



SENSORES E ATUADORES: PLANO DE DISCIPLINA

Cynthia Thamires da Silva – cynthiathamires@usp.br

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
Av Professor Luciano Gualberto, travessa 3 nº 380
05508-010 – São Paulo – SP

João Francisco Justo Filho – jjusto@lme.usp.br

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
Av Professor Luciano Gualberto, travessa 3 nº 380
05508-010 – São Paulo – SP

Bruno Martin de Alcântara Dias – alcantara.dias@usp.br

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
Av Professor Luciano Gualberto, travessa 3 nº 380
05508-010 – São Paulo – SP

Armando Antônio Maria Laganá – lagana@lsi.usp.br

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
Av Professor Luciano Gualberto, travessa 3 nº 380
05508-010 – São Paulo – SP

Resumo: *Visando explorar dispositivos eletrônicos automotivos, foi desenvolvido o curso de Eletrônica Automotiva na Faculdade de Tecnologia de Santo André. O principal objetivo desse curso é fomentar recursos humanos qualificados para o desenvolvimento do setor automotivo brasileiro. Nesse contexto, surgiu a necessidade de uma disciplina que possuísse um conteúdo programático focado no estudo de sensores e atuadores utilizados no gerenciamento de um motor a combustão interna ciclo Otto. Este artigo apresenta o plano de aula da disciplina “Sensores e Atuadores” que pertence ao currículo obrigatório desse curso. O conhecimento adquirido nessa disciplina possibilita ao aluno o desenvolvimento e manutenção de qualquer dispositivo eletrônico presente no gerenciamento de um motor a combustão. Para as aulas práticas, foram desenvolvidos diversos kits didáticos, que possibilitam aos alunos um contato direto com o funcionamento dos sensores e atuadores, podendo observar seu funcionamento e fazer ensaios em bancada, sem estar diretamente conectado a um motor real.*

Palavras-chave: *Plano de disciplina, Sensores e Atuadores, Eletrônica automotiva*

1. INTRODUÇÃO

Este artigo detalha o plano de aula da disciplina “Sensores e Atuadores”, que está inserida no currículo obrigatório do curso de eletrônica automotiva da Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Santo André. A seguir, apresentamos a motivação da disciplina e a sequência de experimentos e ensaios que os estudantes executam.



A eletrônica nos veículos vem aumentando sistematicamente nas últimas décadas. Os principais objetivos são melhorar o rendimento e eficiência dos motores, reduzir a emissão de gases e aumentar as condições de segurança e conforto para os passageiros. Atualmente, os veículos mais sofisticados utilizam dezenas de microcontroladores que gerenciam todo o sistema, como o motor, sistema de freios, suspensão e diversas outras funções.

O expressivo crescimento na produção de veículos no Brasil, ultrapassando a marca de 3 milhões anuais, apresenta grandes desafios para a engenharia nacional. Neste cenário, o corpo de engenharia vem aumentando, embora num ritmo menor que a produção. Quando se considera a área de eletrônica embarcada, essa situação é ainda adversa. Estes elementos motivaram a criação do curso de eletrônica embarcada, e mais especificamente numa disciplina que focasse na eletrônica dos dispositivos que funcionam como sensores e atuadores, principalmente aqueles dedicados ao gerenciamento eletrônico do motor.

2. OBJETIVO DA DISCIPLINA

O principal objetivo dessa disciplina é proporcionar ao aluno o conhecimento dos conceitos básicos de sensores e atuadores e sua implementação em sistemas automotivos, com ênfase no sistema de injeção eletrônica. Adicionalmente, objetiva-se ensinar a aquisição e tratamento de dados dos sensores. Para isso, foram desenvolvidos diversos *kits* didáticos, para ensaios dos diversos conceitos fundamentais dos dispositivos e sua implementação num motor.

1. Ementa

Abaixo apresenta-se a ementa da disciplina:

- Estudo dos atuadores e sensores;
- Princípios de funcionamento dos principais sensores e atuadores empregados na área automotiva;
- Aquisição e tratamento de sinais;
- Conceitos básicos de controle e seus tipos.

2. Conteúdo programático

Abaixo apresenta-se o conteúdo da disciplina “Sensores e Atuadores”:

Estudo de atuadores aplicados em motores a combustão interna ciclo Otto:

- Válvula borboleta;
- Válvula injetora;
- Sistema de injeção.

Estudo de circuitos integrados de interface:

- Tratamento do sinal da roda fônica;
- Tratamento do sinal da sonda lambda;



- Tratamento do sinal analógico de outros sensores;
- Controle de injeção e ignição.

Princípios de funcionamento de sensores utilizados no sistema de injeção eletrônica:

- Posição;
- Temperatura;
- Pressão;
- Acelerômetro;
- Sensores de proteção;
- Sonda lambda.

3. CONHECIMENTOS ESPERADOS AO FINAL DA DISCIPLINA

Com esse conteúdo, ao concluir essa disciplina, o estudante terá domínio dos principais componentes eletrônicos de um motor a combustão. Por meio dos conhecimentos adquiridos, o aluno deverá estar apto a:

- Distinguir os diversos tipos de sensores e atuadores na área automotiva, mais especificamente os de motores a combustão interna;
- Manusear os *datasheets* ou catálogos informativos dos sensores e atuadores;
- Dominar os procedimentos para a aquisição e tratamento de dados dos sensores e atuadores;
- Integrar os sensores e atuadores com outros circuitos eletrônicos, explorados em outras disciplinas;
- Aplicar alguns circuitos de interface, com sensores ou atuadores empregados no sistema de injeção eletrônica.

Ao término da disciplina, o aluno terá ainda uma percepção das tecnologias atuais usadas na eletrônica embarcada, podendo futuramente explorar novas tecnologias no setor automotivo.

4. ESTRATÉGIAS UTILIZADAS

Para transmitir esses conhecimentos aos alunos, foram estudadas diversas estratégias de ensino para essa disciplina. Ficou estabelecido que a combinação de aulas expositivas teóricas e ensaios de experimentos com *kits* didáticos representava a melhor estratégia de ensino e aprendizagem.

1. Kits didáticos

O ensino teórico dos sensores citados utiliza muitos conceitos matemáticos, inclusive a transformada de Laplace, tornando-o complexo e exigindo concentração do aluno. Por outro lado, a formação de tecnólogos, a nível superior, requer que estes alunos vivenciem na prática os conhecimentos teóricos adquiridos, inclusive no manuseio de equipamentos e ensaios com sistemas industriais reais, neste caso com sistemas aplicados a veículos automotores.

Os *kits* didáticos facilitam a compreensão dos elementos fundamentais de um determinado sistema, e de seus aspectos práticos. Eles permitem o acesso a sinais elétricos realísticos sem a necessidade de acesso direto a um motor real, que incorporaria dificuldades adicionais na aquisição de dados de seus sinais elétricos.

Com os sinais dos sensores separados individualmente e com o acesso em uma bancada, pode-se inicialmente observar, estudar e modificar seus modos de atuação, sem se preocupar em danificar o motor do automóvel e minimizar os riscos. O material didático utilizado nas aulas práticas dessa disciplina permite um ganho considerável no aprendizado do aluno. Por esse motivo, os *kits* didáticos possuem um destaque maior neste artigo. Elementos específicos dos *kits* didáticos são apresentados em detalhes na Ref. (SILVA et al., 2012). As figuras abaixo apresentam alguns dos *kits* didáticos.



Figura 1 - Sensor de rotação.

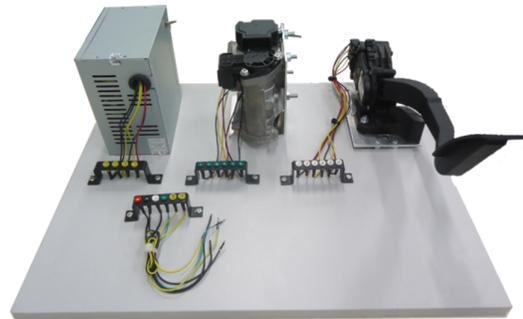


Figura 2 - Sensor de posição.

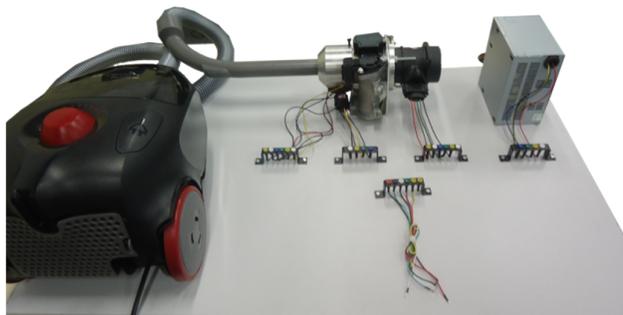


Figura 3 - Sensor de fluxo de ar



Figura 4 - Sensor de oxigênio



Figura 5 - Injeção de combustível

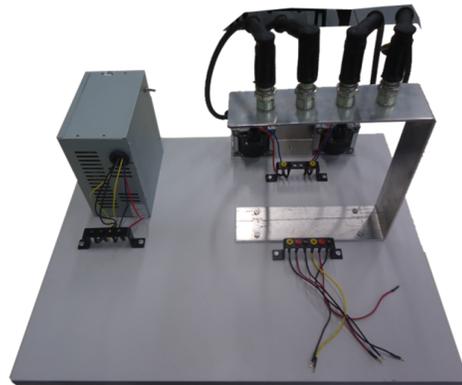


Figura 6 - Ignição

5. AVALIAÇÕES

A avaliação do desempenho do aluno, ao longo do semestre, é feita com o intuito de aferir o conteúdo da carga didática que é constituída de:

- Aula teórica, a qual constitui 60% do curso, com conhecimentos gerais e específicos transmitidos pelo docente em aulas;
- Aula prática, a qual constitui 20% do curso, estas aulas envolvem aplicação prática dos conhecimentos teóricos, e coordenada pelo docente;
- Aula trabalho, a qual constitui 20% do curso, estas aulas são devidamente planejadas de maneira autodidata pelos alunos, individual ou coletiva (trabalhos, seminários, estudos de caso, exercício, etc).

Estará aprovado o aluno que obtiver nota igual ou superior a 6,0 (seis), e a nota final será calculada pela fórmula:

$$M = \frac{0,8P_1 + 1,2P_2 + Proj}{3}$$

P_1 = Primeira prova

P_2 = Segunda prova

P_3 = Prova substitutiva

Proj = Projeto

A prova substitutiva substitui uma prova não realizada e as provas são realizadas sem consulta.

6. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA NA DISCIPLINA

As principais referências utilizadas na disciplina são três apostilas desenvolvidas pelo próprio docente:



- Apostila de sensores;
- Apostila de atuadores;
- Apostila de circuitos de interface.

As referências secundárias básicas são:

- BOSCH, Robert; Manual de Tecnologia Automotiva. 25ª Edição. Editora Edgard Blucher, 2005.
- FRADEN, Jacob; Handbook of Modern Sensors. New York: Ed. American Institute of Physics, 1997.

E a referência complementar é:

- BONNICK, Allan W. M.; Automotive Computer Controlled Systems: Diagnostic Tools and Techniques. Butterworth-Heinemann, 2001.

7. DIFICULDADES ENCONTRADAS

A principal dificuldade encontrada ao desenvolver essa disciplina foi o fato de ser uma disciplina nova, em um curso novo. Nesse contexto, foi extremamente difícil encontrar referências para a construção dos dispositivos. Neste sentido, foram desenvolvidas três apostilas, pelos próprios docentes do curso, com o apoio de alunos do curso. No primeiro ano de implementação do curso, foram ainda desenvolvidos os *kits* didáticos. Com as apostilas e os *kits*, foi possível obter uma base mais sólida para o aprendizado dos alunos. Com uma teoria e uma prática consistentes com o curso, foi possível observar o crescimento dos alunos, quando comparando com outras disciplinas que de alguma forma se relacionam com o conhecimento desta. Outra dificuldade foi o fato de ser oferecida em um curso Tecnológico, ou seja, de apenas 3 anos. Foi necessário adaptar o tempo de forma que conseguisse cumprir o conteúdo programático.

8. CONCLUSÃO

Com o crescimento da eletrônica na indústria automobilística, o estudo dos dispositivos eletrônicos presentes no automóvel se torna extremamente necessário. Com os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos cursando a disciplina “Sensores e Atuadores”, apresentada neste artigo, a análise dos componentes do gerenciamento do motor se torna acessível e bastante simplificada, favorecendo o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor automotivo e a formação de profissionais qualificados na área.

Com o plano de disciplina completo e detalhado, é possível estudar possíveis modificações na disciplina, e transmiti-la para outras instituições de ensino que se relacionam com a eletrônica automotiva, fazendo com que o conhecimento adquirido com essa disciplina seja expandido, de forma a complementar o conhecimento dos profissionais da área automotiva no país.



REFERÊNCIAS

SILVA, C. T; PEREIRA, B. S; DIAS, B. M. A; GUEDES, M. A. C; LAGANÁ, A. A. M. Conjuntos didáticos para o estudo de eletrônica automotiva. Congresso Internacional PAEE (Project Approach in Engineering Education), 2012.

SENSORS AND ACTUATORS: DISCIPLINE PLAN

***Abstract:** Attempt to explore automotive electronic devices, was developed the course of Automotive Electronics in the FATEC Santo André. The main objective of this course is to increase the qualified human resources for the development of the Brazilian automotive sector. In this context, became necessary a discipline focused on the study of sensors and actuators used in the management of an internal combustion engine Otto cycle. This article presents the lesson plan of the course "Sensors and Actuators" which belongs to the required curriculum of this course. The knowledge gained in this course enables the student to develop and maintain any electronic device present in the management of a combustion engine. For practical classes, has developed several didactics kits, which allow to students direct contact with the operation of the sensors and actuators, being able to observe their operation and do the tests on the bench, without being directly connected to a real engine.*

***Key-words:** Discipline Plan, Automotive Electronics, Sensors and Actuators.*