

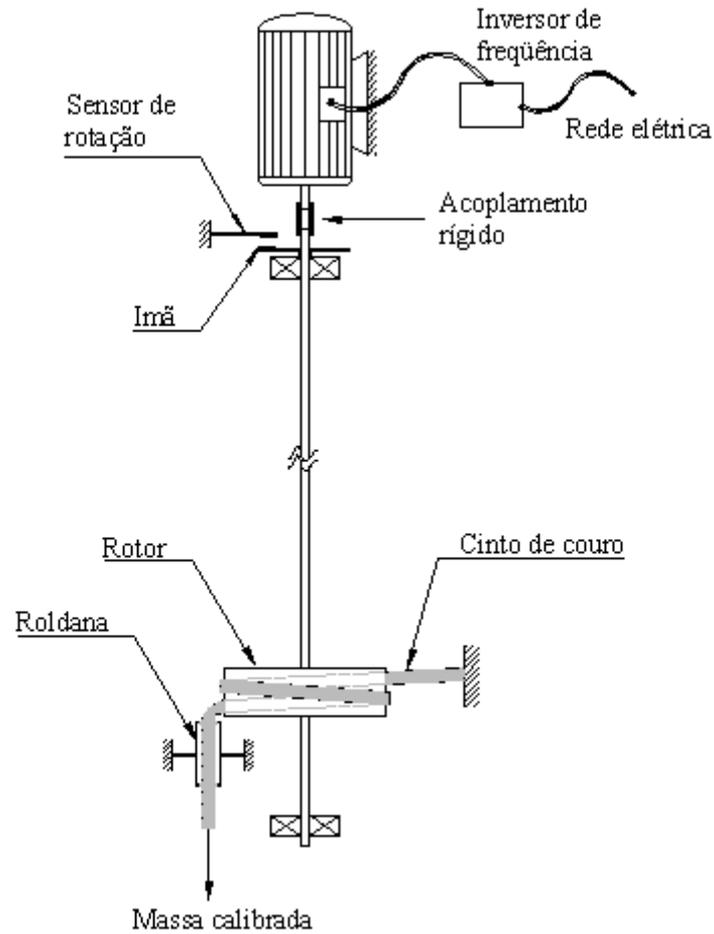
## Referencias Bibliográficas

- [1] Jansen, J. D. “Nonlinear Dynamics of Oilwell Drillstrings”, Delft University Press, 1993.
- [2] Yigit, A. S. and Christoforou, A. P. “Coupled Torsional and Bending Vibrations of Drillstrings Subject to Impact With Friction”, *Journal of Sound and Vibration* (1998) 215(1), 167-181.
- [3] Tucker, R. W. and Wang, C. ”On the Effective Control of Torsional Vibration in Drilling System”, *Journal of Sound and Vibration* (1999) 224(1), 101-122.
- [4] Muszynska, A. “Partial Lateral Rotor to Stator Rubs”, *ImechE Conference Transactions C281/84*, Mechanical Engineering Publications, London, 1984.
- [5] Bartha, A. R. “Dry Friction Backward Whirl of Rotors”, Diss., Technische Wissenschaften ETH Zürich, Nr. 13817, 2001.
- [6] Yanabe, S. “Whirl Simulation of Rotor Colliding with Annular Guard During Acceleration”, *Fifth International Conference on Rotor Dynamics*, Darmstadt University of Technology, Germany, September 7-10, 1998.
- [7] Reis, R. A. “Interação Rotor/Estator em uma Máquina Rotativa: Impacto Planar com Rotação”, Projeto de Graduação, PUC-Rio, 2000.
- [8] Santos, I. F. “Dinâmica de Sistemas Mecânicos”, Makron Books Ltda., 2001.
- [9] Brach, R. M. “Formulation of Rigid Body Impact Problems Using Generalized Coefficients”, *Int. J. Engng Sci.* Vol. 36, No. 1, pp. 61-71, 1998.
- [10] Liebich, R. “Rub Induced Non-Linear Vibrations Considering the Thermo-Elastic Effect”, *5th International Conference on Rotor Dynamics of the IFTOMM*, Darmstadt, Sept. 7-10, pp. 802-815, 1998.
- [11] Cohen, H. and Mac Sithigh, G. P. “Collisions of Pseudo-Rigid Bodies: A Brach Type Treatment” *Int. J. Engng Sci.* Vol. 34, No. 3, pp. 249-256, 1996.
- [12] Chatterjee, A. and Ruina, A. L. “Two Interpretations of Rigidity in Rigid Body Collisions”, *Journal of Applied Mechanics*, Vol 65, #4, 894-900, Dec. 1998.
- [13] Rajalingham, C. and Rakheja, S. “Analysis of Impact Force Variation During Collision of Two Bodies Using a Single Degree of Freedom System Model”, *Journal of Sound and Vibration* (2000) 229(4), 823-835.
- [14] Zapomel, J.; Fox, C. H. J. and Malenovsky, E. “Numerical Investigation of a Rotor System with Disc-Housing Impact”, *Journal of Sound and Vibration* (2001) 243(2), 215-240.
- [15] Dimarogonas, A. D. “Vibration for Engineers”, 2<sup>a</sup> Ed., Prentice Hall, 1996.

- [16] Atalla, M. J. “Estudo Fenomenológico do Diagrama de Campbell em Sistemas Rotativos com Poucos Graus de Liberdade”, Universidade Estadual de Campinas, Iniciação Científica, 1991.
- [17] Meirovitch, L. “Elements of Vibration Analysis”, McGraw-Hill Inc, 1975.
- [18] Ogata, K. “System Dynamics”, Prentice-Hall, Inc., 1978.
- [19] Hibbeler, R. C. “Engineering Mechanics: Statics and Dynamics”, Macmillan Publishing Co., Inc., 1974.
- [20] Maron, M. J. and López, R. J. “Análisis Numérico”, CECOSA, Mexico, 1998.
- [21] Kreyszig, E. “Advanced Engineering Mathematics”, John Wiley & Sons, Inc., 8<sup>th</sup> Edition, 1999.
- [22] Chu, F. and Zhang, Z. “Bifurcation and Chaos in a Rub-Impact Jeffcott Rotor System”, Journal of Sound and Vibration (1998) 210(1), 1-18.
- [23] Crandall, S. H.; Dahl, N. C. and Lardner, T. J. “An Introduction to The Mechanics of Solids”, McGraw Hill, 1978.
- [24] Jer-Nan Juang “Applied System Identification”, Prentice-Hall, Inc., 1994.
- [25] Wylie, C. R. and Barrett, L. C. “Advanced Engineering Mathematics”, McGraw-Hill, Inc., 1995.
- [26] Ljung, L. “System Identification: Theory for the Users”, Prentice-Hall, 1987.
- [27] Bazán, F. S. V. “Desenvolvimento de Ferramentas de Identificação de Sistemas Mecânicos no Domínio do Tempo”, Tese de Doutorado, UNICAMP, 1993.
- [28] Greenspan, D. “Discrete Models”, Addison-Wesley, 1973.
- [29] Childs, D. “Turbomachinery Rotordynamics”, Phenomena, Modeling, and Analysis, John Wiley & Sons, Inc., 1993.
- [30] Markert, R. and Seidler, M. “Analytically Based Estimation of the Maximum Amplitude During Passage Through Resonance”, International Journal of Solids and Structures 38 (2001) 1975-1992.
- [31] Inman, D. J. “Engineering Vibration”, Prentice-Hall, Inc. 1996.
- [32] Gasch, R., Nordmann, R. and Pfützner, H. “Rotordynamik”, Springer, 2002.
- [33] Liu, W. and Wins, D. J. “Substructure Synthesis via Elastic Media”, International Modal Analysis Conference, 2000, San Antonio, Texas, USA.
- [34] Feng, Z. C. and Xiao-Zhang Zhang “Rubbing Phenomena in Rotor–Stator Contact”, Chaos, Solitons and Fractals 14 (2002) 257–267
- [35] Jiang, J.; Ahrens, J.; Ulbrich, H.; Scheideler, E. M. “A Contact Model of a Rotating, Rubbing Blade”, 5th International Conference on Rotor Dynamics of the IFTOMM, Darmstadt, Sept. 7-10, pp. 478-489, 1998.
- [36] Den Hartog, J. P. “Vibrações nos Sistemas Mecânicos”, Editora Edgard (Editora da Universidade de São Paulo), 1956.
- [37] Timoshenko, S. “Vibration Problems in Engineering”, 4<sup>th</sup> Edition, John Wiley & Sons, 1974.

## Apêndice

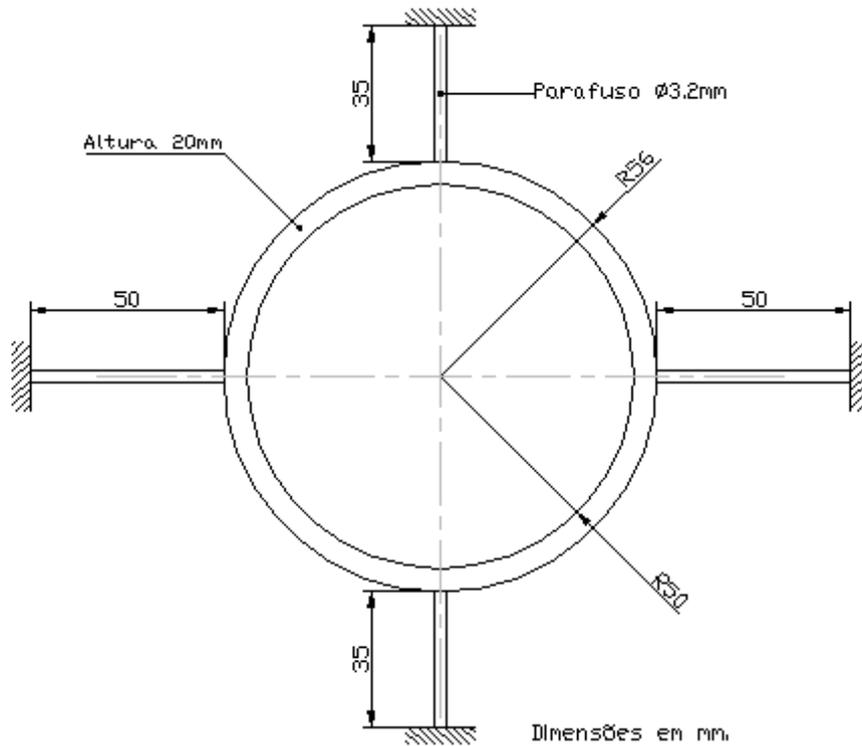
### A) Desenho Esquemático Para o Ensaio de Fricção Mecânica



Na figura acima, mostra-se o desenho esquemático para realizar a prova de fricção mecânica, o torque de frenagem foi aplicado diretamente no disco através de um cinto de couro. No cinto de couro foram penduradas diferentes massas calibradas até conseguir deter a rotação do rotor, esta prova repetiu-se para diferentes frequências do inversor.

## B) Frequências e Modos Naturais de Vibração do Estator

As frequências e modos naturais do estator (anel de contenção) foram calculados utilizando o software comercial de elementos finitos ANSYS, e o elemento empregado foi o SOLID45. O estator modelado mostra-se na figura de embaixo.



Em continuação mostram-se as 6 primeiras frequências naturais e seus respectivos modos de vibração.

\*\*\*\*\* INDEX OF DATA SETS ON RESULTS FILE \*\*\*\*\*

MODO	FREQ. (Hz)	LOAD	STEP	SUBSTEP	CUMULATIVE
1	972.46		1	1	1
2	1139.9		1	2	2
3	1468.2		1	3	3
4	1649.4		1	4	4
5	2758.1		1	5	5
6	3173.5		1	6	6

