

<p><b>CURSO DE EXTENSÃO / APERFEIÇOAMENTO</b> <b>(CURSO LIVRE)</b></p>	<p><b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS ELETROMECÂNICOS DE UTILIDADES INDUSTRIAIS / COMERCIAIS</b> (refrigeração, ar condicionado, ar comprimido, bombeamento, ventilação / exaustão) Emissão: MARÇO/2017</p>	<p>Pág. <b>1/5</b></p>
--	---	----------------------------

## **PLANO DE CURSO DE EXTENSÃO (NÍVEL DE APERFEIÇOAMENTO / RECICLAGEM)**

### **DETALHAMENTO E EMENTA**

#### **1. ÁREAS DO CONHECIMENTO**

Engenharia Elétrica / Engenharia Mecânica.

#### **2. TÍTULO DO CURSO**

***“EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS ELETROMECÂNICOS DE UTILIDADES INDUSTRIAIS / COMERCIAIS”*** (refrigeração, ar condicionado, ar comprimido, bombeamento, ventilação / exaustão)

#### **3. FORMA DE OFERTA**

Presencial (também poderá ser estruturado para EaD em médio prazo).

#### **4. JUSTIFICATIVAS E OBJETIVO GERAL**

Considerando-se que os sistemas eletromecânicos de utilidades (refrigeração, ar condicionado, ar comprimido, bombeamento, ventilação / exaustão) são largamente utilizados nos segmentos industrial, comercial e de serviços no Brasil, e geralmente com elevada representatividade perante o consumo de energia global das instalações, o curso ***“EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS ELETROMECÂNICOS DE UTILIDADES INDUSTRIAIS / COMERCIAIS”*** propõe-se a despertar a atenção dos participantes para o tema e a fornecer subsídios técnicos para auxiliá-los na adoção de medidas que possam incorrer na melhoria da performance eletro-energética de tais sistemas, objetivando a redução de custos com energia elétrica.

Julga-se, portanto, tratar-se de um tema de amplo interesse do mercado, por envolver questões associadas à energia elétrica (importante insumo na indústria e também nas instalações comerciais / prediais de médio e grande portes) e à otimização de custos operacionais (importante fator contributivo para a melhoria da competitividade nas atividades produtivas e serviços em geral).

#### **5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Apresentar aos participantes as principais aplicações e características técnicas dos sistemas em questão (refrigeração, ar condicionado, ar comprimido, bombeamento, ventilação / exaustão);
- b) Abordar as principais características desses sistemas (e dos subsistemas a eles associados) enfatizando-se os aspectos operativos e os fatores de influência em sua performance energética;
- c) Apresentar as possibilidades de melhoria da eficiência na utilização dos sistemas mecânicos em questão;
- d) Contribuir para que os participantes possam tornar-se agentes aplicadores e disseminadores dessas informações em suas respectivas áreas de atuação;

<p><b>CURSO DE EXTENSÃO / APERFEIÇOAMENTO</b> <b>(CURSO LIVRE)</b></p>	<p><b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS ELETROMECÂNICOS DE UTILIDADES INDUSTRIAIS / COMERCIAIS</b> (refrigeração, ar condicionado, ar comprimido, bombeamento, ventilação / exaustão) Emissão: MARÇO/2017</p>	<p>Pág. <b>2/5</b></p>
--	---	----------------------------

## 6. SÍNTESE DO CONTEÚDO TEMÁTICO

- .Caracterização geral dos sistemas mecânicos (refrigeração, ar condicionado, ar comprimido, bombeamento, ventilação / exaustão);*
- .Teoria geral e princípios de funcionamento de tais sistemas em suas configurações mais usuais;*
- .Conhecimento dos dados nominais e curvas operacionais características;*
- .Aspectos de desempenho energético (rendimento, perdas, performance, índices de desempenho);*
- .Aspectos de projeto e especificações técnicas;*
- .Possibilidades de elevação dos níveis de eficiência operacional e otimização do consumo de energia elétrica;*
- .Novas tecnologias;*
- .Exemplos e estudos de caso.*

## 7. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO PREVISTO (ÍNDICE DA APOSTILA)

### Capítulo 1 – Considerações Preliminares

- 1.1 Conceitos sobre Energia, Trabalho e Potência
- 1.2 Unidades para Quantificação de Energia, Trabalho e Potência
- 1.3 Conversões de Unidades
- 1.4 Pressão – Conceitos Básicos
- 1.5 Temperatura – Informações Básicas
- 1.6 Conceitos Teóricos Importantes (para aprofundamento)

### Capítulo 2 – Sistemas de Refrigeração

- 2.1 A Utilização do “Frio”
  - 2.1.2 Sistema de Geração de Frio por Compressão de Vapor
  - 2.1.3 Representação do Diagrama P-h (Pressão x Entalpia)
- 2.2 Coeficiente de Performance – COP
  - 2.2.1 Análise Qualitativa de Efeitos sobre o Coeficiente de Performance (COP)
- 2.3 Caracterização de Compressores Frigoríficos
- 2.4 Caracterização de Condensadores
- 2.5 Caracterização de Evaporadores
- 2.6 Caracterização de Dispositivos de Expansão e Controle
- 2.7 Equipamentos Adicionais ao Sistema Básico
- 2.8 Usos Finais de Refrigeração
  - 2.8.1 Câmaras Frias (Expansão Direta)
  - 2.8.2 Câmaras Frias (Expansão Indireta)
  - 2.8.3 Comentários – Câmaras Frias e Isolamento Térmico
- 2.9 Potenciais de Economia de Energia Elétrica nos Sistemas de Refrigeração (aplicados às câmaras frias)
- 2.10 Considerações sobre Economias Globais de Energia Elétrica
- 2.11 Comentários Sucintos sobre Bombas de Calor
- 2.12 Considerações sobre Fluidos Frigoríficos – O Fim dos CFC’s

### Capítulo 3 – Sistemas de Condicionamento de Ar

- 3.1 Considerações Preliminares
- 3.2 Carga Térmica
- 3.3 Sistemas de Condicionamento de Ar com Expansão Direta
  - 3.3.1 Aparelhos de Janela

<p><b>CURSO DE EXTENSÃO / APERFEIÇOAMENTO</b> <b>(CURSO LIVRE)</b></p>	<p><b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS ELETROMECÂNICOS DE UTILIDADES INDUSTRIAIS / COMERCIAIS</b> (refrigeração, ar condicionado, ar comprimido, bombeamento, ventilação / exaustão) Emissão: MARÇO/2017</p>	<p>Pág. <b>3/5</b></p>
--	---	----------------------------

- 3.3.1.1 Potenciais de Economia de Energia Elétrica em Aparelhos de Ar Condicionado de Janela
- 3.3.2 Conjuntos tipo “Split-System”
- 3.3.2.1 Potenciais de Economia de Energia Elétrica em Sistemas tipo “Split”
- 3.3.3 Equipamentos Centrais tipo “Self-Contained”
- 3.3.3.1 Potenciais de Economia de Energia Elétrica em Sistemas tipo “Self-Contained”
- 3.4 Sistemas de Expansão Indireta (Água Gelada)
- 3.4.1 Potenciais de Economia de Energia Elétrica em Sistemas de Ar Condicionado (Expansão Indireta)
- 3.5 Considerações sobre Economias Globais de Energia Elétrica
- 3.6 Comentários Sucintos sobre Termoacumulação
- 3.7 Comentários Sucintos sobre a Aplicação de Inversores de Frequência para o Acionamento de Motores de “Fan-Coils”

#### **Capítulo 4 – Sistemas de Ar Comprimido**

- 4.1 Considerações Preliminares
- 4.2 A Geração do Ar Comprimido
- 4.3 Tipos de Compressores de Ar
- 4.3.1 Compressores de Deslocamento Positivo
- 4.3.1.1 Compressores Alternativos
- 4.3.1.2 Compressores do tipo “Rotativo-Parafuso” (ou compressores de parafusos)
- 4.3.1.3 Compressores do tipo “Rotativo de Palhetas” (ou compressores de palhetas)
- 4.3.1.4 Compressores de Anel Líquido
- 4.3.1.5 Compressores Rotativos de Lóbulos (ou sopradores tipo “roots”)
- 4.3.2 Compressores Dinâmicos
- 4.3.2.1 Compressor Centrífugo de Múltiplos Estágios
- 4.3.2.2 Compressor Axial de Múltiplos Estágios
- 4.4 Funcionamento Geral de Compressores e Sistemas de Ar Comprimido
- 4.5 Requisitos a Serem Atendidos por Sistemas de Ar Comprimido
- 4.6 Potenciais de Economia de Energia Elétrica na Sala de Máquinas (central de ar comprimido ou recinto de instalação dos compressores)
- 4.7 Potenciais de Economia de Energia Elétrica na Distribuição / Utilização do Ar
- 4.8 Considerações sobre Economias Globais de Energia Elétrica

#### **Capítulo 5 – Sistemas de Bombeamento**

- 4.1 Considerações Preliminares
- 4.2 Tipos de bombas, suas aplicações e caracterizações técnicas
- 4.3 Curvas de operação (vazão x pressão), rendimentos e potências demandadas dos motores elétricos acionadores
- 4.4 Correlações entre Rotação, Vazão, Pressão e Potência útil
- 4.5 Possibilidades de Regulagem da Vazão Operacional
- 4.6 Investigação de Potenciais de Economia de Energia Elétrica em Sistemas de Bombeamento
- 4.7 Avaliação de Potenciais de Economia de Energia Elétrica em Sistemas de Bombeamento acionados por Motores Elétricos alimentados por Conversores de Frequência, e Limitações impostas pelos próprios sistemas

#### **Capítulo 5 – Sistemas de Ventilação e Exaustão (Mecânicos)**

- 4.1 Considerações Preliminares
- 4.2 Tipos de ventiladores e exaustores, suas aplicações e caracterizações técnicas
- 4.3 Curvas de operação (fluxo x pressão), rendimentos e potências demandadas dos motores elétricos acionadores
- 4.4 Correlações entre Rotação, Fluxo, Pressão e Potência útil
- 4.5 Possibilidades de Regulagem do Fluxo Operacional
- 4.6 Investigação de Potenciais de Economia de Energia Elétrica em Sistemas de Ventilação / Exaustão
- 4.7 Avaliação de Potenciais de Economia de Energia Elétrica em Sistemas de Ventilação / Exaustão com Motores Elétricos alimentados por Conversores de Frequência, e Limitações impostas pelos próprios sistemas

<p><b>CURSO DE EXTENSÃO / APERFEIÇOAMENTO</b> <b>(CURSO LIVRE)</b></p>	<p><b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS ELETROMECÂNICOS DE UTILIDADES INDUSTRIAIS / COMERCIAIS</b> (refrigeração, ar condicionado, ar comprimido, bombeamento, ventilação / exaustão) Emissão: MARÇO/2017</p>	<p>Pág. <b>4/5</b></p>
--	---	----------------------------

Apêndice – Síntese de Conceitos Termodinâmicos Importantes

AP-1 Definições Importantes

AP-2 Ciclo do Fluido Frigorífico - Diagrama P-h

AP-3 Leis da Termodinâmica e Rendimento de uma Máquina Térmica

AP-4 Diagrama Pressão x Entalpia

## 8. METODOLOGIA

Aulas expositivas (utilizando quadro branco / quadro magnético amplo, e *notebook / data-show*), apoiadas por recursos audiovisuais.

## 9. PÚBLICO-ALVO

*.Estudantes de engenharia elétrica (ou mecânica) que tenham cursado, no mínimo, 2/3 de seus respectivos cursos;*

*.Engenheiros eletricitas ou engenheiros mecânicos, técnicos em eletrotécnica ou eletromecânica que desejem adquirir, aprimorar ou reciclar conhecimentos gerais sobre as possibilidades de investigação de potenciais de economia de energia nos sistemas eletromecânicos abordados pelo curso.*

## 10. CARGA HORÁRIA PROPOSTA

**30 horas-aula** (efetivas em sala de aula).

## 11. REALIZAÇÃO (TURNOS / PERÍODOS)

### • OPÇÃO 1

Aos sábados, durante 4 sábados consecutivos, nos períodos da manhã e à tarde, conforme proposto a seguir:

*.Sábados pela manhã: de 8:00 às 12:00 hs, com intervalo de 30 minutos (entre 10:00 e 10:30 hs);*

*.Sábados à tarde: de 13:30 às 17:30 hs, com intervalo de 30 minutos (entre 15:30 e 16:00 hs).*

### • OPÇÃO 2

Às sextas-feiras à noite e aos sábados pela manhã, durante 4 semanas consecutivas, conforme proposto a seguir:

*.Sextas-feiras à noite: de 19:00 ÀS 22:30 hs, com intervalo de 30 minutos (entre 20:30 e 21:00 hs);*

*.Sábados pela manhã: de 7:30 ÀS 12:00 hs, com intervalo de 30 minutos (entre 10:00 e 10:30 hs).*

## 12. INFRA-ESTRUTURA E RECURSOS NECESSÁRIOS

a) Sala de aula (espaço a ser cedido pela instituição ofertante) com capacidade para acomodar adequadamente até 30 alunos (ideal: máximo de 25 alunos) com os seguintes recursos didáticos:

*.quadro branco / quadro magnético;*

*.flip-chart;*

*.projektor / data-show (com entrada para conexão VGA ou HDMI).*

b) Material didático necessário reproduzido para todos os alunos (conforme item 13).

## 13. MATERIAL DIDÁTICO

*.Apostila técnica (130 páginas);*

*.Apresentações (telas) em Power Point e/ou .PDF;*

<p><b>CURSO DE EXTENSÃO / APERFEIÇOAMENTO</b> <b>(CURSO LIVRE)</b></p>	<p><b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS ELETROMECÂNICOS DE UTILIDADES INDUSTRIAIS / COMERCIAIS</b> (refrigeração, ar condicionado, ar comprimido, bombeamento, ventilação / exaustão) Emissão: MARÇO/2017</p>	<p>Pág. <b>5/5</b></p>
--	---	----------------------------

.Material técnico complementar (artigos técnicos, planilhas de análise e outros): serão disponibilizados pelo instrutor para os participantes em meio digital; livros-texto ou outros manuais / apostilas serão indicados pelo instrutor (para download pela internet quando disponíveis gratuitamente em meio digital, ou para aquisição pelos interessados).

**14. COMUNICAÇÃO ENTRE ALUNOS E INSTRUTOR (NOS PERÍODOS ENTRE AS DATAS DAS AULAS)**

Através de e-mail e/ou por intermédio de *blog* específico a ser disponibilizado para os participantes.