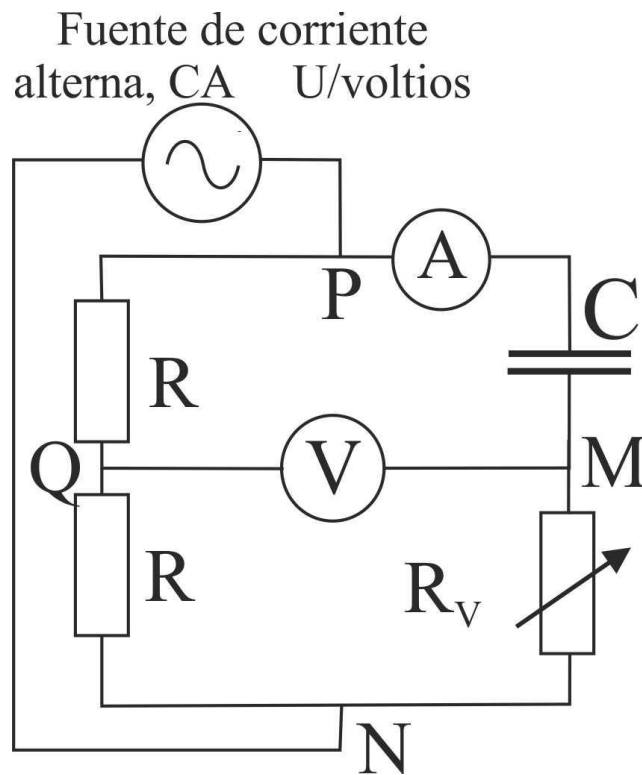


CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA SORPRENDENTE

En este experimento se ha diseñado un circuito de corriente alterna cuyo esquema es el de la figura inferior.



La fuente de corriente alterna suministra un voltaje U constante.

A es un amperímetro de corriente alterna que determina la intensidad que pasa por el condensador y la resistencia variable R_v .

R y R son dos resistencias iguales.

V es un polímetro, dispuesto como voltímetro de corriente alterna.

C es un condensador de capacidad fija.

Cuando se muestra este esquema a profesionales y se les pregunta si el voltímetro cambiará su lectura al cambiar el valor de la resistencia variable R_v , la mayoría responde afirmativamente, cuando lo cierto que *un cambio en la resistencia variable no afecta al valor indicado por el voltímetro*. Es por lo que consideramos a este circuito de alterna como sorprendente.

Fundamento teórico

Consideremos un caso particular en que $U = 10 \text{ V}$ y la frecuencia de la CA, $f = 50 \text{ Hz}$, la capacidad del condensador $C = 1 \mu\text{F}$, y $R_v = 4330 \Omega$.

$$X_c = \frac{1}{C \cdot 2\pi f} = \frac{1}{10^{-6} \cdot 2\pi \cdot 50} = 3180 \Omega$$

La impedancia de la rama que contiene el condensador es:

$$\bar{Z}_2 = 4330 - 3180j \Rightarrow \bar{Z}_2 = \sqrt{4330^2 + 3180^2} // \text{tag}\theta = -\frac{3180}{4330} \Rightarrow \\ \Rightarrow \bar{Z}_2 = 5372 // -36,3^\circ$$

La intensidad que circula por el condensador y Rv es:

$$\bar{I}_c = \frac{\bar{U} // 0^\circ}{\bar{Z}_2} = \frac{10 // 0^\circ}{5372 // -36,3^\circ} = 1,86 \cdot 10^{-3} // 36,3^\circ$$

La caída de tensión en el condensador es.

$$\bar{V}_c = \bar{I}_c \cdot \bar{X}_c = (1,86 \cdot 10^{-3} // 36,3^\circ)(3180 // -90^\circ) = 5,91 \text{ V} // -53,7^\circ$$

La caída de tensión en Rv= 4330 Ω .

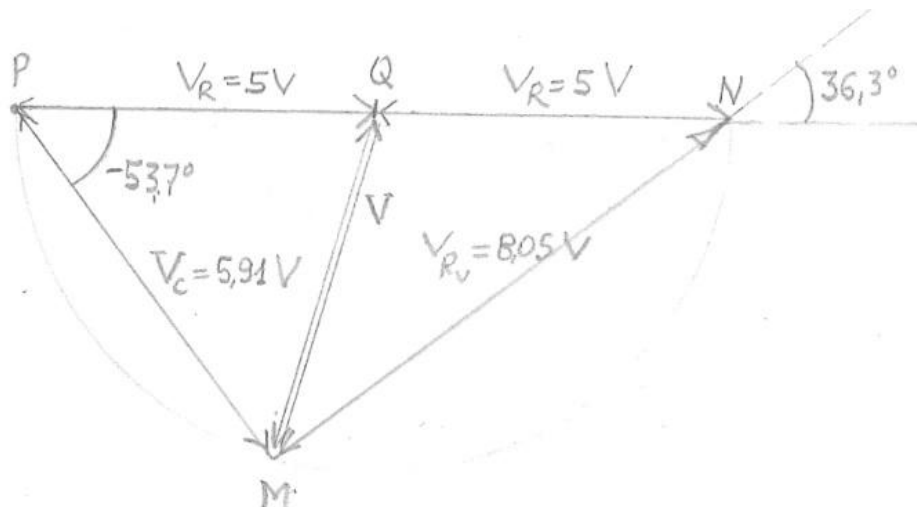
$$\bar{V}_{Rv} = (1,86 \cdot 10^{-3} // 36,3^\circ)(4330 // 0^\circ) = 8,05 \text{ V} // 36,3^\circ$$

La intensidad que circula por las resistencias R es:

$$\bar{I}_r = \frac{U // 0^\circ}{2R // 0^\circ} = \frac{10}{2R} // 0^\circ$$

La caída de tensión en cada resistencia es: $\bar{V}_R = \frac{10}{2R} R // 0^\circ = 5 \text{ V} // 0^\circ$

Con estos valores hacemos un diagrama.



La recta horizontal PN representa los 10 V suministrados por la fuente de CA. En cada resistencia R el voltaje es 5 V, por eso se coloca el punto Q en mitad de esa recta. Por el extremo P trazamos un ángulo de $-53,7^\circ$ y con un voltaje de 5,91 V el cual termina en el punto M. Ahora MN representa el voltaje en la resistencia variable, vale 8,05 V y forma un ángulo de $36,3^\circ$. La distancia QM vale 5 V y es la indicación del voltímetro colocado entre esos puntos. Si hiciésemos el cálculo anterior con otra resistencia (sin variar la salida de la fuente de CA) el punto Q quedaría en el mismo sitio, el punto M cambiaría de lugar pero estaría en un punto de la semicircunferencia., por tanto cambiando la resistencia variable lo que se logra es cambiar los valores de los voltajes y ángulos pero el voltímetro seguiría marcando igual, porque es el radio de la semicircunferencia, esto es, la mitad de la salida de la fuente.

Si en el circuito medimos la intensidad eficaz de corriente que pasa por el condensador y la resistencia variable obtenemos.

$$I_c = \frac{U}{\sqrt{\left(\frac{1}{C\omega}\right)^2 + R_v^2}} \Rightarrow \frac{U^2}{I_c^2} = R_v^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2$$

La ecuación anterior significa que al representar R_v^2 en el eje de abscisas frente a $\frac{U^2}{I_c^2}$ en el eje de ordenadas

se obtiene una recta pendiente unidad y ordenada en el origen $\left(\frac{1}{C\omega}\right)^2$, de cuyo valor se puede estimar la capacidad del condensador.

Material

Resistencias de valores nominales, 1000 Ω , 3300 Ω , 10000 Ω

Fuente de alimentación de corriente alterna

Condensador de 1 μF

Amperímetro de corriente alterna

Polímetros (2). Puede realizarse el experimento con un solo polímetro.

Cables de conexión.

Material

1.- Con las resistencias haga las siguientes combinaciones a) Dos de 1000 Ω en paralelo

b) Una de 1000 Ω c) Dos de 1000 Ω en serie d) Una de 3300 Ω e) una de 3300 Ω y una de 1000 Ω en

serie, f) Una de 3300 Ω , dos de 1000 Ω las tres en serie g) una de 3300, y tres de 1000 en serie Ω , h) Dos de

3300 Ω en serie i) Dos de 3300, una de 1000 en serie j) Dos de 3300, dos de 1000 en serie k) Una de 10000

Ω , l) Una de 10000 Ω , 1 de 1000 Ω en serie, m) Una de 10000 Ω , 2 de 1000 Ω en serie n) Una de 10000 Ω ,

,3 de 1000 Ω en serie. Pueden hacerse otras combinaciones de las aquí especificadas.

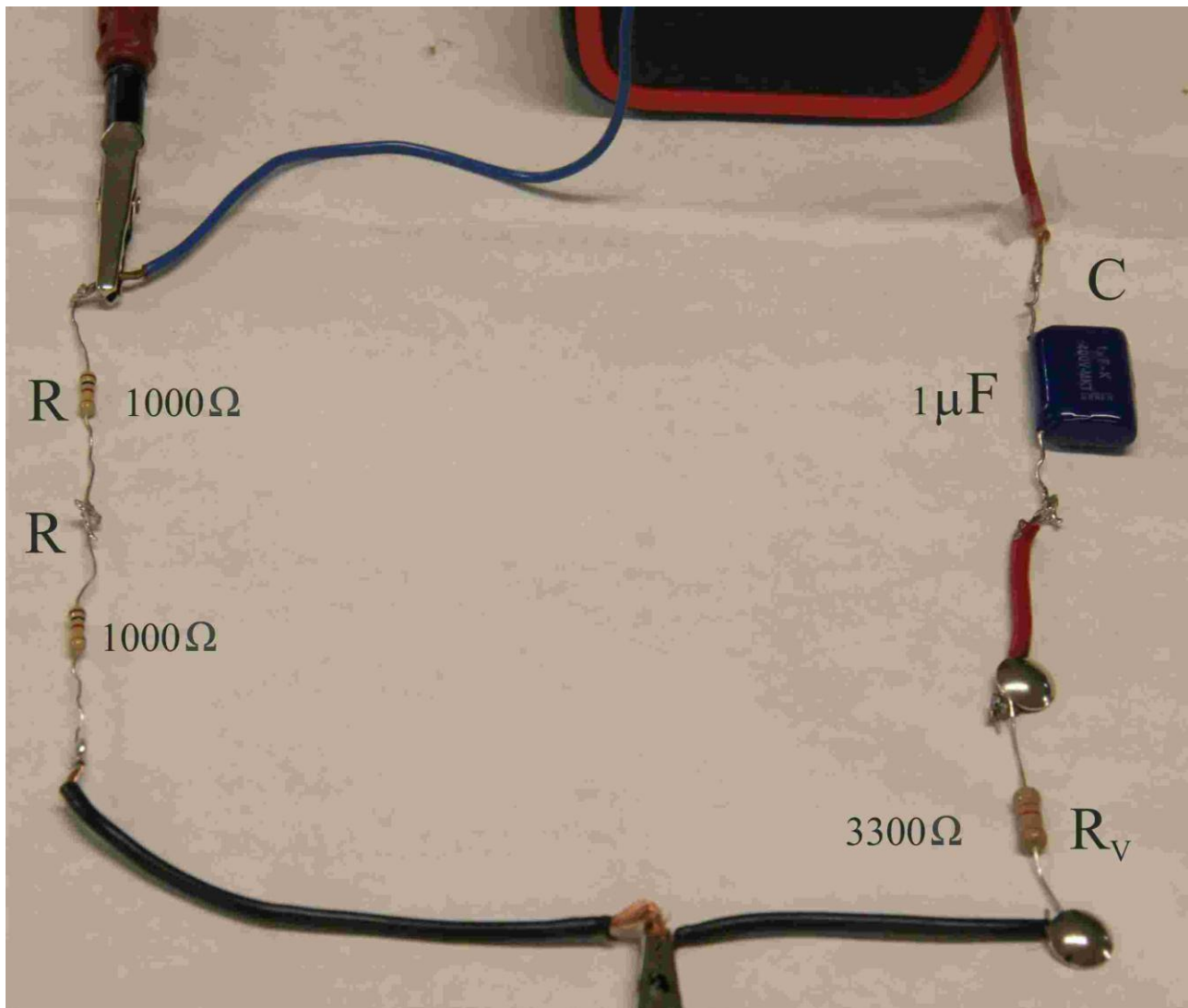
No utilizamos en la experiencia una resistencia variable sino que R_v varía por combinación de resistencias comerciales.

Con uno de los polímetros mida la resistencia de cada combinación y anote sus valores en la tabla I

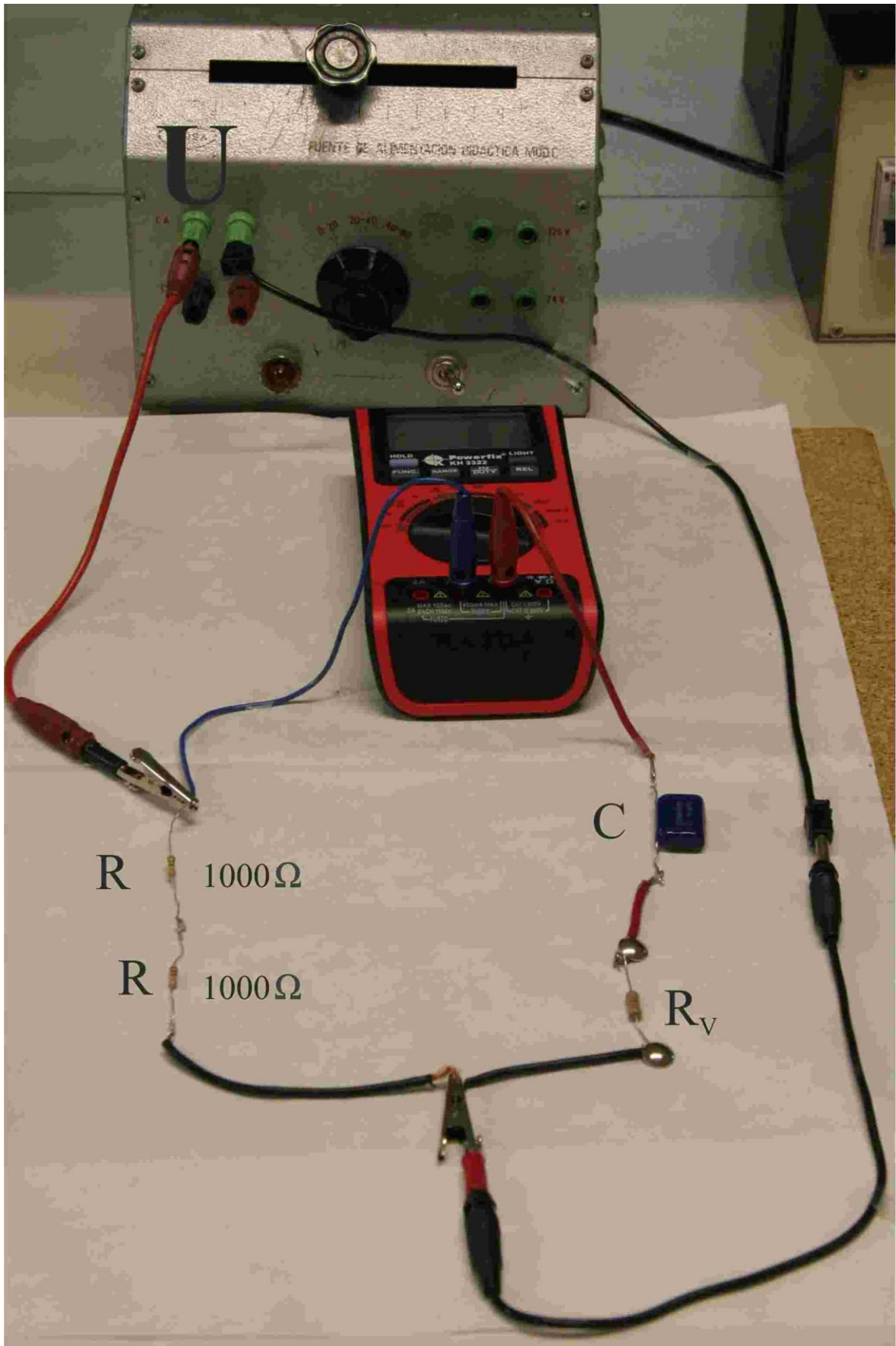
Tabla I

Valor real en Ω								
Valor real en Ω								

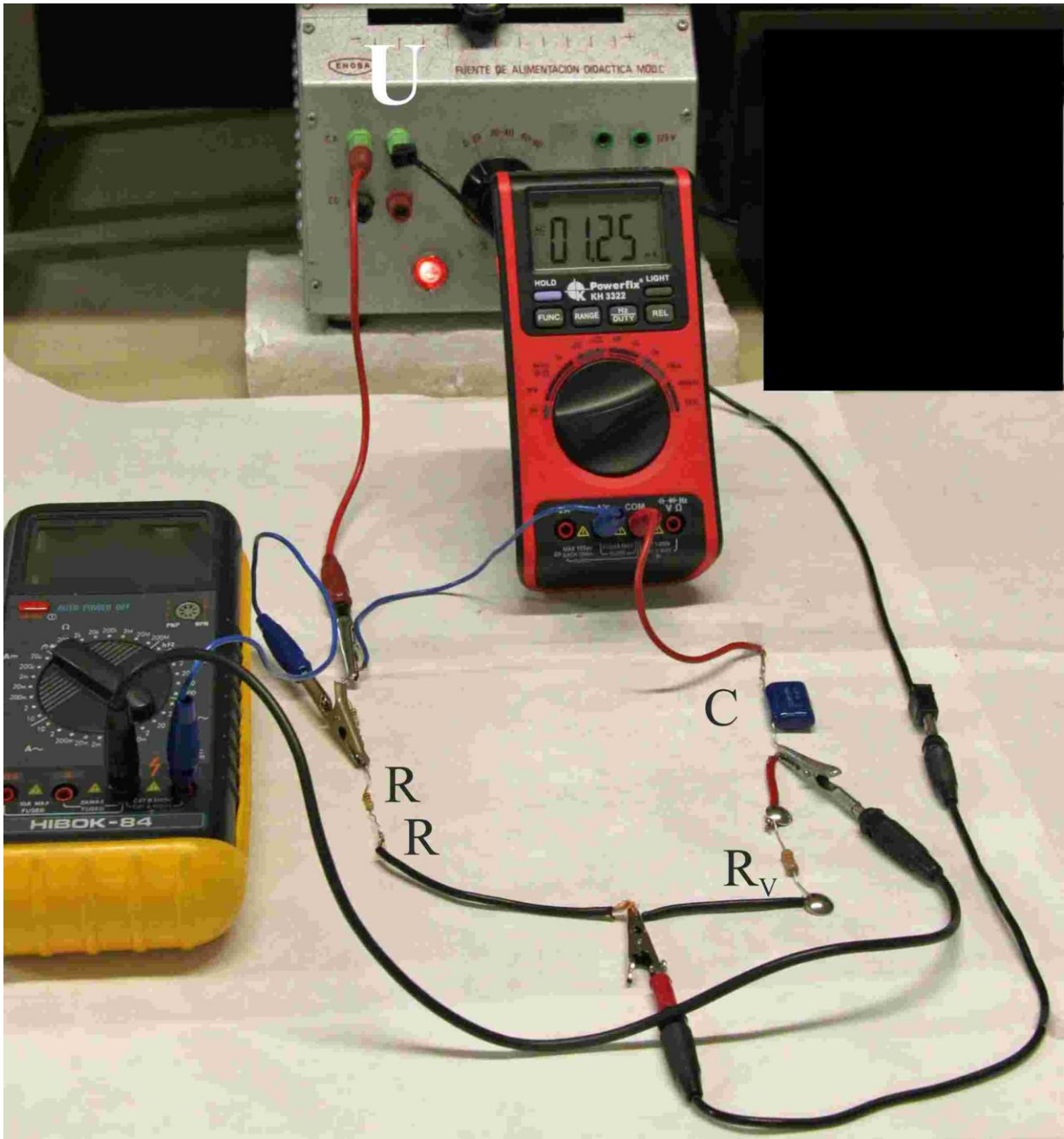
2) Monte un circuito como el del esquema. En las fotografías 1,2 y 3 tiene una referencia del circuito real. Si dispone de dos polímetros uno va unido directamente a la fuente de alimentación. Si solo dispone de uno, mida y anote el valor de salida de la fuente de CA y no cambie su salida., de vez en cuando mida esa tensión de salida.



Fotografía 1.- En esta fotografía se muestra una parte del circuito. A la izquierda y en serie las dos resistencias iguales que son de 1000Ω nominales cada una. A la derecha está el condensador de $1 \mu F$ nominal y una resistencia de 3300Ω nominales.



Fotografía 2.- Una visión del circuito real aunque no completo. Respecto de la fotografía 1 ahora se ve la colocación del amperímetro y la conexión del circuito a la fuente de alimentación que está apagada.



Fotografía 3.- Circuito real completo. Respecto de la fotografía 2 se ha colocado el voltímetro. El voltaje U de salida de la fuente se ha medido cada vez que se cambiaba el valor de R_v .

Coloque sucesivamente las resistencias variables midiendo en cada caso el voltaje y la intensidad de corriente. Es importante que la salida de la fuente de CA sea siempre la misma. Complete la tabla II

Tabla II

R _v /Ω, real								
R _v /Ω, real								
I _C /mA								
I _C /mA								
V/V								
V/V								
I _C /A								
I _C /A								
U ² /I _C ²								
U ² /I _C ²								

Con los datos de la tabla II, represente en el eje de abscisas R_v^2 y en el de ordenadas U^2/I_C^2 , I_C en amperios. Calcule el valor de la capacidad del condensador

3) Con la capacidad nominal del condensador (1 μF) y los distintos valores de R_v debe confeccionar la tabla III. La finalidad de la misma es determinar la potencia absorbida por la rama del condensador y la resistencia variable

Tabla III

R _v /k Ω,								
R _v /k Ω,								
Z ₂								
Z ₂								
tag θ								
tag θ								
θ/°								
θ/°								
cos θ								
cos θ								
I _{eficaz} /A								
I _{eficaz} /A								
U _{eficaz} /V								
U _{eficaz} /V								
Potencia/W								
Potencia/W								

Dibuje la gráfica potencia (eje Y) frente a resistencia variable en kΩ (eje X).

4) Dibuje la gráfica del ángulo que forma Z₂ con R_v en función de la resistencia variable.

5) Calcule \bar{I}_C ; \bar{V}_C ; \bar{V}_{RV} , para dos R_V cuyos valores nominales sean respectivamente $3300+1000 \Omega$ y 2 de $3300+1000 \Omega$, utilizando los valores reales de estas asociaciones. Para ello emplee las siguientes ecuaciones

$$\bar{I}_C = \frac{\bar{U}/0^\circ}{\bar{Z}_2} ; \quad \bar{V}_C = \bar{I}_C \cdot \bar{X}_C ; \quad \bar{V}_{RV} = \bar{I}_C R_V$$

$$\bar{Z}_2 = R_V - 3180j \Rightarrow \bar{Z}_2 = \sqrt{R_V^2 + 3180^2} // \text{tag}\theta = -\frac{3180}{R_V} ; \bar{X}_C = -3180j$$

Con los datos obtenidos construya los diagramas correspondientes similares al que aparece en el apartado fundamento teórico.