

## **REGULAGEM DA UNIDADE DE COMANDO ELETRÔNICO PROGRAMÁVEL MODELO FUEL-TECH PARA CARROS DE COMPETIÇÃO**

**Igor Eriberto Cella, igor\_cell@ibest.com.br<sup>1</sup>**  
**Keyll Carlos Ribeiro Martins, kmartins@ifma.edu.br<sup>1</sup>**  
**Rodrigo André Oliveira Corzo, rodrigo\_andre\_@hotmail.com<sup>1</sup>**  
**Lorenni Evren Matias da Silva, lorennievren@yahoo.com.br<sup>1</sup>**  
**Antonio Moreira dos Santos, asantos@sc.usp.br<sup>2</sup>**  
**Gustavo Rodrigues de Souza, gustavor@sc.usp.br<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. Av. Getúlio Vargas, nº 04, Monte Castelo, São Luís - MA – Brasil - CEP 65030-005.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos - Campus de São Carlos. Av. Trabalhador São-carlense, 400, Arnold Schimidt, São Carlos - SP - Brasil - CEP 13566-590.

**Resumo:** *Os sistemas de injeção/ignição eletrônica contribuem na diminuição das emissões poluentes através do controle da mistura ar-combustível que opera dentro de uma faixa estequiométrica em determinados regimes de rotação dos veículos automotores. As montadoras de automóveis configuram a programação dos sistemas de injeção/ignição eletrônica sendo difícil alterar seus parâmetros. Desta forma, a unidade de comando eletrônica capta as informações dos sensores e controla as ações dos atuadores de forma precisa. Entretanto, as configurações da UCE (Unidade de Comando Eletrônico) adotam um único padrão e não são capazes de extrair o máximo de desempenho possível, com economia e durabilidade de seu sistema, sendo preciso modificá-las para poderem se adaptar à nova necessidade. Por esta razão, foram criados módulos programáveis de injeção eletrônica capazes de substituir completamente uma injeção eletrônica original ou apenas serem utilizados como injeção suplementar. Com diversos parâmetros possíveis de serem configurados, esses módulos são equipamentos indispensáveis para preparação de carros de alto desempenho, aspirados ou turbinados, ou mesmo para carros originais que desejam aumentar a potência, sem comprometer a economia e a durabilidade do sistema original. Os módulos são capazes de gerenciar o funcionamento de sensores e atuadores de forma precisa, e são totalmente reprogramáveis, permitindo assim que o veículo seja configurado da maneira que melhor atenda às necessidades do usuário, seja priorizando o desempenho ou a economia. O presente trabalho dimensiona os eletroinjetores e programa um módulo de injeção eletrônica Fuel-Tech, buscando a maior potência possível, para a utilização em um carro de arrancada que compete no Campeonato Maranhense de Arrancada. Portanto, no desenvolvimento desta pesquisa foram obtidos os seguintes parâmetros: a programação do módulo programável Fuel-Tech RacePRO-1Fi, o dimensionamento do eletroinjetor para alcance da vazão de combustível necessária e a aplicação dos mapas de injeção e ignição.*

**Palavras-chave:** *Estratégias de funcionamento, Injeção eletrônica programável, Mapas de injeção e ignição*

### **1. INTRODUÇÃO**

O sistema de injeção/ignição eletrônica é composto de central de injeção e ignição eletrônica ou UCE, além de um conjunto de sensores e atuadores. A UCE tem por objetivo receber todos os valores captados pelos sensores que compõem o sistema de injeção/ignição eletrônica ou UCE, através dos quais irá calcular a quantidade de combustível (ou tempo de injeção) que será injetada nos cilindros pelos eletroinjetores em função da condição momentânea de uso do veículo, que pode ser: desaceleração, aceleração, plena carga ou cruzeiro (velocidade constante) e a condição atmosférica a que está sujeito, tais como: temperatura do ar de admissão, pressão absoluta e quantidade de ar admitida, para em seguida enviar sinais aos atuadores regulando-os e tirando do motor o melhor rendimento possível.

Segundo Milhor (2002), uma exigência básica para qualquer sistema de injeção eletrônica é que se conheça a “planta”, ou seja, o sistema a ser controlado. No caso dos motores a combustão interna, o conhecimento do sistema a ser controlado vem de um processo experimental denominado de mapeamento, também conhecido como calibração. Este processo é realizado em uma bancada dinamométrica, e a partir das curvas de torque do motor, potência, consumo específico e nível de emissões desejadas, monta-se as duas tabelas principais de carga X rotação X ponto de ignição, carga X rotação X tempo de injeção, dentre outras tabelas de correção como temperatura do motor X tempo de injeção (utilizada na partida do motor), responsáveis pela compensação no tempo de injeção e ponto de ignição colocados nas

tabelas principais. Estas curvas são armazenadas na memória da UCE em forma de tabelas que serão recuperadas, ponto a ponto, de acordo com a condição de operação do motor.

Cada sistema de injeção utiliza um conjunto de sensores e atuadores diferentes. O que determina o uso de um ou outro sensor e atuador é a sua estratégia de funcionamento, ou seja, como será calculada a quantidade de ar admitida pelo motor para, em seguida, determinar o tempo de injeção de combustível necessário para a obtenção de uma mistura ar-combustível estequiométrica. As estratégias podem ser: ângulo x rotação, densidade x rotação, fluxo de ar e massa de ar.

De acordo com Silva (1999), o tempo básico de injeção e avanço de ignição na estratégia Ângulo x Rotação é definido em testes de bancada dinâmométrica em função do ângulo de abertura da borboleta de aceleração e da rotação do motor, gerando uma tabela de tempos básicos de injeção que ficam gravados na memória da UCE. Na estratégia Densidade x Rotação, o tempo básico de injeção é calculado em função do fluxo da massa de ar admitida. O fluxo de ar é determinado pela rotação do motor e pela densidade do ar, que é calculada em função da pressão absoluta do coletor (utilizando o sensor MAP) e a temperatura do ar (utilizando o sensor de temperatura do ar). Na estratégia Fluxo de Ar, o tempo básico de injeção é calculado diretamente em função da vazão de ar admitida, através de um medidor de fluxo de ar (MAF), que também incorpora o sensor de temperatura do ar, e fica instalado logo após o filtro de ar e antes da borboleta de aceleração. Na estratégia Massa de Ar, o tempo básico de injeção é calculado de forma parecida com o método de fluxo de ar, porém o cálculo de massa de ar admitida é obtido por um sensor de massa de ar que é bem mais preciso e eficaz, capaz de ter medidas precisas. Seu princípio de funcionamento corrige automaticamente as variações de pressão atmosférica, da temperatura do ar, e até sua umidade relativa.

O presente trabalho visou então dimensionar os eletroinjetores e programar um módulo de injeção eletrônica Fuel-Tech para a utilização em um em um Kadett ano 1997 que compete na categoria Street Tração Dianteira (STD) do Campeonato Maranhense de Arrancada.

## 2. INJEÇÃO ELETRÔNICA PROGRAMÁVEL

Os sistemas de injeção/ignição eletrônica programáveis funcionam da mesma forma que os sistemas de injeção/ignição eletrônica convencionais. Aplicam os mesmos sensores e atuadores conhecidos, mas diferenciam-se por permitirem a criação e modificação de todo o mapa de injeção e ignição em tempo real. Como qualquer modificação feita para aumento de potência, seja a troca do comando de válvulas ou a instalação de um turbo-compressor, altera todo o funcionamento do motor, é necessário modificar todo o mapa de injeção e ignição para fornecer a quantidade correta de combustível e o avanço de ignição ideal para todas as condições.

O módulo Fuel-Tech RacePRO-1Fi é uma injeção/ignição eletrônica digital totalmente programável em tempo real, sem a necessidade de um computador ou notebook. Utiliza um processador dedicado de 40 MHz e realiza leituras de sensores e sinais (pressão, rotação, temperatura, etc.) pelo menos 10 mil vezes por segundo. O processador consulta os dados armazenados em cada tabela (mapa) de tempo de injeção e avanço de ignição, aplica as devidas correções e calcula o tempo exato de injeção e avanço de ignição.

O Fire4S é um módulo de controle de ignição sem distribuidor que possui um módulo de ignição indutiva integrado, que permite queimas mais eficientes em motores que trabalham com grandes pressões e taxas de compressão elevadas na câmara de combustão, e funciona em conjunto com o módulo de injeção RacePRO-1Fi. Sua função é ler o sinal do sensor de rotação indutivo de uma roda dentada (fônica), seja ela a original do motor do veículo ou instalada posteriormente no caso do motor ainda utilizar distribuidor, informar a UCE e acionar a centelha da vela de ignição de acordo com o mapa de ignição da UCE.

O medidor de mistura ar-combustível, também conhecido como hallmeter, é um instrumento que permite o monitoramento da proporção oxigênio-combustível que está sendo queimada pelo motor. O conhecimento da razão da mistura ar-combustível é fundamental para se obter o máximo desempenho dos motores de alta performance. Uma mistura muito rica (rich, mais combustível que a proporção ideal) leva a perda de potência e alto consumo, enquanto que a situação inversa, mistura pobre (lean), pode levar a detonação e causar danos ao motor.

Sabe-se que a relação ar-combustível ideal é de 14,7 (14,7 partes de ar para 1 de combustível) para a gasolina (13,5 para a gasolina brasileira, que contém 22% de álcool), e 9 para o álcool puro. Com essa relação, obtém-se o melhor compromisso entre potência, consumo e emissão de poluentes. Já para carros de competição, consumo e emissão de poluentes podem ser desprezados em favor de uma maior potência. Para esses casos, a relação ar-combustível indicada para obter-se a maior potência é 12,7 para a gasolina e 7,8 para o álcool. Assim, utiliza-se o hallmeter para chegar o mais próximo possível dessas relações ao fazer a programação do módulo de injeção, ou o ajuste no carburador se for o caso.

Foram utilizados o módulo de injeção programável Fuel-Tech RacePRO-1Fi e os sensores e atuadores necessários para o controle de injeção e ignição do motor GM, além de alguns instrumentos necessários para a correta calibração do módulo. Os principais componentes utilizados foram: Chevrolet Kadett GLS ano 1997, motor GM Família II 2.0 16V, módulo de injeção e ignição programável Fuel-Tech modelo RacePRO-1Fi, módulo de ignição indutiva Fuel-Tech modelo Fire4S, medidor de mistura ar-combustível Fuel-Tech, além de sensores e atuadores necessários para a estratégia de controle utilizada.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Preparação do Motor

Foi utilizado o motor GM família II 2.0 16V utilizado no Vectra de segunda geração com uma forte preparação aspirada e instalado em um Kadett ano 1997 que compete na categoria Street Tração Dianteira (STD) do Campeonato Maranhense de Arrancada. Possui diâmetro do pistão de 86 mm e curso de 86 mm, o que resulta em 1.998 cm<sup>3</sup>, e taxa de compressão acima de 13:1. Utiliza pistões e bielas forjadas (para resistirem ao grande aumento de potência e aos altos regimes de rotação) e álcool como combustível. Seu cabeçote foi retrabalhado em bancada de fluxo, e utiliza comandos de válvulas de grande duração e levantamento assim como válvulas de maior diâmetro. O coletor de admissão utiliza uma borboleta de aceleração para cada cilindro, e o coletor de escapamento é do tipo dimensionado tubular. Com toda essa preparação, sua potência estimada é de 250 cv e sua rotação máxima é de 9.000 rpm.

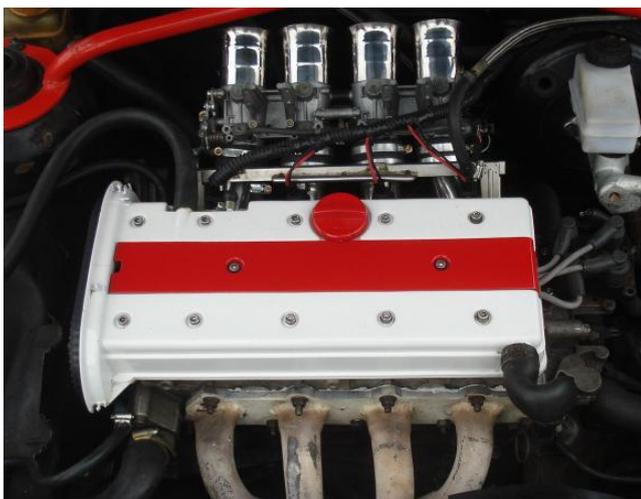


Figura 1. Motor GM 2.0 16V com forte preparação aspirada.

#### 3.2. Dimensionamento dos Eletroinjetores

Para alimentar um motor corretamente, é necessário que os eletroinjetores sejam capazes de fornecer a quantidade de combustível que o motor necessita em todos os regimes de rotação e carga e, assim como os giclês nos sistemas de carburador, o sucesso do acerto de um motor depende muito da correta escolha do eletroinjeter. A quantidade de combustível injetada por um eletroinjeter depende da sua capacidade de vazão, da pressão da linha de combustível e do tempo de acionamento também chamado de tempo de injeção.

Os eletroinjetores são especificados em lb/h (libras por hora) ou cc/min (centímetros cúbicos por minuto) com um teste realizado com o eletroinjeter totalmente aberto a uma pressão de combustível de 3 bar. A vazão dos eletroinjetores em lb/h para uma pressão de combustível de 3 bar e para um sistema de injeção não sequencial é calculada pela seguinte fórmula:

$$V_z = \frac{P \times BSFC \times Comb.}{N \times Aprov.}$$

Onde:

$V_z$  = Vazão do eletroinjeter em lb/h;

$P$  = Potência estimada do motor em cv;

$BSFC$  = Sigla inglesa para consumo específico de combustível do motor (brake specific fuel consumption). Para motores aspirados utiliza-se o valor 0,5 e para turbos 0,6;

$Comb.$  = Combustível utilizado. Para gasolina utiliza-se o valor 1, para álcool 1,4 e para metanol 2,1;

$N$  = Número de eletroinjetores a serem utilizados;

$Aprov.$  = Aproveitamento dos eletroinjetores. Utiliza-se no máximo 0,8 ou 80%.

Utilizando a fórmula acima para dimensionar o eletroinjeter a ser utilizado, temos:

$$V_z = \frac{250 \times 0,5 \times 1,4}{4 \times 0,8} \cong 55 \text{ lb/h}$$

Significa que para alimentar corretamente o motor GM precisamos utilizar um eletroinjeter que tenha no mínimo 55 lb/h de vazão. Por isso os eletroinjetores utilizados foram quatro Siemens Racing de 60 lb/h de vazão cada, conforme a Fig. (2).



Figura 2. Eletroinjetores Siemens Racing de 60 lb/h. Fonte: Fuel-Tech, 2009.

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1. Mapa Principal de Injeção

A quantidade de combustível injetada é dosada variando o tempo que se mantém o eletroinjeter aberto durante cada ciclo de rotação. Diferentemente da maioria dos sistemas de injeção/ignição eletrônica que operam os eletroinjetores de forma sequencial, ou seja, cada eletroinjeter abre no momento em que o seu respectivo cilindro encontra-se na fase de admissão, no sistema de injeção e ignição eletrônica RacePRO-1Fi a cada rotação do motor os eletroinjetores abrem ao mesmo tempo uma vez (modo de injeção alternado ou wasted spark) ou duas vezes (modo de injeção normal) e se mantêm abertos durante o chamado tempo de injeção, ajustado nesta tabela ou mapa.

Como neste caso foi utilizada a estratégia de injeção Ângulo X Rotação, para regular o motor informa-se os valores de tempo de injeção em ms (milissegundos) para cada intervalo de carga do motor, nesse caso representada pela posição da borboleta (TPS). Com isso, forma-se a tabela que será utilizada como base para as correções que se seguem e então determinar o tempo exato de injeção, e em seguida o gráfico. Na Fig. (3), a posição da borboleta (TPS) varia de 10% em 10% de abertura. Os valores intermediários de TPS e tempo de injeção são interpolados com uma precisão de 0,25% de variação do TPS e 0,01 ms de tempo de injeção.

##### Tempo de Injeção X TPS

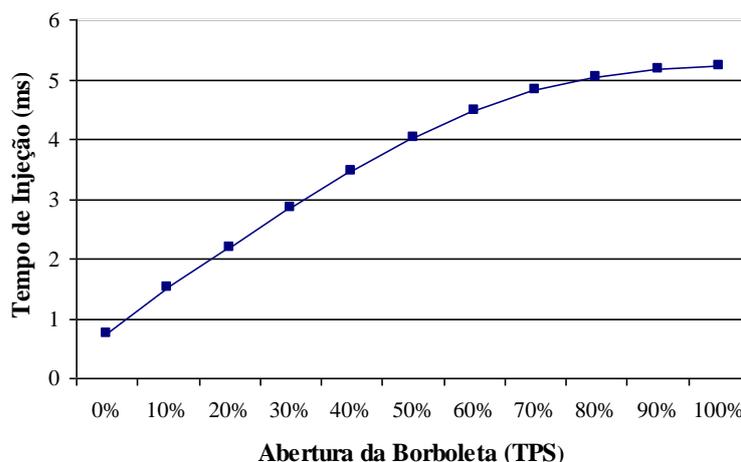


Figura 3. Mapa de injeção em função da posição da borboleta de aceleração.

Em um sistema perfeito, o mapa de injeção x rotação seria exatamente proporcional a rotação, ou seja, a cada rotação do motor ocorreriam dois períodos de injeção com o tempo de injeção determinado pelo mapa principal de injeção. A 9.000 rpm por exemplo, o volume injetado de combustível seria exatamente 3 vezes maior do que o injetado

a 3.000 rpm na mesma situação de carga, pois ocorrerão 300 injeções por segundo a 9.000 rpm e 100 injeções por segundo a 3.000 rpm com a mesma duração.

Ocorre que, na verdade, a quantidade de mistura admitida pelo cilindro também varia com a rotação e é chamada de eficiência volumétrica. Isso ocorre principalmente devido a inércia da mistura, e a quantidade máxima de mistura que entra no cilindro ocorre na rotação de torque máximo. Em todas as outras rotações a quantidade de mistura admitida é menor e, por isso, é necessário que se faça uma correção no tempo de injeção por rotação.

O mapa por rotação é um mapa de correção em percentual, ou seja, o processador verifica o tempo de injeção pelo mapa principal e então aplica a correção estipulada para a rotação atual, conforme Fig. (4). Com isso, forma-se um mapa em três dimensões composto por Injeção X Carga X Rotação, onde a carga nesse caso é a posição da borboleta (TPS).

### Correção X Rotação

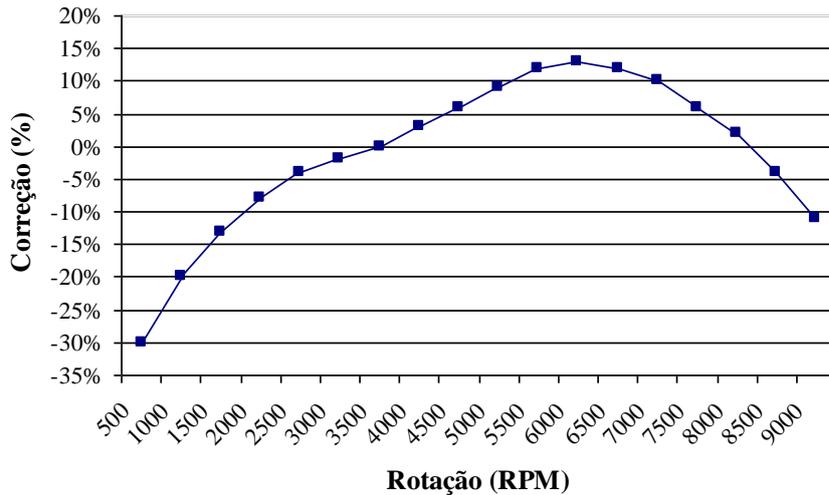


Figura 4. Correção do tempo de injeção em função da rotação.

Com o mapa principal de injeção (neste caso por TPS) e o mapa de correção por rotação, o módulo RacePRO-1Fi cria internamente o mapa em três dimensões de Injeção X TPS X Rotação interpolando todos os pontos (precisão de 1 rpm de rotação, 0,25% de TPS e 0,01 ms de tempo de injeção), conforme a Fig. (5).

### Tempo de Injeção X TPS X Rotação

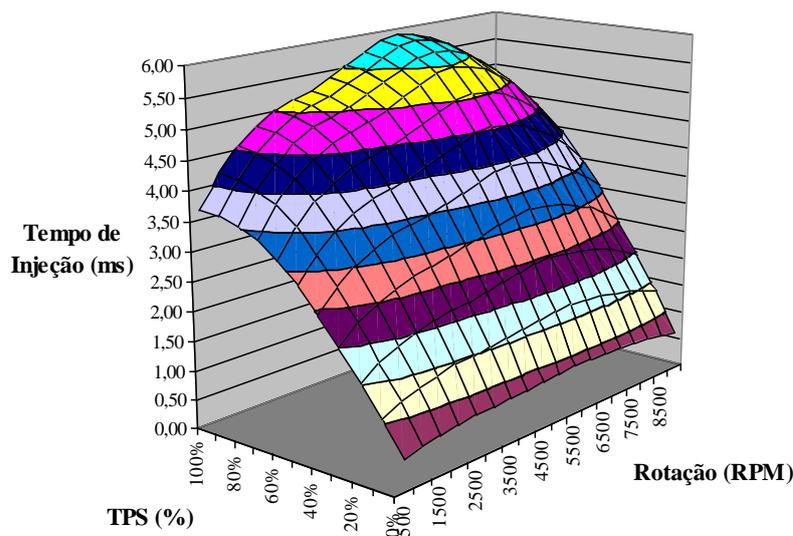


Figura 5. Mapa em três dimensões de Injeção X TPS X Rotação.

Para a criação do mapa principal de injeção utilizado no motor GM do Kadett, assim como as devidas correções necessárias ao mapa, foi utilizado o medidor de mistura ar-combustível Fuel-Tech instalado no painel do carro assim como outros instrumentos necessários para o correto monitoramento do motor. O medidor foi monitorado para que a

relação ar-combustível ficasse o mais próximo possível de 7,8 partes de ar para 1 de combustível, que é o valor onde se obtém a máxima potência utilizando álcool, em todo o mapa criado.

#### 4.2. Mapa Principal de Ignição

O ponto de ignição é o momento em que a vela de ignição gera a centelha e inicia-se a combustão da mistura ar-combustível. Embora o processo seja muito rápido, a queima da mistura não é de forma instantânea. Por isso, necessita-se de um “tempo” para que toda a mistura seja queimada.

O avanço do ponto de ignição se dá em graus da árvore de manivelas (virabrequim) antes do ponto morto superior. Conforme a rotação do motor aumenta, mais avançado precisa estar o ponto de ignição, já que a velocidade do pistão aumenta. A carga do motor também determina qual o avanço ideal, já que quanto maior for o enchimento dos cilindros, mais rápido será a queima da mistura e menos avançado deverá estar o ponto.

O valor do avanço geralmente é determinado pelo máximo que se pode adiantar a centelha sem que ocorra o fenômeno da detonação. Assim, o máximo aproveitamento da queima é atingido, propiciando maior potência e menor consumo de combustível. Esse limite depende da estrutura de cada motor e está ligado a vários fatores, principalmente com o tipo de combustível e a taxa de compressão.

O mapa principal de ignição, diferentemente do de injeção, é feito com base na rotação do motor, conforme a Fig. (6). É criada uma tabela onde se indica a curva principal do avanço de ignição, preenchendo-se com o avanço desejado de 500 em 500 rpm até a rotação máxima. Os valores intermediários de ponto de ignição e rotação são interpolados com uma precisão de 0,25° de avanço e 1 rpm de rotação.

#### Ponto de Ignição X Rotação

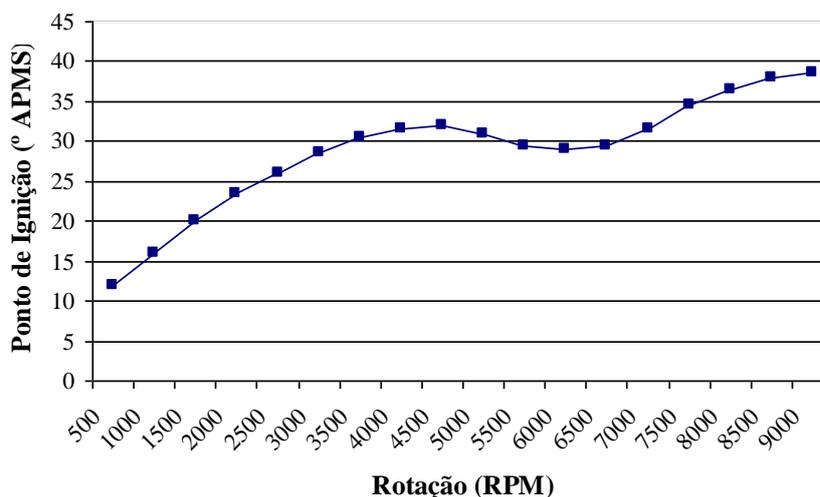


Figura 6. Mapa de ignição em função da rotação.

A grande vantagem é a possibilidade de fazer um mapeamento com o ponto de ignição avançado em baixas e altas rotações. Em rotações intermediárias, normalmente na faixa de torque máximo do motor, o ponto precisa ser atrasado um pouco, pois, justamente nesta faixa é que o motor tende a ser mais suscetível à detonação.

Com um mapeamento de ignição apenas pela rotação do motor não é possível ter a eficiência máxima do motor em todas as faixas de operação. Ocorre que quando o enchimento dos cilindros é maior (borboleta de aceleração aberta), a velocidade de queima da mistura é maior e o avanço de ignição deve ser menor. Quando a carga é menor (borboleta de aceleração fechada), o avanço de ignição deve ser maior.

O mapa por posição da borboleta de aceleração é um mapa de correção em percentual, ou seja, o processador verifica o ponto de ignição pelo mapa principal e então aplica a correção estipulada para a posição da borboleta atual, conforme Fig. (7).

### Correção X TPS

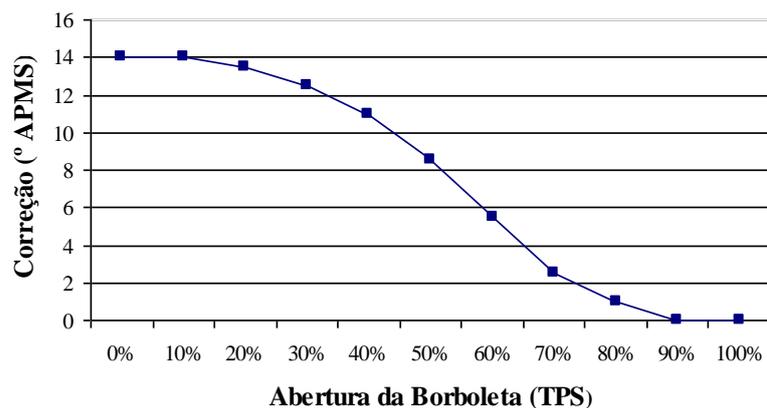


Figura 7. Correção do ponto de ignição em função da posição da borboleta de aceleração.

Assim, como no mapa de injeção, é feita uma tabela de Ponto de Ignição X TPS, em que o TPS varia de 10% em 10%. O módulo RacePRO-1Fi cria internamente o mapa de ignição em três dimensões de Ponto de Ignição X Rotação X TPS e interpola todos os pontos (precisão de 1 rpm de rotação, 0,25% de TPS e 0,25° de ponto de ignição), conforme Fig. (8).

### Ponto de Ignição X Rotação X TPS

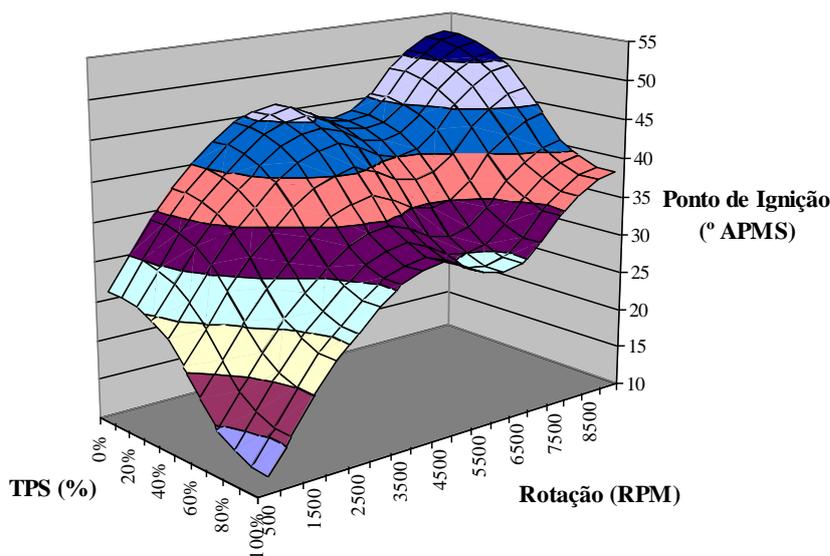


Figura 8. Mapa em três dimensões de Ignição X Rotação X TPS.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados alcançados mostraram que o sistema de injeção/ignição eletrônica RacePRO-1Fi, assim como todos os componentes necessários para o correto funcionamento de um motor ciclo Otto de competição, foi capaz de controlar o motor com muita precisão e confiabilidade, além de extrair o máximo potencial do motor que é imprescindível em um carro de competição, cujo resultado foi verificado nas corridas do Campeonato Maranhense de Arrancadas.

Sua interface bastante intuitiva, em português, e com todos os ajustes sendo feitos no próprio módulo, com rapidez e em tempo real, facilitaram muito o acerto. Seu manual é completo e traz todas as informações necessárias, desde a instalação e programação do módulo ao correto dimensionamento dos eletroinjetores.

Dentro da proposta inicial, todos os objetivos foram alcançados, ou seja, foi compreendido o funcionamento dos sistemas de injeção eletrônica, dimensionado os eletroinjetores a serem utilizados e programado o módulo RacePRO-1Fi tendo em vista a obtenção da maior potência possível do motor.

## 6. REFERÊNCIAS

- AEROMOTIVE FUEL SYSTEMS (2009). Disponível em: <<http://www.aeromotiveinc.com>>
- BOSCH (1988). Automotive electric/electronic systems. 1 ed. Warrendale, P. A.
- FUEL-TECH (2009). RacePRO-1Fi Manual de instalação e operação. 91p. Disponível em: <[http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009\\_v2/arquivos/workspaces/download/1/RacePRO-1Fi\\_v25-pb.zip](http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009_v2/arquivos/workspaces/download/1/RacePRO-1Fi_v25-pb.zip)>
- FUEL-TECH (2009). AsPRO-1F Manual de instalação e operação. 39p. Disponível em: <[http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009\\_v2/arquivos/workspaces/download/1/AsPRO\\_v18.zip](http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009_v2/arquivos/workspaces/download/1/AsPRO_v18.zip)>
- FUEL-TECH (2009). TurboPRO-1F Manual de instalação e operação. 32p. Disponível em: <[http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009\\_v2/arquivos/workspaces/download/1/turbo\\_pro\\_v22.zip](http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009_v2/arquivos/workspaces/download/1/turbo_pro_v22.zip)>
- FUEL-TECH (2009). Fire4S Manual de instalação e operação. 19p. Disponível em: <[http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009\\_v2/arquivos/workspaces/download/1/Fire4S\\_v27.zip](http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009_v2/arquivos/workspaces/download/1/Fire4S_v27.zip)>
- FUEL-TECH (2009). SparkPRO Manual de instalação e especificações técnicas. 10p. Disponível em: <[http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009\\_v2/arquivos/workspaces/download/1/SparkPRO\\_v14.zip](http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009_v2/arquivos/workspaces/download/1/SparkPRO_v14.zip)>
- FUEL-TECH (2009). Medidor digital de mistura ar-combustível Manual de instalação e operação. 4p. Disponível em: <[http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009\\_v2/arquivos/workspaces/download/1/AFM\\_site\\_esp.zip](http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009_v2/arquivos/workspaces/download/1/AFM_site_esp.zip)>
- FUEL-TECH (2009). WB-O2 Manual de instalação e especificações técnicas. 12p. Disponível em: <[http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009\\_v2/arquivos/workspaces/download/1/Datalogger\\_v16.zip](http://www.fueltech.com.br/tw5.0/contas/00009_v2/arquivos/workspaces/download/1/Datalogger_v16.zip)>
- HIS INJECTION SYSTEMS (2009). MDFIC01 Manual de instalação e operação. 64p. Disponível em: <[http://www.his-power.com.br/manuais/Manual MDFIC01 v1\\_5.pdf](http://www.his-power.com.br/manuais/Manual MDFIC01 v1_5.pdf)>
- INJEÇÃO de combustível em motores ciclo Otto. (2006). Campinas. 50p. – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/7229073/Injecao-de-Combustivel-Em-Motores-Ciclo-Otto>>
- ILHA RACE (2009). Disponível em: <[www.ilharace.com.br](http://www.ilharace.com.br)>
- INJEFORCE INJEÇÃO PROGRAMÁVEL (2009). Injeforce Data F1 Manual. 59p. Disponível em: <<http://www.injeforce.com.br/imagens/Injeforce Data F1.zip>>
- MILHOR, C. E. (2002). Sistema de desenvolvimento para controle eletrônico dos motores de combustão interna ciclo Otto. São Carlos. 101p. Tese (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-12032003-092253/publico/CarlosEduardo.pdf>>
- MSD (2009). Disponível em: <<http://www.msdisignition.com/>>
- ODG INSTRUMENTS (2009). Disponível em: <<http://www.odginstruments.com.br>>
- PANDOO PERFORMANCE PARTS (2009). Injeção eletrônica Pandoo EFI-4 Manual de instalação e operação. 156p. Disponível em: <[http://www.pandoo.com.br/Dow/Download.asp?arq=PANDOO-Injecao-Eletronica-EFI-4-versao-1\\_55B.pdf](http://www.pandoo.com.br/Dow/Download.asp?arq=PANDOO-Injecao-Eletronica-EFI-4-versao-1_55B.pdf)>
- PASSARINI, L. C. (1993). Projeto e análise de válvulas eletromagnéticas injetoras de combustível: uma nova proposta. São Carlos. 388p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- PEDROSO, L. F. (2002). Injeção eletrônica. Panambi. 56p. Universidade Regional Campus Panambi.
- SILVA, B. G. R. (1999). Injeção/ignição eletrônica: descubra toda esta tecnologia. Rio de Janeiro. 132p. Editora Bors.
- SILVA, B. G. R. (2002). Injeção eletrônica (tecnologia em movimento). Rio de Janeiro. 144p. Editora Bors.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são Igor Eriberto Cella, Keyll Carlos Ribeiro Martins, Rodrigo André Oliveira Corzo, Antonio Moreira dos Santos, Gustavo Rodrigues de Souza e Lorenni Evren Matias da Silva, os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.



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

## REGULATING THE CONTROL UNIT PROGRAMMABLE ELECTRONIC FUEL-TECH MODEL RACING CAR

Igor Eriberto Cella, igor\_cella@ibest.com.br<sup>1</sup>  
Keyll Carlos Ribeiro Martins, kmartins@ifma.edu.br<sup>1</sup>  
Rodrigo André Oliveira Corzo, rodrigo\_andre\_@hotmail.com<sup>1</sup>  
Lorenni Evren Matias da Silva, lorennievren@yahoo.com.br<sup>1</sup>  
Antonio Moreira dos Santos, asantos@sc.usp.br<sup>2</sup>  
Gustavo Rodrigues de Souza, gustavor@sc.usp.br<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. Av. Getúlio Vargas, nº 04, Monte Castelo, São Luís - MA – Brasil - CEP 65030-005.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos - Campus de São Carlos. Av. Trabalhador São-carlense, 400, Arnold Schimidt, São Carlos - SP - Brasil - CEP 13566-590.

**Abstract.** *The injection/ignition electronic systems contribute in reducing pollutants by controlling the air-fuel mixture that operates within a full stoichiometric in certain engine speeds of motor vehicles. Automakers shape the settings of injection/ignition electronic systems is difficult to change its parameters. Thus, the electronic control unit captures the information from sensors and controls the actions of the actuators precisely. However, the settings of the ECU (Electronic Control Unit) adopt a single standard and they are not able to extract the maximum possible performance, economy and durability of their system, and it is necessary to modify them so that they can adapt to new requirements. For this reason, modules were created programmable electronic injection can completely replace an original electronic injection or only be used as additional injection. With several possible parameters to be configured, these modules are indispensable equipment for the preparation of high-performance cars, aspirated or turbocharged, or even the original cars that want to improve power without endangering the economy and durability of the original system. The modules are able to manage the operation of sensors and actuators precisely, and are fully reprogrammable, allowing the vehicle to be configured in the manner that best meets the needs of the User, is prioritizing the performance or economy. This work scales the eletroinjetores and program a module for electronic injection Fuel-Tech, that it compete seeking as much power as possible for use in a racing car in the Maranhão Race Championship. Therefore, the development of this research were obtained from the following parameters: the programming of the programmable module Fuel-Tech RacePro 1FI, sizing eletroinjetor to reach the flow of fuel needed and the application of maps of injection and ignition.*

**Keywords:** *Programmable electronic injection, injection and ignition maps, maximum power*