

Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Retificadores



Correção de Fator de Potência

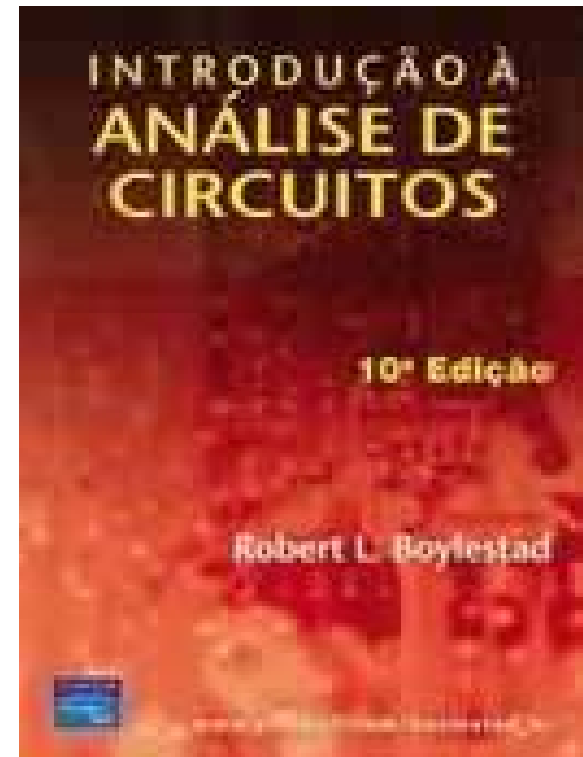
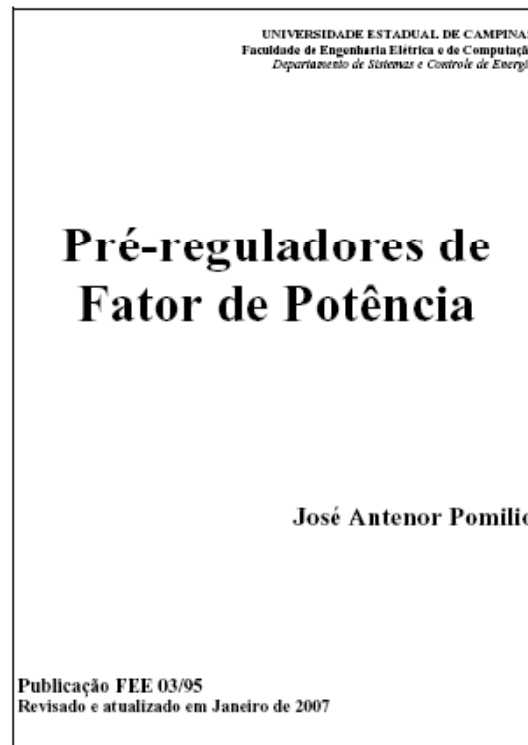
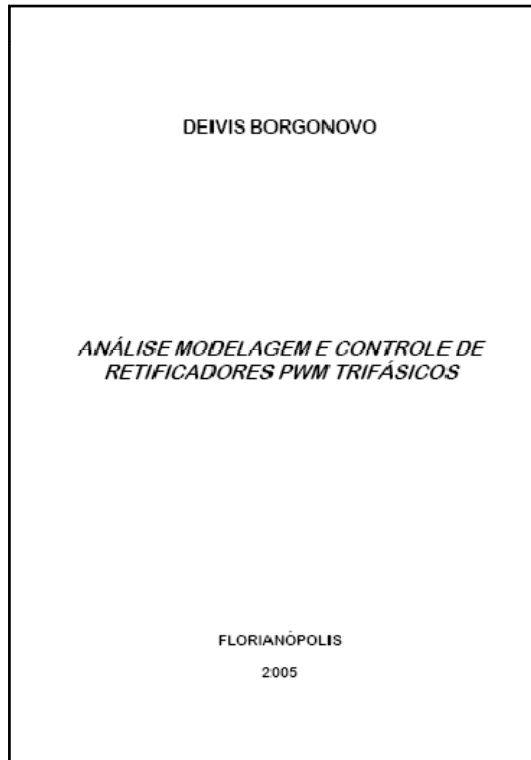
Prof. Clóvis Antônio Petry.

Florianópolis, março de 2008.

Bibliografia para esta aula

Capítulo 19: Potência (CA)

1. Revisão;
2. Correção de fator de potência.



Triângulo de Potências

Na forma vetorial:

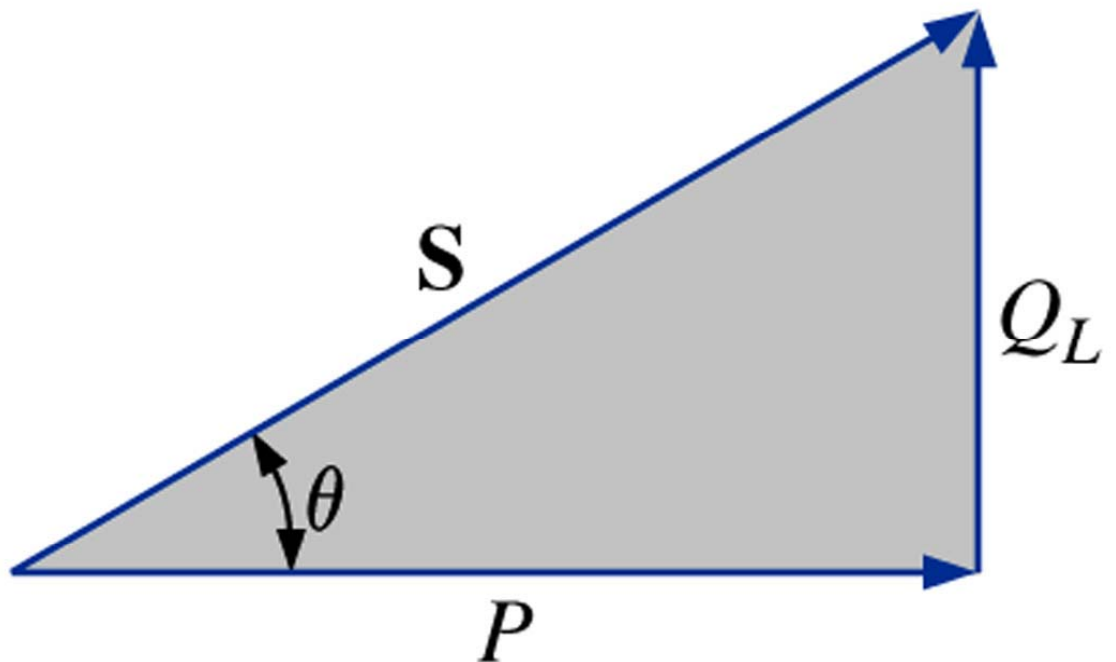
$$S = P + Q$$

$$P = P \underline{|0^\circ} \quad Q_L = Q_L \underline{|90^\circ} \quad Q_C = Q_C \underline{|-90^\circ}$$

Na forma complexa:

$$S = P + jQ_L$$

$$S = P - jQ_C$$



Triângulo de Potências

Em módulo:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

Forma vetorial da potência aparente:

$$S = V \cdot I^*$$

I^*  Complexo conjugado da corrente

P, Q e S totais

As potências totais podem ser determinadas seguindo:

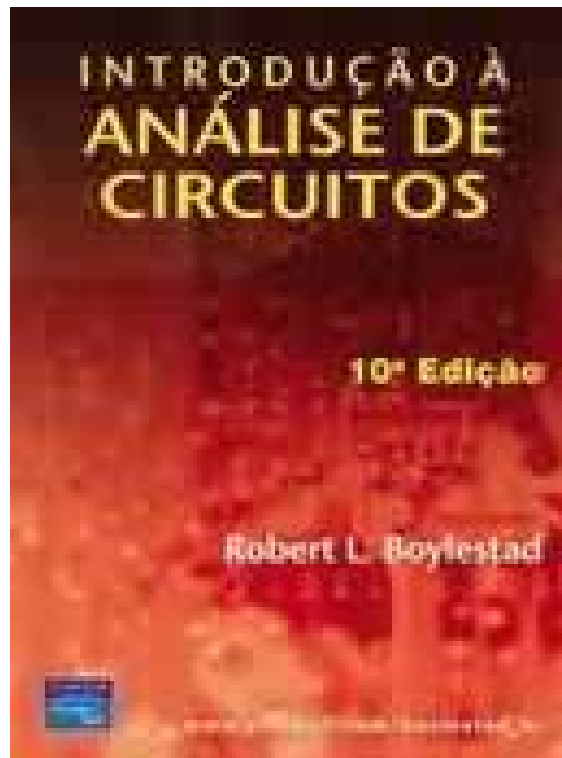
1. Determine a potência real (média) e a potência imaginária (reativa) para todos os ramos do circuito;
2. A potência real total do sistema (P_T) é a soma das potências médias fornecidas a todos os ramos;
3. A potência reativa total (Q_T) é a diferença entre as potências reativas das cargas indutivas e a das cargas capacitivas;
4. A potência total aparente é dada por:

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

5. O fator de potência total é igual a P_T/S_T .

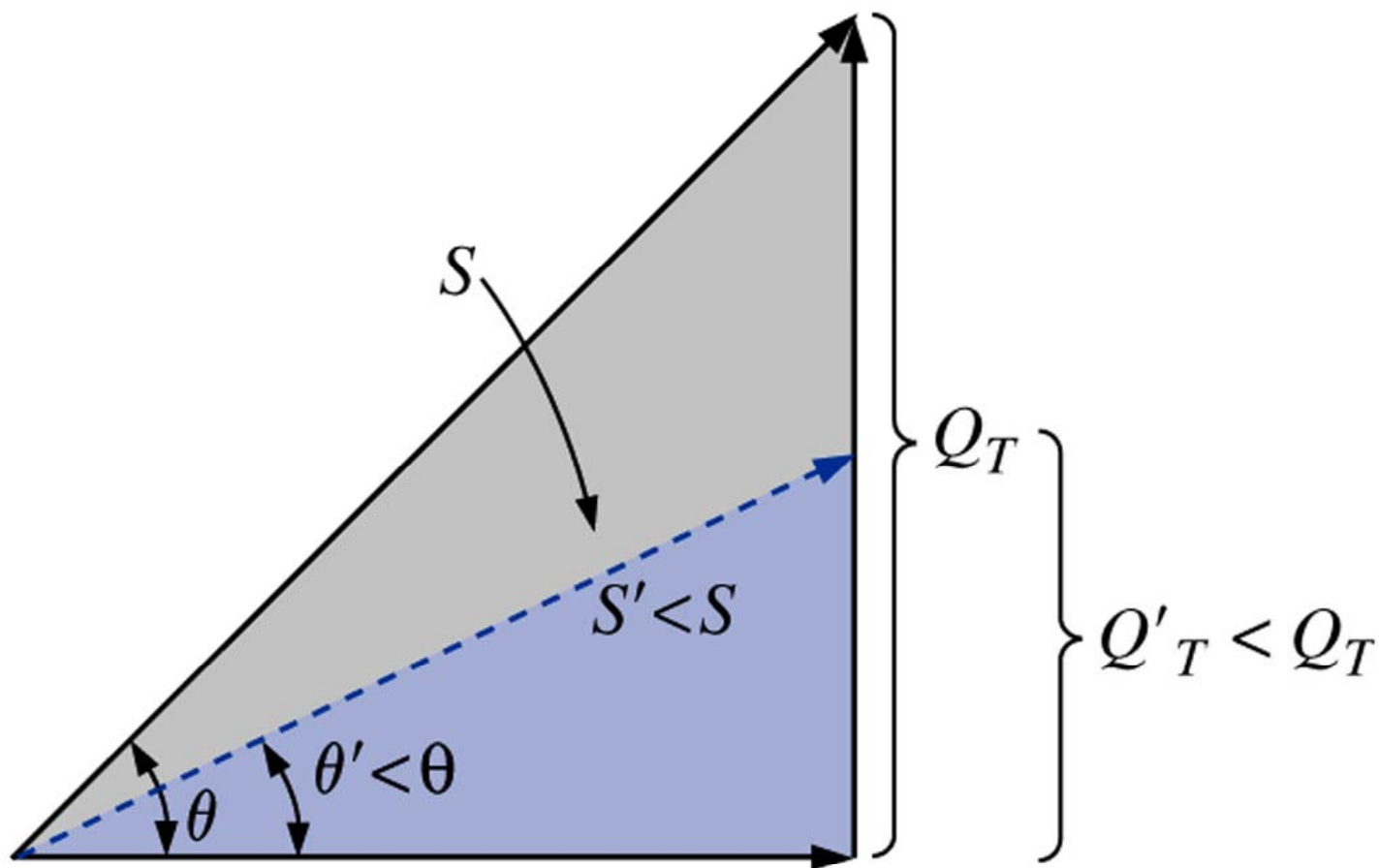
Correção do Fator de Potência

Material de apoio, disponível em:

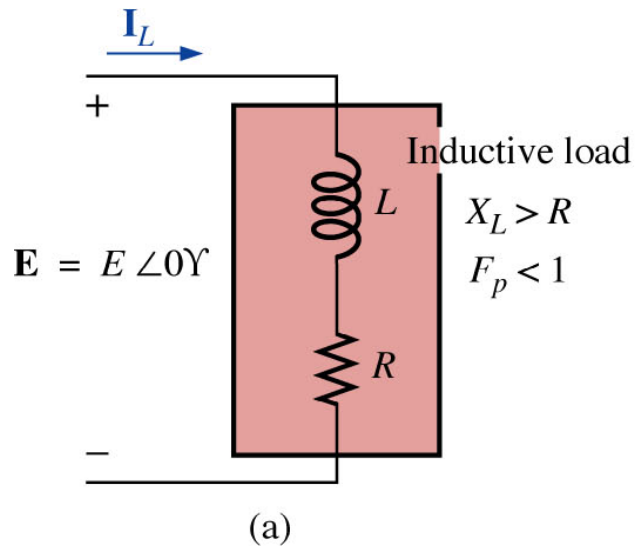


www.cefetsc.edu.br/~petry

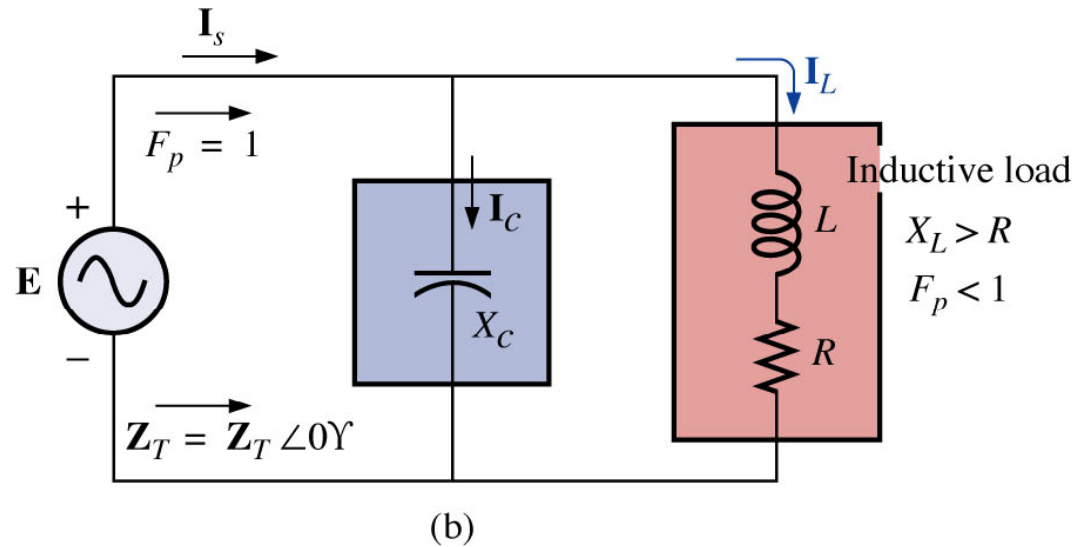
Correção do Fator de Potência



Correção do Fator de Potência

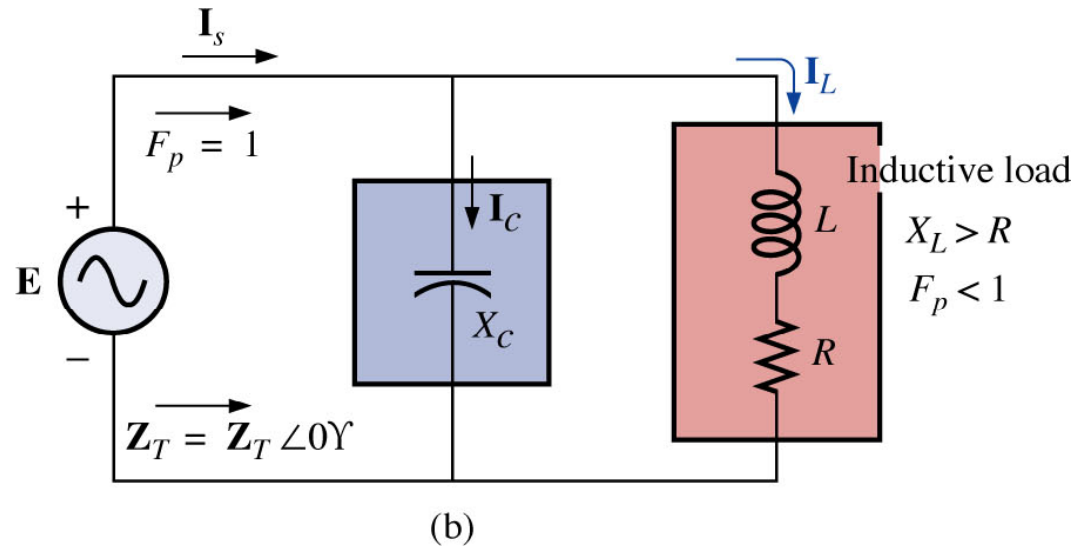
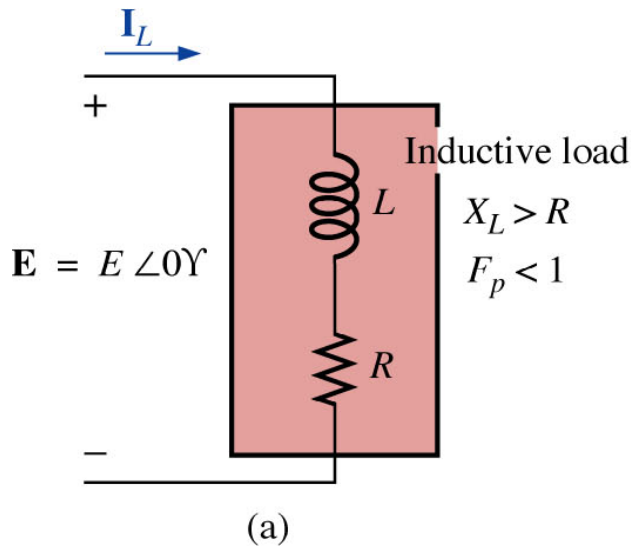


Carga indutiva sem correção.



Correção do fator de potência usando capacitores.

Correção do Fator de Potência



$$I_s = I_C + I_L$$

$$I_s = -jI_C + I_L + jI_L$$

$$I_s = I_L + j[I_C - I_L]$$

Se:

$$I_C = I_L$$

$$I_s = I_L + j0$$

Imaginária

Real

Correção do Fator de Potência

Exemplo 19.5: Um motor de 5 hp com um fator de potência atrasado de 0,6 e cuja eficiência é 92 por cento está conectado a uma fonte de 208 V e 60 Hz.

- Construa o triângulo de potência para a carga;
- Determine o valor do capacitor que deve ser ligado em paralelo com a carga de modo a aumentar o fator de potência para 1;
- Determine a diferença na corrente fornecida pela fonte no circuito compensado e a corrente no circuito não-compensado;
- Determine o circuito equivalente para o circuito acima e verifique as conclusões.

$$\text{a) } 1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$$

$$\theta = \cos^{-1}(FP) = \cos^{-1}(0,6) = 53,13^\circ$$

$$P_o = 5 \text{ hp} = 5 \cdot 746 = 3730 \text{ W}$$

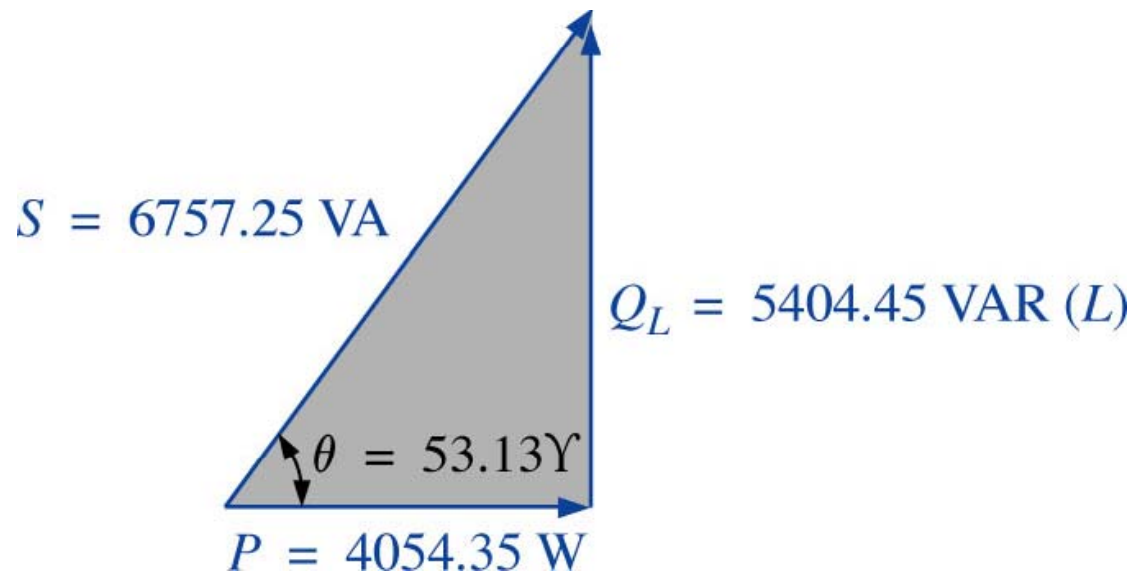
$$P_i = \frac{P_o}{\eta} = \frac{3730}{0,92} = 4054,35 \text{ W}$$

Correção do Fator de Potência

a) $P = S \cdot \cos(\theta)$

$$S_i = \frac{P_i}{\cos(\theta)} = \frac{4054,35}{0,6} = 6757,25 \text{ VA}$$

$$Q_L = S \cdot \sin(\theta) = 6757,25 \cdot \sin(53,13) = 5405,8 \text{ VAR}$$



Correção do Fator de Potência

b)

$$Q_C = Q_L = 5405,8 \text{ VAR}$$

$$Q_C = \frac{V^2}{X_C} \longrightarrow X_C = \frac{V^2}{Q_C} = \frac{208^2}{5405,8} = 8 \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 8} = 331,6 \mu\text{F}$$

c)

Para FP=0,6:

$$S = V \cdot I = 6757,25 \text{ VA}$$

$$I = \frac{S}{V} = \frac{6757,25}{208} = 32,49 \text{ A}$$

Correção do Fator de Potência

c) Para FP=1,0:

$$S = V \cdot I = 4054,35 \text{ VA}$$

$$I = \frac{S}{V} = \frac{4054,35}{208} = 19,49 \text{ A}$$

d) Para FP=0,6:

$$\theta = \cos^{-1}(FP) = \cos^{-1}(0,6) = 53,13^\circ$$

$$S = V \cdot I = 6757,25 \text{ VA}$$

$$I = \frac{S}{V} = \frac{6757,25}{208} = 32,49 \text{ A} \longrightarrow I = 32,49 \angle -53,13^\circ \text{ A}$$

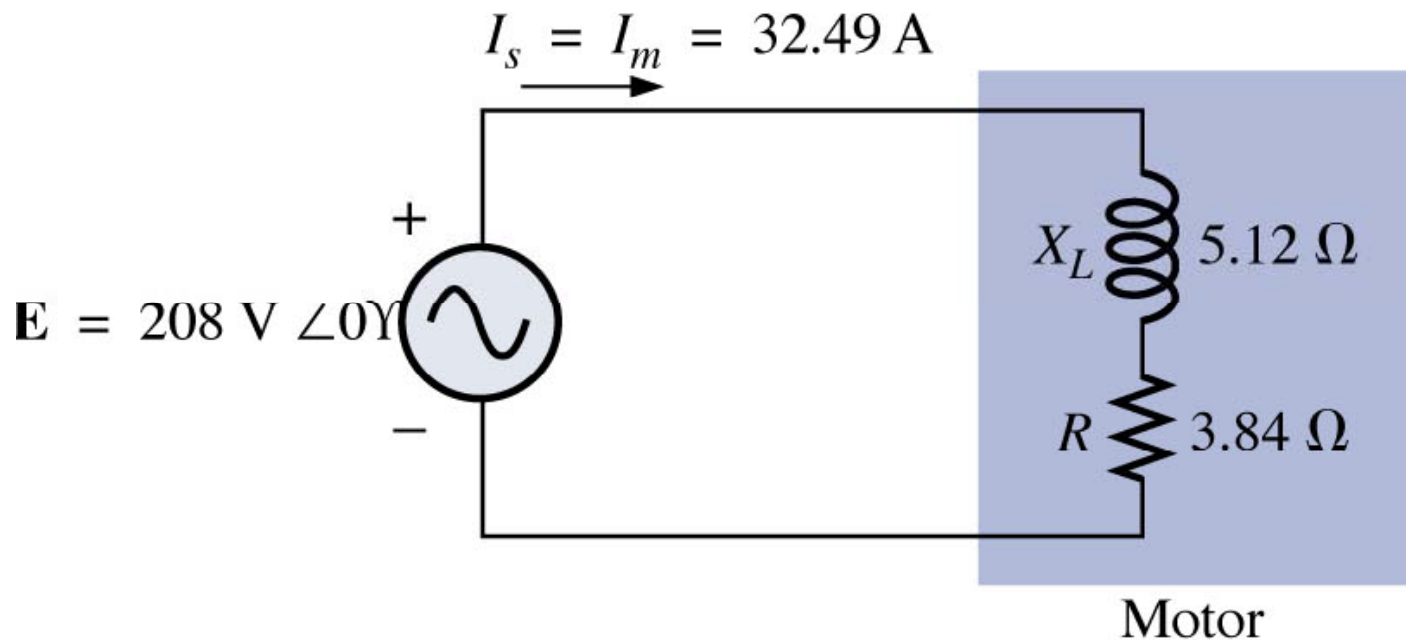
Circuito indutivo.

$$Z_{motor} = \frac{E}{I} = \frac{208 \angle 0^\circ}{32,49 \angle -53,13^\circ} = 6,4 \angle 53,13^\circ = 3,84 + j5,12 \Omega$$

Correção do Fator de Potência

d)

$$Z_{motor} = \frac{E}{I} = \frac{208 \angle 0^\circ}{32,49 \angle -53,13^\circ} = 6,4 \angle 53,13^\circ = 3,84 + j5,12 \Omega$$



(a)

Formas de correção de fator de potência

Correção passiva de fator de potência:

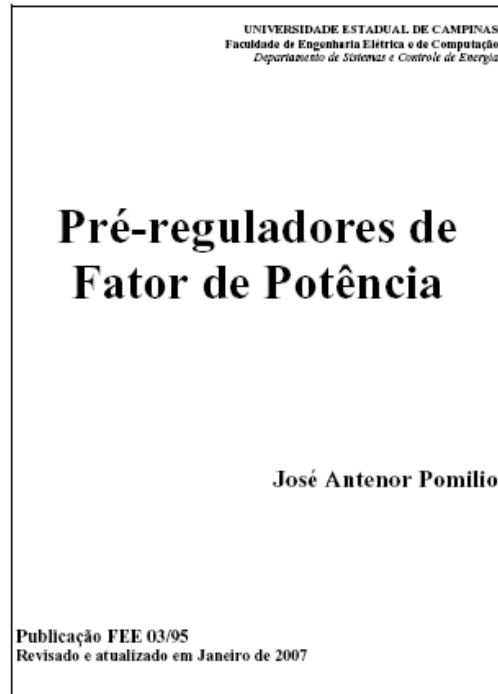
- Introduzir elementos passivos (resistores, capacitores, indutores) para aumentar o fator de potência;
- Se o fator de potência da carga mudar, o circuito compensador projetado se tornará ineficiente;
- Circuitos passivos são robustos, mas são volumosos e pesados.

Correção ativa de fator de potência:

- Introduzir elementos ativos (conversores) para aumentar o fator de potência;
- Se o fator de potência da carga mudar, o circuito compensador poderá se ajustar e continuar eficiente;
- Circuitos ativos são menos robustos, mas são mais leves e menos volumosos.

Correção passiva e ativa

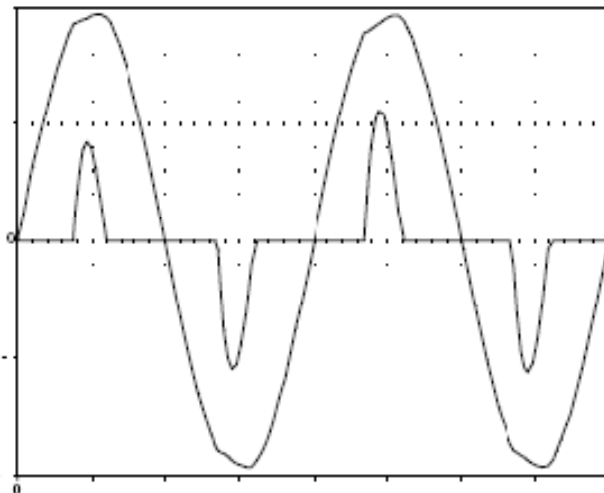
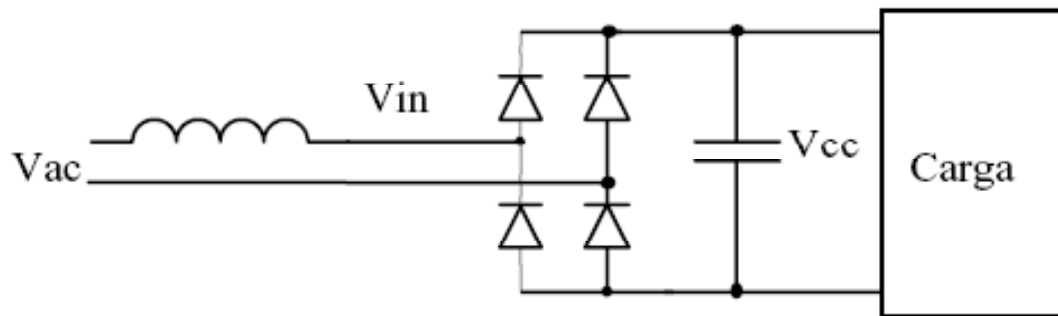
Material de apoio, disponível em:



<http://www.dsce.fee.unicamp.br/%7Eantenor/pfp.html>

Correção passiva e ativa, a necessidade

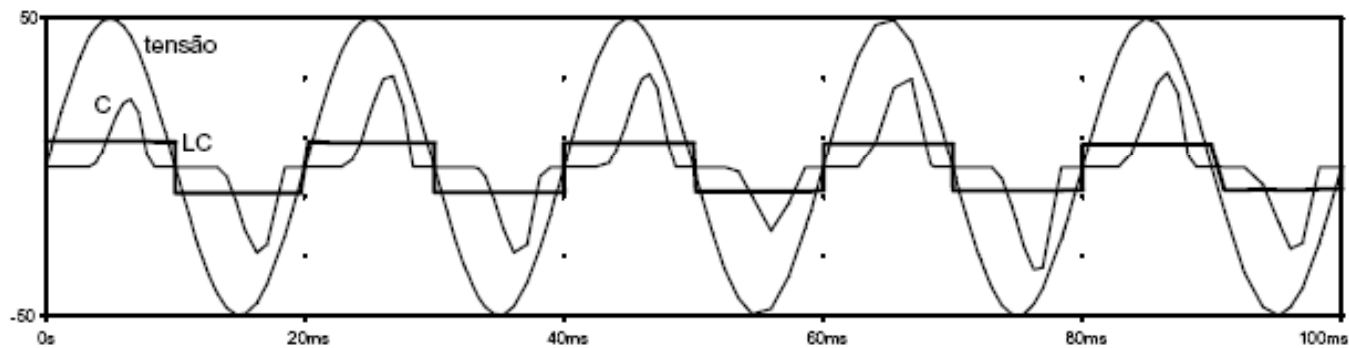
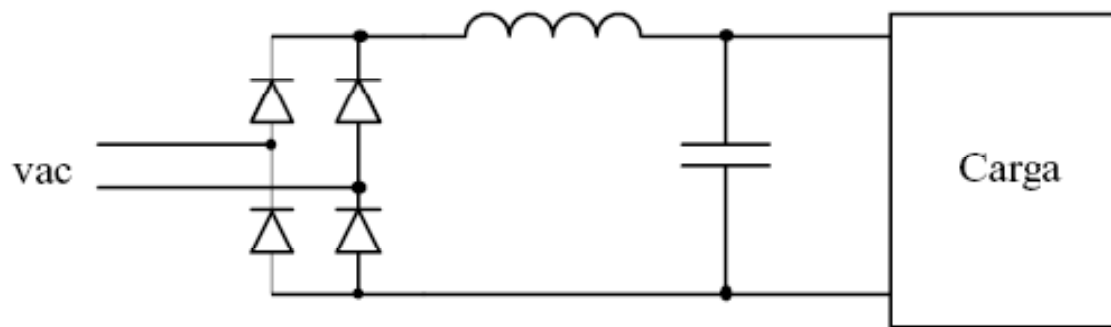
Carga não-linear (fontes lineares e fontes chaveadas):



	Convencional	PFP
Potência disponível	1440 VA	1440 VA
Fator de potência	0,65	0,99
Eficiência do PFP	100%	95%
Eficiência da fonte	75%	75%
Potência disponível	702 W	1015 W

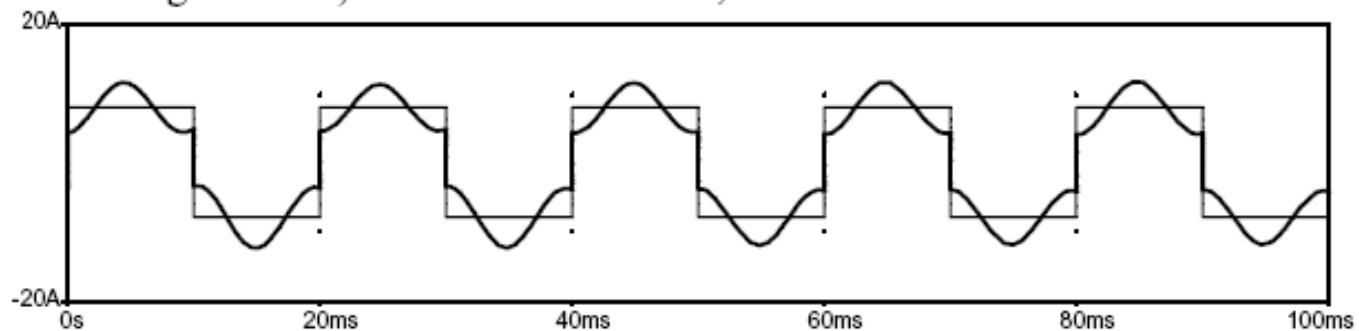
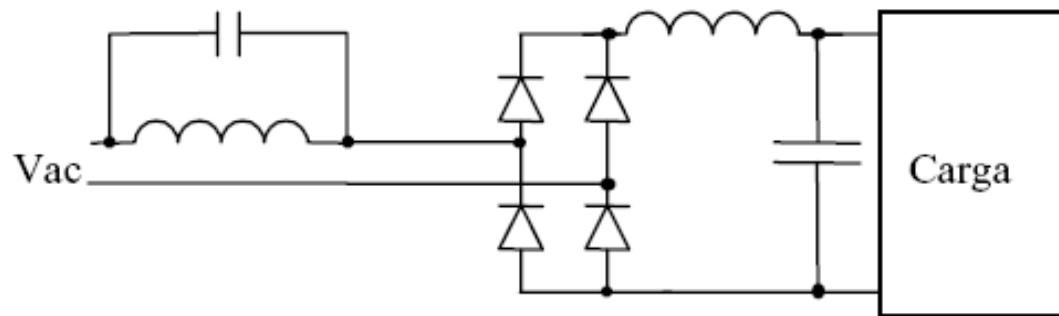
Correção passiva

Inserção de um filtro LC na saída do retificador:



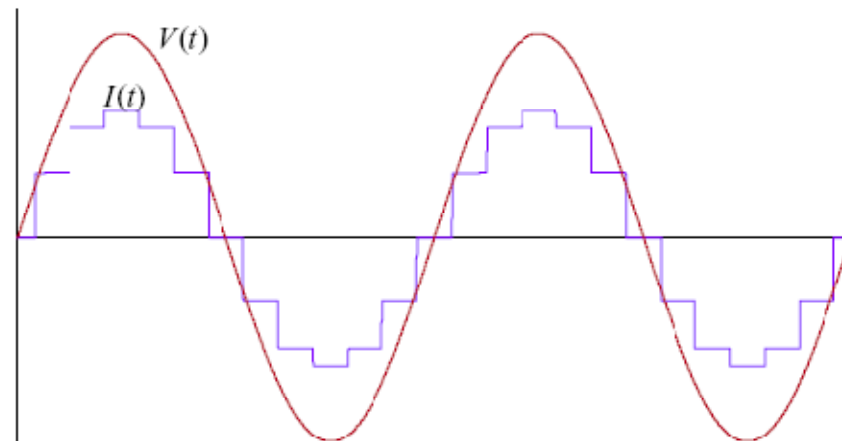
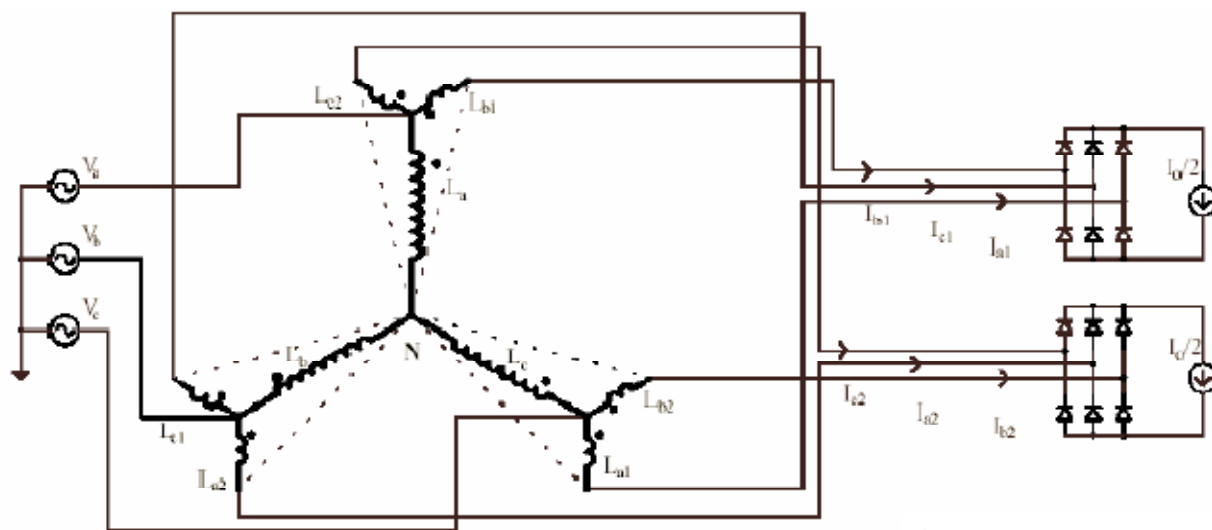
Correção passiva

Inserção de um filtro LC na entrada do retificador, sintonizado em 180 Hz:



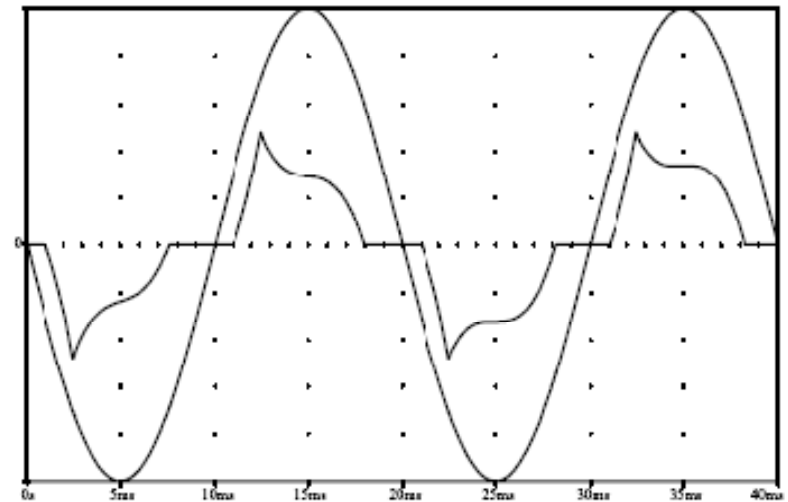
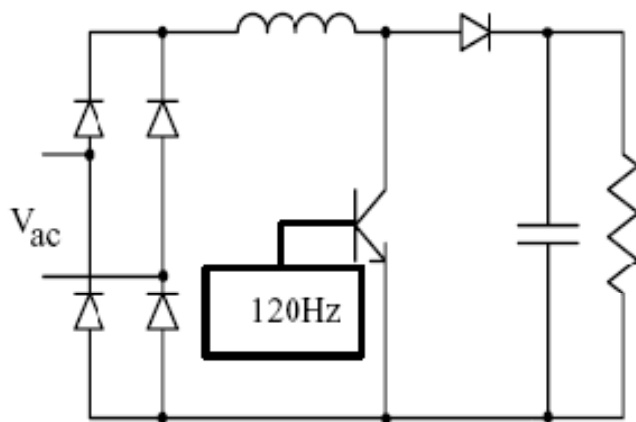
Correção passiva

Retificador de múltiplos pulsos:



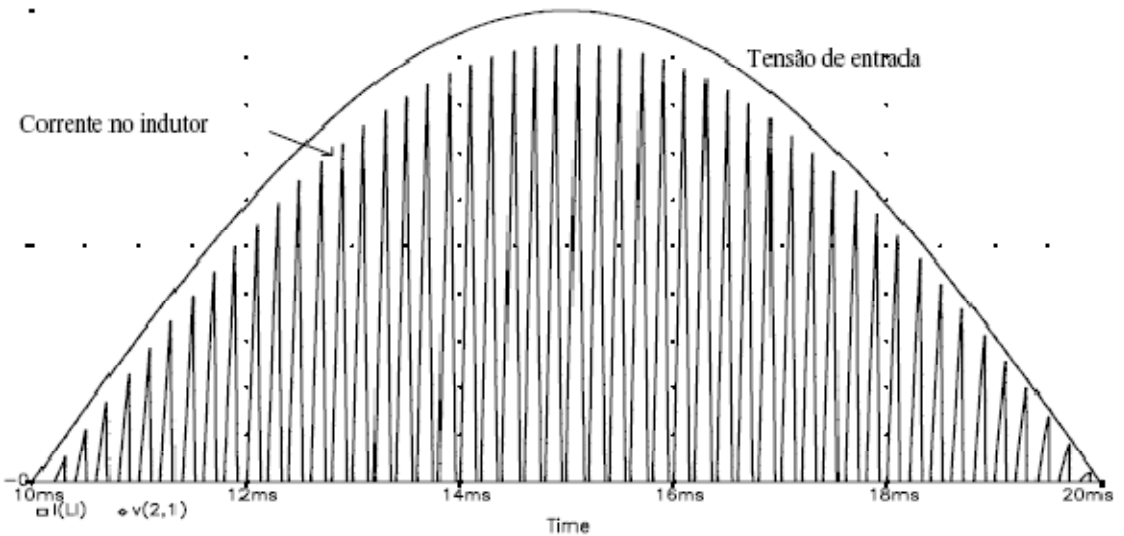
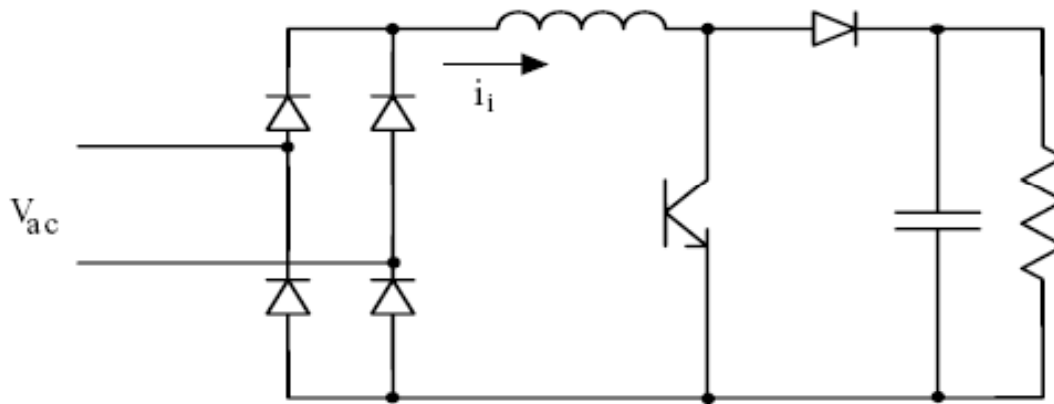
Correção ativa

Inserção de um conversor operando em baixa frequência:



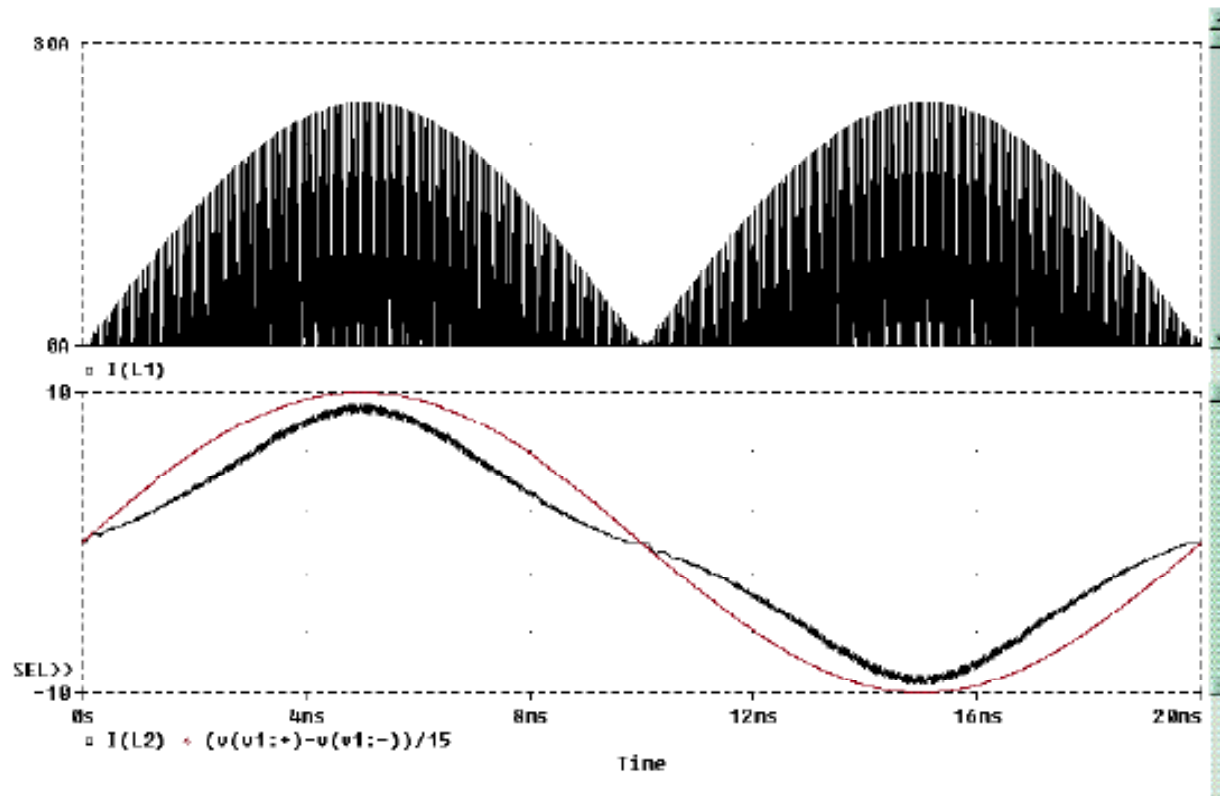
Correção ativa

Uso de um conversor elevador de tensão (Boost):



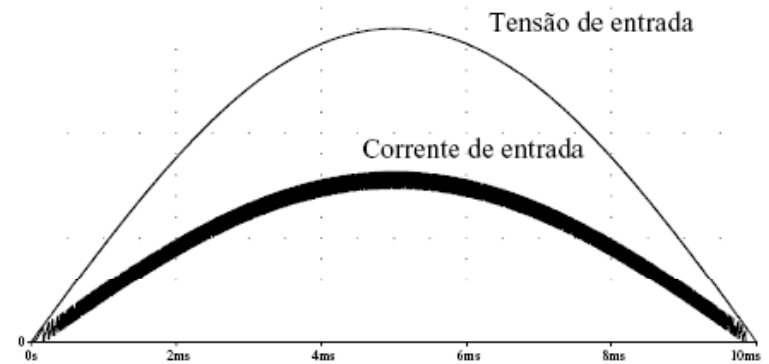
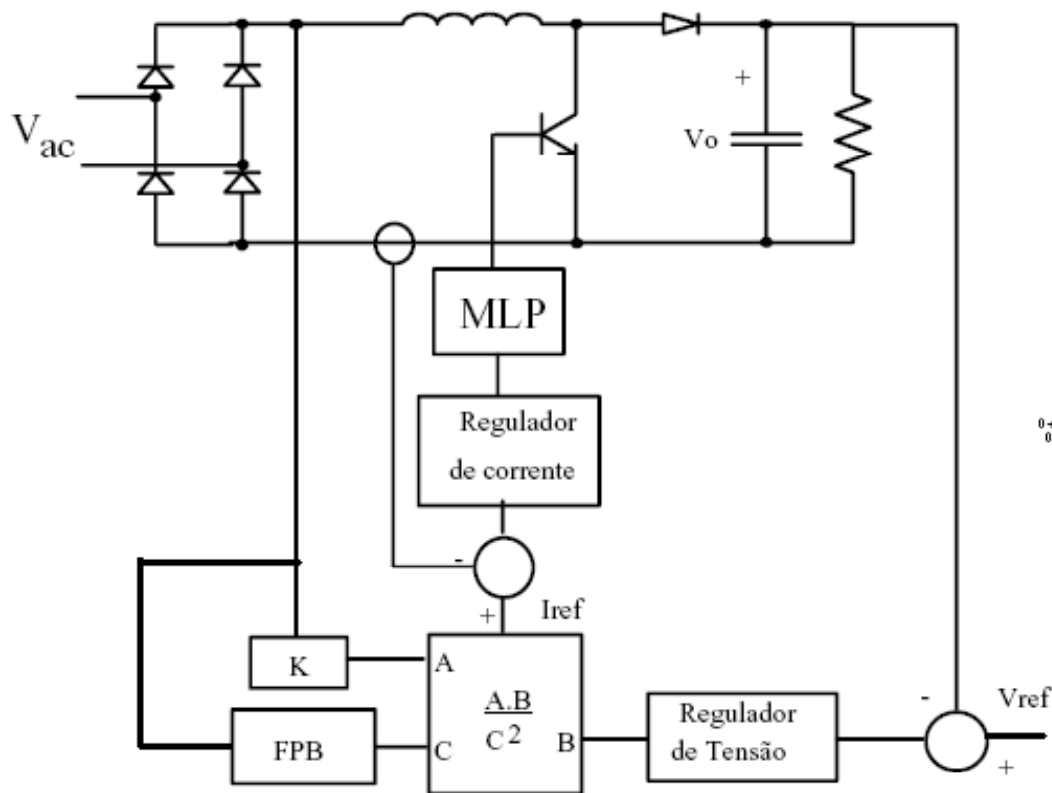
Correção ativa

Uso de um conversor elevador de tensão (Boost):



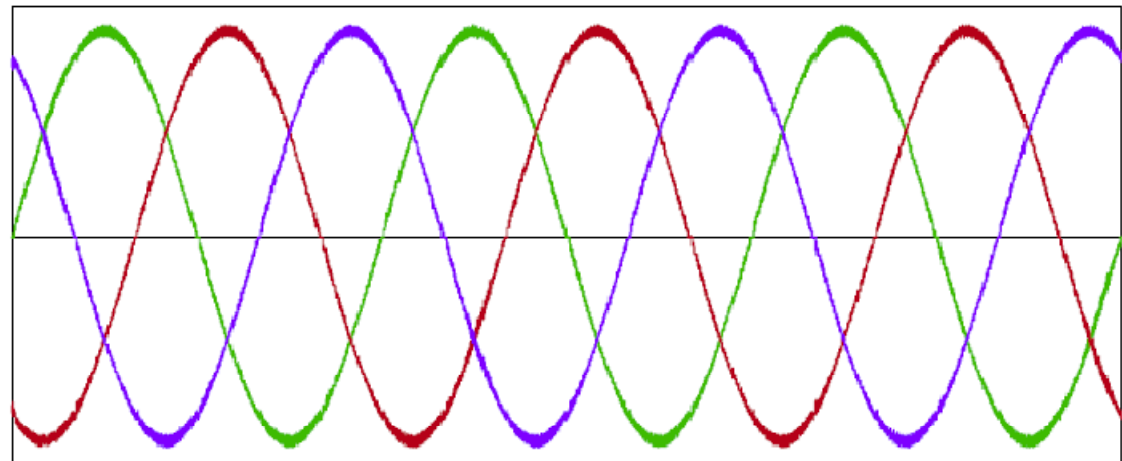
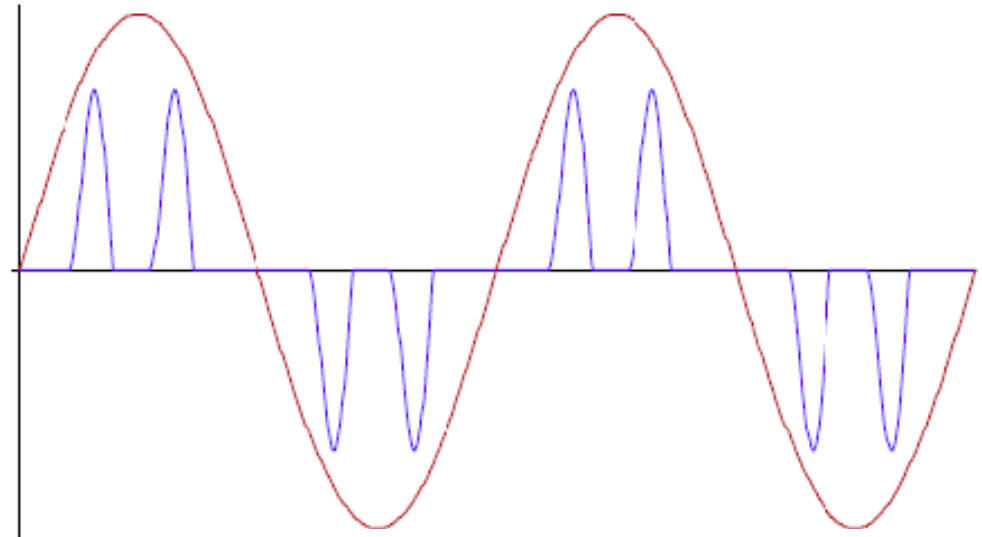
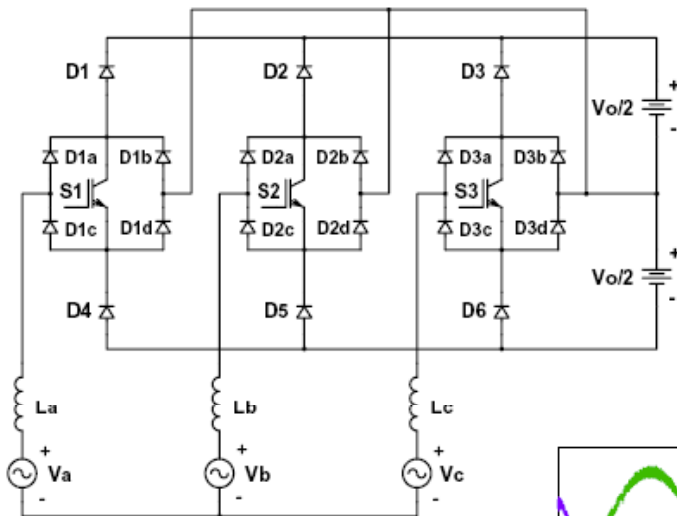
Correção ativa

Uso de um conversor elevador de tensão (Boost):

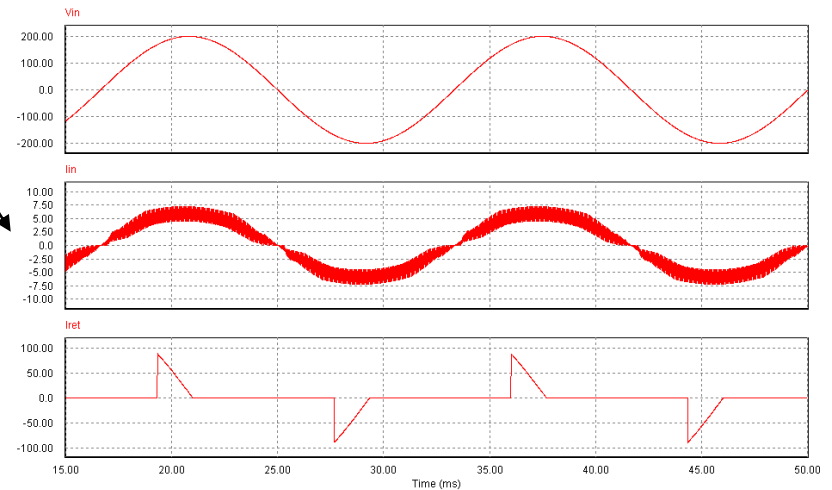
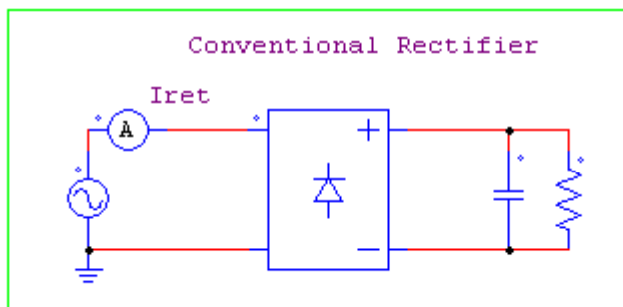
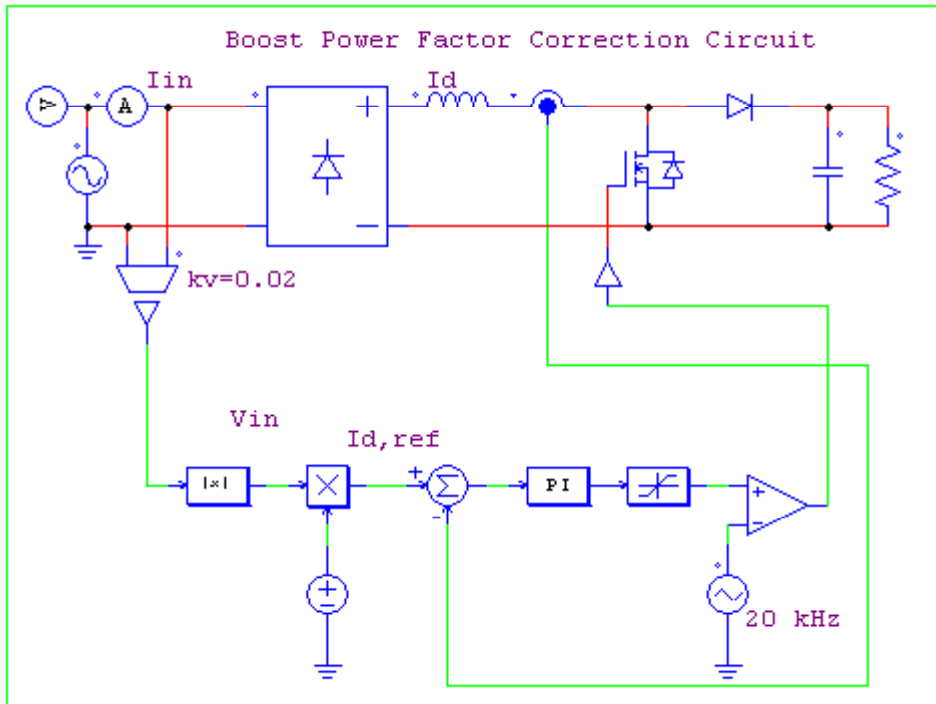


Correção ativa

Conversores trifásicos:



Simulação usando PSIM



Na próxima aula

Laboratório – Sinais Senoidais

1. Gráfico de uma forma de onda;
2. Defasagem entre tensão e corrente para R, L e C;
3. Potência nos elementos passivos;
4. Correção de fator de potência.

Aula LAB 01 – Sinais senoidais

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA
Retificadores (ENG - 20301)
AULA LAB 01
SINAIS SENOIDAIS

1 INTRODUÇÃO

Esta aula de laboratório tem por objetivo consolidar os conhecimentos obtidos nas aulas teóricas referentes ao estudo de sinais senoidais. Para tanto, será usado o simulador de circuitos PSIM visando confrontar as expressões matemáticas convencionais com os resultados de simulação obtidos via simulador.

Além disso, será usado o software Mathcad para representar as funções estudadas no formato retangular e plotar e realizar os cálculos das grandezas dos circuitos estudados.

Em síntese, objetiva-se:

- Desenhar o gráfico de uma função qualquer;
- Simular circuitos com diferentes fontes e obter os principais parâmetros de algumas formas de onda;
- Confrontar os resultados teóricos com os resultados obtidos via simulação;
- Verificar a defasagem entre tensão e corrente num resistor, indutor e capacitor, ligados em CA;
- Determinar a potência ativa nos elementos passivos (R, L e C);
- Determinar a potência reativa nos elementos passivos (R, L e C);
- Determinar a potência aparente nos elementos passivos (R, L e C);
- Entender o princípio da correção de fator de potência.

2 GRÁFICO DE UMA FORMA DE ONDA

Sejam as funções periódicas representadas pelas expressões a seguir:

$$v_1(t) = 100 \cdot \text{sen}(377 \cdot t)$$

$$v_2(t) = 70 \cdot \text{sen}(377 \cdot t + 45^\circ)$$

A partir das expressões, obtenha os principais parâmetros das funções anotando os valores nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Parâmetros da tensão v_1 .

Parâmetro	Valor
Tensão de pico [V]	
Frequência [Hz]	
Frequência angular [rad/s]	
Período [ms]	
Ângulo inicial [graus]	