

# Suporte para acoplamento magnético e medição de características mecânicas de um atuador utilizado em Dispositivos de Assistência Ventricular

**Eduardo Bock**, Departamento de Bioengenharia, Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, IDPC, e-mail: [eduardo\\_bock@yahoo.com.br](mailto:eduardo_bock@yahoo.com.br)

**Ivan Chabu**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, EPUSP, e-mail: [ichabu@pea.usp.br](mailto:ichabu@pea.usp.br)

**José Roberto Cardoso**, EPUSP, e-mail: [jose.cardoso@poli.usp.br](mailto:jose.cardoso@poli.usp.br)

**Tarcísio Leão**, Centro Federal de Educação Tecnológica, CEFET-SP, email: [trleao@click21.com.br](mailto:trleao@click21.com.br)

**Pedro Antunes**, EPUSP, e-mail: [antunes.pedro@yahoo.com.br](mailto:antunes.pedro@yahoo.com.br)

**Bruno Utiyama**, IDPC, e-mail: [jokuletal@hotmail.com](mailto:jokuletal@hotmail.com)

**Jeison Fonseca**, IDPC, e-mail: [jfonseca@dantepazzanese.org.br](mailto:jfonseca@dantepazzanese.org.br)

**Juliana Leme**, IDPC, e-mail: [juleme@dantepazzanese.org.br](mailto:juleme@dantepazzanese.org.br)

**Daniel Legendre**, IDPC, e-mail: [dlegendre@dantepazzanese.org.br](mailto:dlegendre@dantepazzanese.org.br)

**José Biscegli**, IDPC, e-mail: [jose\\_biscegli@dantepazzanese.org.br](mailto:jose_biscegli@dantepazzanese.org.br)

**Aron Andrade**, IDPC, e-mail: [aron@dantepazzanese.org.br](mailto:aron@dantepazzanese.org.br)

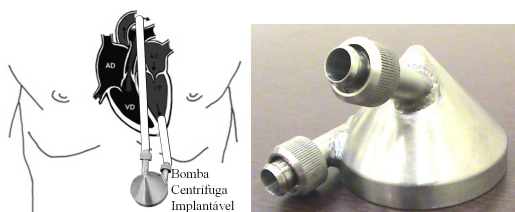
**Antonio Celso Arruda**, Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, e-mail: [celso@fem.unicamp.br](mailto:celso@fem.unicamp.br)

## Introdução

Dispositivos de assistência ventricular (DAV) vêm sendo estudados nas últimas décadas com o intuito de realizar o bombeamento de sangue em pacientes cardíacos. Dentre as indicações propostas, pode-se utilizar um DAV durante o período de espera que precede um transplante cardíaco, mantendo a pessoa viva, ou em auxílio a outras terapias, minimizando o esforço realizado pelo miocárdio, ou proporcionando a recuperação geral do paciente [1].

Três gerações de DAV surgiram até o momento, pulsáteis, bombas axiais e bombas centrífugas/mistas [2].

Em uma parceria de diversos centros de pesquisa, está sendo desenvolvido um DAV de terceira geração, a Bomba Centrífuga Implantável (BCI) como pode ser visto na Figura 1 [3,4].

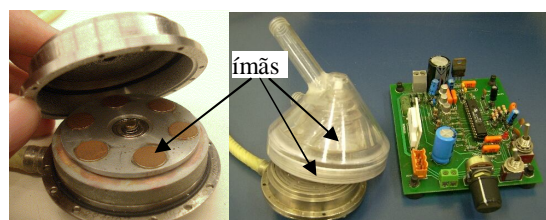


**Figura 1:** Esquema de posicionamento e foto de protótipo da Bomba Centrífuga Implantável.

## Atuador eletromecânico

O acionamento da BCI é realizado por um atuador eletromecânico que tem como característica construtiva o acoplamento magnético de um rotor bi-apoiado por mancais cerâmico-poliméricos de baixo atrito e um motor sem escovas de corrente contínua como mostrado na Figura 2.

Para aperfeiçoamento de seu controle, se faz necessário o conhecimento das características mecânicas desse atuador [5,6].



**Figura 2:** Atuador eletromecânico e controlador eletrônico do DAV.

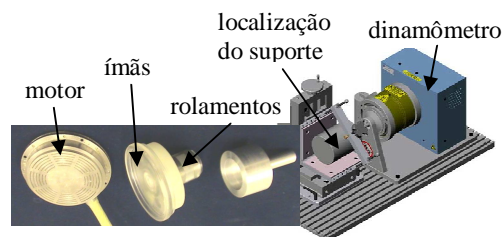
Simulando o acoplamento magnético da BCI, um suporte com o mesmo tipo de acoplamento foi proposto para a realização dessas medições.

## Metodologia

O suporte construído é composto de um eixo, dois rolamentos, seis ímãs e anéis espaçadores para o acoplamento magnético do motor em um dinamômetro com torque nominal de 800 g.cm (HD 100-7, Magtrol, Buffalo).

Com o sistema montado, foram medidas a potência mecânica e elétrica para cada incremento de 5 g.cm no torque imposto ao atuador. Essa tomada de dados foi realizada manualmente nas rotações de 1500 rpm, 2000 rpm e 2500 rpm.

Na Figura 3, pode-se observar o suporte construído e o sistema montado para realizar as medições.

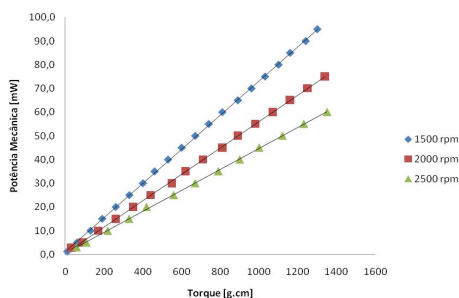


**Figura 3:** Sistema de acoplamento montado para as medições.

Foram construídas curvas de potência e torque para cada rotação determinada e comparados os valores de potência mecânica e elétrica para avaliação do rendimento total.

## Resultados

Como resultados foram obtidas as curvas, acima mencionadas, que podem ser vistas na Figura 4.



**Figura 4: Curvas de potência versus torque para o sistema montado.**

Foi observada perda de sincronismo do acoplamento magnético a um valor em torno de 1,5 W de potência mecânica transmitida.

Esse valor se repetiu em todas as rotações referentes às curvas levantadas correspondendo a uma potência elétrica total absorvida de aproximadamente 5 W.

## Discussão

Nos ensaios realizados, observou-se que o controlador eletrônico tem maior estabilidade quando as rotações ajustadas são mais elevadas.

A 1500 rpm, ocorreu uma variação da ordem de 50 rpm sem alteração manual no potenciômetro do controlador durante a imposição de torque.

Conforme o carregamento imposto no teste aumenta, foi observada uma regulação negativa da velocidade, o que pode ser considerado paradoxal para o bom funcionamento do mesmo.

## Conclusões

Do ponto de vista de acionamento, o controlador deveria promover a regulação positiva da velocidade de acordo com o carregamento crescente.

Novos testes devem ser realizados com diferentes distâncias do acoplamento entre o motor e o disco de ímãs do suporte.

Uma placa ferromagnética pode ser localizada atrás desse anel para melhor avaliar o comportamento do acoplamento e também do conjunto composto pelo motor e controlador [6].

Nos próximos ensaios, a medição da potência absorvida exclusivamente pelo motor deve ser realizada de forma independente do controlador, para avaliação da sua capacidade de conversão de energia.

## Referências bibliográficas

[1] Nosé, Y. Design and development strategy for the rotary blood pump. *Artificial Organs*, v. 22, p. 438-446, 1998.

[2] Don, B. O. The history of continuous-flow blood pumps. *Artificial Organs*, v. 24, p. 401-404, 2000.

[3] Bock, E.; Nosé, Y.; Andrade, A. J. et al. Hydrodynamic characteristics applied in determination of the new inlet port's angle from a centrifugal blood pump. *Proceeding of 52<sup>nd</sup> ASAIO Annual Conference*. Chicago, IL, June 8–10, 2006.

[4] Bock, E.; Arruda, A. C.; Andrade, A. J. et al. New Centrifugal Blood Pump With Dual Impeller and Double Pivot Bearing System: Wear Evaluation in Bearing System, Performance Tests, and Preliminary Hemolysis Tests, *Artificial Organs*, v. 32, p. 329-333, 2008.

[5] Fonseca, J.W.G., Técnica “Sensorless” para o Acionamento de Motores “Brushless DC” Aplicados em Circulação Artificial, *Dissertação de Mestrado*, ITA, 2003.

[6] Schima, H.; Schmallegger, H.; Huber, L. et al. An Implantable Seal-less Centrifugal Pump with Integrated Double-Disk Motor, *Artificial Organs*, v. 20, p. 114-116, 1995.