

# INSTRUMENTAÇÃO DE UM BANCO DE HÉLICE

**Rômulo Augusto da Costa Castro**

**Graduando do Depto. Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAEE), CEFET-MG**

**José Eduardo Mautone Barros**

**Prof. Dr. do Depto. Acadêmico de Disciplinas Básicas (DADB), CEFET-MG**

## 1. Resumo

Este trabalho apresenta o projeto de instrumentação e sistema de aquisição de dados utilizado nos ensaios do motor Rotax 532, em banco de hélice. Descreve sensores para medição de rotação, temperatura de um dos cilindros, pressão de admissão, temperatura de exaustão dos gases, temperatura da água, temperatura, pressão e umidade ambientais, vazão de combustível, torque e empuxo do conjunto motor-hélice. Descreve ainda implementação de atuadores de segurança junto à linha de combustível e circuito de ignição do motor.

## 2. Introdução e objetivos

O banco de hélice construído no laboratório de Energia Solar da Universidade Federal de Minas Gerais é uma estrutura que possui dois graus de liberdade, um correspondente à componente longitudinal e outro à componente radial. Projetado para medição, com uso de células de carga, de torque e empuxo de motores aeronáuticos a pistão de até 150 kW de potência, o banco de hélice possibilita realizar testes estáticos e dinâmicos em um conjunto motor-hélice.

O trabalho objetiva implementar um sistema de instrumentação no banco capaz de monitorar e coletar os dados de ensaios, permitindo verificar o desempenho, confiabilidade e resistência a longas cargas de trabalho de um conjunto propulsor.

## 3. Metodologia

Foi utilizado o motor Rotax 532, motor de 2 cilindros, 2 tempos, ciclo Otto, 521 cilindradas, 47 kW de potência, gasolina, equipado com uma hélice CEA Bi-pá (1,397m x 0,736 m) para realização de ensaios estáticos em degrau.

A metodologia do "Ensaio estático em degrau" consiste em manter o funcionamento do motor num dado regime de rotação e carga estável por pelo menos 1 minuto e só então alterar sua condição de trabalho.

## 4. Resultados e conclusões

As primeiras análises indicam que o sistema de instrumentação adotado atende às necessidades do banco de hélice, pois o mesmo comportou-se conforme o previsto, permitindo o monitoramento e coleta de dados de todas as grandezas necessárias. Durante a calibração cruzada do banco de hélice percebeu-se interferência insignificante entre esforços a que foram submetidas as células de carga de torque e empuxo, comprovando a eficiência do banco quanto aos graus de liberdade. Também através da calibração das células de carga, foi possível observar que os esforços a que o banco foi submetido foram transferidos com eficiência para as células conforme esperado. Os medidores de temperatura do cilindro e da água de arrefecimento apresentaram ruído acima do esperado e foram substituídos por uma versão mais eficiente.

O custo total aproximado do sistema de instrumentação e aquisição de dados foi de US\$10,000.00.

**Termobarohigrógrafo**  
Faixa de pressão: 0 a 100 kPa  
Faixa de temperatura: -55 a 150 °C  
Faixa de umidade: 0 a 100 %UR  
Incertezas: temperatura 0,5 °C;  
umidade 2 %UR; pressão 10 kPa  
Saída: Interface serial RS232  
Custo: US\$100.00

**Software**  
O software, desenvolvido na plataforma Delphi, trabalha em sistema operacional Windows.  
Custo: 100 homens-hora.

**Computador**  
Pentium III, 730 MHz, 256 MB de memória RAM com sistema operacional Windows 98 e monitor de 14".  
Custo: US\$1,500.00

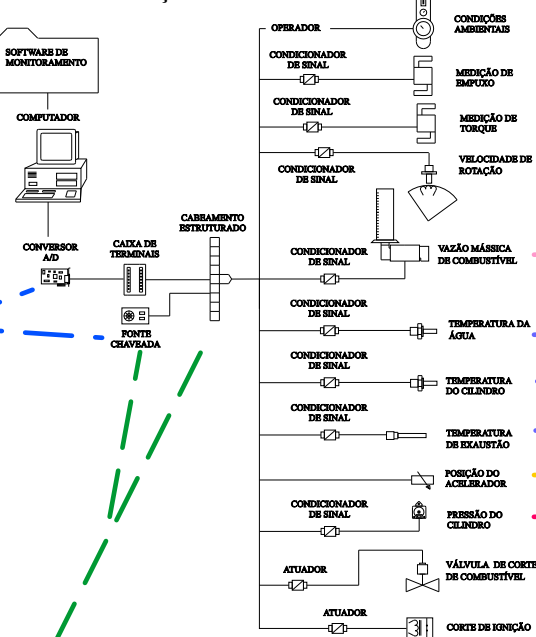
**Placa de aquisição e caixa de terminais**  
Placa de aquisição LINX CAD 16/32  
Entradas analógicas: 16  
Resolução: 12 bits  
Taxa de Amostragem Máxima: 64 kHz  
Incerteza: 0,004 V  
Custo: US\$1000.00

**Fonte e Cabeamento**  
Foi utilizada uma fonte chaveada ATX que fornece as tensões de -5V, +5V, -12V e +12V e corrente de até 3A.  
O cabeamento estruturado é blindado e possui 8 vias, sendo 5 para a alimentação e as demais para sinais de saída e controle dos sensores e dispositivos atuadores. Foi utilizado o padrão de cabeamento RJ45S-T568A. Custo: US\$100.00.

**Atuadores**  
Saída NA ou NF. Suporta corrente de até 1A e tensão de até 220V.  
Custo: US\$10.00

**Medidor de pressão**  
Sensor: MPX5100 - Motorola  
Faixa de medição: 0 a 100 kPa  
Incerteza: 10 kPa  
Saída: Analógica 0 a 5V  
Custo: US\$40.00

## Esquema de Instrumentação



**Medidor de torque**  
Sensor: célula de carga - Alfa Instrumentos  
Faixa de medição: 0 a 500 N.m  
Incerteza: 0,5 N.m  
Saída: Analógica 0 a 5V  
Custo: US\$100.00

**Medidor de empuxo**  
Sensor: célula de carga - Alfa Instrumentos  
Faixa de medição: 0 a 2500 N  
Incerteza: 2,5 N  
Saída: Analógica 0 a 5V  
Custo: US\$100.00

**Tacômetro**  
Sensor: chave óptica CNY70 - Vishay Telefunken  
Faixa de medição: 500 a 11000 rpm  
Incerteza: 50 rpm  
Saída: Analógica 0 a 5V e Digital 8 a 180 Hz  
Custo: US\$10.00

**Medidor de consumo de combustível**  
Sensor: célula de carga - Alfa Instrumentos  
Faixa de medição: 0 a 2 kg  
Incerteza: 0,002 kg  
Saída: Analógica 0 a 5V  
Custo: US\$100.00

**Medidores de Temperatura**  
*Para baixas temperaturas:*  
Sensor: LM35 - National Semiconductors  
Faixa de temperatura: 0 a 150°C  
Incerteza: 1 °C  
Saída: Analógica 0 a 5V  
Custo: US\$5.00  
*Para altas temperaturas:*  
Sensor: termopar tipo K  
Faixa de Temperatura: 0 a 1000 °C  
Incerteza: 2°C  
Saída: Analógica 0 a 5V  
Custo: US\$30.00

**Medidor de posição do acelerador**  
Sensor: potenciômetro logarítmico de deslizamento  
Faixa de medição: 0 a 100 %  
Incerteza: 5%  
Saída: Analógica 0 a 5V  
Custo: US\$5.00

## Agradecimentos

Este trabalho é parte integrante do projeto TEC822/98 financiado pela FAPEMIG e foi desenvolvido com uma Bolsa de Iniciação Científica do CNPq, pelo programa PIBIC.



## 5. Referências bibliográficas

- BARROS, J. E. M., OLIVEIRA, J. H. I., BATISTA, A. P. *Low cost avionics for general aviation*, SAE paper 2003-282, SAE;
- ALVES, L. C. *Conversão de Motor Automotivo para Motor aeronáutico, Construção do Banco de Hélice*, DEMEC-UFMG, 2003;
- BARROS, J.E.M., VALLE, R.M., BARROS, C.P. E FIGUEIREDO, R.D., *Projeto de Banco de Ensaio de Motor Aeronáutico*, In: IV Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica, 23-26 Nov. 1999, Anais..., Santiago de Chile, Universidad de Santiago de Chile, v. 3, 1999;