

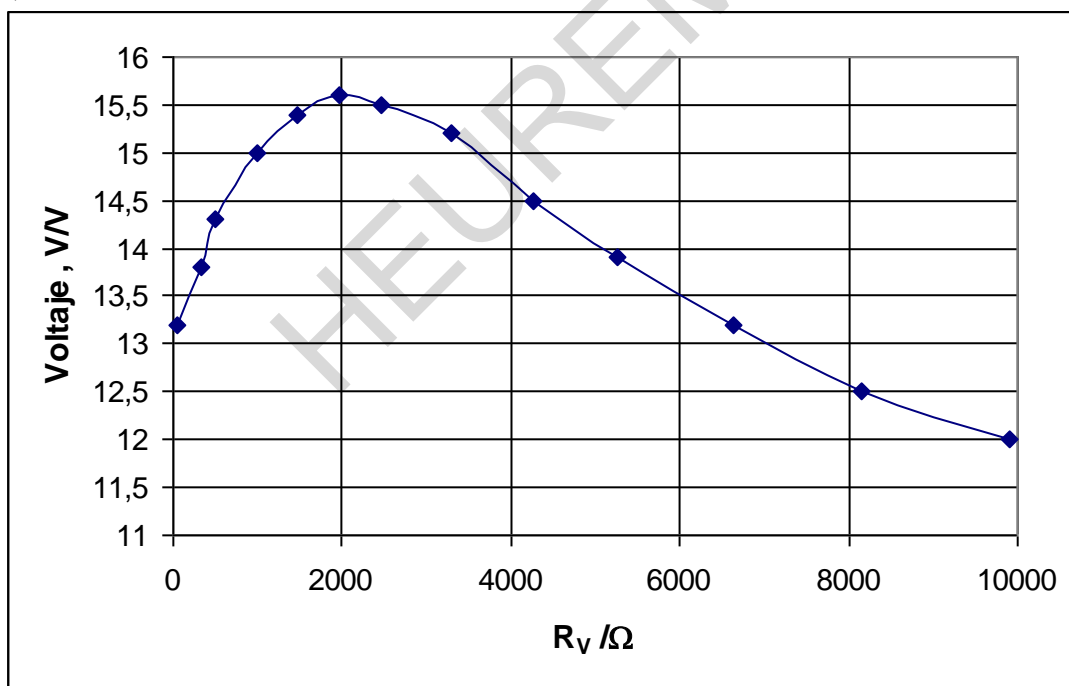
Voltaje máximo en un circuito de corriente alterna

SOLUCIONARIO

a) Tabla 1

Resistencia real / Ω	V_C/V	V/V
51	15,7	13,2
328	15,7	13,8
493	15,8	14,3
990	15,8	15,0
1477	15,8	15,4
1970	15,8	15,2
2460	15,8	15,5
3290	15,8	15,2
4270	15,8	14,5
5260	15,8	13,9
6630	15,8	13,2
8150	15,8	12,5
9900	15,8	12,0

b)



$$R_v \approx 2000 \Omega$$

c) Escoja una resistencia R_V de la tabla I que no sea el máximo, por ejemplo, una de valor doble o casi doble de R_V (máxima) y determine los voltajes V_{AB} ; V_{BE} ; V_{AF} , V_{FE} .

Resistencia escogida ; $R_V = 4270 \Omega$.

Rama ABE :

$$X(C_1) = \frac{1}{C_1 2\pi f} = \frac{1}{1.10^{-6} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 3183 \Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{4270^2 + 3183^2} = 5326 \Omega$$

$$I_{ABE} = \frac{15,8}{5326} \text{ A} \Rightarrow \quad V_{AB} = \frac{15,8}{5326} \cdot 4270 = 12,7 \text{ V} \Rightarrow \quad V_{BE} = \frac{15,8}{5326} \cdot 3183 = 9,4 \text{ V}$$

Rama AFE :

$$X(C_2) = \frac{1}{C_2 2\pi f} = \frac{1}{2.10^{-6} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 1592 \Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{1000^2 + 1592^2} = 1880 \Omega$$

$$I_{AFE} = \frac{15,8}{1880} \text{ A} \Rightarrow \quad \Rightarrow \quad V_{AF} = \frac{15,8}{1880} \cdot 1592 = 13,4 \text{ V} \quad V_{FE} = \frac{15,8}{1880} \cdot 1000 = 8,4 \text{ V}$$

d) Haga el cálculo anterior pero con R_V (máxima). De los resultados obtenidos en este apartado y en el c) deducirá cuál es la condición que cumple la resistencia máxima.

$R_V = 2000 \Omega$.

Rama ABE :

$$X(C_1) = \frac{1}{C_1 2\pi f} = \frac{1}{1.10^{-6} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 3183 \Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{2000^2 + 3183^2} = 3759 \Omega$$

$$I_{ABE} = \frac{15,8}{3759} \text{ A} \Rightarrow \quad V_{AB} = \frac{15,8}{3759} \cdot 2000 = 8,4 \text{ V} \Rightarrow \quad V_{BE} = \frac{15,8}{3759} \cdot 3183 = 13,4 \text{ V}$$

Rama AFE :

$$X(C_2) = \frac{1}{C_2 2\pi f} = \frac{1}{2.10^{-6} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 1592 \Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{1000^2 + 1592^2} = 1880 \Omega$$

$$I_{AFE} = \frac{15,8}{1880} \text{ A} \Rightarrow \quad V_{AF} = \frac{15,8}{1880} \cdot 1592 = 13,4 \text{ V} \Rightarrow \quad V_{FE} = \frac{15,8}{1880} \cdot 1000 = 8,4 \text{ V}$$

Cuando la resistencia es 4270Ω los cuatro voltajes son diferentes.

Cuando la resistencia corresponde al máximo $R_v(\text{máxima})$

$$V_{AB} = V_{FE} \quad ; \quad V_{BE} = V_{AF}$$

e) Monte un circuito como el de la figura 1 pero reemplazando R_2 por 470Ω nominales. Según el criterio anterior establezca cuál es R_v máxima. Por la vía experimental obtenga una gráfica semejante a la del apartado. Compare el valor experimental de R_v (máxima) con el predicho anteriormente. $R_v(\text{máxima})$ es la incógnita.

Calculamos los voltajes V_{AB} y V_{BE}

$$X(C_1) = \frac{1}{C_1 2 \pi f} = \frac{1}{1.10^{-6} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 3183 \Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}$$

$$I_{ABE} = \frac{15,8}{\sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \text{ A} \Rightarrow V_{AB} = \frac{15,8}{\sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \cdot R_v(\text{máxima})$$

$$V_{BE} = \frac{15,8}{\sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \cdot 3183$$

Calculamos los voltajes V_{FE} y V_{AF}

$$X(C_2) = \frac{1}{C_2 2 \pi f} = \frac{1}{2.10^{-6} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 1592 \Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{470^2 + 1592^2} = 1660 \Omega$$

$$I_{AFE} = \frac{15,8}{1660} \text{ A} \Rightarrow V_{FE} = \frac{15,8}{1660} \cdot 470 = 4,47 \text{ V} \Rightarrow$$

$$V_{AF} = \frac{15,8}{1660} \cdot 1592 = 15,15 \text{ V}$$

$$V_{AB} = V_{FE} \Rightarrow \frac{15,8}{\sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \cdot R_v(\text{máxima}) = 4,47 \Rightarrow \frac{15,8^2 \cdot R_v^2(\text{máxima})}{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2} = 4,47^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_v^2(\text{máxima}) [15,8^2 - 4,47^2] = 3183^2 \cdot 4,47^2 \Rightarrow R_v(\text{máxima}) = \frac{3183 \cdot 4,47}{\sqrt{15,8^2 - 4,47^2}} = 939 \Omega$$

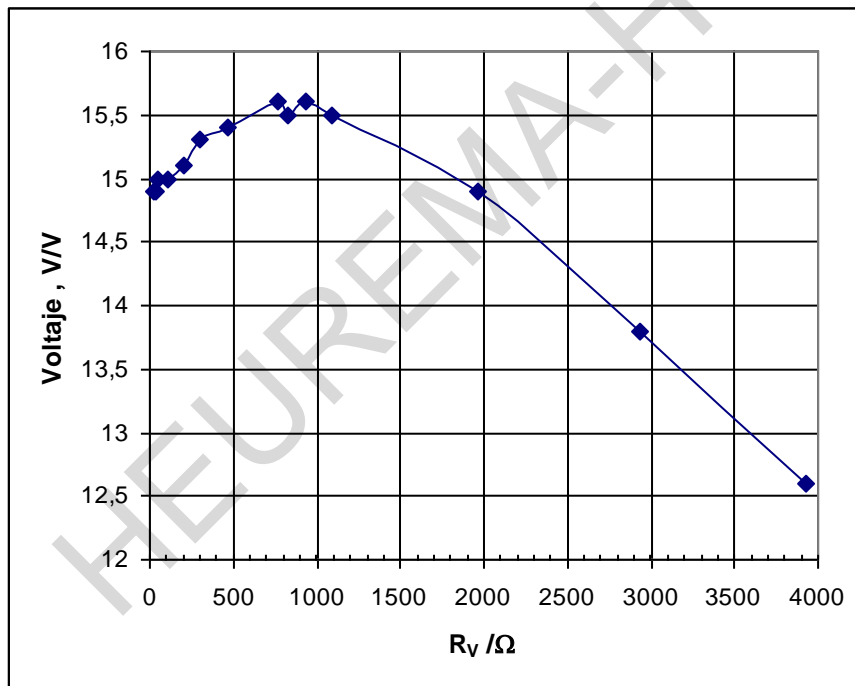
$$V_{BE} = V_{AF} \Rightarrow \frac{15,8}{\sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \cdot 3183 = 15,15 \Rightarrow \frac{15,8^2 \cdot 3183^2}{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2} = 15,15^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2 = \frac{15,8^2 \cdot 3183^2}{15,15^2} \Rightarrow R_v(\text{máxima}) = 942 \Omega$$

Los valores experimentales que hemos medido con una resistencia $R_2 = 470 \Omega$ nominales son los siguientes.

Resistencia real / Ω	V_C/V	V/V
20,4	15,7	14,9
33,8	15,7	14,9
50,6	15,7	15,0
102,5	15,7	15,0
201	15,7	15,1
303	15,7	15,3
467	15,7	15,4
771	15,7	15,6
823	15,7	15,5
930	15,7	15,6
1087	15,7	15,5
1960	15,7	14,9
2940	15,7	13,8
3930	15,7	12,6

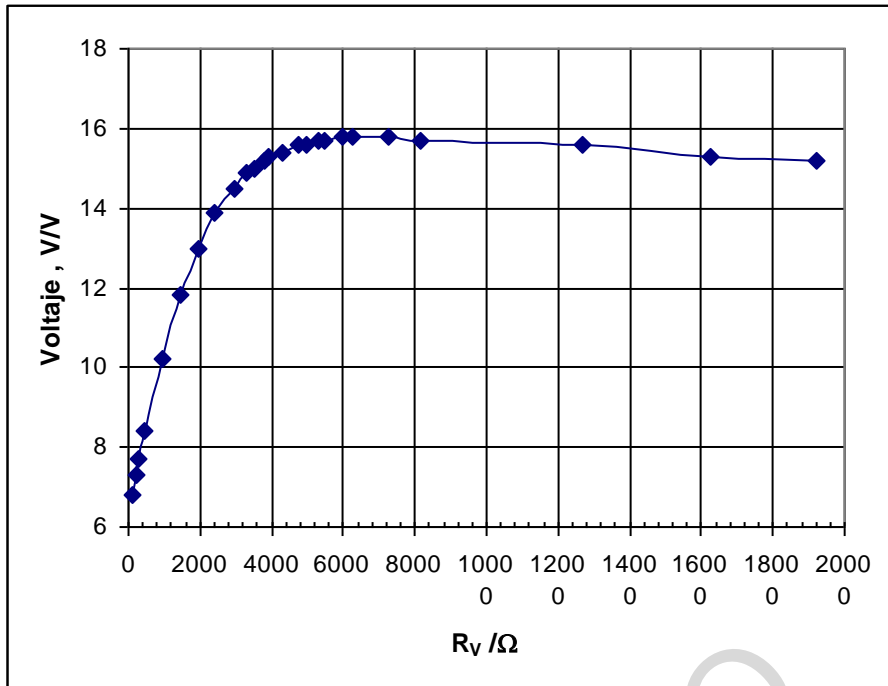
La gráfica es la siguiente:



Dada la baja calidad de los instrumentos de medida empleados, de la gráfica solamente podemos decir que el máximo debe estar comprendido entre 800Ω y 1000Ω . El valor teórico encontrado es 940Ω .

Para reafirmarnos en que la condición matemática deducida es correcta hicimos medidas cambiando $R_2 = 3800 \Omega$ nominales y trabajando con $V_T = 15,7 V$.

La gráfica experimental es la siguiente:



De ella parece deducirse que el máximo es $6000 \pm 500 \Omega$

Deducimos ahora el valor teórico

Calculamos los voltajes V_{AB} y V_{BE}

$$X(C_1) = \frac{1}{C_1 2\pi f} = \frac{1}{1.10^{-6} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 3183 \Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}$$

$$I_{ABE} = \frac{15,7}{\sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \text{ A} \Rightarrow V_{AB} = \frac{15,7}{\sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \cdot R_v(\text{máxima})$$

$$V_{BE} = \frac{15,7}{\sqrt{R_v^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \cdot 3183$$

Calculamos los voltajes V_{FE} y V_{AF}

$$X(C_2) = \frac{1}{C_2 2\pi f} = \frac{1}{2.10^{-6} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 1592 \Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{3300^2 + 1592^2} = 3664 \Omega$$

$$I_{AFE} = \frac{15,7}{3664} \text{ A} \Rightarrow V_{FE} = \frac{15,7}{3664} \cdot 3300 = 14,14 \text{ V} \Rightarrow$$

$$V_{AF} = \frac{15,7}{3664} \cdot 1592 = 6,82 \text{ V}$$

$$V_{AB} = V_{FE} \Rightarrow \frac{15,7}{\sqrt{R_V^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \cdot R_V(\text{máxima}) = 14,14 \Rightarrow \frac{15,7^2 \cdot R_V^2(\text{máxima})}{R_V^2(\text{máxima}) + 3183^2} = 14,14^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_V^2(\text{máxima}) [15,7^2 - 14,14^2] = 3183^2 \cdot 14,14^2 \Rightarrow R_V(\text{máxima}) = \frac{3183 \cdot 14,14}{\sqrt{15,7^2 - 14,14^2}} = 6600 \Omega$$

$$V_{BE} = V_{AF} \Rightarrow \frac{15,7}{\sqrt{R_V^2(\text{máxima}) + 3183^2}} \cdot 3183 = 6,82 \Rightarrow \frac{15,7^2 \cdot 3183^2}{R_V^2(\text{máxima}) + 3183^2} = 6,82^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_V^2(\text{máxima}) + 3183^2 = \frac{15,7^2 \cdot 3183^2}{6,82^2} \Rightarrow R_V(\text{máxima}) = 6600 \Omega$$

Sería interesante realizar la experiencia disponiendo de voltímetros de alta calidad.

HEUREMA-HQ