**ANNEXES**

1. **Paramètres de la chaine de conversion**

**I.1. La turbine**

Nombre de pales=3

Rayon de la turbine : R=35.25 m

Gain du multiplicateur de vitesse : G=90

Inertie de l’arbre (Turbine+MADA) : *Jtot*= 1000 kg/m2

Densité volumique de l’air =1.22 Kg/m3

**I.2 la machine asynchrone à double alimentation**

Puissance nominale : *P*MADA=1.5MW

Résistance statorique : =0.012Ω

Résistance rotorique :  =0.021Ω

Inductance de fuite statorique : *ls-fuite*=2.037.10-4 H

Inductance de fuite rotorique : =1.75.10-4 H

Inductance mutuelle : =0.035 H

Inductance statorique :  =0.035+2.037.10-4 H

Inductance rotorique :  =0.035+1.75.10-4 H

Le nombre de paire de pôles : *P*=2

Le coefficient de frottement de la MADA : *f*=0.0024 N.m.s/rd

La tension délivrée par le réseau *Vs=*690V à fréquence de 50Hz.

**I.3 La liaison au réseau**

Pulsation du réseau : =314 rad/s

Résistance de filtre : *Rt* =0.002.10-3 Ω

Inductance de filtre : *Lt* =5.10-3 H

Capacité du bus continu : *C*=4400µ*f*

1. **Paramètres du système de stockage**

**II.1 La machine asynchrone**

Tension statorique : *vs*=690V

Puissance nominale : =450kW

Résistance statorique : =0.051 Ω

Résistance rotorique : =0.051 Ω

Inductance statorique : = 40.71.10-3 H

Inductance rotorique : =40.71.10-3 H

Inductance mutuelle : =40.1.10-3H

Le nombre de paire de pôles : *p*=2

**II.2 Le volant d’inertie**

Le coefficient de frottement : *fv*=0.008 N.m.s/rd

L’inertie (MAS+volant) : =250 kg/m2

1. **Calcul des régulateurs utilisés**

Pour la régulation de notre système global contenant onze boucles de régulation dont on s’intéresse au contrôle de :

 La vitesse de la turbine ;

 Puissances et ainsi les courants rotoriques et de la MADA ;

 La tension du bus continue *U*ainsi les courants transitant le filtre en ce qui concerne la liaison au réseau ;

Le flux ainsi les courant statoriques et  de la MAS ;

Les régulateurs utilisés sont de type Proportionnel-intégrale (PI) pour sa simplicité et sa facilité à mettre en œuvre (fig.A.1).

*Y-mes*

*Y-mes*

 PI



*Y-ref*

*--*

*+*

*--*

Fig.A.1 Schéma de régulation avec un PI

La fonction de transfert du régulateur PI est donnée par :



Avec :

  : Gain proportionnel du correcteur

 : Gain intégral du correcteur

Considérant le système à corriger de fonction de transfert *F*(s) tel que :

 

La fonction de transfert du système en boucle ouverte s’écrit :



Compensant la constante du temps du processus avec la constante du temps du correcteur  nous obtenons la fonction de transfert en boucle fermée comme suit :



Le temps de réponse du système à 5% prés de la consigne est de trois fois la constante du temps.

On écrit :



Remplaçant par sa valeur on trouve :



En fin les gains du correcteur sont trouvés par :

 et 

Il est à noter que les gains des correcteurs pour les boucles de puissances et des courants rotoriques de la MADA, des courants de filtre, du flux rotorique de la MAS ainsi les courants statoriques de la MAS sont calculés de la même manière.

On donne les constantes de temps en boucle fermée sur le tableau ci-dessous :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| MADA |   | MAS |   | filtre |
|  | 10ms |  | 0.5 s |  1ms  |
|  | 10ms |  | 1ms |  1ms  |
|  | 1ms |  | 1ms |  |
|  | 1ms |  |  |
|  | 1ms |  |  |

 Comme on a vu au CH2 en ce qui concerne la maximisation de puissance avec asservissement de vitesse de la turbine le régulateur doit atténuer le couple de l’éolienne qui constitue une entrée de perturbation. Sa fonction de transfert est :



Avec :

 : Gain proportionnel du correcteur

 : Gain intégral du correcteur

Le processus a pour fonction de transfert :



La fonction de transfert en boucle ouverte du système à corriger est :

 

La fonction de transfert en boucle fermée est :



En identifiant à un second ordre : , on a :

 et 

Imposant un tau d’amortissement unitaire et un temps de repense égal à 0.1s (*tr*≈)

Le régulateur de la tension du bus continu est calculé de la même manière avec un temps de réponse en boucle fermée de 0.1s

1. **Calcul de la tension du bus continu**

Pour calculer la tension continue, on utilise le schéma équivalent d’une phase de la liaison au réseau dont on suppose le convertisseur coté réseau et le réseau comme deux sources de tension (figA.2)

*Vm*

*it*

*Xt*

*V-res*

FigA.2 La liaison au réseau

Avec :

*Vm*  la valeur efficace de la tension simple modulée par le convertisseur coté réseau

*V-res* la valeur efficace de la tension simple du réseau

*Xt* l’impédance du filtre

 Les puissances active et réactive transitées au réseau via le filtre s’écrivent comme suit :



Le diagramme vectoriel correspondant est montré par la fig A.3 où on peut faire les projections du vecteur *Xt* *it* sur l’axe porté par *V-res* et l’axe perpendiculaire.



FigA.3 Diagramme vectoriel de la liaison au réseau

On remplace la quantité *it* par sa valeur dans les deux équations de puissance on trouve :



On définit le tau de modulation par :



Le paramètre α (sans dimension) est introduit pour le dimensionnement de la tension du bus continu [15] :



On déduit la tension simple modulée :



Remplaçons dans les équations des puissances, on trouve :



 Pour le fonctionnement à facteur unitaire il faut que : 

Donc : 

Et pour transférer le maximum de puissance au réseau il faut que : 

Donc : 

Le paramètre peut être calculé maintenant et on trouve la tension du bus continu (égale à 1966.11) qu’on va fixer comme référence à 2000V.

**II Paramètres de la chaine Photovoltaïque :**

Panneau**:**

Rs=0.221Ω

Rp=415.405 Ω

Hacheur Boost

L=0.00175h

C=0.0022f

Bus continu

C=0.002f

Vdc=600v

L=0.014h

Paramètre de réseau

f=50hz

U=380v