

Sistema automatizado para levantamento de curvas de comandos de válvulas em motores de combustão interna⁽¹⁾.

Marcelo Vandresen⁽²⁾; Richard Chaplin⁽³⁾; Humberto R. Cazangi⁽⁴⁾ Giana de Almeida Pereira⁽⁵⁾

Resumo Expandido

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Edital 12/2012, da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

⁽²⁾ Professor; Instituto Federal de Santa Catarina; Florianópolis, SC; vandresen@ifsc.edu.br;

⁽³⁾ Estudante; Instituto Federal de Santa Catarina; Florianópolis, SC; alemaochaplin@gmail.com;

⁽⁴⁾ Professor; Instituto Federal de Santa Catarina; Florianópolis, SC; humbertohoreder@ifsc.edu.br;

⁽⁵⁾ Estudante; Instituto Federal de Santa Catarina; Florianópolis, SC; giana.ap@gmail.com;

RESUMO: Determinar os valores de levante e duração de abertura, assim como cruzamento de válvulas são de suma importância para determinar as características de consumo, desempenho e torque de um motor de combustão interna. A técnica utilizada atualmente é manual, demorada e sujeito a falhas. O aparelho consiste de dois transdutores lineares para captura de movimento linear, uma castanha e um contraponto móvel para segurar a peça a ser analisada. Um motor de passo move a peça e capta o movimento angular da mesma. Utiliza-se também um micro controlador ATMEGA 328p para gerenciar o sistema e enviar os dados coletados via saída serial de um computador. Uma vez pronto, este equipamento será utilizado no laboratório de manutenção automotiva, bem como no grupo de pesquisa ADeMCI, trazendo agilidade no processo de levantamento de curvas comes.

Palavras-chave: Comando, automatizado, levante, duração, cruzamento.

INTRODUÇÃO

Nos motores de combustão interna, as trocas de gás na câmara de combustão (admissão e escape) são responsáveis por pelo menos 70% da eficiência do motor. As características de torque, consumo e potência em um motor de combustão interna estão estreitamente relacionadas com a eficiência (ou falta dela) de entrada e saída de gases na câmara de combustão através do cabeçote. O elemento mecânico responsável pela movimentação e sincronização das válvulas durante os ciclos de admissão, compressão, combustão e escape, nos motores de ciclo Otto e Diesel é o comando de válvulas. Segundo o livro Internal Combustion Engine (SAE 2004) o conhecimento das características do levante, a duração e cruzamento, bem como as características de velocidade e aceleração do conjunto da válvula é muito importante a fim de avaliar o desempenho do motor. Mudanças sutis entre comandos montados na mesma família de motores podem promover diferentes características sem, no entanto, caracterizar um novo motor.

Projetar, construir e implementar um equipamento que agiliza o processo que atualmente é manual, cansativo e que além de ser ineficiente é bastante demorado e propenso a falhas, atende tanto as necessidades do Laboratório de Manutenção Automotiva e para o grupo e ADeMCI Mecatrônica industrial maldição.

METODOLOGIA

CAPTURA DO MOVIMENTO LINEAR

Um transdutor é um dispositivo que converte as variações de uma dada quantidade física em outro. Neste caso, transforma variação de tensão (V) em unidades de distancia (mm). Necessitam de um sistema de circuito fechado, uma vez que ele envia um sinal que é alimentado de volta para a unidade de controle. Então, o mesmo sinal é comparado com o sinal de entrada da unidade de comando, no caso em que o microcontrolador ATMEGA 328p. O dispositivo foi escolhido um modelo linear transdutor linear Gefran LT-M-0100-P (figura 1), como foi o arranjo no laboratório. A unidade de controle é uCduino (figura 2), uma variação do Arduino popular desenvolvido aqui no IFSC. Foi escolhido pela facilidade de aquisição e porque é amplamente utilizada no curso.

Figura 1: Transdutor Linear.



Fonte: ADeMCI

Devido à relativa baixa resolução da Arduino foi necessário usar uma A/D externo. Assim, a resolução aumentada de 0,004882 V / mm a 0,001224 V / mm. Em seguida, o código fonte foi modificada para realizar uma média de centenas de valores, aumentando o número de pontos (passos) da régua.

Utilizou-se o A / D 8403, o qual tem uma resolução de 12 bits e de 8 canais para a leitura e comunicação com o Arduino via SPI. Como se encaixa na exigência e estava disponível em um dos laboratórios do IFSC mostrou-se a melhor opção para dar continuidade ao projeto.

O microcontrolador recebe os valores a partir da leitura do A / D. Estes valores são armazenados e, em seguida, dividida pelo número de amostras. Com isso, podemos determinar o passo (step), mas ocorre uma pequena perda em precisão.

Figura 2: uCduino.



Fonte: ADeMCI

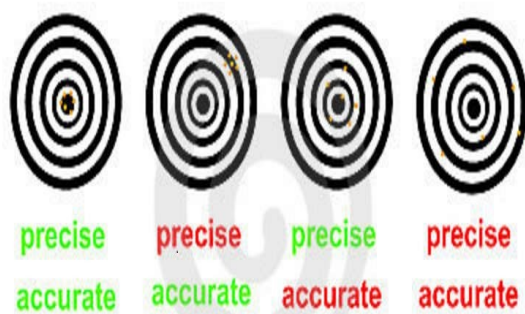
Os três conceitos seguintes (Figura 3) serão apresentados nas medições que foram feitas, com base nas definições encontradas no VIM (Vocabulário Internacional de Metrologia):

Resolução: pequenas variações da quantidade medida que provoca uma mudança perceptível na indicação correspondente.

Precisão de medição: O grau de concordância entre indicações ou valores medidos obtidos por medições repetidas no mesmo objeto ou objetos similares, sob condições especificadas.

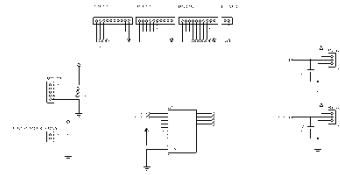
Precisão de medição: O grau de concordância entre um valor medido e um valor verdadeiro de uma medida.

Figura 3: Exatidão e precisão.



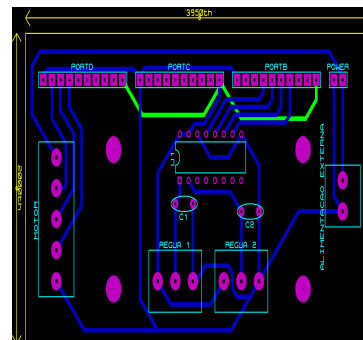
Devido aos problemas com as conexões, foi decidido fazer uma PCI (Figuras 4 a 6) para resolver o problema. Proteus Software foi usada para criar o esquema e layout.

Figura 4: Esquemático.



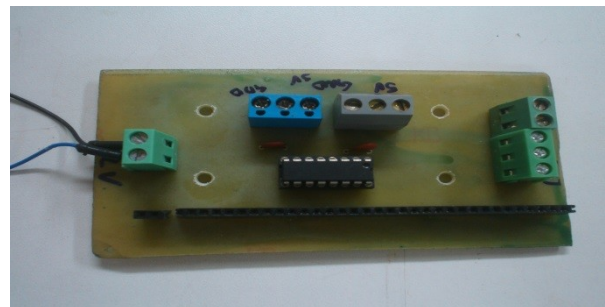
Fonte: ADeMCI

Figura 5: Leiaute.



Fonte: ADeMCI

Figura 6: PCI.



Fonte: ADeMCI

CONTROLE DO MOTOR DE PASSO

Para controlar o motor de passo (figura 7), usou um driver da AUMEK, com controle de corrente e variações de passos. Como existe uma relação de 3,6:1. Desse modo, a cada 360 passos do motor, o comando gira 100, facilitando as relações.

Cada passo possui um valor de altura relacionado e forma um par ordenado. O conjunto de pares ordenados gera os gráficos de levante e duração de cada um dos ressaltos analisados.

Com os pontos levantados, pode-se determinar as características de binário, o consumo e potência.

Figura 7: Motor de passo.



Fonte: ADeMCI

LEVANTANDO CURVAS

O processo começa com o posicionamento do eixo de comando de válvulas entre a castanha e o cabeçote móvel. O microcontrolador recebe um comando que inicia o movimento do motor de passo, de acordo com o explicado na rotina já estabelecido. Dividir uma volta completa em 360 pontos, cada ponto representa um grau de variação angular. Juntamente ao ângulo, os dois transdutores lineares enviam a tensão para o uCduino que por sua vez converte os valores de deslocamento (mm).

Devido à sensibilidade do sistema, determinou-se o código fonte do projeto que o motor muda de posição do apenas quando os valores de levante estão dentro do intervalo de erro (+ - 0,5%) dentre todas as amostras recolhidas.

```

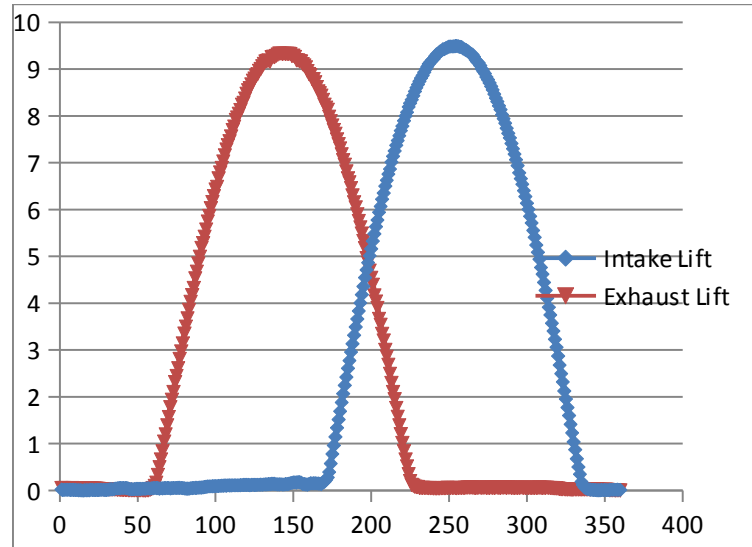
alt = ((readValue * 100.000) / 4095.000);
media_admedia = (1,200,1,0.5);
if (média == 99999) {
  Serial.println ("Out of tolerância + 0,5%");
  Serial.println ("");
  flag = false;}
else {
  media = media/100;
  Serial.print (grau);
  Serial.print ("");
  Serial.println (média de 3);
  flag = true;

```

No fim da primeira volta completa, os dados são guardados em um arquivo de texto espaçados. Os pares ordenados são enviados ao Microsoft Excel. Finalmente, as curvas são geradas para cada levante x duração para cada válvulas de admissão e de escape (figuras 8 á 10), que revelam as características do comando. A seguir, os gráficos gerados a partir dos pontos levantados e em seguida uma renderização do aparato em CAD

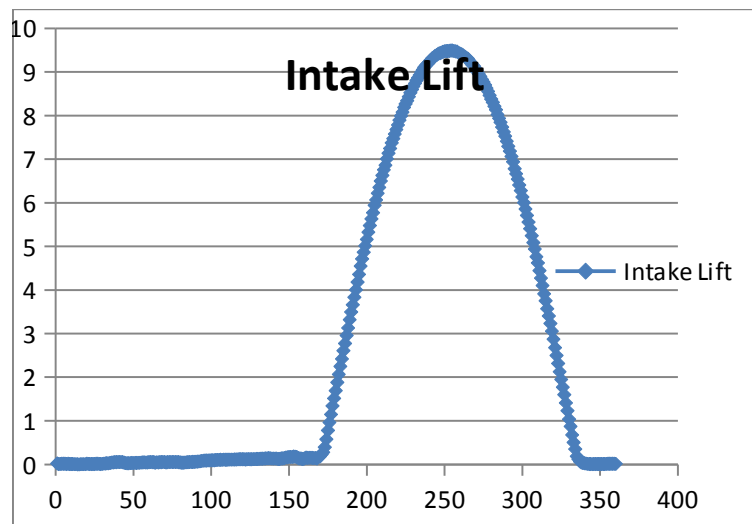
(figura 11) e imagem do mesmo após fabricação (figura 12):

Figura 8: Curvas de admissão e escape.



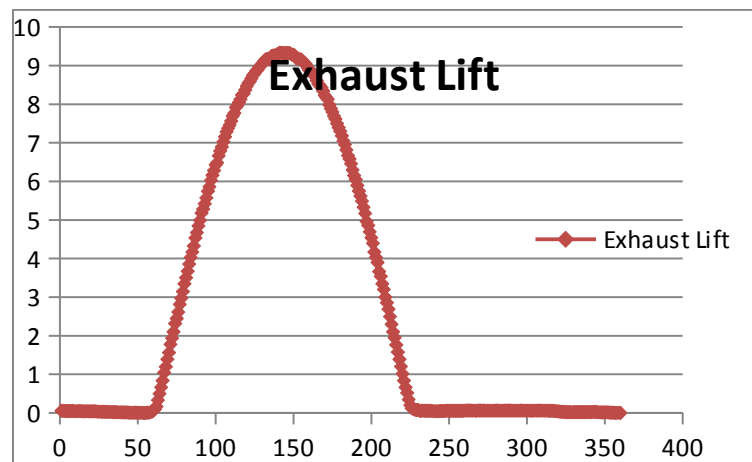
Fonte: ADeMCI

Figura 9: Curva de admissão e equação.



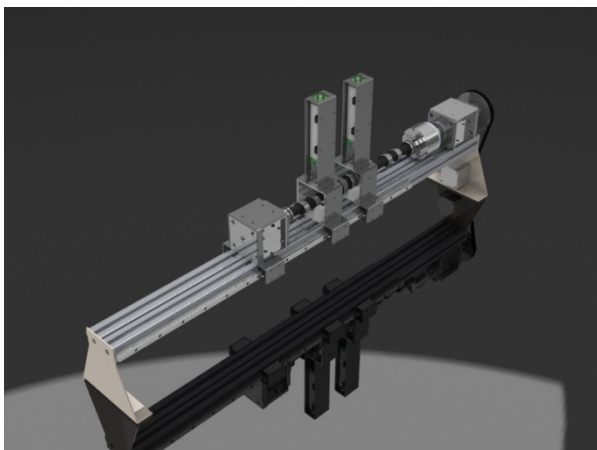
Fonte: ADeMCI

Figura 10: Curva de escapamento e equação.



Fonte: ADeMCI

Figura 11: Modelagem do aparato em CAD



Fonte: ADeMCI

Figura 12: Imagem do aparato montado .



Fonte: ADeMCI

CONCLUSÕES

Os principais objetivos do projeto, captura dos movimentos lineares e angulares e traçar gráficos de levante e duração dos ressaltos foram

alcançados com sucesso. A obtenção de tais dados, é crucial para determinar as características do comando e por consequência, do motor.

No entanto, para uma maior confiabilidade nos resultado, deve ser considerada uma outra proposta para a fixação da peça a ser medida no aparelho, tendo em vista a que a contraporca usada tem uma dimensão relativamente pequena e peso ao longo do comprimento de um do eixo de comando de válvula pode criar um certo desalinhamento indesejado. Durante o teste, observou-se alguma dificuldade em alinhar a peça de forma adequada no suporte (mesmo com o cabeçote móvel).

Em outro ponto de permitir uma maior liberdade para trabalhar com os valores obtidos, se mudar de volta para o software de cálculo, tais como Microcal Origin, por exemplo, a fim de que o Excel tem certas limitações. Pode-se, por exemplo, derivar da função que descreve o movimento da válvula, fazendo com que a sua velocidade, e derivando novamente, a aceleração. Conhecendo esses valores, você pode projetar, além de comando de válvulas, molas e cargas exigidas na mesma.

REFERÊNCIAS

a. Internet

VIM, **Vocabulário Internacional de Metrologia**. Conceitos fundamentais e gerais e termos associados. 1 ed Luso Brasileira, 2012. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em 04 mai 2013.

Martins, J., **Motores de combustão interna** " 2° Edition Heisler, H., "Advanced Engine Technology" 1995, Reprinted 2001, 2002, 2003.

Van Basshuyen, R., Schaefer, F., "**Internal Combustion Engine**" SAE 2004.