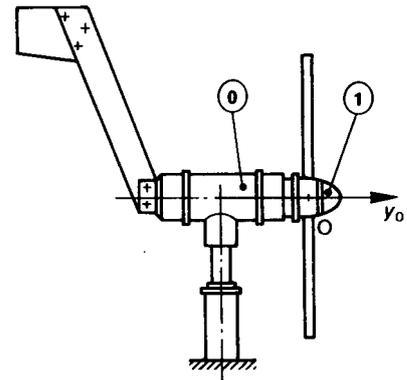


Aérogénérateur

L'aérogénérateur présenté ci-contre 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 d'axe vertical),
- d'un générateur électrique.

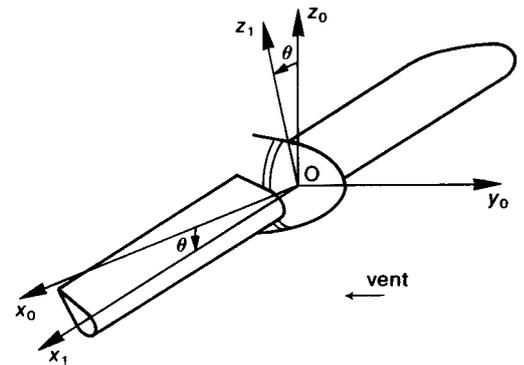


Étudions l'aérogénérateur par vent stable à la vitesse $\vec{V} = -V \cdot \vec{y}_0$ (V constante positive).

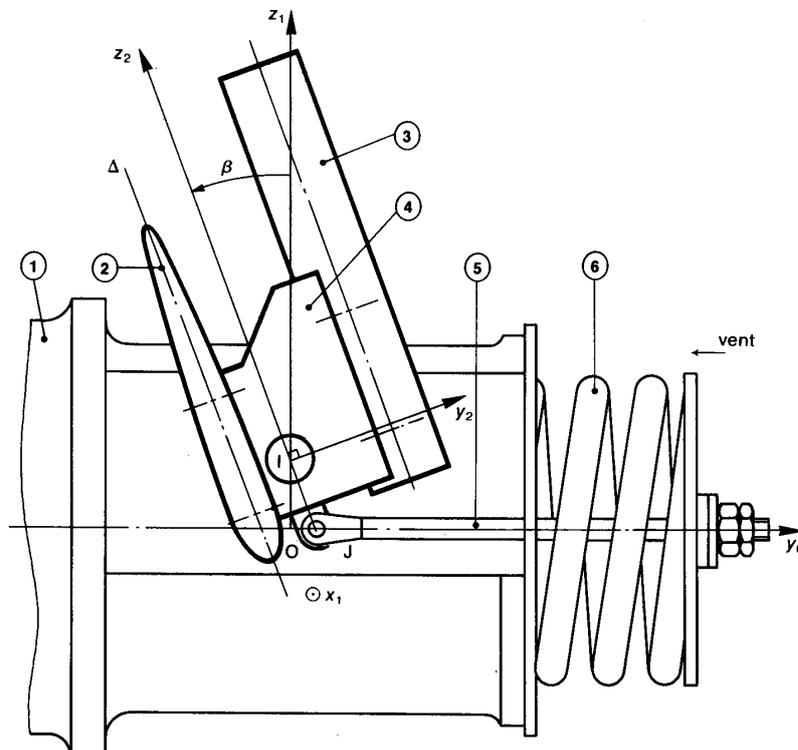
Notons $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ un repère galiléen lié au corps de l'aérogénérateur, tel que l'axe (O, \vec{y}_0) soit confondu avec l'axe de l'hélice.

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

avec $\dot{\theta} = \omega$ (ω constante positive). Le fonctionnement optimal de l'aérogénérateur est obtenu avec les conditions suivantes : $V = 7$ m/s et $\omega = 120$ rad/s. Un système de régulation modifiant l'angle de calage β entre la pale et l'axe vertical permet de rester au voisinage de ce point de fonctionnement.



L'aérogénérateur comporte un système de régulation par pale :



Pour la pale (2), ce système est constitué d'un ensemble (S) de pièces cinématiquement équivalentes : {(2), (3), (4)} et d'un ressort (6) pris entre l'arbre (1) et la tige de rappel (5).

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

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

On pose $\beta = (\bar{z}_1, \bar{z}_2) = cte = 20^\circ$.

(S) a pour masse M et la position de son centre d'inertie G est définie par : $\overline{IG} = \lambda \cdot \bar{x}_1 + \mu \cdot \bar{z}_2$. La matrice d'inertie de (S) au point G, dans la base $(\bar{x}_1, \bar{y}_2, \bar{z}_2)$ est la suivante :

$$\overline{I_G(S)} = \begin{bmatrix} A & -F & -E \\ -F & B & -D \\ -E & -D & C \end{bmatrix}_{(\bar{x}_1, \bar{y}_2, \bar{z}_2)}$$

La tige (5) a une liaison sphère/cylindre sans frottement de centre J et de direction \bar{x}_1 avec (S), telle que $\overline{IJ} = -a \cdot \bar{z}_2$ ($a > 0$). Le point J est sur l'axe (O, \bar{y}_0) lorsque $\beta = 20^\circ$.

L'action mécanique de (5) sur (S) est représentée par la force $(J, Y \cdot \bar{y}_0)$. Le but de l'étude est de déterminer Y.

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \overline{T}(\text{vent} \rightarrow (2)) \\ \overline{H} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \overline{R} \\ \overline{O} \end{array} \right\}$$

avec $\overline{R} = -R \cdot \bar{y}_2$ ($R > 0$) (seule la composante de \overline{R} suivant \bar{y}_2 entraîne la pale en rotation) et $\overline{IH} = p \cdot \bar{x}_1 + q \cdot \bar{y}_2 + r \cdot \bar{z}_2$.

L'action mécanique de la pesanteur est négligée.

$$\text{On donne : } \left\{ \begin{array}{l} \omega = 120 \text{ rad.s}^{-1}; \quad \beta = 20^\circ; \quad d = 14 \text{ mm}; \quad \lambda = 159 \text{ mm}; \\ \mu = 13 \text{ mm}; \quad M = 850 \text{ g}; \quad A = 700 \cdot 10^{-6} \text{ kg.m}^2; \\ B = 30650 \cdot 10^{-6} \text{ kg.m}^2; \quad C = 30200 \cdot 10^{-6} \text{ kg.m}^2; \\ D = 180 \cdot 10^{-6} \text{ kg.m}^2; \quad E = -1920 \cdot 10^{-6} \text{ kg.m}^2; \\ F = -1150 \cdot 10^{-6} \text{ kg.m}^2; \quad R = 100 \text{ N}; \quad p = 400 \text{ mm}; \\ q = -8,5 \text{ mm}; \quad r = -6 \text{ mm}. \end{array} \right.$$

Q.1. Faire le bilan de toutes les actions mécaniques sous la forme d'un graphe de structure.

Q.2. Déterminer l'action mécanique exercée par la tige (5) sur l'ensemble (S).