

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM REDES
INTELIGENTES DE ENERGIA (SMART GRIDS)

Realização: PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFMG

Apoio: PROJETO CIDADES DO FUTURO - CEMIG

Local: Campus Pampulha - UFMG

Início: Março de 2013 – **Término:** Setembro de 2014

Introdução: *Uma profunda evolução nos sistemas de distribuição de energia elétrica está em curso. Em breve, as redes de energia elétrica passarão a incorporar fontes energéticas distribuídas e demais ativos de energia, integrados com dispositivos de monitoramento remoto, telecomunicações, tecnologia da informação e interação com os consumidores, sob a coordenação de técnicas de inteligência computacional. A solução moderna e confiável para a operação destes sistemas reside na adoção de Redes Inteligentes de Energia, temática central do CERIE.*

Programação: As atividades ocorrerão às terças e quintas-feiras no período noturno e eventualmente aos sábados pela manhã para integralização da carga horária prevista, adequando-se a programação aos feriados nacionais e ao calendário acadêmico, em salas de aula do PPGE, dispondo-se de equipamento para projeção, tela, quadro branco e pincéis, além de ventilação forçada e iluminação condizente.

No início do terceiro semestre, têm início as atividades de tutoria, reservando-se os 03 (três) últimos meses, sem carga horária de sala de aula, para conclusão e apresentação do trabalho de final de curso.

Como aluno regular da UFMG, aos participantes são facultadas todas as facilidades disponibilizadas aos demais alunos.

Público Alvo: Profissionais que atuam na área de distribuição de energia, mais especificamente em estudos e projetos em geração distribuída, prestadores de serviço autônomos ou com vínculo, que já enfrentam dificuldades para incorporarem em seus projetos tecnologias de ponta, por demanda da sociedade ou da própria empresa, oriundos da região metropolitana da capital.

Objetivos do curso:

- ❖ Apresentar e estudar a infraestrutura do sistema de distribuição de energia, do sistema de telecomunicação e do sistema de inteligência necessárias à efetivação das **Redes Inteligentes de Energia**.
- ❖ Apresentar e discutir os aspectos normativos relacionados, bem como as novas modalidades de negócios no âmbito das **Redes Inteligentes de Energia**.

- ❖ Proporcionar ao engenheiro o aprofundamento de sua qualificação profissional na área de **Redes Inteligentes de Energia**, de modo a lhe permitir alcançar um alto padrão de competência técnico – profissional.
- ❖ Propiciar ao profissional de forma coesa um contato direto e objetivo com os conteúdos que permeiam a área de **Redes Inteligentes de Energia**, diante da inter e multidisciplinaridade dos assuntos envolvidos.

Perfil do profissional a ser formado: As seguintes habilidades, com foco em RIEs, são esperadas: i) compreender os conceitos gerais e específicos inerentes à infraestrutura dos sistemas presentes; ii) estar familiarizado com as técnicas de gerenciamento de engenharia e com os aspectos normativos relacionados às novas modalidades de negócios; iii) estar capacitado para adequação de métodos em diferentes cenários; iv) validar soluções para problemas encontrados; v) propor inovações no contexto das RIEs e, fundamentalmente, vi) propor, implementar e gerenciar RIEs.

Componentes Curriculares

◊ **Módulo I: Conceituação Básica (120 horas)**

Este módulo constitui o processo inicial de reciclagem e revisão de conhecimentos básicos, caracterizando-se por um processo de nivelamento dos alunos matriculados no curso. Neste módulo são tratados os conceitos referentes aos sistemas de distribuição, sistemas de medição, sistemas de comunicação e processamento de sinais, como temas básicos para acompanhamento do curso.

◊ **Módulo II: Identificação, conceituação e abordagem de aspectos específicos (225 horas)**

Este módulo cumpre a função de caracterizar os diversos aspectos delineadores das Redes Inteligentes de Energia, que compreendem a infraestrutura necessária do sistema de energia, as tecnologias e características de redes de comunicação presentes, as técnicas de inteligência computacional associadas às novas funções da distribuição de energia e aos aspectos regulatórios, os novos perfis de carga, a integração da GD às redes elétricas, a modelagem de negócios de curto, médio e longo prazo e de mercado correspondentes.

◊ **Módulo III: Seminários/Integração (15 horas)**

Este módulo, constituído na forma de palestras, cumpre a função de cobrir conteúdos não relacionados diretamente à formação em engenharia elétrica e suas áreas correlatas e será tratado por especialistas convidados.

◊ **Módulo IV: Monografias/Aplicação**

Desenvolvimento de tema correlacionado à área de abrangência do curso, com incursões investigativas, analíticas e reflexivas das tecnologias existentes em Redes Inteligentes de Energia, sob a orientação de um professor do quadro docente, explorando preferencialmente a experiência profissional própria, observadas as normas pertinentes.

Estrutura Curricular

→ **Módulo I (120 horas)**

Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica

Carga Horária: 15 horas

Ementa: Análise de cargas: curvas típicas, fatores de carga e de diversidade. Configuração dos sistemas de distribuição e de transmissão. Subestações. Alimentadores. Planejamento. Redes subterrâneas. Cálculo elétrico mecânico. Dimensionamento de estruturas. Regulação de tensão. Normas. Proteção de circuitos de distribuição.

Sistemas de Medição

Carga Horária: 30 horas

Ementa: Fundamentos de Metrologia, Condicionamento de Sinais, Técnicas de Medição, Instrumentos Tradicionais e Virtuais, Medição e Processamento de Sinais não-Senoidais

Processamento de Sinais em Redes Inteligentes de Energia

Carga Horária: 30 horas

Ementa: Técnicas de Fourier para o Domínio do tempo Discreto, Amostragem de Sinais, Ditzimação e Interpolação, Filtros Digitais, FFT, Estimacão Espectral, *Hardware* para Sistemas de Processamento de Sinais.

Aspectos Básicos de Redes de Comunicação

Carga Horária: 45 horas

Ementa: Conceitos básicos em redes. Protocolos e serviços. Controle de enlace de comunicação. Redes locais. Técnicas de roteamento e controle de congestionamento em redes. Princípios de inter-redes.

→ **Módulo II (225 horas)**

Geração Distribuída – Carga Horária: 30 horas

Ementa: Conceitos introdutórios sobre geração de energia, Tecnologia de sistemas de conversão de energia eólica, biomassa, fotovoltaica e pequenas centrais hidroelétricas e térmicas, Análise de requisitos técnicos sobre armazenamento de energia proveniente de fontes intermitentes, conexão ao SEP, Aspectos regulatórios da integração da GD ao SEP, Aspectos ambientais da GD, Avaliação econômica de projetos de GD, Impactos da GD nas redes elétricas, Novos perfis de carga (p.ex veículo elétrico).

Micro-Grid

Carga Horária: 30 horas

Ementa: Geração descentralizada e a microgeração, Tecnologias de microgeração: turbinas eólicas, sistemas fotovoltaicos, microturbinas, veículos elétricos e sistemas de armazenamento, Desafios da microgeração distribuída conectada a redes de distribuição. Sincronismo e Ilhamento, Arquitetura das microrredes: Conversores PWM conectados a rede. Controle de P e Q, Estratégias de controle. Operação em situações de emergência. Ilhamento e Reconexão.

Infra-estrutura de Redes e Subestações para o Smart Grid

Carga Horária: 30 horas

Ementa: Automação de Redes e de Subestações, Eletrônica de Potência aplicada às Redes Inteligentes de Energia, Sistemas de Medição Automatizados, Reconfiguração de Alimentadores, Gerenciamento de Falhas, Aspectos de Qualidade da Energia Elétrica, Aspectos de Compatibilidade Eletromagnética, Aspectos de Geração Distribuída, Gerenciamento e Medição Inteligente de Consumo.

Redes Comunicação para Smart Grid

Carga Horária: 30 horas

Ementa: Apresentação de tecnologias de telecomunicações potenciais para suporte ao *SmartGrid*. Arquiteturas e topologias típicas, Características de comunicação (vazão, alcance, latência, etc.), Segurança Cibernética (análise de riscos de ativos, segurança da informação, segurança de rede e sistemas), Principais aplicações, Aspectos regulatórios e de normatização.

Tecnologia de Redes Comunicação para Smart Grid

Carga Horária: 30 horas

Ementa: Redes sem fio X redes com fio, Tecnologias de Redes sem fio: SMP, WIMAX, WiMesh, Satélite, PMR, WI-FI, Zigbee, Bluetooth, Tecnologias de Redes com fio: Fibra Óptica, *Power Line Communication*, *Digital Subscriber Line*.

Inteligência Computacional aplicada ao Smart Grid

Carga Horária: 30 horas

Ementa: Conceitos básicos de inteligência computacional, Sistemas especialistas, Lógica Fuzzy, Redes Neurais Artificiais, Algoritmos genéticos, Computação Evolucionária, Aplicações em detecção de falhas, Aplicações em reconfiguração de redes, Aplicações em minimização de perdas.

Aspectos normativos relacionados ao Smart Grid

Carga Horária: 15 horas

Ementa: Modelos regulatórios, Sistemas tarifários, Modalidades de incentivo, Tarifação em tempo real (RTP), Interação com o consumidor, Gestão da geração distribuída.

Novas modalidades de negócios em Smart Grid

Carga Horária: 30 horas

Ementa: Modelos de preferências e de comportamento do consumidor, O consumidor-produtor (*prosumer*), Aspectos contratuais incluindo os sistemas tarifários, Gerenciamento pelo lado da demanda, Resposta da demanda, Modelagem de negócios no curto, médio e longo prazo, Estudo de caso de implantação de *SmartGrid*, baseado numa análise econômico-financeira, Automação residencial/comercial/industrial e novos sistemas de medição, Corte Remoto Seletivo de Cargas Prediais em situações de Emergência

→ Módulo III (15 horas)

Seminários em Redes Inteligentes de Energia

Carga Horária: 15 horas

Ementa:

Palestra 1: Benchmarking, perspectivas e motivadores para implementação no mundo e adequação para cenário brasileiro

Palestra 2: Ruptura de paradigmas do setor elétrico à luz das redes inteligentes de energia e fontes de financiamento

Palestra 3: Integração das concessionárias de energia elétrica com concessionárias de água, gás e telecomunicações

Palestra 4: Relações entre distribuidoras e consumidor final (cultura, percepção de valor, privacidade, canais de interação)

Palestra 5: Cidades Inteligentes