Aérogénérateur

L'aérogénérateur présenté figure 10.24 est utilisé pour répondre aux besoins en énergie électrique d'installations isolées : milieux désertiques, milieux maritimes. Son rôle est de transformer l'énergie éolienne en énergie électrique.

Celle-ci sera soit utilisée directement, soit stockée dans des batteries d'accumulation. L'aérogénérateur est constitué :

- d'une hélice bipale d'axe horizontal ;
- d'un dispositif d'orientation (safran et liaison pivot verticale) ;
- d'un générateur électrique.

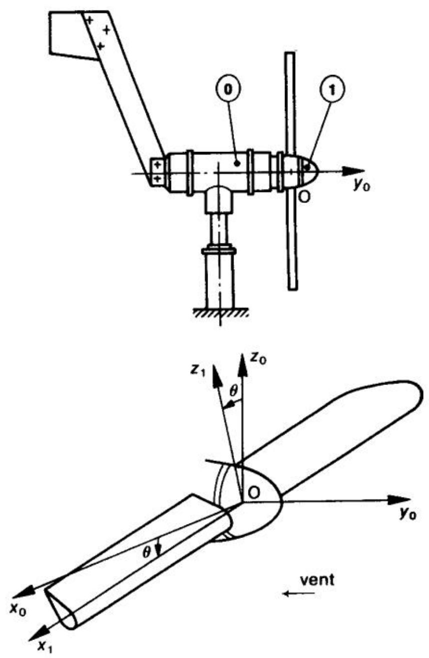

Figure 10.24

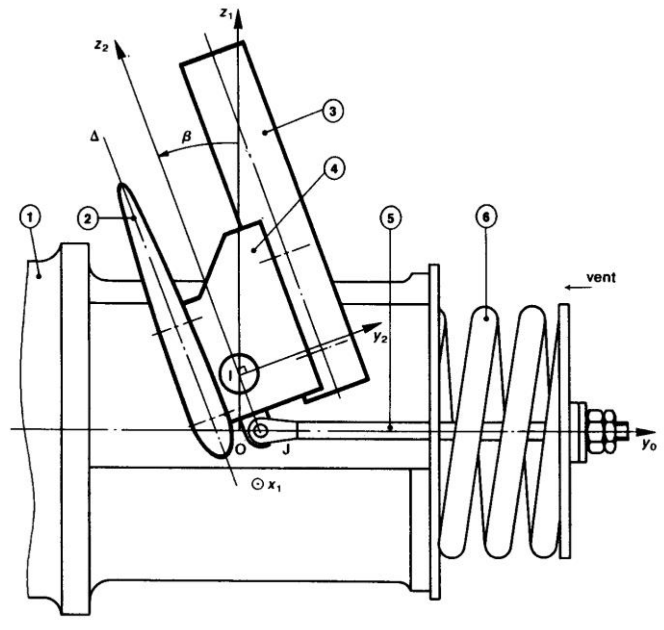

Figure 10.25

Etudions l'aérogénérateur par vent stable.

Soit $R_0\left(O,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0\right)$ un repère galiléen lié au corps (0) de l'aérogénérateur, tel que l'axe $\left(O,\vec{y}_0\right)$ soit confondu avec l'axe de l'hélice. Le vent souffle à une vitesse $\vec{V}=-V\vec{y}_0$

(V : constante positive)

L'arbre (1) de l'hélice a une liaison pivot d'axe $\left(O,\vec{y}_0\right)$ avec (0). Soit $R_1\left(O,\vec{x}_1,\vec{y}_0,\vec{z}_1\right)$ un repère lié à (1) tel que l'axe $\left(O,\vec{x}_1\right)$ soit parallèle à l'axe des pales.

On pose $\theta=\left(\vec{x}_0,\vec{x}_1\right)$ avec $\dot{\theta}=\text{cte}=\omega\left(\omega>0\right)$.

Le fonctionnement optimal de l'aérogénérateur est obtenu avec les conditions initiales suivantes : V=7m/s et ω=120 rad/s. Un système de régulation modifiant l'angle de calage β permet de rester au voisinage de ce point de fonctionnement.

TD - Dynamique et Energétique

L'aérogénérateur comporte un système de régulation par pale. Pour la pale (2), celui-ci est constitué d'un ensemble (S) de pièces cinématiquement équivalentes :{(2) : pale ; (3) : barre de régulation ; (4) : support} et par un ressort de rappel (6) pris entre l'arbre (1) et la tige de rappel (5).

Cet ensemble (S) a une liaison pivot sans frottement d'axe $\left(I,\vec{x}_1\right)$ avec l'arbre (1), telle que $\overrightarrow{OI} = d\vec{z}_1\left(d>0\right)$.

Soit $R_2\left(I,\vec{x}_1,\vec{y}_2,\vec{z}_2\right)$ un repère lié à (S), tel que l'axe $\left(I,\vec{z}_2\right)$ soit parallèle à la droite de référence Δ de la pale.

On pose $\beta = \left(\vec{z}_1,\vec{z}_2\right)$, β=constante=20°.

La tige (5) a une liaison linéaire annulaire sans frottement d'axe $\left(J,\vec{x}_1\right)$ avec (S), telle que $\overrightarrow{IJ} = -a\vec{z}_2\left(a>0\right)$.

Le point J est sur l'axe $\left(O,\vec{y}_0\right)$ lorsque β=20°.

(S) a pour masse M et la position de son centre d'inertie G est définie par $\overrightarrow{IG} = \lambda\vec{x}_1 + \mu\vec{z}_2$.

La matrice d'inertie de (S) au point G, dans la base $B_2\left(\vec{x}_1,\vec{y}_2,\vec{z}_2\right)$ est la suivante :

$$\left[I\left(G,S\right)\right] = \begin{bmatrix} A & -F & -E \\ -F & B & -D \\ -E & -D & C \end{bmatrix}_{\left(\vec{x}_1,\vec{y}_2,\vec{z}_2\right)}$$

L'action mécanique du vent sur la pale (2) est représentée par le torseur suivant :

$$\left\{\tau_{Vent\to 2}\right\} = \begin{Bmatrix} \vec{R} = -R\vec{y}_2 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_H$$ *(Seule la composante de $\vec{\mathrm{R}}$ suivant $\vec{\mathrm{y}}_2$ entraîne la pale)*

$$\overrightarrow{IH} = p\vec{x}_1 + q\vec{y}_2 + r\vec{z}_2$$

L'action mécanique de (5) sur (S) est représentée par la force $\vec{Y} = Y\vec{y}_0$ appliquée au point J.
Le but de l'étude est de déterminer Y.

L'action mécanique de pesanteur est négligée.

On donne :

ω =120 rad/S	β =20°	d =14mm	λ =159mm	μ =13mm	M =850g
A=700.10^{-6} Kg/m^2	B=30650.10^{-6} Kg/m^2	C=30200.10^{-6} Kg/m^2	D=180.10^{-6} Kg/m^2	E=-1920.10^{-6} Kg/m^2	F=-1150.10^{-6} Kg/m^2
R=100N	p = 400mm	q = -8,5mm	r = -6mm		

Questions :

1- Montrer que l'expression du moment cinétique, au point (G), de (S) dans son mouvement par rapport à R_0 est :

$$\vec{\sigma}_G\left(S/R_0\right) = \omega\left(-F\cos\beta + E\sin\beta\right)\vec{x}_1 + \omega\left(B\cos\beta + D\sin\beta\right)\vec{y}_2 - \omega\left(D\cos\beta + C\sin\beta\right)\vec{z}_2$$

2- Montrer que l'expression du moment dynamique, au point (I), de (S) dans son mouvement par rapport à R_0, en projection sur $\vec{\mathrm{x}}_1$ est :

$$\vec{x}_1.\vec{\delta}_I\left(S/R_0\right) = \omega^2\left[\left(B - C + M\mu^2\right)\sin\beta\cos\beta + D\left(\sin^2\beta - \cos^2\beta\right) + M\mu d\sin\beta\right]$$

3- Ecrire en projection sur $\vec{\mathrm{x}}_1$, le théorème du moment dynamique, au point (I), appliqué à (S) dans son mouvement par rapport à R_0. En déduire l'expression de Y.

4- Réaliser l'application numérique.