

# Relatório do experimento “Energia, potência e fator de potência”

Carlos Henrique Sanz,

**Resumo** – Foram feitas diversas medidas com circuitos contendo indutores, resistores e capacitores para entender como estes influenciam a tensão, corrente e potência em um circuito.

**Palavras-chave**—Potência, Corrente, Tensão.

## I. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A potência em sistemas com corrente alternada pode ser dividida em duas partes, a potência ativa, que a potência que efetivamente realiza trabalho no sistema e a potência reativa que representa a parcela empregada nas cargas capacitivas e indutivas nos circuitos e não realiza trabalho, por último também podemos pontuar a potência aparente, que caracteriza a potência total entregue pela fonte.

O cálculo dessas potências pode ser feito pela multiplicação do fasor da voltagem pelo conjugado do fasor da corrente.

Para o cálculo de potências em resistores faz-se  $P = RI^2$ , sendo o módulo  $I$  do fasor da corrente  $i$  que passa pelo resistor, no caso de indutores, utiliza-se sua indutância no lugar do  $R$ , então  $S = ZI^2$  com  $Z = j\omega L$ , e no caso do Capacitor também usamos  $S = ZI^2$  com  $Z = 1/j\omega C$ .

## II. METODOLOGIA

A primeira etapa do experimento tinha como intuito a caracterização de resistores, capacitores e bobinas. Para tanto foi criado um circuito representado na figura 1. O Variac era alimentado por uma tensão de 220V.

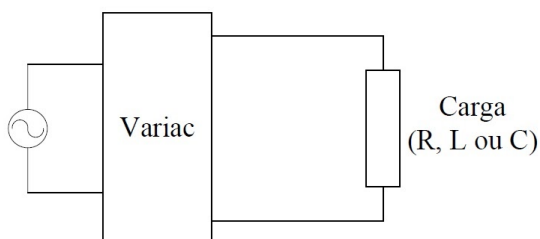


Figura 1 - Circuito para medição de impedância

Para a resistência (R) foi utilizado um reostato na

resistência máxima, para as bobinas (L) foram utilizadas duas bobinas ligadas em série e por fim para os capacitores (C) foram utilizados dois capacitores de  $10\mu F$  em paralelo.

Em cada uma das configurações foram feitas medidas de corrente e potência ativa absorvidas pela carga variando o valor da tensão que ia para o circuito utilizando o variac, iniciando com 50V e alcançando um valor de 200V em incrementos de 50V.

Na segunda etapa foi realizada para avaliar a associação série-paralelo de reostato, bobinas e capacitores. Para tanto foi construído o circuito representado na figura 2.

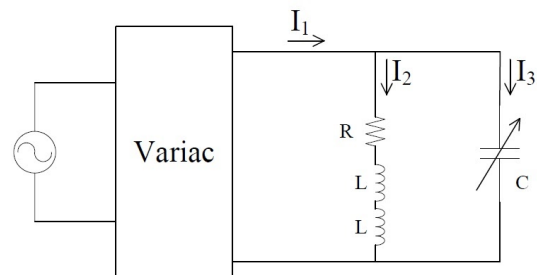


Figura 2 - Circuito RLC série-paralelo

Inicialmente montou-se o circuito com as capacitores desligados ( $C=0$ ), a tensão do Variac foi ajustada em 100V e o reostato foi ajustado de modo com que a corrente  $I_2$  fosse de 1A, então mediu-se os valores das três correntes e a potência ativa absorvida pela carga.

Após essa etapa inicial as medidas foram repetidas variando o valor de  $C$ , iniciando em  $5\mu F$  e alcançando o valor de  $40\mu F$  em incrementos de  $5\mu F$ .

Na terceira etapa foi utilizado um osciloscópio para observar a forma da onda de tensão do circuito da figura 3.

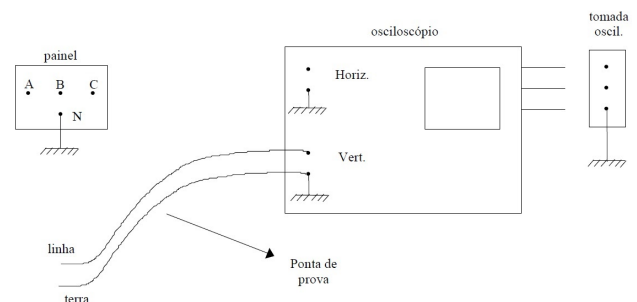


Figura 3 - Ligações do osciloscópio e painel de terminais do laboratório

Também foi medido o valor da tensão utilizando um voltímetro de modo a obter seu valor efetivo.

Por último, a quarta etapa serviu para visualização da defasagem entre a tensão e a corrente no resistor, capacitor e indutor.

## III. RESULTADOS

Os resultados obtidos na primeira parte do experimento, em que utilizamos um circuito montado como consta na Figura 1, estão descritos abaixo na Tabela 1. Já os resultados obtidos na segunda parte experimental, utilizando o arranjo na Figura 2 e modificando as capacitâncias se encontram na Tabela 2.

<sup>1</sup> Eduardo Eiras NUSP: 9288209, T03.  
Gustavo Carvas, NUSP: 10335962, T03.  
Luana Nunes, NUSP: 10333640, T03.  
Rafael Sobral, NUSP: 10337193, T03.

	Tensão	Corrente	Potência
R	50V	0,343 A	0,014 kW
	100V	0,677 A	0,064 kW
	150V	1,035 A	0,151 kW
	200V	1,360 A	0,265 kW
L	50V	0,675 A	0 kW
	100V	1,378 A	0,009 kW
	150V	2,20 A	0,023 kW
	200V	3,02 A	0,040 kW
C	50V	0,383 A	0,002 kW
	100V	0,752 A	0,002 kW
	150V	1,148 A	0,002 kW
	200V	1,496 A	0,002 kW

Tabela 1 - Caracterização de resistores, bobinas e capacitores

Capacitância (μF)	I1	I2	I3	POTÊNCIA ATIVA kW
0	1	1	0	0,065
5	0,872	0,992	0,19	0,065
10	0,776	0,992	0,376	0,065
15	0,708	0,992	0,565	0,065
20	0,690	1,01	0,755	0,065
25	0,724	1,02	0,945	0,065
30	0,805	1,01	1,136	0,065
35	0,917	1,013	1,33	0,065
40	1,054	1,005	1,52	0,065

Tabela 2 - Corrente em associação série-paralelo de reostato, bobinas e capacitores

#### IV. QUESTÕES

1.a.

Nos Resistores  $|V| = R|I|$ , usando os valores para 200V, a Impedância de do resistor é simplesmente 147,05Ω  
A admitância é  $1/Z$ , portanto  
Admitância = 6,8mS

V	Pativo(W)	Preativo(Var)	Paparente(Va)
50V	17,15	0	17,15
100V	67,7	0	67,7
150V	155,25	0	155,25
200V	272	0	272

Tabela 3 - Potências em cada uma das voltagens para a resistência

No indutor precisamos calcular o fator de potência, tomando os valores em 200V:

$$\cos\Phi = \frac{P_{at}}{|V|*|I|} = 0.066 \text{ ou seja } \Phi = 86.215 \text{ graus}$$

temos  $|V| = \omega * L * |I|$ , então  $L = 175,66\text{mH}$

Impedância do Indutor = Z

$$Z = 175,66(\cos(86.215) + j\sin(86.215))\text{m}\Omega \text{ ou } (11,59 + 175,27j)\text{m}\Omega$$

A admitância é  $1/Z$ , portanto

$$\text{Admitância} = (0,37579 - 5,6803j)\text{S}$$

V	Pativo(W)	Preativo(Var)	Paparente(Va)
50V	2,22	33,67	33,74
100V	9,09	137,49	137,79
150V	21,78	329,27	329,99
200V	39,84	602,67	603,98

Tabela 4 - Potências em cada uma das voltagens para o indutor

No Capacitor o processo é análogo, usando valores para  $\cos\Phi = \frac{P_{at}}{|V|*|I|} = 0$ , como se trata de um capacitor,  $\Phi = -90$  graus

Como  $|V| = I/(\omega * C)$ , usando os valores para 50V temos  $C = 20.372\mu\text{F}$

Impedância do capacitor = Z

$$Z = 20,372(\cos(-90) + j\sin(-90))\mu\Omega \text{ ou } (-20.372j)\mu\Omega$$

A admitância é  $1/Z$ , portanto

$$\text{Admitância} = (49,087j)\text{kS}$$

V	Pativo(W)	Preativo(Var)	Paparente(Va)
50V	0	19,2	19,2
100V	0	76,8	76,8

150V	0	171.3	171.3
200V	0	303,4	303,4

Tabela 5 - Potências em cada uma das voltagens para o capacitor

2. A capacitância pode ser calculada por  $C = (|I|)/(\omega * |V|)$ . Logo, para os valores medidos de tensão e corrente, tem-se:

Valor nominal	Valor experimental(*E-6)	Erro percentual
0	0	0
5	5,04	0.80%
10	9,97	0.26%
15	14,99	0.09%
20	20,03	0.13%
25	25,07	0.27%
30	30,13	0.44%
35	35,28	0.80%
40	40,32	0.80%

Tabela 5 - Valor experimental e seu erro percentual em relação ao valor nominal do capacitor

3.

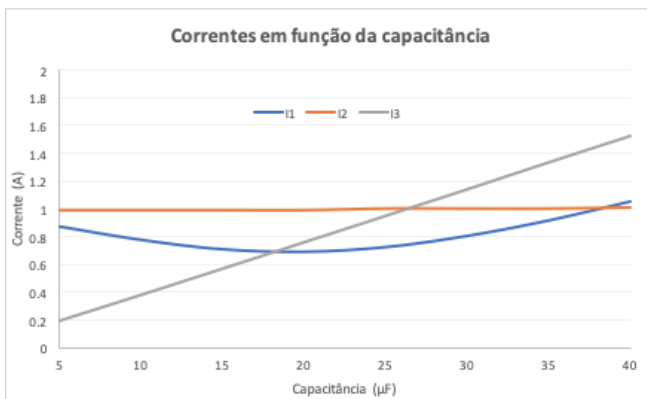


Figura 4: Gráfico das correntes I1, I2 e I3 em cada uma das configurações de capacitores

- A corrente I1 mínima ocorre quando o fator de potência vale 1.
- A partir do gráfico, estima-se que o I1min ocorra por volta da capacitância de 20μF, com valor de aproximadamente 0,67A.
- Utilizando a primeira Lei de Kirchhoff, para capacitância 10μF, deveríamos ter que  $I1 = I2 + I3 \rightarrow 0,708 = 0,992 + 0,565 = 1,415$ . O que não se verifica. Isso ocorre pois os valores da corrente envolvem números complexos e fasores, logo uma simples soma não representa o circuito de fato.

4.

$$\text{Fator de potência} = \cos\Phi = \frac{P_{at}}{|V| \cdot |I|} = 0,54845$$

$$\text{Potência reativa} = 91.478\text{Var}$$

$$\text{Potência aparente} = \text{Potência reativa} + \text{Potência ativa} = 151.48\text{Va}$$

5a. A energia mensal absorvida é de  $(5*9+4*350+500*5+6*5)*20 + (5*9+4*350+500*5+6*5)*8*0.6 = 98580\text{kWh}$  mês com 28 dias

5b. O fator de carga (fc) é igual a demanda média dividida pela demanda máxima, o que nos dá um valor aproximado de  $fc=0,2933$ .

5c. A conta mensal de energia elétrica do consumidor será de  $0,035*98580+3,4*500=\text{R\$}5150,3$ .

6. O capacitor tem valor  $C = P(\tan\phi - \tan\phi')/(V^2 \cdot \omega)$ , onde  $P = S \cdot \cos\phi$ ,  $S=25\text{kW}$ ,  $V=380\text{V}$  e  $\omega=2\pi \cdot 60$ , assim, para  $FC=0,9$  indutivo,  $\phi=25,84^\circ$  e  $C = 0,0000992\text{F}$ ;  $FC = 1,0$  temos  $\phi=0^\circ$  e  $C=0,000275\text{F}$ ; e para  $FC=0,9$  capacitivo,  $\phi= -25,84^\circ$  e  $C=0,000452\text{F}$ .

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento possibilitou a percepção de como a correção da potência em circuitos minimiza perdas energéticas na rede. Para isso, devemos evitar a potência reativa. Além disso, há um valor mínimo aceitável em muitos casos para o fator de potência, por conta do consumidor.

## VI. REFERÊNCIAS

- [1] Universidade de São Paulo, "Energia, Potência e Fator de Potência (EP) - Roteiro de Laboratório." [Online]. Available: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4350165/mod\\_resource/content/2/EP\\_2Roteiro.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4350165/mod_resource/content/2/EP_2Roteiro.pdf) [Acesso em 29 Setembro 2018].