



**DIRETÓRIO ACADÊMICO DA ELÉTRICA**

**ANDRÉ COSTA STRAUB DUARTE  
JOÃO MATEUS DE ALMEIDA AMBRÓSIO  
LARISSA BATISTA RIBAS  
MURILO FONTES VALENGA**

**LABORATÓRIO 1 - CIRCUITOS CA**

**CURITIBA**

**2025**

ANDRÉ COSTA STRAUB DUARTE  
JOÃO MATEUS DE ALMEIDA AMBRÓSIO  
LARISSA BATISTA RIBAS  
MURILO FONTES VALENGA

## **LABORATÓRIO 1 - CIRCUITOS CA**

Trabalho apresentado ao Diretório Acadêmico da Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná para a matéria de Análise De Circuitos B (ELT74B), turma S25.

Professor: Sérgio Eduardo Gouvêa Da Costa

**CURITIBA**

**2025**

## Descrição dos procedimentos realizados

### 1 Cálculos Teóricos

Antes da montagem do circuito em bancada, foram realizados cálculos teóricos para determinar: A impedância total do circuito, a corrente fornecida pela fonte - a qual deveria ser inferior a 800 mA devido ao limite estrutural dos resistores - as quedas de tensão em cada componente e a potência ativa, reativa e aparente.

Esses cálculos permitiram prever o comportamento esperado do circuito e serviram como base para análise dos experimentos. As equações utilizadas consideraram os fasores de tensão e corrente, bem como o uso da notação complexa para tratar resistores, indutores e capacitores em regime senoidal permanente.

#### 1.1 Resultados dos cálculos teóricos

Nesta seção está presente os referentes cálculos teóricos realizados.

#### Situação A - Somente um capacitor

##### Dados

- Tensão da fonte :  $V = 150\angle 0^\circ \text{ V}$ .
- Resistores :  $R_1 = R_2 = R_3 = 200 \Omega$ .
- Capacitor :  $Z_{C_1} = -j94,7 \Omega$   $Z_{C_2} = -j117,86 \Omega$ .
- Indutor :  $Z_{L_1} = j\omega L = j8,1 \Omega$ .

##### Corrente $I_3$

$$I_3 = \frac{150\angle 0^\circ}{200} = 0,75\angle 0^\circ \text{ A}$$

##### Potência Aparente em $R_1$

$$S = 150\angle 0^\circ \cdot 0,75\angle 0^\circ = 112,5 + 0j \text{ VA}$$

$$P = 112,5 \text{ W}, \quad Q = 0 \Rightarrow \text{FP} = 1$$

##### Potência em $R_3$

$$P_{R3} = P_{R1} = 112,5 \text{ W}$$

##### Corrente $I_2$

$$I_2 = \frac{150\angle 0^\circ}{200 + j8,1} = 0,7488 - 0,0303j \text{ A}$$

**Tensão em  $R_2$**

$$V_{R2} = (200 + j8,1)(0,7488 + 0,0303j) = 149,76 + 6,06j \text{ V}$$

**Potência em  $R_2$**

$$S = (149,76 + 6,06j)(0,7488 + 0,0303j)^* = 112,32 + 0,5j \text{ VA} \Rightarrow \text{FP} \approx 1$$

**Potência no Indutor**

$$V_L = j8,1 \cdot (0,7488 - 0,0303j) = 0,245 + 6,065j \text{ V}$$

$$S = (0,245 + 6,065j)(0,7488 + 0,0303j)^* = 0,245 + 4,54j \text{ VA}$$

**Capacitor**

$$I_C = \frac{150\angle 0^\circ}{-j94,7} = 0 + 1,5839j \text{ A}$$

$$S = (150 + 0j)(0 - 1,5839j)^* = 0 - 237,59j \text{ VA} \Rightarrow \text{FP} = 0$$

**Situação B - Com dois capacitores em paralelo**

**Impedância Equivalente**

$$Z = 45,13 - 31,19j \Omega$$

**Corrente Total**

$$I_T = \frac{150\angle 0^\circ}{45,13 - 31,19j} = 2,2291 + 1,5516j \text{ A}$$

**Potência Aparente**

$$S = (150 + 0j)(2,2291 - 1,5516j) = 337,41 - 233,1j \text{ VA}$$

$$|S| = 410,15 \Rightarrow \text{FP} = \frac{337,41}{410,15} = 0,822$$

Com  $C_2 = 22,5 \mu\text{F}$

$$Z = 25,62 - 32,5j \Omega$$

$$I_T = \frac{150\angle 0^\circ}{25,62 - 32,5j} = 2,25 + 2,84j \text{ A}$$

$$S = 333,7 - 424,1j \text{ VA} \Rightarrow \text{FP} = 0,622$$

## 1.2 Tabela valores finais calculados

Tabela 1: Resultados teóricos

Componente	Impedância ( $\Omega$ )	Corrente (A)	Tensão (V)	Potência (VA)
Fonte (V)	-	-	$150\angle 0^\circ$	-
$R_1$	$200\angle 0^\circ$	$0,75\angle 0^\circ$	$150\angle 0^\circ$	$112,5\angle 0^\circ$
$R_2 + L$	$200,16\angle 2,32^\circ$	$0,749\angle -2,32^\circ$	$149,8\angle 2,32^\circ$	$112,3\angle 0,25^\circ$
Indutor ( $L$ )	$8,1\angle 90^\circ$	$0,749\angle -2,32^\circ$	$6,07\angle 87,68^\circ$	$4,55\angle 90^\circ$
$R_3$	$200\angle 0^\circ$	$0,75\angle 0^\circ$	$150\angle 0^\circ$	$112,5\angle 0^\circ$
Capacitor ( $C$ )	$94,7\angle -90^\circ$	$1,584\angle 90^\circ$	$150\angle 0^\circ$	$237,6\angle -90^\circ$

## 2 Simulação

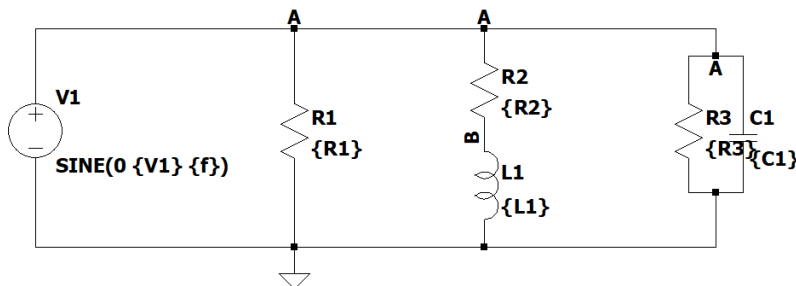
O circuito foi simulado utilizando o *software* LTSpice com o objetivo de comparar os resultados teóricos e experimentais obtidos em laboratório, permitindo uma análise mais precisa do comportamento dos componentes.

### Simulação da situação A

#### IMPORTANTE LEMBRAR

$V_{rms} = V_{pik}/\sqrt{2}$

Então para um valor desejado de RMS, escolher um valor de pico multiplicado por  $\sqrt{2}$ , visto que vão se cancelar



#### TENSÕES

```
.meas VR1RMS RMS V(A)
.meas VR2RMS RMS V(A) - V(B)
.meas VL1RMS RMS V(B)
.meas VR3RMS RMS V(A)
.meas VC1RMS RMS V(A)
```

#### CORRENTES

```
.meas IR1RMS RMS I(R1)
.meas IR2RMS RMS I(R2)
.meas IL1RMS RMS I(L1)
.meas IR3RMS RMS I(R3)
.meas IC1RMS RMS I(C1)
```

```
.param V1 = 212.13 f = 60 R1 = 200 R2 = 200 R3 = 200 L1=21.5m C1=28u
```

```
.tran 0.1666 0.0833
```

Figura 1: Simulação da situação A

A Figura 1 representa a simulação do circuito na situação (A). Os resultados obtidos se encontram na Figura 2 abaixo.

```
LTspice 24.1.6 for Windows
Circuit: C:\Users\Usuario\Downloads\Lab 01 Bancada a.net
Start Time: Wed Apr 23 12:41:57 2025
solver = Normal
Maximum thread count: 8
tnom = 27
temp = 27
method = trap
.OP point found by inspection.
Total elapsed time: 0.142 seconds.

Files loaded:
C:\Users\Usuario\Downloads\Lab 01 Bancada a.net

vr1rms: RMS(V(A))=150.014206353 FROM 0 TO 0.0833
vr2rms: RMS(V(A) - V(B))=149.889928328 FROM 0 TO 0.0833
vl1rms: RMS(V(B))=6.0607251 FROM 0 TO 0.0833
vr3rms: RMS(V(A))=150.014206353 FROM 0 TO 0.0833
vclrms: RMS(V(A))=150.014206353 FROM 0 TO 0.0833
ir1rms: RMS(I(R1))=0.750071030926 FROM 0 TO 0.0833
ir2rms: RMS(I(R2))=0.749449644824 FROM 0 TO 0.0833
il1rms: RMS(I(L1))=0.749449644824 FROM 0 TO 0.0833
ir3rms: RMS(I(R3))=0.750071030926 FROM 0 TO 0.0833
iclrms: RMS(I(C1))=1.58296896377 FROM 0 TO 0.0833
```

Figura 2: Resultados da simulação A

## Simulação da situação B

Após, foi feita a montagem da situação B no simulador. A simulação pode ser vista na Figura 3 e os resultados na Figura 4.

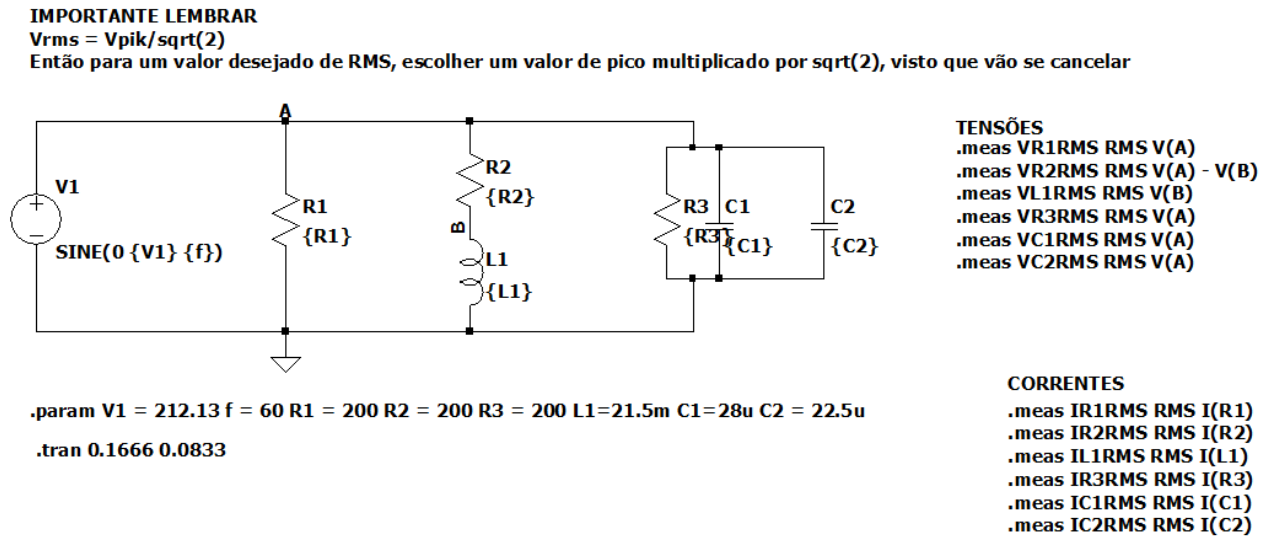


Figura 3: Simulação da situação A

```
LTspice 24.1.6 for Windows
Circuit: C:\Users\Usuario\Downloads\Lab 01 Bancada b.net
Start Time: Wed Apr 23 13:43:48 2025
solver = Normal
Maximum thread count: 8
tnom = 27
temp = 27
method = trap
.OP point found by inspection.
Total elapsed time: 0.232 seconds.

Files loaded:
C:\Users\Usuario\Downloads\Lab 01 Bancada b.net

vr1rms: RMS(V(A))=150.014298683 FROM 0 TO 0.0833
vr2rms: RMS(V(A) - V(B))=149.890083963 FROM 0 TO 0.0833
vl1rms: RMS(V(B))=6.06069830362 FROM 0 TO 0.0833
vr3rms: RMS(V(A))=150.014298683 FROM 0 TO 0.0833
vc1rms: RMS(V(A))=150.014298683 FROM 0 TO 0.0833
vc2rms: RMS(V(A))=150.014298683 FROM 0 TO 0.0833
ir1rms: RMS(I(R1))=0.750071494009 FROM 0 TO 0.0833
ir2rms: RMS(I(R2))=0.749450423953 FROM 0 TO 0.0833
illrms: RMS(I(L1))=0.749450423953 FROM 0 TO 0.0833
ir3rms: RMS(I(R3))=0.750071494009 FROM 0 TO 0.0833
ic1rms: RMS(I(C1))=1.5829634426 FROM 0 TO 0.0833
ic2rms: RMS(I(C2))=1.27202420358 FROM 0 TO 0.0833
```

Figura 4: Resultados da simulação B

### 3 Diagrama fasorial dos componentes

Em um primeiro momento, foi analisado como a corrente e a tensão em cada dispositivo se comportaria. Logo após esse estudo, será comparado com os resultados obtidos através do simulador. Inicialmente, como resistores tem impedância puramente real, tanto a tensão quanto a corrente estarão em fase (Figura 5).

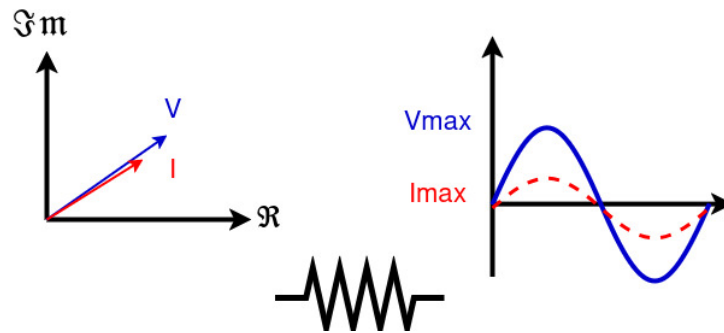


Figura 5: Análise fasorial de um resistor

Agora para os outros componentes já existe uma grande diferença, a impedância será imaginária. Para um capacitor operando em CA, a tensão será atrasada em relação a corrente. Isso se dá por causa que a corrente carrega o capacitor, aumentando a carga entre as placas como indica a Equação (1) e a Figura 6.

$$v(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt \quad (1)$$

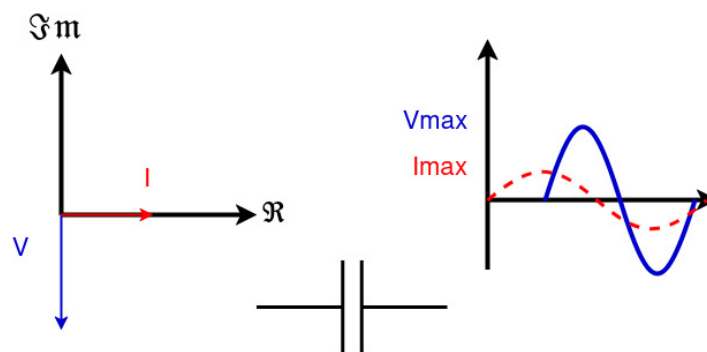


Figura 6: Análise fasorial de um capacitor



Para o indutor acontece o processo inverso, a tensão será adiantada em relação a corrente. A Equação (2) e a Figura 7 mostram esse resultado.

$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt} \quad (2)$$

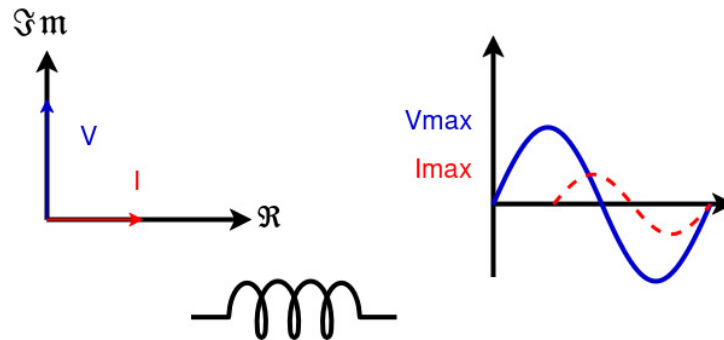


Figura 7: Análise fasorial de um indutor

Por fim, a comparação entre o teórico e o simulador foi feita através do *LTSpice*. As figuras 8, 9 e 10 geraram resultados esperados conforme o esperado.

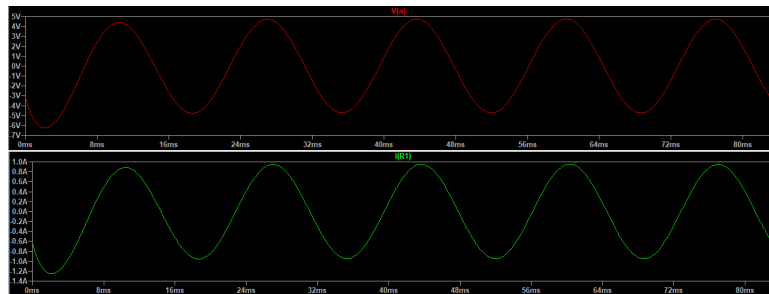


Figura 8: Simulação de corrente e tensão em um resistor

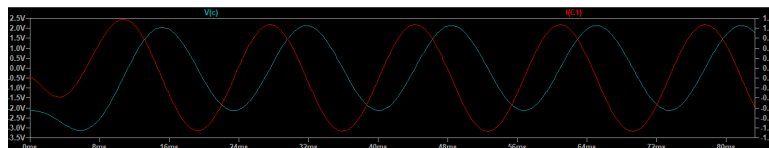


Figura 9: Simulação de corrente e tensão no capacitor

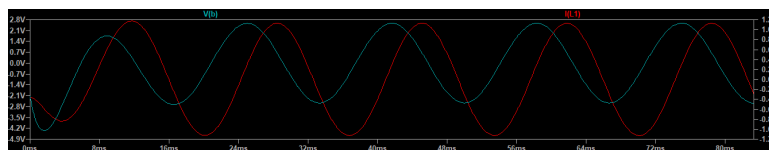


Figura 10: Simulação de corrente e tensão no indutor

## 4 Materiais, equipamentos e instrumentos utilizados

No experimento foram utilizados:

- Fonte de tensão alternada variável.
- Multímetro digital CAT III - para medições de tensão, corrente e resistência.
- Wattímetro analógico - para medições de potência ativa.
- Varímetro analógico - para medições de potência reativa.
- Componentes: resistores de  $200\Omega$ , indutor de  $21,5mH$  e capacitores de  $28\mu F$  e de  $25\mu F$ .

### 4.1 Montagem do circuito

O circuito foi montado no laboratório, sua montagem está representada na Figura 11.



Figura 11: Montagem do circuito em bancada

Com o circuito energizado, foram realizadas as seguintes medições: tensão e corrente em cada componente, tensão total da fonte, corrente total fornecida, potência ativa dos resistores e potência reativa do indutor e capacitor.

A execução da experimentação transcorreu conforme o previsto, permitindo à equipe a obtenção de todas as grandezas elétricas necessárias para a análise.

## 5 Resultados do experimento

A seguir, a Tabela 2 apresenta os valores obtidos experimentalmente.

Tabela 2: Resultados experimentais.

Tensão	Valor	Corrente	Valor	Potência	Valor
$V_{R1}$	145,00 V	$I_{R1}$	0,709 A	$P_{R1}$	96 W
$V_{R2}$	141,90 V	$I_{R2}$	0,686 A	$P_{R2}$	97 W
$V_{L1}$	7,93 V	$I_{L1}$	0,682 A	$Q_{L1}$	4 VAr
$V_{R3}$	147,10 V	$I_{R3}$	0,698 A	$P_{R3}$	98 W
$V_{C1}$	147,20 V	$I_{C1}$	1,566 A	$Q_{C1}$	255 VAr

Com base nos dados coletados durante a experimentação em bancada, foi possível realizar uma comparação entre os resultados práticos e os valores teóricos previamente calculados. De modo geral, observou-se uma boa concordância entre ambos, com pequenas divergências que podem ser justificadas pelas características reais dos componentes utilizados.

Enquanto os resistores foram considerados ideais na análise teórica, com resistência de  $200\ \Omega$ , na prática apresentaram valores reais de  $209,2\ \Omega$ ,  $208,3\ \Omega$  e  $213,6\ \Omega$ . Essa variação pode ser atribuída à tolerância de fabricação e ao desgaste dos materiais. Já os capacitores, assumidos teoricamente como  $22,5\ \mu\text{F}$ , apresentou uma capacitância real de  $22,2\ \mu\text{F}$ , e o capacitor de  $28\ \mu\text{F}$  apresentou capacitância real de  $28,3\ \mu\text{F}$  as diferenças estão dentro do esperado considerando as tolerâncias dos componentes comerciais.

Além disso, foram observadas pequenas variações na medição de potência, possivelmente relacionadas ao desgaste dos instrumentos utilizados e às condições do ambiente laboratorial. Apesar das diferenças entre os componentes teóricos e reais, os resultados obtidos em bancada apresentaram boa proximidade com os valores calculados e simulados, estando os desvios dentro do previsto para esse tipo de experimento.

## 6 Conclusão

Este trabalho promoveu a integração entre teoria, prática e simulação na análise de circuitos em corrente alternada, com foco no comportamento de componentes RLC. A montagem em bancada permitiu validar os cálculos teóricos com o uso de fasores, evidenciando pequenas variações atribuídas às tolerâncias dos componentes e às limitações dos instrumentos de medição. A simulação realizada no LTSpice mostrou-se uma ferramenta eficaz na etapa de pré-validação, contribuindo para a identificação e correção de possíveis erros antes da execução prática.

A realização do experimento possibilitou a aplicação concreta dos conceitos estudados em sala de aula, favorecendo o aprofundamento teórico e a consolidação do aprendizado. As habilidades adquiridas são diretamente aplicáveis a projetos reais, como o dimensionamento de cargas e melhoria da eficiência energética.