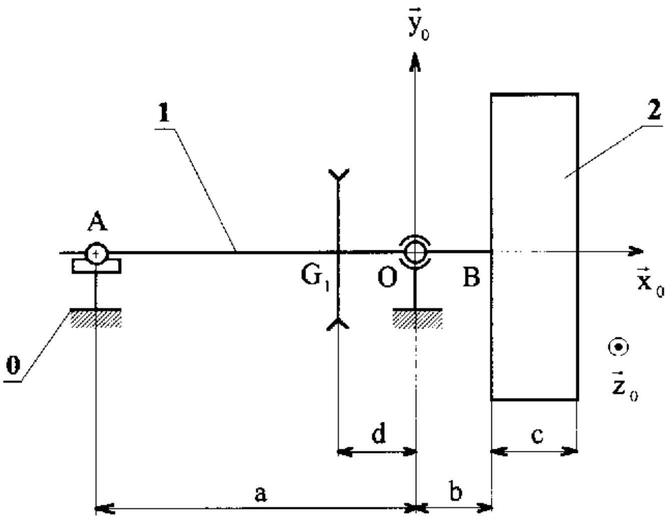
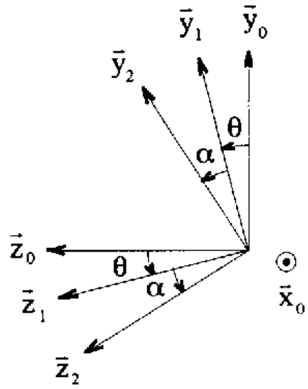
Equilibreuse de roue de voiture

Afin d'équilibrer des roues de voitures, on place la roue sur un rotor (photo ci-contre) et on fait tourner l'ensemble. La machine indique ensuite à l'opérateur la position des masses de plomb qu'il doit placer sur les jantes intérieure et extérieure.

L'équilibreuse étudiée permet l'équilibrage des roues démontées. Elle est constituée d'une arbre **1** guidé en rotation par deux paliers à roulement en O et A. Ces paliers en liaison élastique avec le bâti **0**, dans une seule direction à l'aide de deux lames flexibles, permettent l'enregistrement des composantes horizontales des résultantes d'action mécanique dans les paliers à roulement, par l'intermédiaire de deux capteurs couplés à un repérage de la position angulaire de l'arbre **1**.



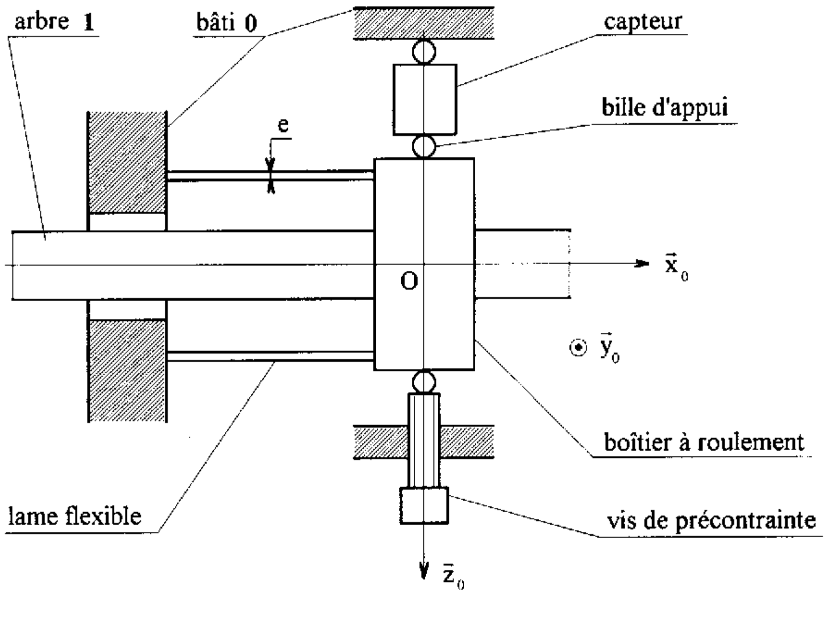


Le repère R_0 (O, $\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0$) est lié au bâti **0** ($\vec{y}_0$ vertical ascendant).

Le repère R_1 (O, $\vec{x}_0, \vec{y}_1, \vec{z}_1$) est lié à l'arbre **1**. On pose $\theta = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$ avec $\dot{\theta}$ = constante.

L'arbre **1** est entraîné en rotation par une courroie sur une poulie fixée au centre d'inertie G_1 de l'arbre **1**. Le torseur d'action mécanique de la courroie sur la poulie est de la forme:

$$\mathcal{T}(\text{courroie}\rightarrow\text{poulie}) = {}_{G_1}\begin{Bmatrix} -T\,\vec{y}_0 \\ C_m\,\vec{x}_0 \end{Bmatrix}$$



L'arbre **1** (avec la poulie), de masse m_1, a pour moment d'inertie I_1 par rapport à l'axe (O, $\vec{x}_0$) et est équilibré en rotation.
La roue **2**, à équilibrer, est fixée sur **1**. Le repère R_2 (B, $\vec{x}_0, \vec{y}_2, \vec{z}_2$) est lié à la roue **2** avec $\alpha = (\vec{y}_1, \vec{y}_2)$, angle constant mais à priori inconnu. La roue **2**, de masse m_2, a pour centre d'inertie G_2 dont la position est donnée par $\overrightarrow{BG_2} = h\vec{x}_0 + \rho\vec{z}_2$, h et ρ étant des inconnues.

La matrice d'inertie en B de la roue **2** dans la base $(\vec{x}_0, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ est de la forme : $\mathcal{J}_B(2) = \begin{pmatrix} A & -F & -E \\ -F & B & -D \\ -E & -D & C \end{pmatrix}_{R_2}$

On note $\mathrm{T}(0\to1) = {}_O\begin{Bmatrix} X_O & 0 \\ Y_O & 0 \\ Z_O & 0 \end{Bmatrix}_{R_0}$ et $\mathrm{T}'(0\to1) = {}_A\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_A & 0 \\ Z_A & 0 \end{Bmatrix}_{R_0}$ les torseurs d'actions mécaniques de **0** sur **1**.

***1** – En appliquant le principe fondamental de la dynamique à l'ensemble $1\cup2$ en O, déterminer les composantes X_O, Y_O, Z_O, Y_A et Z_A des résultantes d'actions mécaniques du bâti 0 sur l'arbre 1 en fonction des données.*

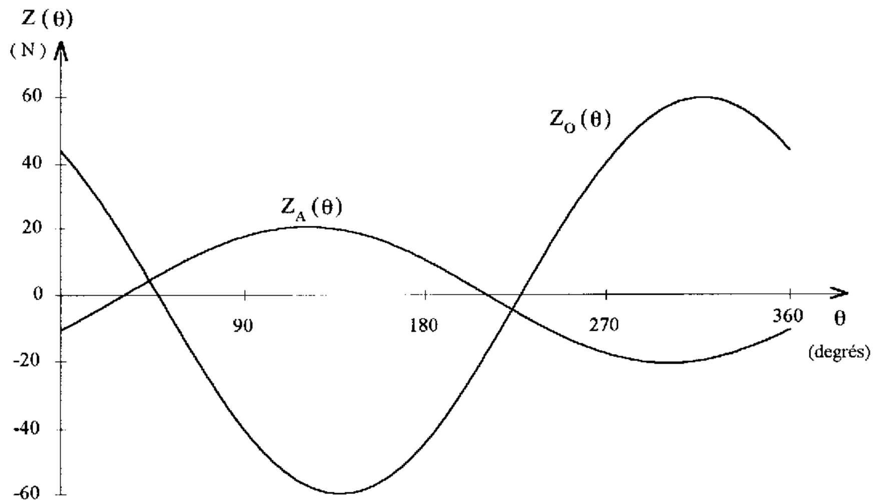
On utilise deux capteurs d'efforts, en O et A, situés dans un plan horizontal et couplés à un capteur angulaire de l'arbre **1**, pour mesurer les composantes suivant $\vec{z}_0$ des résultantes d'action mécanique $Z_O(\theta)$ et $Z_A(\theta)$ du bâti **0** sur l'arbre **1.**

***2** – Déterminer, en fonction de $Z_0(0)$, $Z_0(\pi/2)$, $Z_A(0)$ et $Z_A(\pi/2)$, les coordonnées ρ et α du centre d'inertie G_2 de la roue 2, ainsi que les produits d'inertie E et F.*

On donne:

m_2 = 18 kg
a = 460 mm
b = 80 mm
$\dot{\theta}$ = 60 rad/s

Les capteurs fournissent les courbes ci-contre et les valeurs ci-dessous:



θ en degrés	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
$Z_O(\theta)$ en N	44,05	18,00	-12,86	-40,29	-56,92	-58,29	-44,05	-18,00	12,86	40,29	56,92	58,29
$Z_A(\theta)$ en N	-10,53	-0,28	10,04	17,68	20,57	17,96	10,53	0,28	-10,04	-17,68	-20,57	-17,96

***3** – En déduire les valeurs numériques de ρ, α, E et F.*

La roue sera équilibrée avec deux masselottes **3** et **4**, assimilables à des points matériels M_3 et M_4 de masse m_3 et m_4, situées de part et d'autre de la jante, de telle sorte que:

$$\overrightarrow{BM_3} = r\,\vec{u}_3 \quad \text{et} \quad \overrightarrow{BM_4} = c\,\vec{x}_0 + r\,\vec{u}_4 \quad \text{avec} \quad \beta_i = (\vec{z}_2, \vec{u}_i)$$

r étant le rayon de la jante et c son épaisseur.

***4** – Ecrire les conditions d'équilibrage de la roue 2.*

***5** – Déterminer les masses m_3 et m_4 des masselottes ainsi que leur position β_3 et β_4 sur la jante en fonction des caractéristiques de la roue.*

On donne: r = 190 mm c = 180 mm

***6** – En déduire les valeurs numériques de m_3, m_4, β_3 et β_4.*