

**Item 1.a**

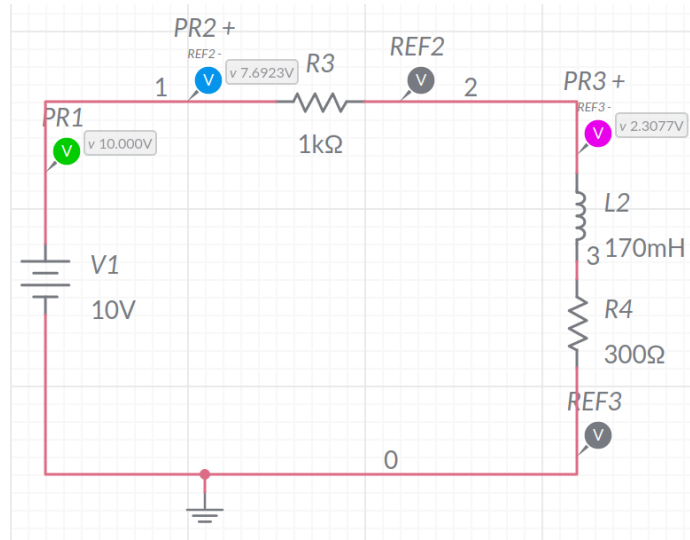


Figura 1: Diagrama do circuito

Circuito DC		
$V_E$	$V_R$	$V_B$
10V	7.6923V	2.3077V

Tabela 1: Valores simulados de tensão

**Item 1.b**

Os valores obtidos satisfazem a segunda lei de Kirchhoff, pois  $V_E = V_R + V_B$

**Item 1.c**

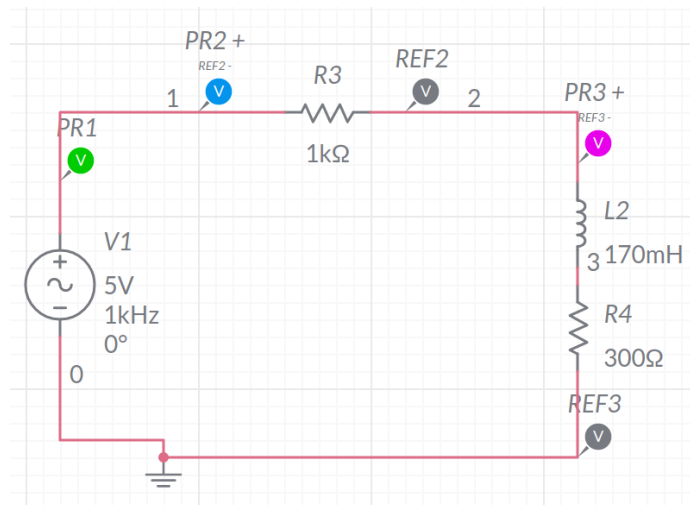


Figura 2: Diagrama do circuito

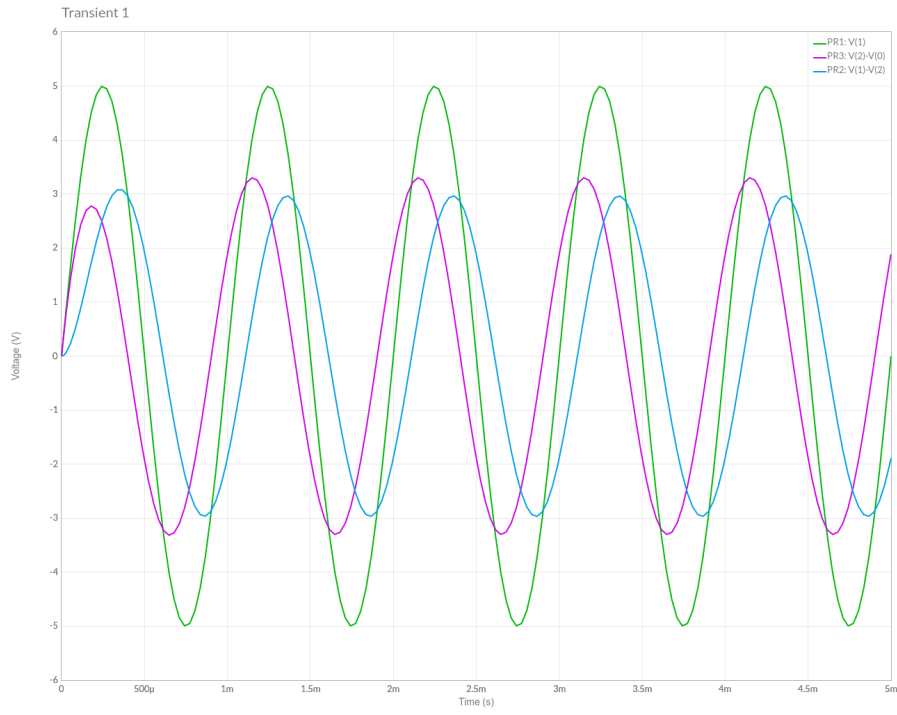


Figura 3: Simulação do circuito da figura 2.

Circuito AC ( $V_p$ )		
$V_E$	$V_R$	$V_B$
4.9852V	2.9593V	3.2979V

Tabela 2: Tensão de pico em E, R e B.

### Item 1.d

Pelo gráfico abaixo, percebe-se que a curva  $V_R + V_B$  é coincidente com a curva  $V_E$ . Isso significa que a soma das tensões instantâneas de  $V_R$  e  $V_B$  do circuito são sempre iguais a  $V_E$ . Portanto, para este circuito, a Segunda Lei de Kirchhoff é válida. Mas isso não se aplica quando se analisa apenas a tensão de pico.

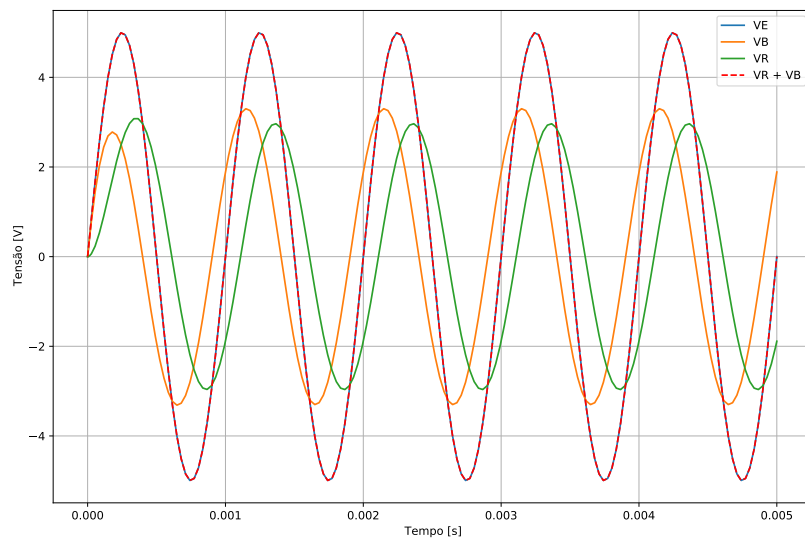


Figura 4: Simulação incluindo  $V_R + V_B$ .

## Item 2

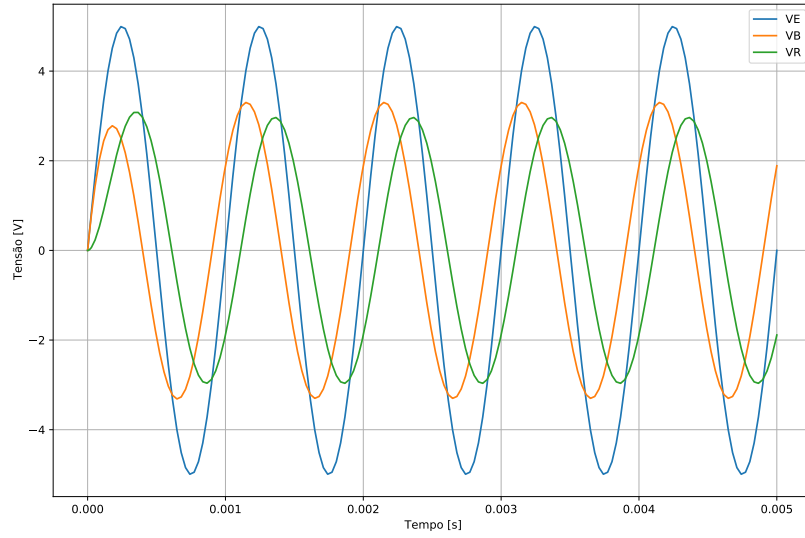


Figura 5: Simulação das tensões  $V_E$ ,  $V_B$  e  $V_R$ .

### Item 2.a

t [s]	$V_E$ [V]	$V_B$ [V]	$V_R$ [V]	$V_B + V_R$ [V]
$1.9689 \cdot 10^{-6}$	0.0619	0.0615	0.0004	0.0619
$8.5382 \cdot 10^{-5}$	2.5555	2.0259	0.5296	2.5555
$2.1038 \cdot 10^{-4}$	4.8459	2.7158	2.1301	4.8459
$5.2288 \cdot 10^{-4}$	-0.7163	-2.2905	1.5741	-0.7163
$8.0413 \cdot 10^{-4}$	-4.7135	-1.9288	-2.7847	-4.7135

Tabela 3: Pontos escolhidos

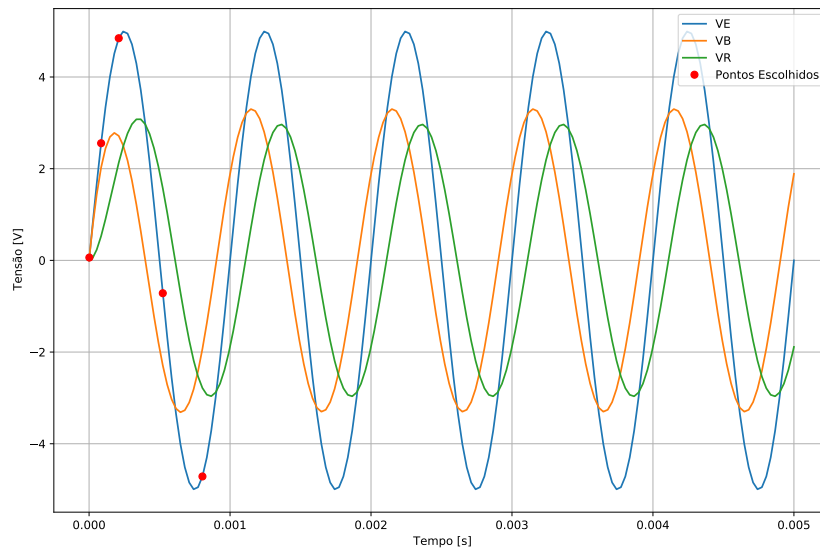


Figura 6: Visualização dos pontos escolhidos no gráfico da figura 5.

## Item 2.b

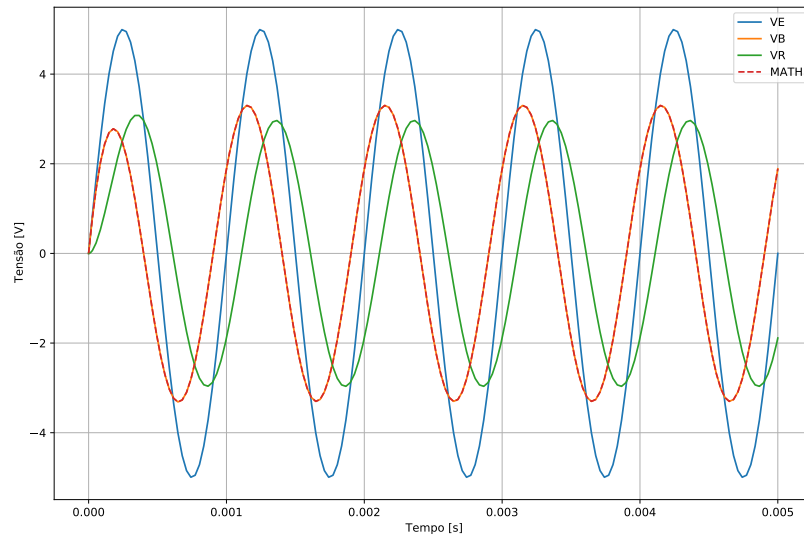


Figura 7: Simulação com a curva *MATH*.

## Item 2.c

A curva  $MATH = V_E - V_R$  é coincidente com a curva  $V_B$ .

## Item 2.d

É possível concluir que a Segunda Lei de Kirchhoff não se aplica às tensões de pico, mas sim às tensões instantâneas nos circuitos com fase.

### Item 3.a

Frequência [Hz]	$V_E$ [V]	$V_R$ [V]	$V_B$ [V]	Fase [°] ( $V_R \rightarrow V_E$ )	Fase [°] ( $V_B \rightarrow V_E$ )
100	4.9970	3.8208	2.2154	-4.6971	14.901
500	4.9952	3.5459	2.1815	-22.376	38.350
1k	4.9900	2.9627	3.2979	-39.408	34.904

Tabela 4: Parâmetros para determinação dos fasores.

### Item 3.b

Fasor	$f$ [Hz]	Forma Polar	Forma Cartesiana
$\hat{V}_E$	100	4.9970	4.9970
	500	4.9952	4.9952
	1 k	4.9900	4.9900
$\hat{V}_R$	100	$3.8208e^{-4.6971^\circ}$	$3.8208 \cos(-4.6971^\circ) + j3.8208 \sin(-4.6971^\circ)$
	500	$3.5459e^{-22.376^\circ}$	$3.5459 \cos(-22.376^\circ) + j3.5459 \sin(-22.376^\circ)$
	1 k	$2.9627e^{-39.408^\circ}$	$2.9627 \cos(-39.408^\circ) + j2.9627 \sin(-39.408^\circ)$
$\hat{V}_B$	100	$2.2154e^{14.901^\circ}$	$2.2154 \cos(14.901^\circ) + j2.2154 \sin(14.901^\circ)$
	500	$2.1815e^{38.350^\circ}$	$2.1815 \cos(38.350^\circ) + j2.1815 \sin(38.350^\circ)$
	1 k	$3.2979e^{34.904^\circ}$	$3.2979 \cos(34.904^\circ) + j3.2979 \sin(34.904^\circ)$

Tabela 5: Representação fasorial.

### Item 4.a e 4.c

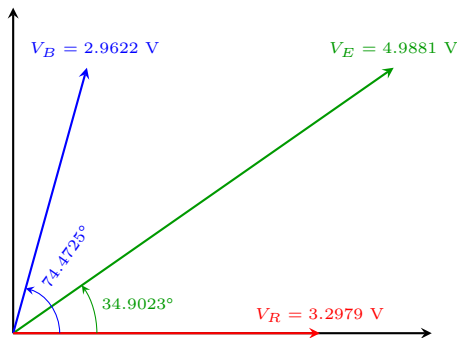
Frequência	$V_E$ [V]	$V_R$ [V]	$V_B$ [V]
100 Hz	4.9970	3.8204	1.2151
500 Hz	4.9902	3.5495	2.1783
1 kHz	4.9881	3.2979	2.9622

Tabela 6: Tensão de Pico.

Frequência	$V_E$ [V]	$V_R$ [V]	$V_B$ [V]	$\theta_E$	$\theta_B$
100 Hz	3.5334	2.7014	0.8592	$3.9800^\circ$	$16.5850^\circ$
500 Hz	3.5286	2.5099	1.5403	$22.3847^\circ$	$60.7405^\circ$
1 kHz	3.5271	2.3320	2.0950	$34.9023^\circ$	$74.4725^\circ$

Tabela 7: Tensão RMS.

### Item 4.b



## Item 5

$f$ [Hz]	$V_B$ [V]	$V_R$ [V]	Fase [°] ( $V_B \rightarrow V_R$ )	$I_B$ [mA] <sup>†</sup>	$Z_B$ [Ω] <sup>‡</sup>
100	1.1252	3.8226	160.399	3.8226	$294.3546e^{\pm j160.399^\circ}$
200	1.3984	3.8658	144.429	3.8658	$361.7362e^{\pm j144.429^\circ}$
500	2.1818	3.5448	119.269	3.5448	$615.4931e^{\pm j119.269^\circ}$
1 k	3.2975	2.9638	105.689	2.9638	$1112.5919e^{\pm j105.689^\circ}$
2 k	4.2869	1.9344	97.982	1.9344	$2216.1394e^{\pm j97.982^\circ}$
5 k	4.8479	0.8620	93.222	0.8620	$5624.0139e^{\pm j93.222^\circ}$
10 k	4.9472	0.4371	91.6143	0.4371	$11318.2338e^{\pm j91.6143^\circ}$

Tabela 8: Resultados das simulações e cálculo de  $I_B$  e  $Z_B$ .

<sup>†</sup> Calculado usando  $I_B = \frac{V_B}{Z_B}$ .

<sup>‡</sup> Calculado usando  $Z_B = |Z_B|e^{j\theta_B}$ , com os valores de  $|Z_B|$  na tabela 9.

$f$ [Hz]	$ Z_B  = R \frac{V_B}{V_R}$
100	294.3546
200	361.7362
500	615.4931
1 k	1112.5919
2 k	2216.1394
5 k	5624.0139
10 k	11318.2338

Tabela 9: Cálculos intermediários para a tabela 8.

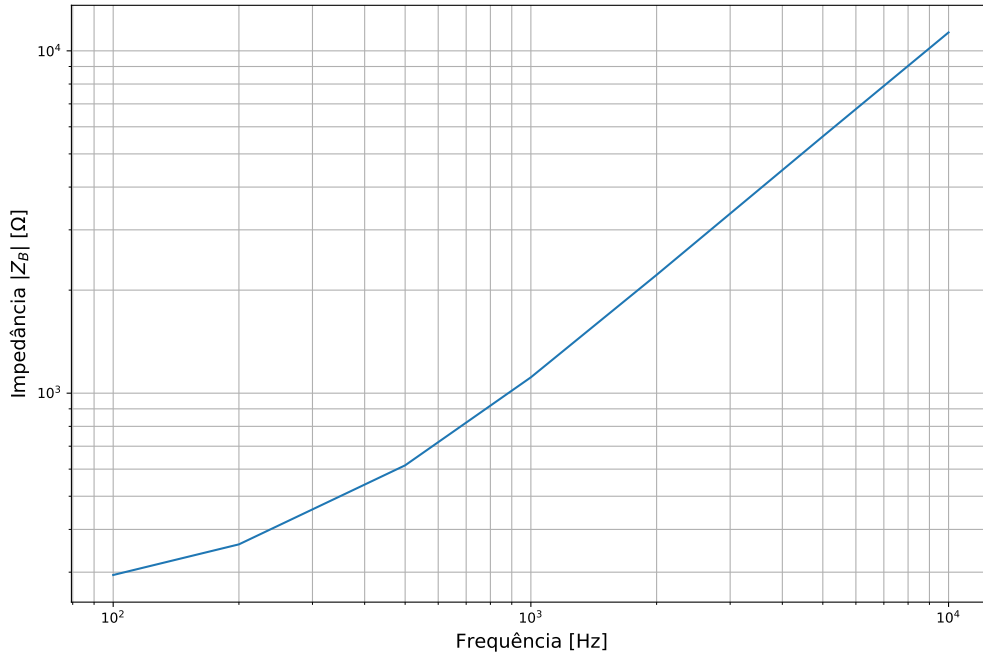


Figura 8: Gráfico Módulo da Impedância x Frequência usando a tabela 9.

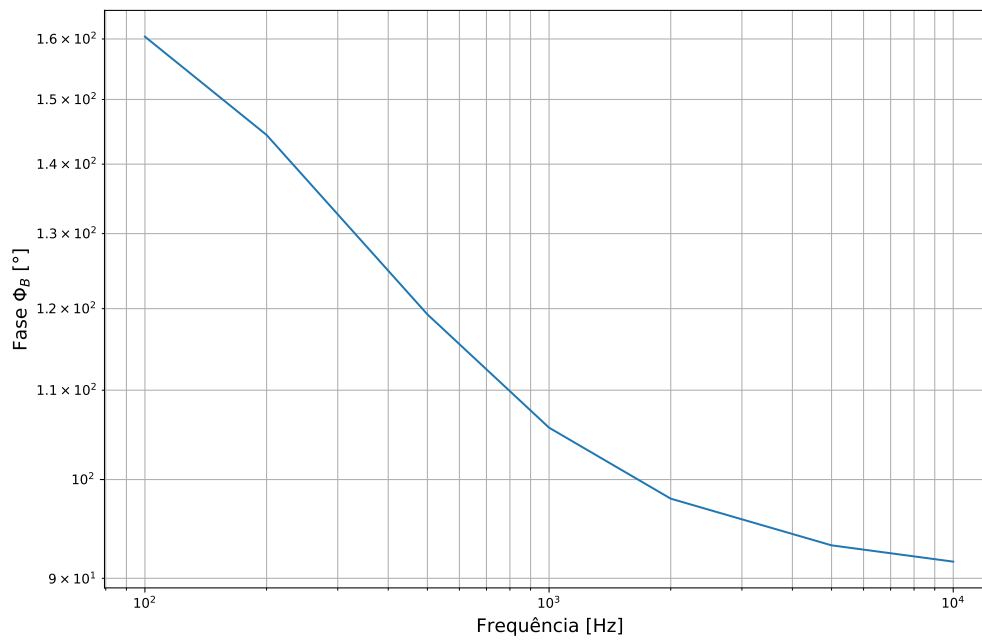


Figura 9: Gráfico Fase x Frequência usando a tabela 8.