Adaptative balancing techniques applied to parallel mechanisms

Tarcisio Antonio Hess Coelho [a], Renato Maia Matarazzo Orsino [b], André Garnier Coutinho [a]

[a] *Department of Mechatronics and Mechanical Systems Engineering, Escola Politecnica, University of Sao Paulo, Brazil. E-mail: tarchess@usp.br*
[b] *Department of Mechanical Engineering, Escola Politecnica, University of Sao Paulo, Brazil.*

SUMMARY

KEYWORDS:

1 Introduction and literature review

1.1 Dynamic Models

- Massa pontual:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{x}_i \\ \dot{y}_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{i,x} \\ v_{i,y} \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} M_i \dot{v}_{i,x} \\ M_i \dot{v}_{i,y} \end{bmatrix} + g \begin{bmatrix} 0 \\ M_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{i,x} \\ F_{i,y} \end{bmatrix} \end{cases} \tag{1}$$

Que pode ser reescrito como:

$$\begin{bmatrix} M_i & 0 \\ 0 & M_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_i \\ \ddot{y}_i \end{bmatrix} + g \begin{bmatrix} 0 \\ M_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{i,x} \\ F_{i,y} \end{bmatrix}$$

- RR:

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{\theta}_{i,1} \\ \dot{\theta}_{i,2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{0,z1} \\ \omega_{0,z2} - \omega_{0,z1} \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ l_{g1} & 0 \\ l_1 \mathsf{s}_{i,2} & 0 \\ l_1 \mathsf{c}_{i,2} & l_{g2} \end{bmatrix}^T \left\{ \begin{bmatrix} J_{z1}\dot{\omega}_{i,z1} \\ J_{z2}\dot{\omega}_{i,z2} \\ m_1 \dot{v}_{i,y1} \\ m_2 \dot{v}_{i,x2} \\ m_2 \dot{v}_{i,y2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -m_1 v_{i,y2}\omega_{i,z2} \\ m_1 v_{i,x2}\omega_{i,z2} \end{bmatrix} + g \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ m_1 \mathsf{c}_{i,1} \\ m_2 \mathsf{s}_{i,1+2} \\ m_2 \mathsf{c}_{i,1+2} \end{bmatrix} \right\} = \begin{bmatrix} \tau_{i,1} \\ \tau_{i,2} \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} l_{g1} & 0 & -1 & 0 & 0 \\ l_1 \mathsf{s}_{i,2} & 0 & 0 & -1 & 0 \\ l_1 \mathsf{c}_{i,2} & l_{g2} & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\omega}_{i,z1} \\ \dot{\omega}_{i,z2} \\ \dot{v}_{i,y1} \\ \dot{v}_{i,x2} \\ \dot{v}_{i,y2} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} 0 \\ l_1 \mathsf{c}_{i,2}\omega_{i,z1}(-\omega_{i,z1} + \omega_{i,z2}) \\ l_1 \mathsf{s}_{i,2}\omega_{i,z1}(\omega_{i,z1} - \omega_{i,z2}) \end{bmatrix} \end{cases} \tag{2}$$

Que pode ser reescrito como:

$$
\begin{bmatrix} J_{z1} + J_{z2} + m_1 l_{g1}^2 + m_2(l_1^2 + 2 l_1 l_{g2} \mathsf{c}_2 + l_{g2}^2) & J_{z2} + m_2 l_{g2}(l_1 \mathsf{c}_2 + l_{g2}) \\ J_{z2} + m_2 l_{g2}(l_1 \mathsf{c}_2 + l_{g2}) & J_{z2} + m_2 l_{g2}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_{i,1} \\ \ddot{\theta}_{i,2} \end{bmatrix}
+ \begin{bmatrix} -m_2 l_1 l_{g2} \mathsf{s}_{i,2} \dot{\theta}_{i,2}^2 - 2 m_2 l_1 l_{g2} \mathsf{s}_{i,2} \dot{\theta}_{i,1} \dot{\theta}_{i,2} \\ m_2 l_1 l_{g2} \mathsf{s}_{i,2} \dot{\theta}_{i,1}^2 \end{bmatrix} + g \begin{bmatrix} m_1 l_{g1} \mathsf{c}_{i,1} + m_2(l_{g2} \mathsf{c}_{i,1+2} + l_1 \mathsf{c}_{i,1}) \\ m_2 l_{g2} \mathsf{c}_{i,1+2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_{i,1} \\ \tau_{i,2} \end{bmatrix}
$$

- RR (0) com 2 massas acopladas (1 e 2):

$$
\begin{cases}
\begin{bmatrix} \dot{\theta}_{0,1} \\ \dot{\theta}_{0,2} \\ \dot{x}_1 \\ \dot{y}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{y}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{0,z1} \\ \omega_{0,z2} - \omega_{0,z1} \\ v_{1,x} \\ v_{1,y} \\ v_{2,x} \\ v_{2,y} \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ l_{g1} & 0 \\ l_1 \mathsf{s}_{0,2} & 0 \\ l_1 \mathsf{c}_{0,2} & l_{g2} \\ -L_1 \mathsf{s}_{0,1} & 0 \\ L_1 \mathsf{c}_{0,1} & 0 \\ -l_1 \mathsf{s}_{0,1} & -L_2 \mathsf{s}_{0,1} \\ l_1 \mathsf{c}_{0,1} & L_2 \mathsf{c}_{0,1} \end{bmatrix}^T \left\{ \begin{bmatrix} J_{z1} \dot{\omega}_{0,z1} \\ J_{z2} \dot{\omega}_{0,z2} \\ m_1 \dot{v}_{0,y1} \\ m_2 \dot{v}_{0,x2} \\ m_2 \dot{v}_{0,y2} \\ M_1 \dot{v}_{1,x} \\ M_1 \dot{v}_{1,y} \\ M_2 \dot{v}_{2,x} \\ M_2 \dot{v}_{2,y} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -m_1 v_{0,y2} \omega_{i,z2} \\ m_1 v_{0,x2} \omega_{i,z2} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + g \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ m_1 \mathsf{c}_{0,1} \\ m_2 \mathsf{s}_{0,1+2} \\ m_2 \mathsf{c}_{0,1+2} \\ 0 \\ M_1 \\ 0 \\ M_2 \end{bmatrix} \right\} = \begin{bmatrix} \tau_{0,1} \\ \tau_{0,2} \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} l_{g1} & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ l_1 \mathsf{s}_{i,2} & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ l_1 \mathsf{c}_{i,2} & l_{g2} & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\omega}_{0,z1} \\ \dot{\omega}_{0,z2} \\ \dot{v}_{0,y1} \\ \dot{v}_{0,x2} \\ \dot{v}_{0,y2} \\ \dot{v}_{1,x} \\ \dot{v}_{1,y} \\ \dot{v}_{2,x} \\ \dot{v}_{2,y} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} 0 \\ l_1 \mathsf{c}_{0,2} \omega_{0,z1}(-\omega_{0,z1} + \omega_{0,z2}) \\ l_1 \mathsf{s}_{0,2} \omega_{0,z1}(\omega_{0,z1} - \omega_{0,z2}) \end{bmatrix}
\end{cases}
\tag{3}
$$

Acknowledgments