



## **Desenvolvimento de “motor vivo” (*mock up*) para ensino em eletrônica automotiva**

**Carlos Alberto Morioka** – [prof.morioka@uol.com.br](mailto:prof.morioka@uol.com.br)

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Faculdade de Tecnologia de Santo André  
Rua Prefeito Justino Paixão, nº150  
CEP 09020-130, Santo André - SP,

**Felipe Serafim Albaladejo** – [Felipealbaladejo@hotmail.com](mailto:Felipealbaladejo@hotmail.com)

Faculdade de Tecnologia de Santo André  
Rua Prefeito Justino Paixão, nº150  
CEP 09020-130, Santo André - SP,

**Alexsander Tressino de Carvalho**- [tressino@lsi.usp.br](mailto:tressino@lsi.usp.br)

Faculdade de Tecnologia de Santo André  
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Rua Prefeito Justino Paixão, nº150  
CEP 09020-130, Santo André - SP,

**Armando A.M Laganá**- [lagana@lsi.usp.br](mailto:lagana@lsi.usp.br)

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Av. Professor Luciano Gualberto, 158- travessa 3, sala A1-46 LSI

**Fábio Dellatore**- [f.delatore@terra.com.br](mailto:f.delatore@terra.com.br)

Faculdade de Tecnologia de Santo André  
Rua Prefeito Justino Paixão, nº150  
CEP 09020-130, Santo André - SP,

***Resumo:** Na área educacional de engenharia automotiva, mas especificamente no estudo de motores a combustão interna torna-se necessário o uso de sistemas didáticos capazes de simular, testar e obter dados característicos do funcionamento do mesmo. Contudo, é comum o emprego de motores “vivos” (*mockups*), ou seja, um motor sem estar instalado no veículo, mas montado com todos os seus componentes necessário para o seu funcionamento. Porém, *mockup*'s são muito utilizados para o aprendizado mecânico do motor. O objetivo deste trabalho é mostra a construção de um *mockup* com o interseccionamento da ECU para uso em cursos de eletrônica automotiva, onde será possível observar os sinais gerados pelos sensores existentes no veículo, como por exemplo, sonda lambda, sensor de efeito Hall e entre outros.*

***Palavras Chaves:** Mockup, Ensino em engenharia automotiva, sensor sonda lambda, sensor hall.*



## 1. Introdução

Segundo (SCHÜTZER, 2002) o emprego de sistemas virtuais para o desenvolvimento e teste de novos produtos tem sido uma crescente, sempre objetivando a redução de custos. A Construção de protótipos físicos demanda tempo e recurso financeiros, com isso empresas atualmente estão optando por mockups digitais para etapas iniciais de desenvolvimento de seus produtos, que permite a identificação e análise de possíveis erros de projeto, algo que em sistemas físicos levariam mais tempo. Empresas como Volkswagen e BMW da Alemanha, que na década de noventa começaram a desenvolver protótipos baseado em mockups digitais. Entretanto, muitas empresas ainda utilizam para testes e desenvolvimento de produtos meios físicos (DAI, FELGER e FRÜHAUF).

No entanto, a finalidade deste artigo, é demonstrar que sistemas físicos na indústria automobilística “pode ter perdido” terreno, mas para a área educacional é de fundamental importância para o aprendizado do aluno, principalmente na área de eletrônica automotiva, para que o aluno possa ter contato com os sinais fornecidos pelos sensores para a ECU (Unidade de Controle Automotivo). Neste caso é imprescindível o interseccionamento da fiação da ECU para permitir o acesso aos sinais gerados tanto pelos sensores (entrada da ECU) como os gerados para controle dos atuadores.

## 2. Desenvolvimento do *Mockup*

Intuito deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema de motor vivo, com o interseccionamento da ECU para fins educacionais. O mockup deve permitir a captação e observação dos sinais produzidos pelos sensores como o motor em funcionamento, semelhante ao motor instalado nos veículos em movimento.

Mockup montado utilizou um motor GM 1.8 flex e ECU fornecida pela Delphi Automotive. A Figura 1 mostra do motor GM 1.8 Flex semelhante ao utilizado no desenvolvimento.



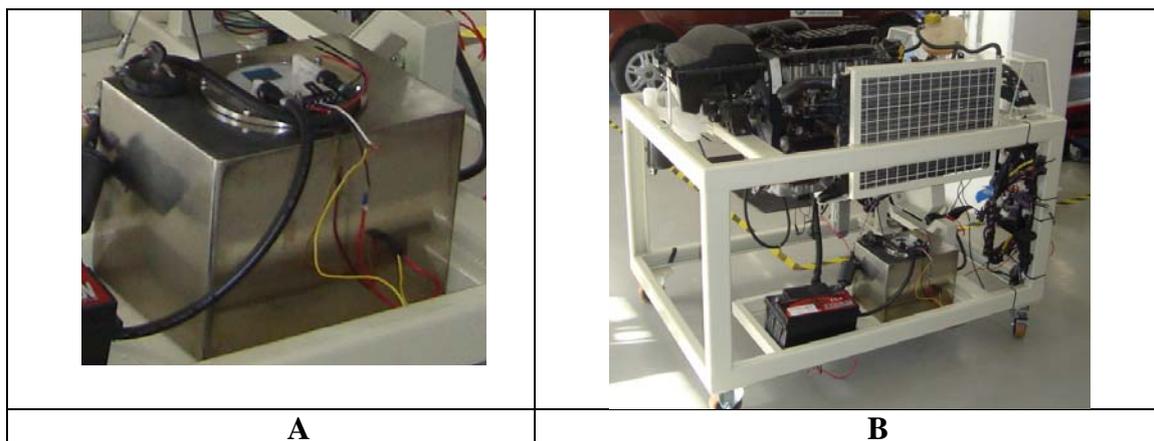
**Figura 1: Motor GM utilizado para o desenvolvimento do motor vivo.**



No Brasil observamos que montagens de mockups semelhantes são feitos por empresas automotivas, para fins de treinamento de redes autorizadas, ou até com alterações para testes em dinamômetros de bancada. Adicionalmente o SENAI de lençóis paulista possui *Know-hall* na construção desse tipo de sistema. Em ambos os casos verifica-se que a montagem tem como objetivo o ensino da parte mecânica e conseqüentemente não apresentam o interseccionamento da ECU.

A montagem do motor foi realizada sobre uma estrutura construída em aço em “V” utilizando entre outros componentes, coxins de borracha e uma caixa de câmbio vazia (caixa seca).

Foram adquiridas, construídas e instaladas algumas partes necessárias para o funcionamento. Inicialmente foi construído um reservatório de combustível em aço inox onde foi acoplada uma bomba de combustível conforme pode ser visto na Figura 2a para o complemento do mockup foram instalados: um alternador, bateria, painel de instrumentos, chave de ignição montada na coluna de direção. E por fim, sistema de arrefecimento, reservatório de água e reservatório de partida a frio.



**Figura 2: Sistema da bomba de combustível (A) e vista do mockup desenvolvido (B).**

### 3. Interseccionamento da ECU

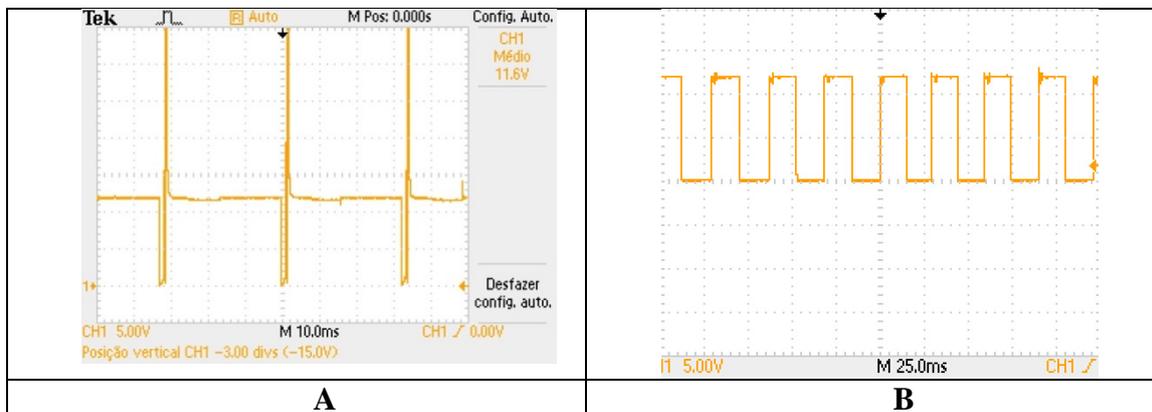
O interseccionamento da ECU tem como objetivo facilitar a observação dos sinais, tanto gerados pelos sensores que são direcionados para a ECU, como os sinais gerados pela ECU que comandam os atuadores. Os sinais gerados pelos sensores geralmente são analógicos e os gerados pela ECU sinais digitais.

A intersecção é introduzida através de bornes e uma chave. Esta combinação permitirá principalmente projetos desenvolvidos por alunos, substituir parte da arquitetura (programas) da ECU por arquiteturas paralelas que executem partes funcionais da mesma.

O acesso a estes sinais de forma mais simples associado a utilização de um osciloscópio de 4 canais permitirá aos alunos visualizar os sinais e principalmente o



sincronismo entre eles. Os sinais obtidos na Figura 3 mostram o funcionamento dos bicos injetores em sincronismo do sinal gerado pela rodafônica.



**Figura 3: Sinal obtido através do interseccionamento da ECU, sinal dos bicos injetores (A) e sensor MAP (B).**

Os sinais obtidos mostram como é o funcionamento dos bicos injetores no momento que a rotação do motor está constante com o aumento da aceleração do o período do sinal dos bicos injetores diminuem demonstrando um aumento da inserção de combustível.

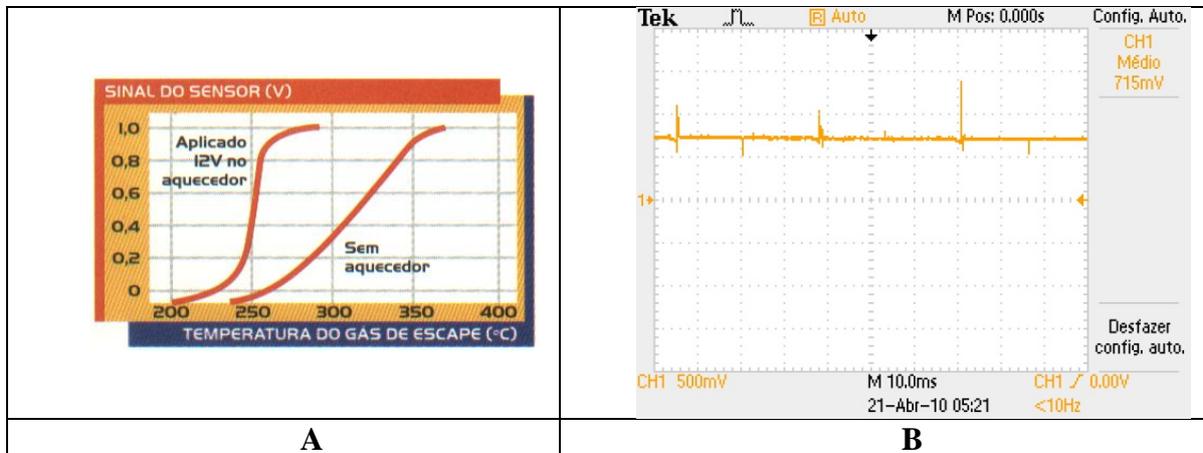
O sensor MAP (*mainfold absolute pressure*) informa a ECU a pressão que está submetida o ar aspirado pelo motor. Com isso, a ECU pode realizar cálculos verificar a quantidade de combustível será injetado no motor.

Com a configuração proposta pode-se até mesmo inserir ECU desenvolvida baseando-se nos sinais digitais analógicos e digitais produzidos pelo mockup, que será tratado como futuramente.

Por exemplo, outro sensor importante para o sistema veicular é a sonda lambda, com a tecnologia de carros bicompostíveis há necessidade de verificar quando um veículo está trabalhando com álcool ou gasolina. Sendo a principal diferença entra os dois combustíveis o seu poder calorífico.

A sonda lambda é composta por um material cerâmico com um revestimento poroso de platina e é protegido por um invólucro metálico. A sua atuação baseia-se na alteração das propriedades da cerâmica a altas temperaturas permitindo a difusão do oxigênio do ar opera em função da diferença da concentração de oxigênio entre o gás de escape e o ar externo, gerando-se uma tensão ou uma alteração da resistência em função dessa diferença.

A sonda de óxido de zircônio funciona gerando uma diferença de potencial eléctrico entre os seus terminais, oscilando entre cerca de 0,1 a 0,9 Volt. Uma tensão até cerca de 500 mV indica uma mistura pobre, acima disso reflete uma mistura rica. A sonda tem um comportamento não linear, isto é, não reflecte a variação do oxigênio na mistura, funciona de uma forma quase binária: mistura "rica"/mistura "pobre". Figura 4 mostra o sinal da sonda lambda obtida diretamente pelo interseccionamento e o outro sinal tratado obtido pela ECU.



**Figura 4: Sinal da sonda Lambda obtida do manual da NGK (A), sinal tratado pela ECU e sinal do mockup sem tratamento(B).**

#### 4. Conclusões

O desenvolvimento deste mockup mostrou-se extremamente apropriado para ensino, estudo e pesquisa na área de gerenciamento eletrônico, permitindo o entendimento do funcionamento de um motor a combustão interna associado a sinais eletrônicos gerados pelos sensores para ECU e desta para os atuadores.

Este trabalho permite testar arquiteturas e softwares aplicados desenvolvidos por alunos em projetos, tanto de pesquisa como em disciplinas relacionadas.

#### Agradecimentos

Aos professores, estagiários e auxiliares docentes da FATEC Santo André pela contribuição nas discussões técnicas.

#### 5. Bibliografia

DAI, F.; FELGER, W.; FRÜHAUF, T. Virtual Prototyping Exemples for Automotive Industries. **Fraunhofer Institute for Computer Graphics (IGD)**.

SCHÜTZER, I. K. Implantação do "Digital Mockup" na Indústria Automobilística, Piracicaba, p. 10, 2002.



**COBENGE2010**  
XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia  
12 A 15 SET • FORTALEZA • CE  
Hotel Gran Marquise



## ***Development of mockup for education in automotive electronics***

***Abstract:*** *In the educational field of automotive engineering, but specifically in the study of internal combustion engines it is necessary to use instructional systems able to simulate, test and obtain data characteristic of the operation. However, it is common to use engines "living" (mockups), ie an engine without being installed on the vehicle but fitted with all components necessary for its operation. But mockups are used to rote learning of motor .. The objective of this work is shown in the construction of a mockup intersecting with the ECU for use in automotive electronics courses, where you can observe the signals generated by sensors in the vehicle, for example, lambda probe, Hall effect sensor and between others.*