



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

***PROJETO PEDAGÓGICO DO MÓDULO DE
FORMAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS
E-REN***

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Grupo de Professores do PME, PEA e IEE

São Paulo, maio de 2017

1. Resumo Executivo

Título do módulo: Especialização em Energias Renováveis

Sigla do módulo: E-Ren

Departamento responsável: Departamento de Engenharia Mecânica – PME

Habilitação que abriga o módulo: Engenharia Mecânica

Número total de vagas: 40 vagas

- Do total de 40 vagas, ficam disponibilizadas, no mínimo, 20 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

Há uma crescente e latente mudança de paradigma tanto no cenário nacional como no mundial no que concerne à produção e consumo de energias elétrica e térmica, bem como suas formas de armazenamento e distribuição. Isso se dá por normas nacionais e internacionais que restringem ou dificultam cada vez mais o uso de combustíveis fósseis, como o petróleo, carvão e gás natural. Por outro lado, o Brasil é país favorecido pela sua extensão territorial e pela sua posição geográfica próxima do equador que lhe confere grandes incidências de energia solar. Menos desprezível também são o seu potencial de uso de biomassa, energia eólica e hidrocínética. Paralelamente, o conceito de armazenamento de energia por sistemas cada vez mais desenvolvidos, bem como as técnicas de geração distribuída e autoprodução estão se tornando realidade. O módulo E-REN preenche essa necessidade e visa qualificar alunos com formação básica em Engenharia, bem como de outras modalidades, para atuarem na área de energias renováveis fornecendo-lhes formação fundamental e adicional à do seu curso de origem.

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

O módulo de energias renováveis será oferecido para complementar a formação dos alunos que pretendem atuar nessa área. O bloco visa fornecer ferramentas e conhecimentos complementares para a atuação nessa área. O optante deste módulo terá as seguintes formações para atuar na área de energias renováveis:

- 1- Matemática
- 2- Ciências naturais
- 3- Experimentos
- 4- Identificação de problemas e formulação de soluções
- 5- Perspectivas históricas e questões contemporâneas (Sustentabilidade e Globalização)
- 6- Política pública
- 7- Administração
- 8- Atitudes, Liderança e Trabalho em Equipe
- 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 Eletrotécnica, Termodinâmica, Fenômenos de transporte, Física Fundamental.

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 20 candidatos, ficando asseguradas, no mínimo, 20 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 (40 – Next), onde Next corresponde ao número final de vagas destinadas a alunos de outras habilitações (sendo $0 \leq \text{Next} \leq 20$).

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 E-REN é formado por seis disciplinas obrigatórias totalizando 22 créditos-aula e 2 créditos-trabalho e 360 horas no total. Ao todo, são 24 créditos. A estrutura curricular do módulo é apresentada na tabela seguinte.

Disciplinas Obrigatórias		Créditos			Carga Horária
		Aula	Trab.	Tot.	
9º sem.					
PME 3561	Engenharia de Energia Solar	4	0	4	60
PEA 3450	Coleta e Armazenamento de Energia	4	1	5	90
IEE 0006	Biomassa como Fonte de Energia	4	0	4	60
10º sem.					
PME 3563	Laboratório de Energias Renováveis	2	0	2	30
PME 3562	Engenharia de Energia Eólica	4	1	5	90
PEA 3560	Engenharia de Energia Hidroelétrica	4	0	4	60

7. Corpo docente

Bruno Souza Carmo (PME)

Possui graduação em Engenharia Mecânica Habilitação em Automação e Sistemas pela Universidade de São Paulo (2002), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (2005) e doutorado em Engenharia Aeronáutica pelo Imperial College London (2009). Desde julho de 2010 exerce o cargo de Professor Doutor, junto ao Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, onde desenvolve pesquisas no Núcleo de Dinâmica e Fluidos (NDF). Desde 2015 atua no Centro de Pesquisa para Inovação em Gás (RCGI), onde ocupa a posição de vice diretor acadêmico e coordena dois projetos do programa de Engenharia. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Mecânica dos Fluidos e Energia, atuando principalmente nos seguintes temas: estabilidade hidrodinâmica, vibrações induzidas pelo escoamento, método de elementos espectrais, sistemas híbridos de potência, energia eólica, aeroacústica e escoamentos biológicos. Recentemente, vem expandindo sua área de atuação, desenvolvendo pesquisas e orientações nas áreas de separação de componentes de misturas de gases e hidrodinâmica de suspensões ativas.

Demétrio Cornílios Zachariadis (PME)

Possui Graduação em Engenharia Naval pela Universidade de São Paulo (1982), Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica pela Universidade de São Paulo (1985), Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (2001) e realizou estágio de Pós Doutorado no Laboratoire de Mécanique des Solides da Université de Poitiers(2007). Atualmente é professor MS3 do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e revisor das revistas Sound and Vibration (0038-1810), Tribology Transactions (1040-2004) e Marine Systems & Ocean Technology. Desenvolve pesquisas e projetos na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Dinâmica e Vibrações, atuando principalmente nos seguintes temas: dinâmica de rotores e equipamentos rotativos, vibrações lineares e não lineares, mancais hidrodinâmicos, contato entre superfícies rugosas, elastohidrodinâmica, squeeze film dampers, lubrificação de anéis de pistões e energias alternativas.

Eliane Aparecida Faria Amaral Fadigas (PEA)

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Maranhão (1989), mestrado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP (1993) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP (1999). Atualmente é professora doutora da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica com ênfase em Aproveitamento da Energia, atuando principalmente nos seguintes temas: energia elétrica, energia eólica, energia solar, conservação de energia e gás natural.

José Aquiles Baesso Grimoni (PEA)

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1980), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1988) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1994) e livre docente em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2006). Atualmente é professor livre-docente da Universidade de São Paulo, foi diretor do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP de 2007 a 2011. É coordenador do curso de graduação em engenharia elétrica - ênfase em energia e

automação elétricas da Epusp desde 2012. É revisor das revistas: Revista IEEE América Latina, - Neurocomputing (Amsterdam), - IEE Proceedings. Generation, Transmission & Distribution , - Revista Brasileira de Agroinformática , - International Journal of Power & Energy Systems e - IEEE Transactions on Power Systems . Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Geração, Transmissão e Distribuição da Energia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: energia, proteção, transformadores, ensino e educação.

José Roberto Simões Moreira (PME)

Graduado em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica da USP (1983), Mestre em Engenharia Mecânica pela mesma instituição (1989), Doutor em Engenharia Mecânica - Rensselaer Polytechnic Institute (1994), Pós-Doutorado em Engenharia Mecânica na Universidade de Illinois em Urbana-Champaign (1999) e Livre-Docente pela USP em 2000. Atualmente é Professor Associado da Escola Politécnica da USP e professor dos programas de pós-graduação em Engenharia Mecânica da EPUSP e de Energia do IEE-USP, consultor ad hoc de órgãos de fomento à pesquisa, Foi secretário de comitê técnico da ABCM. Tem experiência na área de Engenharia Térmica, atuando principalmente nos seguintes temas: mudança de fase líquido-vapor, uso e processamento de gás combustível, refrigeração por absorção, tubos de vórtices, energia solar, combustíveis solares, ciclos de absorção de calor e sistemas alternativos de transformação da energia. Tem atuado como revisor técnico de vários congressos, simpósios e revistas científicas nacionais e internacionais. Ministra(ou) cursos de Termodinâmica, Transferência de Calor, escoamento Compressível, Transitórios em Sistemas Termofluidos e Sistemas de Cogeração, Refrigeração, Fundamentos de Engenharia Solar, Fundamentos de Energias Renováveis e Uso da Energia e Máquinas e Processos de Conversão de Energia. Coordenou cursos de especialização e extensão (1) Refrigeração e Ar Condicionado, Cogeração e Refrigeração com Uso de Gás Natural, (2) Termelétricas, bem como vários cursos do PROMINP. Atualmente coordena um curso de especialização da USP intitulado Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética desde 2011 em sua décima terceira edição. Tem participado de projetos de pesquisa de agências governamentais e empresas, destacando: Fapesp, Finep, Cnpq, Eletropaulo, Ipiranga, Vale, Comgas, Shell-BG, Petrobras e Ultragaz. Foi agraciado em 2006 com a medalha 'Amigo da Marinha'. Foi professor visitante na UFPB em 2000 - João Pessoa e na UNI - Universitat Nacional de Ingenieria em 2002 (Lima - Peru). Foi cientista visitante em Setembro/2007 na Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (Suíça) dentro do programa ERCOFTAC - 'European Research Community On Flow, Turbulence And Combustion'. Participou do Projeto ARCUS na área de bifásico em colaboração com a França. Foi professor visitante no INSA - Institut National des Sciences Appliquées em Lyon (França) em junho e julho de 2009. Tem desenvolvido projetos de cunho tecnológico com apoio da indústria (Comgas, Eletropaulo, Ipiranga, Shell-BG, Petrobras, Ultragaz e Vale). Possui duas patentes. É autor de mais de 120 artigos técnico-científicos, além de ser autor de livros e capítulos: (1) Fundamentos e Aplicações da Psicrometria; - RPG editorial(1999); (2) autor de um capítulo do livro Thermal Power Plant Performance Analysis; (2012); (3) autor e editor do livro Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética; - LTC (2017). Já orientou 20 mestres e 5 doutores, além de cerca de 40 trabalhos de conclusão de curso de graduação e diversas monografias de cursos de especialização e de extensão, bem como trabalhos de iniciação científica, totalizando um número superior a 80 trabalhos. Possui mais de 120 publicações, incluindo periódicos técnico-científicos nacionais e internacionais. Finalmente, coordena o laboratório e grupo de pesquisa da EPUSP de nome SISEA - Lab. de Sistemas Energéticos Alternativos.

Suani Teixeira Coelho (IEE)

Graduada em Engenharia Química (1972) pela Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP), Mestre (1992) e Doutora (1999) em Energia pelo Programa de Pós-Graduação em Energia (PPGE), da Universidade de São Paulo (USP). Atualmente, é professora / orientadora do Programa de Pós Graduação em Energia. (PPGE) da USP e do Programa de Pós Graduação em Bioenergia da USP/UNICAMP/UNESP e coordenadora do Grupo de Pesquisa em Bioenergia (GBIO/antigo CENBIO) do IEE/USP, atuando principalmente nos seguintes temas: biomassa, geração de energia com biomassa, geração descentralizada, resíduos sólidos urbanos e rurais, cogeração, biogás, análise de ciclo de vida, externalidades e cana-de-açúcar. É revisora dos periódicos Energy Policy, Biomass and Bioenergy e Energy for Sustainable Development, entre outros. É Editora de Bioenergia do periódico Renewable and Sustainable Energy Reviews.

8. Estrutura acadêmico-administrativa de gestão

Coordenação:

José Roberto Simões Moreira (PME) e
José Aquiles Baesso Grimoni (PEA)

9. Anexo F

PME 3561 – Engenharia de Energia Solar*Objetivos*

Fornecer os fundamentos da engenharia solar, como o movimento do Sol e intensidade, com o objetivo de uso final dessa forma renovável de energia. Técnicas de uso da energia solar como aquecimento e resfriamento solar, energia solar fotovoltaica e energia solar para ciclos de potência e refrigeração.

Programa

Fundamentos de energia solar. Movimento do sol e intensidade da irradiação solar e sua disponibilidade ao longo do globo terrestre. Técnicas de medição e caracterização da energia solar. Aproveitamento da energia solar para aquecimento, resfriamento, secagem, produção de potência eletromecânica, armazenamento e geração de energia elétrica por meio fotovoltaico.

Bibliografia

- Duffie, John A.; Beckman, William A. **Solar Engineering of Thermal Processes**. John Wiley, New York, 2006.
- Henning, Hans-Martin (ed.). **Solar-Assisted Air-Conditioning in Buildings**. Springer-Verlag Wien New York, Austria, 2007.
- Kalogirou, Soteris A. **Solar Energy Engineering – processes and systems**. Academic Press/Elsevier, 2009.
- Pacheco, C. R. F. **Energia Solar – Fundamentos** in Simões-Moreira, J. R. (coord.). **Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética**, LTC, RJ, 2017.
- Peuser, Felix A. et al. **Installations solaires thermiques**. Observer, Paris, 2006.
- Rosa, Aldo V. **Fundamentals of Renewable energy processes**. Academic Press, 2ªed,2009, San Diego-London, 2009.
- Sowmy, D. **Energia Solar – Tecnologia e Aplicações** in Simões-Moreira, J. R. (coord.). **Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética**, LTC, RJ, 2017.
- Rütther, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos**. UFSC/Labsolar. Florianópolis, 2004.
- Wenham, Stuart R. et al. **Applied Photovoltaics**. FSC, USA-UK, 2007.

PME 3563 – Laboratório de Energias Renováveis*Objetivos*

Essa disciplina visa fornecer aos estudantes um laboratório para que os mesmos possam ter contato direto com algumas formas de energia renovável por meio de experimentos e análises pertinentes. Cobre os assuntos energia solar fotovoltaica, energia solar térmica, célula de combustível e energia eólica.

Programa

A disciplina vai cobrir os seguintes tópicos em bancadas experimentais

- 1- Simulador de energia solar;
- 2- energia solar para aquecimento de água;
- 3- energia solar fotovoltaica;
- 4- célula de combustível;
- 5 – energia eólica

Bibliografia

SIMÕES-MOREIRA, J. R., GRIMONI, J. A. B. “Roteiros experimentais do laboratório de energias renováveis”, EPUSP, 2018.

PEA3560 - Engenharia de Energia Hidroelétrica*Objetivos*

O objetivo da disciplina é que os alunos aprendam conceitos básicos de usinas hidroelétricas que permitam entender os princípios de funcionamento, seus componentes e estruturas básicas, tipos de centrais e como projetar um sistema em função da hidrologia e como é feita a integração com o sistema de energia e sua manutenção e operação. Também serão desenvolvidos conceitos de usinas baseadas em energia hidro cinética em rios e no mar.

Programa

Noções de hidrologia, ciclo da água, princípios de funcionamento de usinas hidroelétricas, componentes e equipamentos (turbinas, geradores, etc), tipos de usinas, sistemas controle e proteção, conexão com a rede, projeto, manutenção e operação. Conceitos, sistemas, projeto, manutenção e operação de sistemas hidrocinéticos.

Bibliografia

Souza, Zulcy ; Santos Afonso H. M. ; Bortoni, Edson da Costa – Centrais Hidroelétricas Implantação e Comissionamento - Editora Interciência – 2ª edição – 2009.

Pereira, Geraldo Magela - Projeto de Usinas Hidroelétricas Passo a Passo – Oficina de Textos – 2015.

Carneiro, Daniel Araujo – PCHs – Pequenas Centras Hidrelétricas – Editora Canal Energia – 2010.

Ocean Waves Energy Conversion – McCormick, Michael E. – Dover Publications – 2007.

Notas de aula da disciplina.

IEE0006 - Biomassa como Fonte de Energia

Objetivos

A disciplina Biomassa como Fonte de Energia visa introduzir o aluno no na área da energia de biomassa, apresentando as principais variáveis a serem consideradas, bem como uma visão econômica, ambiental e social da biomassa como fonte de energia. A disciplina combina conhecimentos técnicos, socio-ambientais, políticos e institucionais, de forma a capacitar o estudante de graduação para uma visão ampla da biomassa como fonte de energia no Brasil e no mundo.

Programa

O curso se inicia com a introdução do conceito de biomassa moderna (sustentável), diferentemente da chamada biomassa tradicional (derivada de desmatamento), como ocorreu no passado e ainda ocorre em vários países em vias de desenvolvimento.

Em seguida, o programa se propõe a analisar e discutir as possibilidades da biomassa, incluindo os biocombustíveis líquidos (etanol e biodiesel) e gasosos (biogás de resíduos urbanos e rurais), como fonte de energia no Brasil. Especial atenção será dada ao uso de algas para produção de bioenergia e às tecnologias de segunda geração.

Aspectos ambientais, sociais, tecnológicos e econômicos serão debatidos para a bioenergia. Serão também analisados os principais setores que estão envolvidos com biomassa, como sucroalcooleiro, papel/celulose e siderúrgico (carvão vegetal), entre outros. Também o uso de biomassa para geração de energia em comunidades isoladas na Amazônia será analisado, bem como as perspectivas para replicação em outros países em desenvolvimento

Bibliografia

- COELHO, S. T., GOLDEMBERG, J. Global energy policy: a view from Brazil (Chap 27) In: Handbook of Global Energy Policy. VI - Regional perspectives on global energy. Goldthau, A. (ed.). Wiley Blackwell Publishers. 2012
- GEA, Global Energy Assessment (2012), IIASA. Viena. Cambridge University Press. <http://www.iiasa.org>
- COELHO, S. T. ; AGBENYEGA, O. ; AGOSTINI, A. ; ERB, K. ; HABERL, H. ; HOOGWIK, M. ; LAL, R. ; LUCON, O. ; MASERA, O. ; MOREIRA, J. R. . Land and Water. Linkages to Bioenergy. In: Global Energy Assessment (Davis, G., Goldemberg, J., orgs). International Institute for Applied Systems Analysis and Cambridge University Press. Viena, 2012, v. 1, p. 1459-1525.
- GOLDEMBERG, J. ; NIGRO, F. e. B. ; COELHO, S. T. . Bioenergia no estado de São Paulo : situação atual, perspectivas, barreiras e propostas. São Paulo : Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008.
- COELHO, S. T. ; GORREN, R. ; GUARDABASSI, P. ; GRISOLI, R. P. S. ; GOLDEMBERG, J. . Bioethanol from Sugar - The Brazilian Experience. In: Meyers, Robert A.. (Org.). Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Springer, 2011.
- CORTEZ, L. A. B. ; LORA, E. S. ; GÓMEZ, E. O. (Orgs.) . Biomassa para energia. Campinas : Editora da UNICAMP, 2008. ISBN 978-85-268-0783-9 • CORTEZ, L.A.B., (coord). Bioetanol de cana de açúcar – P&D para Produtividade e Sustentabilidade. Ed. Blucher – FAPESP, 2010, 954 pg (cap. 6, Parte 2)
- TOLMASQUIM, M. T. (Org.) . Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: 2004. 487 p. ISBN 8573163569.
- TOLMASQUIM, M. T. (Org.) . Fontes Renováveis de Energia no Brasil. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 515 p. ISBN 8571930953.
- NOGUEIRA, L. A. H. . Biocombustíveis na América Latina. São Paulo : Fundação Memorial da América Latina, 2007. ISBN 978-85-85373-75-7.

- GOLDEMBERG, J., LUCON, O. Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento. 3 ed. São Paulo: Edusp, 2008.
- NOGUEIRA, L. A. H. Dendroenergia: Fundamentos e Aplicações. Ed. Interciencia, 2ª. Ed. 2005
- ROSILLO-CALLE, F. ; BAJAY, S. V. ; ROTHMAN, H. (Orgs.) . Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira. Campinas : Editora da UNICAMP, 2005. ISBN 85-268-0685-8.
- Perlingeiro, A., BIOCOMBUSTIVEIS, ANP, 2011
- COELHO, S., ACQUARO LORA, B. "A Contribuição do Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo para as Questões Globais: Perspectivas de Modernização do Setor e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo". In: REI, Fernando; CIBIM, Juliana Cassano; ROSINA, Monica Guisa; NASSER, Salem Hikmat. Direito e Desenvolvimento: Uma abordagem sustentável. São Paulo: Saraiva. p. 206-234. (2013)
- COELHO, S. T., GUARDABASSI, P. "Brazil: Ethanol" (Ch. 2). In Sustainable Development of Biofuels in Latin America and the Caribbean. Barry Solomon (ed), Michigan Technological University. Springer. (2013).
- COELHO, S. T., GARCILASSO, V. P., COLUNA, N., ESCOBAR, J. F., AMARAL, A. C., Energia da biomassa in Simões-Moreira, J. R. (coord.). Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética, LTC, RJ, 2017.
- COELHO, S. T., CORTEZ, C. L., GARCILASSO, N. P., ESCOBAR, J. F. MORENO, M., COLUNA, N. M. E., Biomassa e bioenergia in Philippi Jr, A., Reis, L. B. (eds.). Energias e Sustentabilidade, Manole, 2016.

PME3562 – Engenharia de energia eólica

Objetivos

Apresentar aos alunos os principais tópicos de energia eólica, começando pela caracterização do potencial eólico, explorando aspectos específicos das tecnologias empregadas bem como fundamentos de aerodinâmica, materiais, mecânica estrutural e sistemas elétricos que norteiam o projeto e operação de aerogeradores, estudando também a operação e controle de parques eólicos, sua viabilidade econômica e impactos ambientais. Além do aprendizado deste conteúdo, a disciplina também tem o objetivo de integrar conhecimentos de diversas áreas da engenharia, dada a sua faceta multidisciplinar. Por fim, mas não menos importante, dar-se-á grande ênfase à aplicação prática dos conceitos aprendidos em atividades de projeto.

Programa

Introdução à energia eólica, caracterização do potencial eólico, tecnologia de turbinas eólicas, aerodinâmica de turbinas eólicas, materiais para turbinas eólicas, mecânica estrutural para turbinas eólicas, conversão eletromecânica de energia e sistemas elétricos, dinâmica, operação e controle, análise econômica da energia eólica, aspectos regulatórios e ambientais da energia eólica.

Bibliografia

- Burton, T., Jenkins, N., Sharpe, D. & Bossanyi, E., "Wind energy handbook", Wiley, 2011.
- Hansen, M. O. L., "Aerodynamics of wind turbines", 3ª ed., Routledge, 2015.
- Landberg, L., "Meteorology for wind energy – an introduction", Wiley, 2016.
- Manwell, J. F., McGowan, J. G. & Rogers, A. L., "Wind energy explained – theory, design and application", 2ª ed., Wiley, 2009.
- Wagner, H. J. & Mathur, J., "Introduction to wind energy systems – basics, technology and operation", 2ª ed., Springer, 2013.
- Schaffarczyk, A. (ed.) "Understanding wind power technology – theory, deployment and optimisation", Wiley, 2014.
- Emeis, S., "Wind energy meteorology – atmospheric physics for wind power generation", Springer, 2013.

- Fadigas, E. A. F. A. Energia Eólica in Simões-Moreira, J. R. (coord.). “Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética”, LTC, RJ, 2017.
- Fadigas, E. A. F. A. “Energia Eólica”, 1ª ed., Manole, 2011.

PEA3450 – Coleta e armazenamento de energia

Objetivos

Os alunos deverão aprender os conceitos fundamentais sobre coleta e armazenamento de energia e sobre as suas tecnologias, custos e aplicações possíveis.

Programa

Conceitos básicos das formas de coleta de energia, conceitos básicos de formas de armazenamento de energia, tecnologias e Custos para armazenamento e coleta de energia, aplicações de coleta e armazenamento de energia, levantamento de potências, estudos de casos.

Bibliografia

- Energy Storage in Electric Power Grids - Robyns B., François B., Delille G., Saudemont C., Wiley-ISTE, 2015;
- Energy Storage: Fundamentals, Materials and Applications - second edition; Robyns B., François B., Delille G., Saudemont C.; Springer, 2014;
- Energy Harvesting: Solar, Wind, and Ocean Energy Conversion Systems (Energy, Power Electronics, and Machines) - Khaligh A., Onar O.; CRC Press, 2010;
- Handbook of Energy Harvesting Power Supplies and Applications - Peter Spies; CRC Press, 2013;
- Kinetic Energy Storage – G Genta – Butterworths – 1985 - 362 paginas
- Solar energy Storage – Bent Soresen – 2015 - Academic Press – 383 paginas
- Armazenamento de Energia”, ISR – Dep. de Engenharia Electrotécnica e de Computadores. Universidade de Coimbra.
- Tecnologias de Armazenamento de Energia para Aplicações Elétricas”, J. I. San Martin et al, Revista Eletricidade Moderna, agosto de 2012.