



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

***PROJETO PEDAGÓGICO DO MÓDULO DE
ENGENHARIA AUTOMOTIVA***

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Grupo de Professores do PME, PSI

São Paulo, maio de 2017

1. Resumo Executivo

Título do módulo: Especialização em Engenharia Automotiva

Sigla do módulo: EAT

Departamento(s) majoritariamente responsável(eis): Departamento de Engenharia Mecânica – PME, Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos

Habilitação(ões) ou ênfase(s) que abriga(m) o módulo: Engenharia Mecânica

Número total de vagas: 30 vagas

- Do total de 30 vagas, ficam disponibilizadas, no mínimo, 10 vagas para alunos de outras habilitações, caso haja interesse;
- Número mínimo de alunos para viabilizar o módulo: 10

Periodicidade de ingresso: semestral

Duração: mínimo 2 semestres / máximo 4 semestres

2. Objetivo do módulo

A indústria automotiva, nas suas mais distintas atividades, é uma das principais atividades industriais no Brasil e, em particular, no estado de São Paulo. Não somente as montadoras, mas também a indústria de autopeças e sistemas automotivos demandam profissionais devidamente habilitados para o projeto de veículos e sistemas automotivos. Em escala mundial a indústria automotiva também é relevante e está passando por transformações seja na fonte de propulsão, com o crescimento do número de veículos híbridos e elétricos, mas também nos modelos de negócios que estão sendo transformados com a mudança no padrão de consumo.

Este módulo procura formar engenheiros capazes de ter uma atuação na indústria automotiva global, no projeto e desenvolvimento de veículos e sistemas automotivos.

3. Perfil dos egressos (conhecimentos, habilidades e atitudes)

O módulo de energia automotiva será oferecido para complementar a formação dos alunos que pretendem atuar nessa área. O bloco visa fornecer ferramentas e conhecimentos complementares para a atuação no segmento automotivo.

O optante deste módulo terá as seguintes formações para atuar na área de engenharia automotiva.

- 1- Dinâmica Veicular
- 2- Eletrônica Embarcada
- 3- Sistemas de transmissão automotiva
- 4- Estruturas automotivas
- 5- Desenvolvimento da indústria automotiva
- 6- Automobilismo de competição
- 7- Controle e automação aplicados aos sistemas automotivos
- 8- Gerenciamento de grupos propulsores
- 9- Aprendizagem contínua
- 10- Responsabilidade profissional e ética

4. Competências prévias desejadas (perfil do aluno do módulo)

Os conhecimentos prévios desejados para os alunos do módulo são:

Conhecimentos de Cálculo, Mecânica Geral, Fundamentos de Eletrônica.

Todos os alunos da Escola Politécnica chegam ao 5º ano já com essa formação nos seus cursos de origem, de forma que o módulo será versátil para complementar sua formação.

5. Condições para o ingresso e processo seletivo

As condições para o ingresso (habilitação ao Módulo) são as mesmas estabelecidas pela Comissão de Graduação.

O processo seletivo será aplicado apenas no caso de haver um número de candidatos superior ao número de vagas, na respectiva categoria, ou seja:

- Para alunos fora da habilitação em Engenharia Mecânica: o processo seletivo só será aplicado se houver mais de 10 candidatos, ficando asseguradas, no mínimo, 10 vagas para alunos de outras habilitações que não a Engenharia Mecânica;
- Para alunos da habilitação em Engenharia Mecânica: o processo seletivo só será aplicado se houver um número de candidatos superior a $(30 - \text{Next})$, onde Next corresponde ao número final de vagas destinadas a alunos de outras habilitações (sendo $0 \leq \text{Next} \leq 10$).

A seleção, nos dois casos, será feita segundo os critérios estabelecidos pela Comissão de Graduação da Escola Politécnica ou, na ausência de um critério único estabelecido pela CG, a seleção será feita pela média ponderada do aluno sem considerar as reprovações.

6. Estrutura curricular

O Módulo EAT é formado por seis disciplinas obrigatórias totalizando 24 créditos-aula e 2 créditos-trabalho e 420 horas no total. Ao total, são 26 créditos.

A estrutura curricular do módulo é apresentada na tabela seguinte.

| Disciplinas Obrigatórias | | Créditos | | | Carga Horária |
|--------------------------|------------------------------------|----------|-------|------|---------------|
| | | Aula | Trab. | Tot. | |
| 9º semestre | | | | | |
| PME 3540 | Engenharia Automotiva I | 4 | 0 | 4 | 60 |
| PME 3542 | Sistemas de transmissão automotiva | 4 | 0 | 4 | 60 |
| PSI3561 | Eletrônica Automotiva | 4 | 0 | 4 | 60 |
| 10º semestre | | | | | |
| PME 3541 | Engenharia Automotiva II | 4 | 0 | 4 | 60 |
| PME 3543 | Estruturas de Veículos | 4 | 0 | 4 | 60 |
| PSI 3562 | Veículos Inteligentes | 4 | 0 | 4 | 60 |

7. Corpo docente

Ronaldo de Breyne Salvagni (PME)

Engenheiro Naval (1975) e Doutor (1981) em Engenharia Naval pela Escola Politécnica da USP. Tem experiência nas áreas de Engenharia Mecânica e Naval, com ênfase em projeto integrado, análise estrutural, elementos finitos, reciclagem e dinâmica de veículos. Foi o mentor e coordenador do Mestrado Profissional em Engenharia Automotiva da Poli-USP, lançado no ano de 2000 como o primeiro curso de pós-graduação stricto sensu em engenharia automotiva do Brasil. Em 2003, fundou o Centro de Engenharia Automotiva (CEA) da Poli-USP e foi seu coordenador de 2003 a 2016 – atualmente, é conselheiro do CEA. É membro do Conselho Diretor da AEA – Associação Brasileira de Engenharia Automotiva e Professor Titular do Departamento de Engenharia Mecânica da Poli-USP. Atualmente é docente colaborador da EPUSP.

Marcelo Augusto Leal Alves (PME)

Engenheiro Mecânico (1993) e Doutor Engenharia Mecânica (2002) pela EPUSP. Tem grande experiência no projeto de máquinas e equipamentos com especial ênfase em sistemas automotivos. Tem sido constantemente requisitado pela mídia impressa e falada para esclarecer à sociedade questões importantes do setor automotivo. Executor do programa PACE (Partners for the Advancement of Collaborative Engineering Education) na EPUSP. Atualmente é professor do Departamento de Engenharia Mecânica da EPUSP.

Marcelo Massarani (PME)

Engenheiro Mecânico (1987) e Doutor em Engenharia Mecânica (1998) pela EPUSP. Tem grande experiência no projeto e simulação de sistemas mecânicos, com especial ênfase nas aplicações automotivas. Também tem atuado de forma intensiva no ensino e consultoria da engenharia e análise do valor. Atualmente, é professor da EPUSP e consultor de empresas.

Leandro Vieira da Silva Macedo (PME)

Engenheiro Mecânico (1985) pela Universidade Federal do Rio Grande e Mestre em Engenharia Mecânica (1991) pela EPUSP. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, atuando principalmente nos seguintes temas: engenharia automotiva, desenvolvimento de veículos por simulações virtuais – CAE, cálculo estrutural, desenvolvimento de carroceria e chassi de veículos de passeio, método dos elementos finitos, dinâmica veicular, plasticidade e segurança veicular. Atualmente é gestor de unidade – Volkswagen do Brasil Ltda. e Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da EPUSP.

Armando Antônio Maria Laganá (PSI)

Possui graduação em Engenharia Elétrica Modalidade Eletrônica pela Escola de Engenharia Maua (1975) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1994). Atualmente é professor doutor do Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Atua na área de eletrônica automotiva com ênfase em gerenciamento de motores. Tem experiência anterior na área de Materiais e Processos de Microeletrônica.

Leopoldo Rideki Yoshioka (PSI)

Engenheiro de Eletrônica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA (1984). Mestre em Engenharia Eletrônica pelo Tokyo Institute of Technology - TOKYO TECH - Tóquio, Japão (1988). Doutor em Engenharia Eletrônica pelo Tokyo Institute of Technology - TOKYO TECH - Yokohama, Japão (1991). Professor Assistente do Department of Information Processing, Tokyo Institute of Technology - TOKYO TECH (1991-1992). Pesquisador do IEAv/CTA (1993-1995). Professor Adjunto Elegido do Departamento de Eletrônica Aplicada do ITA (1993-1996). Coordenador de Projetos da Divisão de Eletrônica do ITA/FCMF (1995-1996). Coordenador de P&D da COMPSIS Computadores e Sistemas (1997-2010). Atualmente é Professor Doutor no Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politecnica da USP. Coordenador das disciplinas de graduação de Laboratórios de Circuitos Elétricos e Laboratório de Instrumentação Elétrica. As áreas de pesquisa incluem Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) e Sistemas Embarcados Automotivos.

8. Estrutura acadêmico-administrativa de gestão

Coordenação:

Marcelo Augusto Leal Alves (PME)

9. Anexo F

PME 3540 – Engenharia Automotiva I*Objetivos*

O conhecimento pelo aluno dos princípios e componentes básicos de um veículo automotor e seus principais requisitos de projeto, em movimento longitudinal.

Programa

História do Automóvel - Sistemas do veículo; Dinâmica longitudinal do veículo rígido; Resistência ao avanço; Aceleração / tração; Frenagem; Ultrapassagem; Requisitos do veículo; Conforto em marcha ("Ride").

Bibliografia

- Notas de aula das disciplinas
- GILLESPIE, T. D. "Fundamentals of vehicle dynamics", SAE, EUA, 1992.
- Vários autores - "Automotive handbook", 8ª ed., Robert Bosch GmbH / SAE, Alemanha, 2011.
- GENTA, G. - "Motor vehicle dynamics: modeling and simulation", World Scientific Pub. Co., Singapore, 1997
- VIEIRA, J. L. "A história do automóvel: a evolução da mobilidade", 3 vols., Ed. Alaúde, São Paulo, 2008.
- STONE, R. and BALL, J. K. "Automotive engineering fundamentals", SAE, EUA, 2004
- NUNNEY, M. J. "Automotive technology", 3rd. ed., Butterworth-Heinemann Ltd, EUA, 1998
- GOODSELL, D. "Dictionary of automotive engineering", 2nd ed., Butterworth-Heinemann Ltd, EUA, 1995.

PME 3541 – Engenharia Automotiva II*Objetivos*

O conhecimento pelo aluno dos princípios e componentes básicos de sistemas de suspensão e da dinâmica de veículos automotores.

Programa

Componentes da suspensão, pneus, molas e amortecedores; tipos de suspensões; sistemas de direção; dinâmica vertical de um veículo rígido; dinâmica lateral de um veículo rígido; modelos matemáticos e métodos de análise; simulação e estabilidade; não linearidade e modelagem.

Bibliografia

Notas de aula da disciplina

GILLESPIE, T. D. "Fundamentals of vehicle dynamics", SAE, EUA, 1992.

Vários autores - "Automotive handbook", 8ª ed., Robert Bosch GmbH / SAE, Alemanha, 2011.

GENTA, G. – "Motor vehicle dynamics: modeling and simulation", World Scientific Pub. Co., Singapore, 1997

NUNNEY, M. J. "Automotive technology", 3rd. ed., Butterworth-Heinemann Ltd, EUA, 1998

GOODSELL, D. "Dictionary of automotive engineering", 2nd ed., Butterworth-Heinemann Ltd, EUA, 1995.

PME3542 - Sistemas de Transmissão em Veículos*Objetivos*

O conhecimento pelo aluno dos princípios, requisitos e componentes básicos de sistemas de transmissão de potência em veículos de modo a que o mesmo seja capaz de especificar e projetar este tipo de sistemas.

Programa

- Parâmetros de projeto de uma transmissão automotiva
- Embreagens (atrato)
- Conversores de torque
- Caixa de mudanças manual
- Transmissão automática e semi-automática
- Caixas de transferência
- Reduções finais
- Diferenciais
- Mancais e juntas de velocidade constante
- Rodas e Pneus
- Critérios de dimensionamento de engrenagens para transmissões automotivas
- Critérios de dimensionamento de anéis sincronizadores.

Bibliografia

- Lechner, G., Bertsche, B., Ryborz, J., Novak, W.; "Automotive Transmissions – Fundamentals, Selection, Design and Application", 2nd ed, Springer, Heidelberg, 2011
- Nunney, M. J. "Automotive technology", 3rd. ed., Butterworth-Heinemann Ltd, EUA, 1998
- Goodsell, D. "Dictionary of automotive engineering", 2nd ed, Butterworth-Heinemann Ltd, EUA, 1995

PME 3543 - Estruturas mecânicas e de veículos**Objetivos**

O conhecimento pelo aluno dos princípios e componentes básicos da estrutura / carroceria de um veículo automotor e seus principais requisitos de projeto.

Programa

Introdução ao curso - Carroceria de um veículo de passeio; Novos conceitos - Componentes da carroceria; Análise de tensões - Critérios de Falha; Método matricial - Método dos elementos finitos; Rigidez dinâmica; Flambagem elástica; Análises não lineares; Amassamento de portas e teto e Ancoragens de bancos e cintos; Desempenho em colisão ("crash"); Proteção de Pedestres.

Bibliografia

MORELLO et alli. "The Automotive Body" vol. I e II, Ed. Springer 1st ed., 2011, ISBN 978-94-007-0512-8.
ZIENKIEWICZ & TAYLOR "The finite element method", McGraw-Hill, 4th ed., 1989(vol.1) e 1991(vol.2)
BAUER, H. (ed.) "Automotive handbook", Robert Bosch GmbH,, Alemanha, 2000
TIMOSHENKO & WOINOWSKI-KRIEGER, S. "Theory of plates and shells", McGraw-Hill, 2nd ed., 27th printing 1987
CLOUGH & PENZIEN "Dynamics of Structures" McGraw-Hill, 7th printing 1986
POPOV "Introdução à Mecânica dos Sólidos" Edgard Blücher, 1978.
ALVES Fo. "Elementos Finitos - A base da tecnologia CAE", Érica, 2000.

PSI3561 – Eletrônica Automotiva**Objetivos**

Proporcionar uma visão sistêmica sobre eletrônica embarcada em veículos automotores e em seus sistemas de propulsão.

Programa

Funcionamento de motor a combustão Interna. Atuadores, sensores e componentes eletrônicos da Unidade de Gerenciamento de Motores ciclo Otto. Estratégias de programação de ECU. Métodos de projeto de sistemas embarcados automotivos. Redes de comunicação de dados.

Bibliografia

[01] Vlacic, L.; Parent, M.; Harashima, F. Intelligent Vehicle Technologies. 1a. Edição, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001. (ISBN 0-7506-5093-1).
[02] Sze, S.M. Semiconductor Sensors. John Wiley & Sons Inc. 1994. (ISBN0-471-54609-7)
[03] Sinclair, Ian R., Sensors and Transducers, second Edition, BH Newnes, 1991. (ISBN 0-7506-0415-8)
[04] Heywood, J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals McGraw-Hill Inc., 1988.
[05] Lino Guzzella; Christopher H. Onder, Introduction and Combustion Engine System, Springer 2010.
[06] Stadler, W. Analytical Robotics and Mechatronics. Mc Graw-Hill Book Co., Singapura, 1995. (ISBN 0-07-113792-0).
[07] Howe, R.T.; Sodini, C.G. Microelectronics: An Integrated Approach. Prentice Hall, 1997.
[08] Klaassen, K.B. Electronic Measurement and Instrumentation. Cambridge University Press, 1996, capítulo 3, (ISBN 052147157-5).
[09] Lang, T.T. Electronics of Measuring Systems. John Wiley & Sons, 1987, capítulos 2, 4, 5, 6 (ISBN 0-471-91157-7).
[10] van Putten, A.F.P. Electronic Measurement Systems. Prentice Hall, 1a. edição, 1988, capítulos 3, 4, 5 e 6 (ISBN 0-13-251893-7).
[11] Bedford, R.E.; Crovini, L.; Vanvor, H. And Graaf, F.v.d. In: Sensors: A Comprehensive Survey, Thermal Sensors; edited by Göpel, W.; Hesse, J.; Zemel, J.N. volume 4, VCH, 1990, capítulos 2, 3, 4, 8.

- [12] Alloca, J.A. and Stuart, A. Transducers: Theory & Applications. Reston Publishing Company, 1984, Capítulos 1, 7, 8, 9 (ISBN 0-8359-7796-X).
- [13] Kiencke, U. and Nielsen, L., Automotive Control Systems, Springer / SAE international, 2000. (ISBN 3-540-66922-1)
- [14] Automotive Software Engineering, Jörg Schäuffele, Thomas Zurawka, SAE International 2005.
- [15] Etschberger, Konrad, Controller Area Network: Basics, Protocol, Chips and Applications, Editora IXXAT press, 2001. (ISBN)
- [16] Data sheet, MCP2510 Stand Alone CAN Controller with SPI Interface.
- [17] Manuais de Aplicação da Delphi (Válvula Borboleta, Ignição e Válvula Injetora)

PSI3561 – Veículos Inteligentes

Objetivos

Proporcionar uma visão sistêmica sobre veículos inteligentes aos alunos de engenharia automotiva.

Programa

Apresentar uma descrição funcional sobre veículos inteligentes, tipos de serviços, incluindo os componentes tecnológicos. Explorar o comportamento dos veículos inteligentes e avaliar os impactos na eficiência da rede de transporte, segurança e consumo de combustível e emissões.

Bibliografia

1. Advances in Intelligent Vehicles - Yaobin Chen and Lingxi Li, Elsevier Inc., 2013. ISBN: 978-0-12-397199-9.
2. Handbook of Intelligent Vehicles – Azim Eskandarian. Springer Link, 2012. ISBN-13: 978-0857290847.
3. Autonomous Intelligent Vehicles: Theory, Algorithms, and Implementation – Hong Cheng. Springer. 2011. ISBN: 978-4471-2279-1.