UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA

Potência Monofásica

GUSTAVO SIMAS DA SILVA

HENRIQUE PICKLER DA SILVA

NOVEMBRO, 2017

“Não se aprende bem a não ser pela experiência”.

Francis Bacon

**ÍNDICE DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E UNIDADES**

i - Corrente elétrica

P - Potência elétrica ativa

A - ampère (intensidade de corrente elétrica)

V - volt (diferença de potencial elétrico)

W - Watt (potência elétrica ativa)

CC, DC - corrente contínua

AC, CA - corrente alternada

Ω - ohm (resistência elétrica)

Hz - hertz (frequência)

n - nano (10-9)

μ - micro (10-6)

m - mili (10-3)

k - quilo (103)

M - mega (106)

**ÍNDICE DE FIGURAS, TABELAS E EQUAÇÕES**

[Figura 1 - Circuito RL série 7](file:///C:\Users\Gustavo\Documents\UFSC\4ª%20Fase\Circuitos%20Elétricos%20A\EEL7045\Lab\Relatorios\Relatório%20Circuitos%20Elétricos%20A%20-%20Aula10.docx#_Toc497654134)

[Figura 2 - Triângulo de Potências. Fonte [2] 8](file:///C:\Users\Gustavo\Documents\UFSC\4ª%20Fase\Circuitos%20Elétricos%20A\EEL7045\Lab\Relatorios\Relatório%20Circuitos%20Elétricos%20A%20-%20Aula10.docx#_Toc497654135)

[Figura 3 - Diagrama de Wattímetro 9](file:///C:\Users\Gustavo\Documents\UFSC\4ª%20Fase\Circuitos%20Elétricos%20A\EEL7045\Lab\Relatorios\Relatório%20Circuitos%20Elétricos%20A%20-%20Aula10.docx#_Toc497654136)

[Figura 4 - Circuito com Lâmpadas 11](file:///C:\Users\Gustavo\Documents\UFSC\4ª%20Fase\Circuitos%20Elétricos%20A\EEL7045\Lab\Relatorios\Relatório%20Circuitos%20Elétricos%20A%20-%20Aula10.docx#_Toc497654137)

[Tabela 1 - Laboratório - Parte 1 10](#_Toc497654140)

Sumário

[1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS 6](#_Toc497659738)

[2. BASE TEÓRICA 7](#_Toc497659739)

[2.1 Potências 7](#_Toc497659740)

[2.2 Wattímetro 9](#_Toc497659741)

[3. RESULTADOS DE LABORATÓRIO 10](#_Toc497659742)

[3.1 Materiais e Métodos 10](#_Toc497659743)

[3.2 Laboratório – Parte 1: Potência Consumida pela Carga 10](#_Toc497659744)

[3.3 Laboratório – Parte 2: Medida de Potência Ativa com o Wattímetro 13](#_Toc497659745)

[4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 14](#_Toc497659746)

# INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Este relatório visa demonstrar os conceitos vistos na Aula 10 de laboratório da disciplina EEL7045 - Circuitos Elétricos A dos cursos de Engenharia Elétrica e Eletrônica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O foco desta aula foi Potência Monofásica senoidal, tão como análise teórica, demonstração e comprovação destes por meio de montagem de circuito em matriz de contatos.

O trabalho contempla estes assuntos e evidencia as demonstrações feitas em aula, apresenta a base teórica e os dados coletados pelas medições realizadas, com conclusões acerca dos resultados e discussão sobre possíveis aprimoramentos na realização das atividades mencionadas.

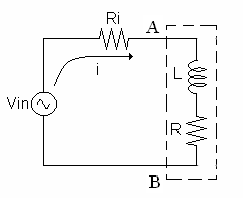
# BASE TEÓRICA

Circuitos de corrente alternada são amplamente utilizados na atualidade. De acordo com o estudado:

Em um circuito de corrente alternada, a potência instantânea num componente é o produto da tensão pela corrente nesse componente. No entanto, se a carga não for resistiva pura, então entre a tensão e corrente haverá uma defasagem, o que implicará num fator de potência diferente da unidade. Isto quer dizer que a potência efetivamente transformada em trabalho pela carga não é igual à potência aparente fornecida pela fonte de energia elétrica. (PENG, 2017, p. 1).

## **2.1 Potências**

A potência utilizada em circuitos é segmentada em potência ativa, reativa e aparente. Potência ativa: potência que efetivamente realiza trabalho gerando calor, luz, movimento, etc. É medida na unidade quilowatts (kW) [3]. Potência Reativa é a potência consumida por reatâncias (indutivas ou capacitivas) no armazenamento de energia, magnética ou elétrica, para o devido funcionamento do sistema elétrico. Unidade é o Volt-Ampère reativo (VAr) [2].

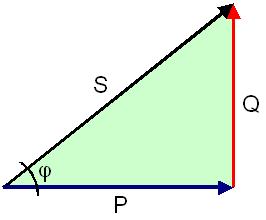
Analisando o circuito da Figura 1, temos:

**Figura 1 - Circuito RL série**

A tensão na carga do circuito é igual a VAB. A forma de onda dessa tensão é:

Onde é o ângulo de VAB medido pelo osciloscópio tomando como referência Vin, ou seja, a defasagem. Sendo assim, a forma temporal de onda da corrente é:

O ângulo do fator de potência, , é a defasagem entre a tensão e a corrente na carga:

Pelo diagrama na Figura 2, se estabelece o triângulo de potências e suas relações, onde S é a potência aparente, Q a potência reativa e P a potência ativa:

**Figura 2 - Triângulo de Potências. Fonte [2]**

A potência instantânea consumida pela carga é:

Onde pR(t) é a componente consumida no resistor e pX(t) outra componente consumida no indutor.

A potência ativa consumida por uma carga é igual à potência instantânea média:

Onde T é o período da onda.

Então a potência ativa (em watts) é o valor médio da potência instantânea consumida pelo resistor. Seu valor é:

A potência reativa Q (em volt-ampére reativo) é igual à amplitude da parcela de s(t) consumida pelo indutor. Portanto:

Sendo assim, a potência aparente (em volt-ampére) é:

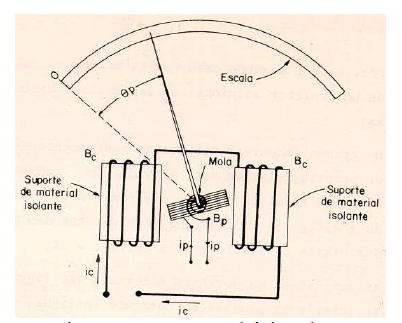
O fator de potência é a relação entre a potência ativa e a potência aparente:

Para cargas lineares, o fator de potência nada mais é do que o cosseno do ângulo de defasagem entre a tensão e a corrente. Portanto:

No entanto, observa-se que quando a corrente de entrada não é senoidal (cargas não-lineares), esta definição particular de fator de potência não pode ser aplicada.

## **Wattímetro**

O wattímetro é um instrumento de medição que utiliza o princípio eletrodinamométrico. A bobina fixa ou de campo, é utilizada em série com a carga. A bobina móvel ou de potencial, é utilizada em paralelo com a carga.

A Figura 3 mostra os detalhes das ligações de um wattímetro. Existem em um dos terminais da bobina de potencial e em um dos terminais da bobina de corrente uma marca + ou ↓. Esses dois terminais devem ser conectados ao mesmo ponto do circuito. Se o ponteiro (caso analógico) lê para trás, as ligações devem ser invertidas.

**Figura 3 - Diagrama de Wattímetro**

# RESULTADOS DE LABORATÓRIO

## **Materiais e Métodos**

Para obter os resultados de laboratório, foram utilizados os seguintes instrumentos de medição: Multímetro Digital (marca Minipa, modelo ET-2082C), além de demais materiais auxiliares como matriz de contato, jumpers (conectores), resistores de valores comerciais e precisão 5%, indutor de 100mH, lâmpadas de 40W, gerador de sinais e osciloscópio.

Avaliou-se o estado de conservação dos instrumentos e nenhum deles apresentou dano aparente ou qualquer falha mecânica/eletrônica de modo que comprometesse significativamente os procedimentos de laboratório.

Para comprovar os teoremas, foram utilizados dois circuitos, um em corrente contínua e outro em corrente alternada. Assim, foram feitos os cálculos teóricos e medições necessárias de cada circuito.

## **Laboratório – Parte 1: Potência Consumida pela Carga**

Na primeira parte foi requisitada a montagem do circuito apresentado na Figura 1, além da verificação com o osciloscópio de variáveis de amplitude, valor eficaz, valor médio, ângulo e frequência.

Com as medidas realizadas, obtemos a Tabela 1:

**Tabela 1 - Laboratório - Parte 1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Grandeza** | **Amplitude** | **Valor Eficaz** | **Valor Médio** | **Ângulo** | **Frequência** |
| VIN | 5,04 V | 3,37 V | -22,6mV | 0º | 179Hz |
| VAB | 5,04 V | 3,52 V | -66,3mV | 0º | 179Hz |
| VR | 1,92 V | 1,32 V | 153mV | -49,5º | 179Hz |
| Potência Instantânea | 0,16W | ---- | 59,2mW | ---- | 356Hz |

1. Calcule a potência ativa, a potência reativa e a potência aparente consumida pela carga.

Potência ativa:

Porém:

Calculando a impedância (considerando 30 Ω da bobina):

Calculando a Tensão Eficaz, como é um sinal senoidal:

A corrente eficaz será:

A Potência Ativa fica:

O módulo da Potência Reativa é:

O módulo da Potência Aparente consumida pela carga:

1. Calcule o fator de potência da carga.

O Fator de Potência é:

1. Calcule a amplitude e a frequência de **s(t)** usando a expressão matemática fornecida anteriormente e compare com os valores medidos.

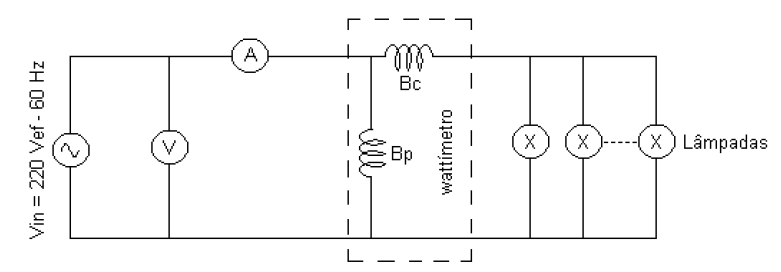
A frequência angular de s(t) = 2\*2πf = 2\*1131 = 2262

A frequência de s(t) = 2\*180 = 360Hz

1. Pode-se afirmar que este circuito é predominantemente indutivo. Argumente em favor desta hipótese.

Analisando os valores calculados e medidos percebe-se que o circuito apresenta características indutivas pois a impedância total possui ângulo positivo (reatância com ângulo positivo = indutância). A tensão VAB é adiantada em relação à corrente. Além disso, o circuito proposto não possui nenhum capacitor ou elemento capacitivo, apenas a bobina de 100mH.

## **Laboratório – Parte 2: Medida de Potência Ativa com o Wattímetro**

Para a segunda parte foi utilizado o wattímetro, instrumento eletrodinâmico, requisitada a medição de valores do circuito referente a Figura 4.

**Figura 4 - Circuito com Lâmpadas**

Em seguida foi preenchida a Tabela 2 com os dados obtidos:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Instrumento** | **Medida** | **Fundo Escala** | **Índice Classe** | **Erro leitura** |
| **Wattímetro** | 72,0W | 240W |  |  |
| **Amperímetro** | 315,0mA | 500mA |  |  |
| **Voltímetro** | 220V | 750V |  |  |

Após realizar as medidas:

1. Calcule os erros nas medidas de tensão e corrente (erro de classe + erro de leitura).
2. Calcule a potência ativa do circuito usando as medidas do voltímetro e amperímetro.
3. Calcule o erro propagado para a potência calculada no item “b”.
4. Calcule o erro relativo percentual entre a medida de potência com o wattímetro e a calculada no item “b”. Considere a medida do wattímetro o valor verdadeiro.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise circuitos e potência relativa monofásica é de extrema importância para a elaboração de projetos residenciais, comerciais e industriais. O conhecimento acerca do fator de potência e característica predominante do circuito avaliado (indutiva ou capacitiva) possibilita a implementação de soluções em engenharia elétrica para reduzir o consumo de potência reativa (banco de capacitores, alteração de reatância, entre outros métodos).

A instrumentação e domínio de equipamentos de medição também se destaca como uma habilidade relevante para engenheiros. Afirma-se que, com esta aula de laboratório, foi possível ampliar a noção de conexões adequadas para os respectivos instrumentos eletrodinâmicos (amperímetro, voltímetro, wattímetro e multímetro digitais e analógicos).

Considera-se que as diferenças de valores entre teoria e prática podem ser devido às variáveis de ambientes e outros fatores estocásticos, como alteração de resistência com a temperatura, vibração, imprecisão de instrumentos, entre outros.

Desta forma, conclui-se que os objetivos propostos para o experimento foram alcançados com sucesso.

**REFERÊNCIAS**

[1] ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew N. O. **Fundamentos de Circuitos Elétricos.** McGraw Hill. 2016.

[2] WIKIPEDIA. **Triângulo de Potências.** Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tri%C3%A2ngulo_de_pot%C3%AAncias>. Acesso em 05 nov. 2017.

[3] ENGELÉTRICA. **Fator de Potência.** Disponível em: <http://www.engeletrica.com.br/fatordepotencia-manual-fatordepotencia.html>. Acesso em 05 nov. 2017.