  est fixé par 1 ms ce qui présente une bonne rapidité du système tout en gardant les performances de ce dernier.

Ainsi, les gains des correcteurs seront exprimés en fonction des paramètres de la machine comme suit

$$\left\{ \begin{array}{l} K_p = \frac{1}{\tau_r} \frac{L_s \left( L_r - \frac{M^2}{L_s} \right)}{MV_s} \\ K_i = \frac{1}{\tau_r} \frac{R_r L_s}{MV_s} \end{array} \right.$$

### Le régulateur PI

La forme de correcteur est suivante

$$Cs = K_p + \frac{K_i}{p}$$

Avec

**K<sub>p</sub>** est le gain proportionnel du régulateur.

**K<sub>i</sub>** est le gain intégral du régulateur.

Si on considère la fonction de transfert suivante pour un processus associé à ce correcteur

$$F(s) = \frac{K}{1 + t_s s}$$

En boucle ouverte, on aura la fonction de transfert suivante

$$F_{(Bo)}(S) = K \frac{C_s}{1 + t_s} = \frac{k(k_p p + k_i)}{p(1 + t_s)} = K k_i \frac{1 + \frac{K_p P}{K_i}}{p(1 + t_s)}$$

On prend  $t_s = \frac{K_p}{K_i}$

Alors  $F_{BO}(s) = \frac{K_i K}{P}$

En boucle fermée, la fonction de transfert s'écrit comme suit

$$F_{BF}(s) = \frac{K_i K}{P} = \frac{1}{1 + \frac{1}{K_i K}} P$$

Pour atteindre 95% de la consigne, le temps de repense  $t_r$  du système bouclé vaut

$$t_r = 3 \frac{1}{K_i K}$$

ou

$$t_r = 3 \frac{t}{K_p K}$$

Alors  $t_r = 3 \frac{t}{K_p K}$

D'où  $K_p = 3 \frac{t}{t_r k}$

$$k_i = \frac{3}{t_r k}$$

## ANNEXE B

## I. Choix des paramètres du système éolien

Les différents paramètres électriques et mécaniques du système éolien étudié sont rassemblés dans le tableau B.1

Tableau B.1: Paramètres mécaniques et électriques du système éolien étudié.

Système	Paramètres
<b>Turbine</b>	Nombre de pales : 3 Rayon R=3m Inertie Jt=0.3126 Kg. m <sup>2</sup> Coefficient de frottement Kf=0.00681 Vitesse du vent nominale V <sub>n</sub> =12m/s
<b>Multiplicateur</b>	5.4m
<b>MADA</b>	U <sub>s</sub> =380 V, f=50 Hz, n=1440tr/min P <sub>n</sub> =10KW, p=2, R <sub>s</sub> =1.2 Ω, R <sub>r</sub> =1.8 Ω L <sub>s</sub> =0.1554 H, L <sub>r</sub> =0.1568 H, L <sub>m</sub> =0.15 H
<b>Bus continu</b>	C=4700μF, V <sub>dc</sub> =620v
<b>Filtre RL</b>	R <sub>f</sub> =0.2 Ω, L <sub>f</sub> = 11.5 mH
<b>Réseau électrique</b>	V=380V, 50Hz

Les paramètres des différentes commandes du système éolien sont mentionnés dans le tableau B.2.

Tableau B.2: Paramètres de la commande d'un système éolien étudié.

Commande	Paramètres
<b>Contrôle MPPT</b>	$\lambda_{opt}=8.7, C_{pmax}=0.477$
<b>Gains des régulateurs PI des courants rotorique</b>	$K_{p\_c}=(L_r-((Msr^2)/L_s))/\tau_1;$ $K_{i\_c}=10*R_r/\tau_1; \quad \text{Avec } \tau_1=10^{-5}.$
<b>Gains des régulateurs PI de Puissances</b>	$K_{p\_p}=\tau_1/\tau_2 ;$ $K_{i\_p}=1/\tau_1 ; \quad \text{Avec } \tau_2=10^{-2}.$
<b>Contrôle de la tension du bus continu</b>	$K_{p\_vc}=0.25 ; K_{I\_vc}=0,4$