

## **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE DINAMÔMETRO PARA TESTES DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA**

**Rafael da Cruz Haical, haical@pop.com.br<sup>1</sup>**  
**Eduardo André Perondi, eduardo.perondi@ufrgs.br<sup>2</sup>**  
**Luciano Anaker Leston, luleston@gmail.com<sup>3</sup>**

1Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Sarmento Leite, 425 - 3º Andar  
CEP: 90.050-170 - Porto Alegre, RS - Brasil

**Resumo:** Atualmente, visando desenvolver novas tecnologias, a indústria automobilística vem fazendo vários testes de bancada em motores de combustão interna. Esses testes, na maioria das vezes são realizados para levantar informações para estudo sobre o consumo de combustível, a emissão de gases e para a verificação do torque e potência. Para o controle de bancadas de testes de motores de combustão interna existem diversas soluções, com diferentes métodos e dispositivos, que possibilitam obter resultados satisfatórios. O principal desafio do controle de rotação e do torque aplicado no motor é fazer com que ocorra uma relação intensidade de corrente elétrica/abertura de borboleta adequada para manter dentro de faixas toleráveis os valores a serem seguidos na realização dos testes. O presente trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema de controle em malha fechada de torque e velocidade de rotação para testes de motores de combustão interna em uma bancada que possui um dinamômetro de corrente de Foucault. Este sistema está baseado em um microcontrolador da família Atmega através do qual foram implementados os algoritmos de um controlador PID e um proporcional, que controlam, respectivamente, os níveis de corrente contínua aplicadas no dinamômetro e o percentual de abertura da borboleta do motor combustão através de um motor de passo. A validação do controle desenvolvido foi realizada através da verificação da convergência dos sinais para os valores de referência desejados. O controle propiciou também uma diminuição dos tempos para obtenção das respostas desejadas em comparação com o sistema anterior de controle manual.

**Palavras-chave:** dinamômetro, controle de velocidade, controle torque instrumentação, motor de combustão interna.

### **1. INTRODUÇÃO**

O presente trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema de controle em malha fechada de torque e velocidade de rotação para testes de motores de combustão interna em bancada. Atualmente, para o controle de bancadas de testes de motores de combustão interna existem diversas soluções, com diferentes métodos e dispositivos, que possibilitam obter resultados satisfatórios. O principal desafio do controle de rotação e do torque aplicado no motor de combustão interna é fazer com que ocorra uma relação intensidade de corrente elétrica/abertura de borboleta adequada para manter dentro de faixas toleráveis os valores a serem seguidos na realização dos testes.

Para o desenvolvimento de um algoritmo de controle da rotação e do torque aplicado no motor de combustão interna foi utilizado um dinamômetro de Foucault e um motor de combustão interna ao qual foi adicionado todo o hardware necessário para realização da etapa de controle. Baseados neste sistema, foram desenvolvidos dois algoritmos de controle: um proporcional e um proporcional, integral e derivativo (PID), que controlam, respectivamente, torque e rotação aplicada no motor de combustão interna. A validação dos controladores implementados na bancada de testes de motores foi feita através de testes experimentais que comprovam a convergência da rotação e do torque para os valores de referência desejados.

Existem poucas referências bibliográficas sobre o controle de torque e rotação para testes de bancada para motores de combustão interna. Roos e Montijo, (2005), por exemplo, realizaram o controle de um dinamômetro do tipo hidráulico através do comando de uma válvula borboleta de forma que, de acordo com o aumento ou diminuição do fluxo de água, se produza uma variação na carga aplicada ao motor, variando, assim, a sua velocidade. A válvula é movimentada por um servo-motor. O controlador utilizado é um PID (proporcional, integral e derivativo) implementado através de um microcontrolador. Cruz e Duarte, (2006), introduziram no sistema já desenvolvido em Roos e Montijo, (2005), uma interface gráfica para comunicação com o usuário. Esta interface faz a leitura via porta serial de um microcomputador dos dados enviados pelo microcontrolador, traça suas curvas em tempo real e salvando-as em arquivo para estudos posteriores. Além disso, podem ser ajustados alguns parâmetros via programação, tais como, a velocidade

de referência e os ganhos do controlador. Moulton, (2007), utiliza uma bancada com um dinamômetro de corrente de Foucault para realizar testes em pequenos motores de combustão interna (no caso motores de ciclo 2 tempos). Neste trabalho foi implementado um controlador PI (proporcional-integral) para controlar a intensidade da força de freio do dinamômetro e, conseqüentemente, a rotação do motor. O autor instrumentou o sistema com sensores de temperatura e com uma célula de carga e desenvolveu uma interface gráfica para a visualização dos sinais dos sensores e para a aquisição dos resultados nos testes em motores.

## 2. DESCRIÇÃO DOS TESTES

Os testes que serão apresentados a seguir estão em conformidade com as normas NBR ISO 1585 (ABNT, 1996), NBR ISO 14489 e EURO 3, que tem como objetivo especificar brevemente alguns métodos para os testes de bancada em motores de combustão interna.

Segundo Rohenkohl, (2004), alguns dos principais testes de bancada realizados em motores de combustão interna são:

- Teste de Emissões
- Teste de Consumo de Combustíveis de Combustíveis
- Teste de Amaciamento de Motores
- Teste de Desempenho de Lubrificantes

Segundo Vilanova, (2007) os testes de emissões de poluentes servem para obter dados sobre os gases do escapamento do motor em termos das emissões de CO, CO<sub>2</sub>, HC e NO<sub>x</sub>. São testes importantes sob o ponto de vista mais amplo de eficiência dos motores de combustão interna, que considera também, além do trabalho produzido e do consumo de combustível, os impactos causados ao meio ambiente onde estes recursos são empregados. Segundo Rohenkohl, (2004) por outro lado, o teste de consumo de combustível é realizado para obter o valor do consumo de combustível do motor de combustão interna testado. Já, o teste de amaciamento de motores é realizado, evidentemente, com o objetivo de “amaciar” o motor em bancada, preparando-o para os testes de desempenho de óleos lubrificantes que é realizado para analisar o desempenho de um tipo de lubrificante quanto ao desgaste de peças do motor, durabilidade e consumo do óleo (lubrificante).

## 3. IMPLEMENTAÇÃO EXPERIMENTAL

A implementação experimental do sistema de instrumentação e controle da bancada de testes de motores foi realizada no Laboratório de Motores do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A bancada, com motor e dinamômetro, é mostrada na Fig. (1) enquanto que na Fig. (2), apresenta-se também o sistema supervisorio desenvolvido. Todos os hardwares acessórios (condicionadores de sinais, placa com de controle com microcontrolador ATEMEGA16, drives de potência para os atuadores, etc.) foram projetados e construídos no âmbito do presente projeto. A bancada de testes utilizada está apresentada em detalhes nas figuras 1, 2 e 3.

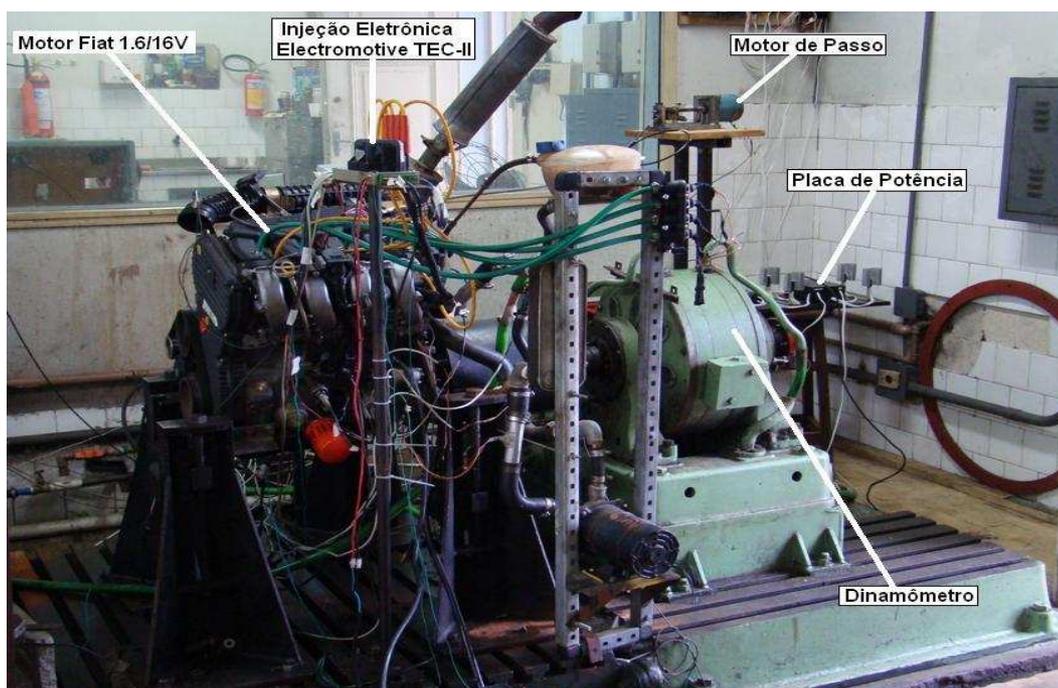


Figura 1. Aparato experimental de testes com o sistema de instrumentação e controle do bancada.

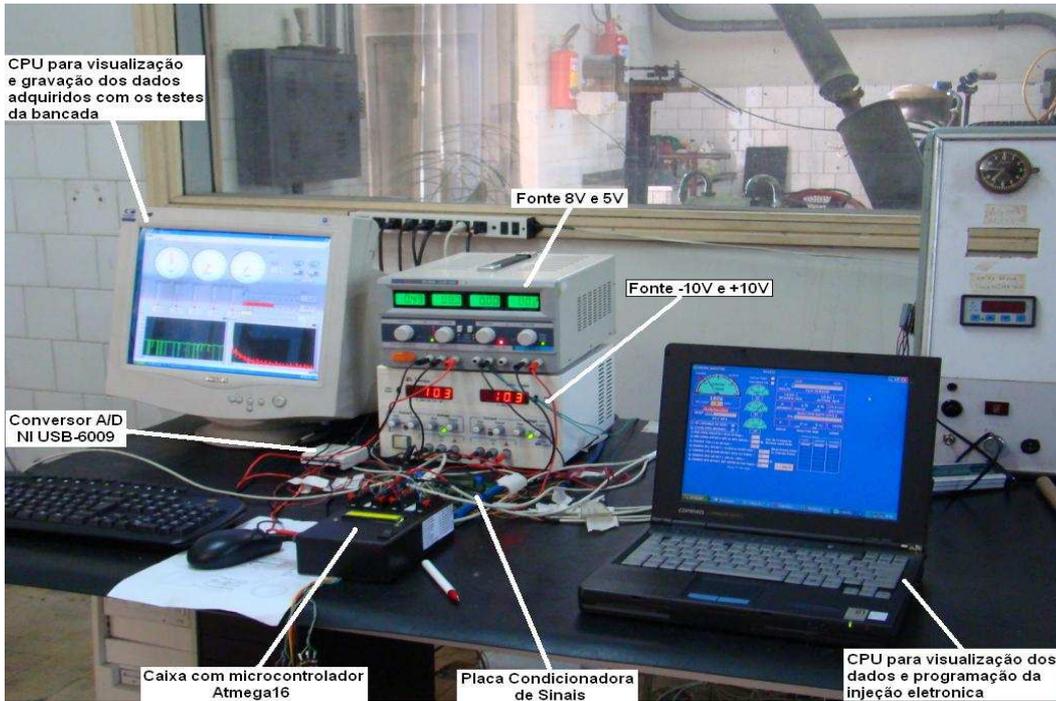


Figura 2. Bancada de visualização e gravação de dados e etapa de controle.

Os sinais já condicionados dos sensores de rotação e torque são amostrados e convertidos por um conversor analógico digital (A/D) e, depois, recebidos pelo microcontrolador. Este microcontrolador processa as informações e, através de um conversor digital analógico (D/A) e placas condicionadoras de sinais, atua sobre motor de passo ligado à borboleta do acelerador do motor de combustão interna. A intensidade de corrente aplicada no dinamômetro também é controlada da mesma forma. O microcontrolador é conectado a um microcomputador via porta serial, permitindo visualizar e gravar os dados através de uma interface gráfica programada no Labview. Os principais componentes do sistema estudado para o controle da bancada testes de motores de combustão interna estão representados no diagrama esquemático da Fig. (3).

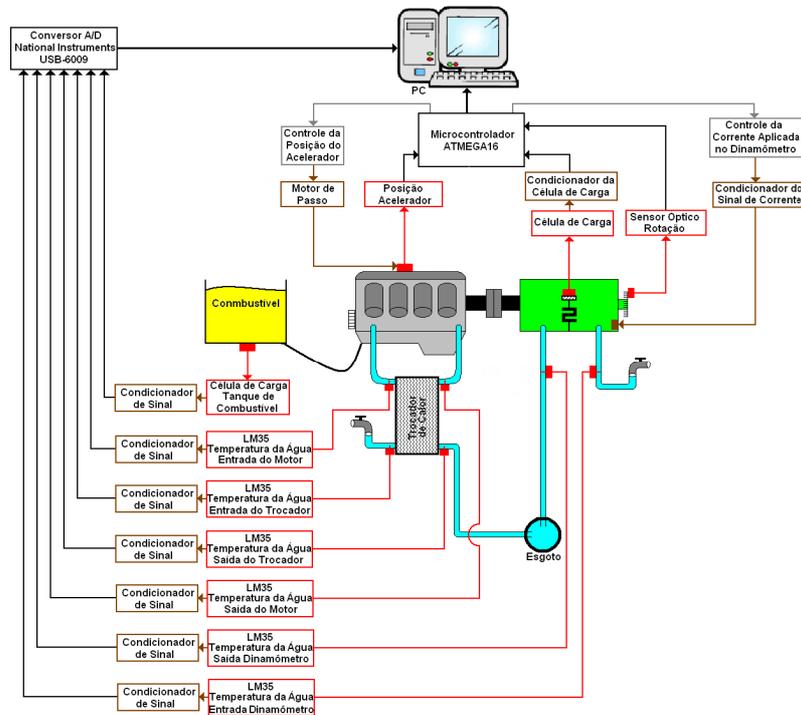


Figura 3. Diagrama esquemático das ligações do sistema instrumentação e controle da bancada.

Conforme apresentado nas figuras 1, 2 e 3, o sistema é constituído pelos seguintes componentes: um motor de combustão interna, um dinamômetro, um motor de passo, seis sensores de temperatura LM35, um sensor óptico de rotação, duas células de carga, um sensor de posição da borboleta (potenciômetro), duas placas condicionadoras de sinais, um microcontrolador ATMEGA16, uma placa conversora de sinal analógico para digital, um microcomputador e duas fontes chaveadas (Minipa e ATX).

#### 4. IDENTIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DOS PARAMETROS E MODELAGEM MATEMÁTICA

Nesta seção são apresentadas a modelagem matemática e a identificação experimental dos principais parâmetros envolvidos no funcionamento da bancada.

##### 4.1. Identificação das Características do Dinamômetro.

O dinamômetro é comandado pela interface de potência, que, por sua vez, é acionada por um canal PWM do microcontrolador, o qual comanda a placa de potência que está ligada ao dinamômetro. O sistema está configurado para operar com 1024 diferentes larguras de pulsos. Alterando-se esta largura, pode-se variar o *duty cycle* (razão do tempo em que o sinal permanece em nível lógico alto com relação ao período), e, portanto, a potência do dinamômetro. Para identificar o funcionamento do freio, diferentes valores de largura de pulso foram aplicados à entrada da placa de potência ligada ao freio, permitindo obter na sua saída diferentes níveis de corrente DC aplicadas ao dinamômetro. Através deste procedimento, foi possível determinar a relação entre a largura do pulso e o nível de corrente elétrica, obtendo-se a Eq. (1), representativa desta relação.

$$y = 2.10^{-6}x^2 - 0,0008x + 0,0255 \quad (1)$$

onde,  $y$  é intensidade de corrente elétrica [A] e  $x$  é a largura de pulso[s].

Foi levantada a relação entre o nível percentual de freio com a largura de pulso obtendo-se a Eq. (2).

$$y = 10,232x + 0,2 \quad (2)$$

onde,  $y$  é largura de pulso [s] e  $x$  é o nível percentual de freio[%].

##### 4.2. Identificação das Características da Célula de Carga do Dinamômetro

Para calibração da célula de carga foram conectadas massas de diferentes pesos na extremidade de uma barra de 0,48m de comprimento fixada ao dinamômetro. Esta barra tem o mesmo o comprimento do braço de alavanca que prende a célula de carga ao dinamômetro. A célula de carga tem seu sinal de tensão variado juntamente com a alteração dos pesos colocados na extremidade da barra. Através deste procedimento, foi possível determinar a relação entre a massa aplicada na barra e a tensão de saída da célula de carga, e assim se obteve a Eq. (3) representativa desta relação.

$$y = 0,1885x + 0,0153 \quad (3)$$

onde,  $y$  é a tensão [V] e  $x$  é a massa [kg].

##### 4.3. Características do Motor de Passo

O motor de passo move-se em incrementos angulares (conhecidos como passos) em resposta a pulsos digitais aplicados a um *driver* a partir de um controlador digital, no caso, o microcontrolador. O número de pulsos e a cadência com que estes pulsos são aplicados controlam a posição e a velocidade do motor, respectivamente.

O motor de passo utilizado no presente trabalho tem como característica a execução 200 passos por volta com o sinal de atuação de passo-completo. O microcontrolador foi programado para enviar ao motor de passo sinais de atuação de meio-passo, que resulta no dobro do número de passos por volta (400 passos por volta) e um torque 1,5 vezes maior. Este torque (relativo à atuação de meio-passo) foi necessário para vencer a força restitutiva da mola da borboleta do acelerador.

##### 4.4. Identificação e Modelagem Dinâmica do Sistema

Para a modelagem dinâmica do sistema Motor-Dinamômetro foram realizados dois ensaios como o objetivo de obter uma aproximação dos parâmetros necessários para a sintonia dos ganhos do controlador PID.

A borboleta do acelerador foi fixada em uma posição adequada para manter o motor com uma rotação constante e o dinamômetro com o nível percentual de freio próximo a zero. Em seguida, foi bruscamente aplicada uma ação de frenagem (nível percentual de freio) ao sistema, no intuito de reproduzir a aplicação de um sinal degrau. Para capturar as características dinâmicas, foram realizados dois ensaios para a identificação da resposta do sistema ao sinal degrau.

No primeiro ensaio, foi estabelecida uma rotação de 3000 RPM (314,2 rad/s) para o motor e aplicado 65% de nível percentual de freio no dinamômetro. No segundo ensaio, foi estabelecida uma rotação de 3000 RPM (314,2 rad/s) no motor e aplicado 60% de nível percentual de freio no dinamômetro.

Uma função de transferência de primeira ordem da rotação foi aproximada através da média das respostas e devidamente ajustada, expressa pela Eq. (4):

$$T(s) = \frac{40}{5s + 1} \tag{4}$$

As técnicas utilizadas para ajustar as equações 1, 2, 3 e 4, podem ser verificadas segundo Haical, (2009).

## 5. PROJETO DE CONTROLADORES PARA ROTAÇÃO E POTÊNCIA

Para a realização efetiva dos ensaios é necessário se obter os valores de torque disponibilizado pelo motor de combustão interna a determinadas rotações. Isto pode ser feito através da medição do torque aplicado pelo motor ao dinamômetro que mantém a rotação aproximadamente constante. Usualmente, o funcionamento do sistema de testes baseia-se na modulação do torque fornecido pelo motor através do controle da abertura da borboleta do acelerador e do controle da velocidade de rotação através da modulação da intensidade de corrente elétrica aplicada na bobina do dinamômetro. Assim, é possível obter diversas rotações para uma mesma abertura de borboleta.

Testes experimentais realizados na bancada indicaram que, devido às características dinâmicas do sistema, o torque pode ser controlado adequadamente através da aplicação de uma ação de controle proporcional (controlador P). Por outro lado, para o controle da velocidade, um controlador PID se fez necessário. Devido a essas características, optou-se por implementar inicialmente uma estratégia desacoplada de controle, de forma que, sob o ponto de vista de cada laço de controle, cada variável (torque e velocidade) é controlada individualmente. Esta estratégia interpreta a alteração da outra variável controlada como uma perturbação cujos efeitos devem ser compensados pelo controle.

### 5.1. Controlador do Torque

Para controlar o torque, executa-se um procedimento no qual, para cada velocidade de operação, controla-se o torque através do comando da borboleta do motor por um controlador proporcional (P). O valor do torque controlado é lido através da célula de carga do dinamômetro. Assim, enquanto o dinamômetro está seguindo um valor de rotação desejado, a borboleta do motor é aberta ou fechada, de forma a seguir o valor de torque necessário para cada velocidade de rotação a ser disponibilizada nos ensaios. Na Fig. (6), está apresentado o diagrama de blocos do controlador proporcional para o controle do torque. Para o controlador proporcional foi utilizado primeiramente um ganho unitário, e como o sistema se comportou satisfatoriamente, não houve a necessidade de alterá-lo.

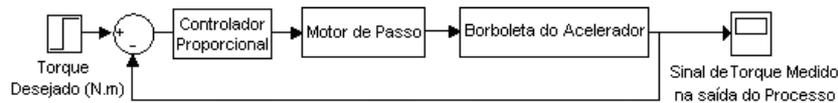


Figura 6. Diagrama de blocos do controle de torque

### 5.2. Controlador da Rotação

Para cada torque seguido no ensaio, controla-se a velocidade de rotação do sistema através do controlador PID. A medição da velocidade de rotação é realizada através do sensor óptico de rotação. Assim, enquanto a borboleta do motor de combustão interna controla o valor do torque, a intensidade de corrente elétrica aplicada na bobina do dinamômetro é aumentada ou diminuída para seguir o valor de velocidade de rotação necessário para cada torque a ser fornecido nos ensaios. Na Fig. (7), está apresentado o diagrama de blocos do controlador PID para o controle da rotação.

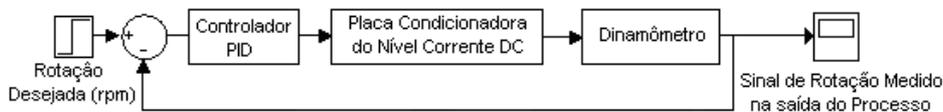


Figura 7. Diagrama de blocos do controle de rotação

## 6. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Nesta seção, são apresentados os resultados experimentais da atuação dos controladores implementados com o microcontrolador Atmega16 atuando ao sistema Motor-Dinamômetro. Os valores desejados de torque e rotação foram especificados para realizar dois testes do tipo amaciamento de motores. No primeiro teste, foi utilizado um motor FIAT 1.6/16V e, no segundo teste, um motor GM151S.

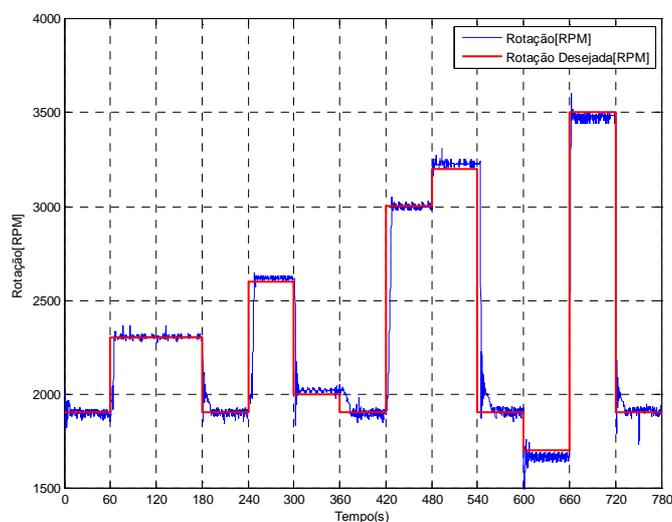
### 6.1. Resultados Experimentais de Teste de Amaciamento de Motores – Motor Fiat 1.6/16V

Para a realização dos testes experimentais do sistema de controle implementado, foram aplicadas em suas entradas valores desejados de rotação e torque, conforme a Tab. (1).

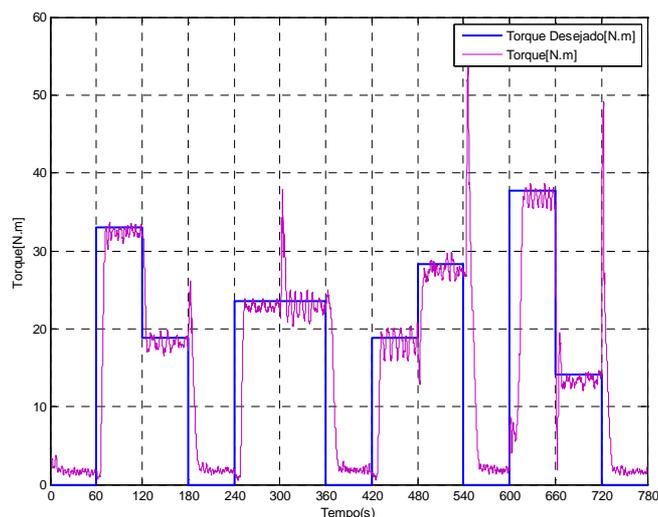
**Tabela 1. Dados para teste reduzido de amaciamento de motor.**

| Rotação [RPM] | Torque [N.m] | Tempo de Estágio [s] | Intervalo de Tempo [s] |
|---------------|--------------|----------------------|------------------------|
| 1900          | 0            | 60                   | 0 – 60                 |
| 2300          | 33,01        | 60                   | 60 -120                |
| 2300          | 18,8         | 60                   | 120 – 180              |
| 1900          | 0            | 60                   | 180 – 240              |
| 2600          | 23,5         | 60                   | 240 – 300              |
| 2000          | 23,5         | 60                   | 300 – 360              |
| 1900          | 0            | 60                   | 360 – 420              |
| 3000          | 18,8         | 60                   | 420 – 480              |
| 3200          | 28,2         | 60                   | 480 – 540              |
| 1900          | 0            | 60                   | 540 – 600              |
| 1700          | 37,7         | 60                   | 600 – 660              |
| 3500          | 14,1         | 60                   | 660 – 720              |
| 1900          | 0            | 60                   | 720 – 780              |

Nas figuras 8 e 9, estão apresentados os resultados experimentais da rotação e torque do sistema Motor-Dinamômetro Fiat 1.6/16V sendo controlado seguindo os valores desejados de rotação, segundo a Tab. (1).



**Figura 8. Resposta no tempo da rotação - teste de amaciamento de motores no sistema de controle experimental - Fiat 1.6/16V.**



**Figura 9. Resposta no tempo do torque - teste de amaciamento de motores no sistema de controle experimental - Fiat 1.6/16V.**

A validação dos controladores implantados na bancada de testes de motores se dá através da convergência da rotação e torque para os valores de referência desejados. Esta convergência pode ser observada através do comparativo dos resultados obtidos experimentalmente, os quais são mostrados nas figuras 8 e 9, onde têm-se rotação e torque, com os valores da Tab. (1).

Os resultados obtidos são considerados satisfatórios, os valores de rotação e torque obtidos se mantiveram próximos dos valores desejados. Pode-se observar também que o sistema comportou-se adequadamente no seguimento dos valores desejados de torque e rotação nas condições que foram propostas para o teste.

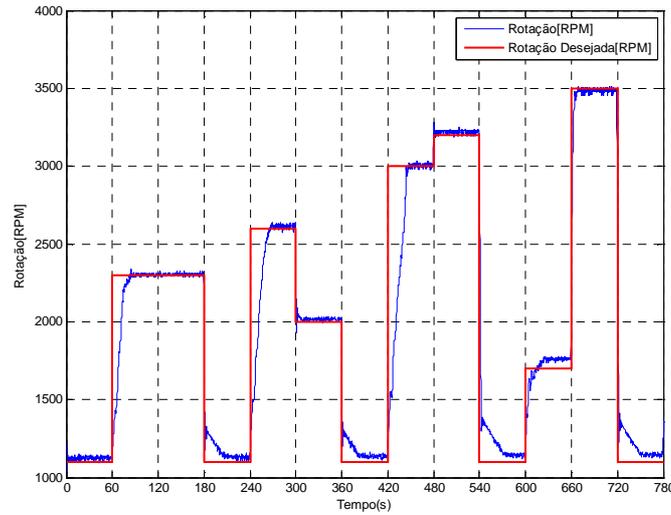
O segundo teste foi realizado com o objetivo de observar o desempenho dos controladores aplicados em outro tipo de motor, no caso, um motor GM151S. Na Tab. (2), pode-se observar que, para cada intervalo de tempo do teste, se dispõe de valores de rotação e torque desejados a serem seguidos pelos controladores.

Os valores de rotação e torque desejados para o teste do tipo amaciamento de motores (vide Tabela 2) no sistema Motor-Dinamômetro GM151S foram, em grande parte, os mesmos valores de rotação e torque utilizado no teste de amaciamento de motores realizado no motor Fiat 1.6/16V .

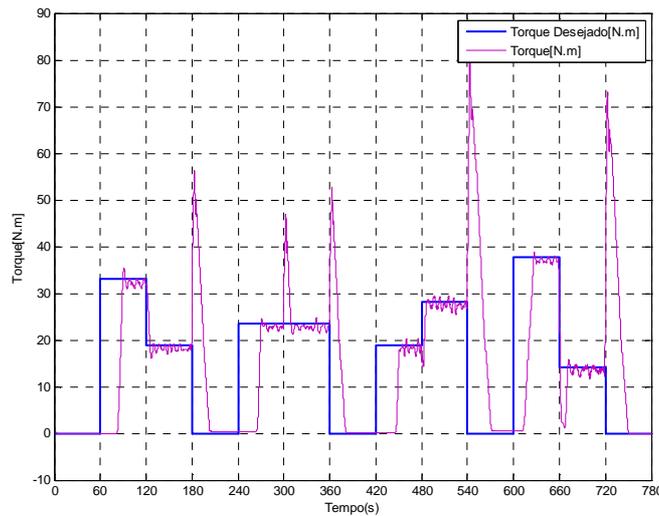
**Tabela 2: Dados para teste reduzido de amaciamento de motor**

| Rotação [RPM] | Torque [N.m] | Tempo de Estágio [s] | Intervalo de Tempo [s] |
|---------------|--------------|----------------------|------------------------|
| 1100          | 0            | 60                   | 0 - 60                 |
| 2300          | 33,01        | 60                   | 60 - 120               |
| 2300          | 18,8         | 60                   | 120 - 180              |
| 1100          | 0            | 60                   | 180 - 240              |
| 2600          | 23,5         | 60                   | 240 - 300              |
| 2000          | 23,5         | 60                   | 300 - 360              |
| 1100          | 0            | 60                   | 360 - 420              |
| 3000          | 18,8         | 60                   | 420 - 480              |
| 3200          | 28,2         | 60                   | 480 - 540              |
| 1100          | 0            | 60                   | 540 - 600              |
| 1700          | 37,7         | 60                   | 600 - 660              |
| 3500          | 14,1         | 60                   | 660 - 720              |
| 1100          | 0            | 60                   | 720 - 780              |

Nas figuras 10 e 11, estão apresentados os resultados experimentais da rotação e torque do sistema Motor-Dinamômetro GM151S controlado seguindo os valores desejados apresentados na Tab. (2).



**Figura 10. Resposta no tempo da rotação - teste do tipo amaciamento de motores no sistema de controle experimental – GM151S.**



**Figura 11. Resposta no tempo do torque - teste do tipo amaciamento de motores no sistema de controle experimental – GM151S.**

Através da comparação dos resultados experimentais de rotação e torque respectivamente apresentados nas figuras 10 e 11 com os valores da Tab. (2), pode-se concluir que os resultados alcançados pelo sistema de controle atuando no teste realizado no motor GM151S são satisfatórios, pois os valores de torque e rotação se mantiveram próximos dos valores desejados. Mesmo atuando em motores de características diferentes um Fiat 1.6/16V e GM151S, pode-se analisar que o sistema se atuou de forma satisfatória e obteve resultados bem próximos aos valores desejados.

## 7. CONCLUSÕES

Obteve-se sucesso na implementação experimental do sistema proposto para o controle do sistema Motor-Dinamômetro. O controlador proporcional (P) projetado para o controle de torque não necessitou de simulações para ajustá-lo devido ao fato de o motor apresentar uma dinâmica (relativamente) lenta. Este fato também contribuiu para que a convergência do torque para o valor de desejado não ocasionasse perturbações significativas na rotação.

Devido também às características dinâmicas, para o controle da rotação foi necessário projetar um controlador proporcional, integral, derivativo (PID). Os ganhos deste controlador foram ajustados via simulações e sua aplicação no

controle do sistema real mostrou-se bastante eficiente, validando tanto a proposta de uso de tal controlador, como da metodologia de ajuste dos ganhos via simulação.

Apesar da presença de ruídos e vibrações, o sistema de controle apresentou um comportamento satisfatório, aproximando suficientemente, para aplicações usuais, as respostas de rotação e torque dos valores desejados. Além disso, a automação do procedimento acelerou significativamente o processo de realização dos ensaios, principalmente quando se leva em consideração que o método usualmente utilizado para estabilizar concomitantemente a velocidade e o torque é essencialmente manual, com o ajuste dos parâmetros realizado através de muitas tentativas pelos operadores durante os ensaios.

O PID não foi ajustado para o motor GM para mostrar que o sistema modelado com o motor Fiat 1.6/16V se comporta satisfatoriamente em motores de características diferentes.

## **8. REFERÊNCIAS**

Cruz M. M. F. e Duarte S. L., 2006, Trabalho de Conclusão de Graduação, Projeto de implementação de um Sistema de Controle Pid para o Banco de Ensaio de Motores do Laboratório de Energia e Ambiente, Universidade de Brasília.

Roos C. e Montijo A. A., 2005, Trabalho de Conclusão de Graduação, Projeto de Implementação de um Sistema de Controle PID para o Banco de Ensaio de Motores do LEA usando Arquiteturas

Moulton N. L., 2007, Dissertação de Mestrado, Performance Measurment And Smulation Of A Small Internal Combustion Engine, University of Maryland.

Rohenkohl P., 2004, Curso, “Dinâmica dos Testes de Motores, seus Componentes, Controles e Validação” Campo Limpo SP.

Haical, Rafael C. , 2009, Dissertação de Mestrado, Desenvolvimento de Um Sistema de Controle de Dinamômetro para Testes de Motores de Combustão Interna, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Vilanova, Luciano C., 2007, Dissertação de Mestrado, Efeitos Da Adição De Etanol Hidratado No Combustível e do Sistema de Formação da Mistura no Desempenho e nas Emissões de um Motor Bicomcombustível Brasileiro, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



**VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA**  
**VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil**  
*August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil*

## **DEVELOPMENT OF A DYNAMOMETER CONTROL SYSTEM FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE TESTING**

**Rafael da Cruz Haical, haical@pop.com.br<sup>1</sup>**  
**Eduardo André Perondi, eduardo.perondi@ufrgs.br<sup>2</sup>**  
**Luciano Anaker Leston, luleston@gmail.com<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande, do Sul Rua Sarmento Leite, 425 - 3º Andar  
CEP: 90.050-170 - Porto Alegre, RS - Brasil

**Abstract** *The automotive industry has presently been performing several internal combustion engine bench tests aiming to develop new technologies. These tests are most often performed to collect information on fuel consumption studies, gas emissions, and torque and power check. There are several solutions for internal combustion engine bench test control which involve different methods and devices that can provide satisfactory results. The main rotation and engine torque challenge is to enable an adequate relation between the intensity of the electrical current and throttle opening in order to maintain the values to be followed during testing within tolerable ranges. The present paper focuses on the development of a closed-loop torque and rotation speed control system for internal combustion engine testing on a Foucault current dynamometer bench. This system is based on an Atmega family microcontroller, through which the algorithms of a PID and a proportional controller that control, respectively, the continuous current levels applied to the dynamometer and the combustion engine throttle opening percentage by means of a stepper motor, were implemented. The developed control was validated by means of a sign convergence check for the desired reference values. The control also provided a time reduction in obtaining the desired answers as compared to the previous manual control system.*

**Keywords:** *dynamometer, speed control, torque instrumentation control, internal combustion engine.*