DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR DE SINAL DE SENSORES AUTOMOTIVOS

Pedro Henrique Veneroso (PIBIC-AF-IS/CNPq-FA/UEM), Jean Rodrigo Bocca (Orientador), e-mail: jrbocca@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Engenharia Mecânica/Maringá, PR.

Engenharia Mecânica/Projetos de Máquinas.

Palavras Chaves: Injeção eletrônica; Sensores automotivos; Arduino.

Resumo:

O presente projeto apresenta o desenvolvimento de um simulador de sinais de sensores automotivos. O estudo fundamenta-se na necessidade de criar ferramentas didáticas acessíveis para o ensino dos sistemas de injeção eletrônica, reduzindo a dependência de equipamentos de alto custo. A metodologia consistiu na análise técnica da injeção eletrônica e na estruturação do simulador utilizando o microcontrolador Arduino. Os resultados evidenciam que sensores essenciais, como TPS e MAP, operam com sinais analógicos de 0 a 5 volts, sendo o conversor analógico-digital de 10 bits do Arduino plenamente capaz de processá-los. A simulação das variações de tensão foi desenvolvida por meio de potenciômetros, enquanto os pulsos do sensor de rotação foram programados digitalmente. Conclui-se que o simulador desenvolvido possui elevado potencial didático, integrando eletrônica embarcada e engenharia automotiva de forma acessível e eficiente.

Introdução:

A evolução tecnológica na indústria automotiva promoveu a substituição dos carburadores por sistemas de injeção eletrônica, vitais para aprimorar o desempenho e reduzir emissões (BOSCH, 2014). A Unidade de Controle Eletrônico (ECU) atua coletando dados fornecidos por sensores para adequar parâmetros fundamentais, como ponto de ignição e injeção, em tempo real (FUELTECH). Entretanto, a aprendizagem prática desses sistemas apresenta alta complexidade, pois costuma depender de motores em operação ou componentes de custo elevado. Nesse contexto, o desenvolvimento de um simulador de sinais baseado em Arduino configura-se como uma alternativa didática acessível. O objetivo deste projeto é desenvolver um simulador de sinais automotivos, utilizando o microcontrolador Arduino para interpretar e gerar os padrões elétricos correspondentes aos principais sensores do motor, facilitando o estudo prático da eletrônica embarcada.

Materiais e Métodos:

A metodologia baseou-se no estudo técnico do gerenciamento eletrônico de motores e na estruturação da arquitetura de hardware e software do simulador. O trabalho abordou o princípio de funcionamento e os tipos de sinais (analógicos, digitais e PWM) gerados pelos componentes centrais do sistema: sensor de rotação, sensor de posição da borboleta (TPS), sensor MAP, sensor de temperatura e sonda lambda (BOSCH, 2014). Para a implementação do simulador, definiu-se a utilização da plataforma Arduino Uno, dotada do microcontrolador ATmega328P (MCROBERTS, 2011). A estruturação técnica, incluindo a conversão analógico-digital e as lógicas de programação baseadas em linguagem C/C++, foi fundamentada em literaturas da engenharia automotiva, sistemas embarcados e manuais de fabricantes de injeção programável (BOSCH, 2014; FUELTECH; MCROBERTS, 2011).

Resultado e Discussão:

O desenvolvimento do simulador evidenciou que o funcionamento da injeção eletrônica moderna depende fortemente de correções dinâmicas em malha fechada, nas quais pequenas variações de sinal afetam substancialmente a eficiência da combustão (BOSCH, 2014). Constatou-se que sensores essenciais na solicitação de carga e condições térmicas, como o MAP, TPS e sensores de temperatura, operam primariamente com sinais analógicos, emitindo tensões variáveis compreendidas entre 0 e 5 volts (FUELTECH). A análise do protótipo evidenciou que o microcontrolador Arduino é altamente viável e preciso para processar estes comportamentos, pois dispõe de um conversor analógico-digital (A/D) de 10 bits, mapeando as referidas tensões em valores numéricos que variam de 0 a 1023 (MCROBERTS, 2011).

Dessa forma, identificou-se que a simulação e a reprodução desses sinais podem ser realizadas de maneira simples e acessível utilizando-se potenciômetros conectados às entradas analógicas da placa. A Tabela 1 sintetiza os principais sensores modelados no simulador, destacando as faixas de tensão aplicadas e o método de reprodução na arquitetura do Arduino.

Tabela 1- Sensores modelados e suas características

Sensor Automotivo	Tipo de sinal	Tensão (Simulador)
TPS (Posição da Borboleta)	Analógico	0 a 5 V
MAP (Pressão Absoluta)	Analógico	0 a 5 V
Temperatura (Água/Ar)	Analógico	0 a 5 V

Sonda Lambda (Banda Estreita)	Analógico	0 a 1 V
Rotação (CKP / Efeito Hall)	Digital	0 a 5 V

Fonte: O Autor

Como demonstrado na tabela, sensores com características de leitura diferentes, como o sensor de rotação, que gera pulsos magnéticos ou de efeito Hall proporcionais, têm seus sinais reproduzidos digitalmente de forma eficiente através da programação do microcontrolador (MCROBERTS, 2011). O software desenvolvido em linguagem C/C++ garante que a frequência de operação da roda fônica simulada reflita fielmente a dinâmica do motor em diferentes regimes de rotação.

Conclusões:

Conclui-se que o projeto alcançou seu objetivo ao estruturar um simulador de sinais automotivos funcional, viável e de baixo custo. A utilização do Arduino comprovou-se técnica e economicamente vantajosa, permitindo a integração precisa com grandezas físicas simuladas através de potenciômetros e sinais digitais. O sistema consolida-se como uma excelente ferramenta didática, capaz de reproduzir as condições lógicas de uma ECU, aproximando o conteúdo acadêmico das aplicações práticas da engenharia automotiva e estimulando o estudo da eletrônica embarcada de forma acessível.

Agradecimentos:

Agradeço à Fundação Araucária pela concessão e financiamento da bolsa, bem como à Universidade Estadual de Maringá pelo indispensável suporte acadêmico e institucional.

Referências:

BOSCH. **Automotive Handbook. 9. ed**. Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2014.

FUELTECH. **Manual técnico FT**. Disponível em: https://www.fueltech.com.br.

MCROBERTS, **M. Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2011.