

# ***Circuito serie RC más circuito paralelo RC***

## ***Introducción***

En este experimento se monta un circuito con dos resistencias iguales y dos condensadores iguales, formando un circuito serie y uno paralelo, tal como indica el esquema de la figura 1 y las fotografías 1 y 2. Se miden las diferencias de potencial a la salida del transformador y en los extremos del circuito serie y paralelo. Se realizan los cálculos teóricos sobre esas diferencias de potencial las cuales se miden empleando multímetros baratos

## ***Finalidad del experimento***

- Determinar teóricamente la relación entre las diferencias de potencial entre las dos asociaciones de impedancias, una en serie y otra en paralelo, designadas como  $U_s$  y  $U_p$  respectivamente.
- Posteriormente se comparan los valores calculados teóricamente con los experimentales.

## ***Material***

Un juego de resistencias entre  $500 \Omega$  y  $10000 \Omega$ .  
Dos condensadores no electrolíticos de capacidad nominal  $1 \mu\text{F}$   
Dos multímetros  
Un transformador reductor de 220 V a 13 V o similar.  
Cables de conexión

El esquema del montaje es el de la figura 1. .

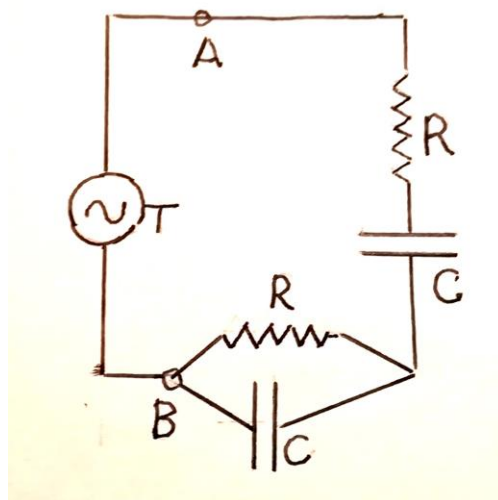
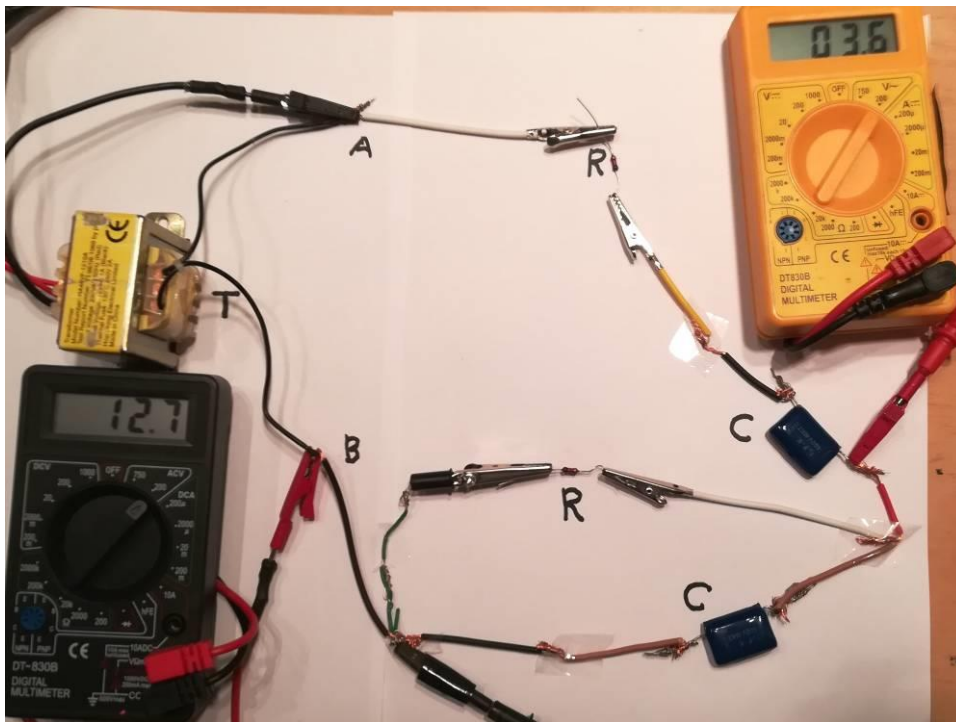
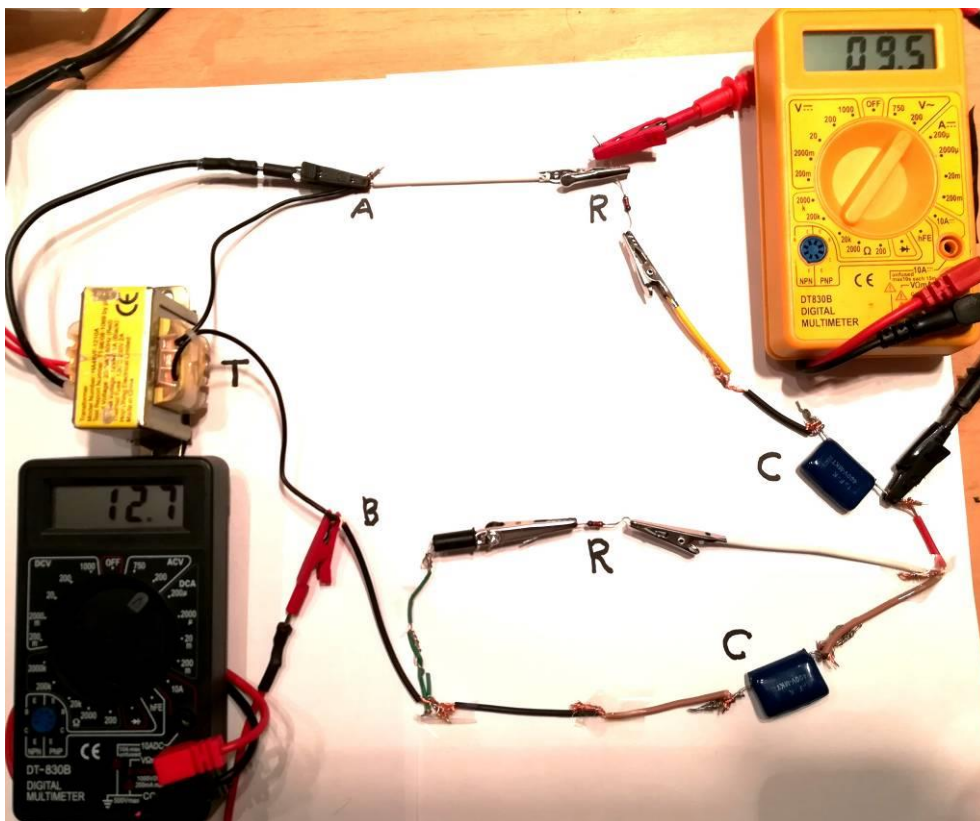


Fig. 1

*T* representa el transformador reductor. *C* los dos condensadores de  $1 \mu\text{F}$  que se mantienen fijos durante el experimento. *R* son dos resistencias iguales (o muy parecidas), las cuales se cambian a lo largo del experimento. Se mide la diferencia de potencias  $U_s$  en el circuito serie y en el circuito paralelo  $U_p$  y además la caída de tensión  $U$  a la salida del transformador.



Fotografía 1. T es el transformador reductor. Entre sus extremos de salida (AB) está dispuesto un multímetro como voltímetro (color negro) para medir la diferencia de potencial  $U$  del transformador. El otro multímetro mide la diferencia de potencial  $U_p$  entre los extremos del circuito paralelo.



Fotografía 2.-El voltímetro de color negro está midiendo lo mismo que en la fotografía 1. El otro voltímetro esta midiendo la diferencia de potencial entre los extremos del circuito serie  $U_s$

## Fundamento teórico

La impedancia del circuito serie de la figura 1 es:

$$Z_s = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2} = \frac{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}{C\omega}$$

La impedancia del circuito paralelo debe escribirse en forma compleja para asociarlas y hallar la impedancia equivalente.

$$Z_R = R \quad ; \quad Z_C = -\frac{1}{C\omega}j \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{Z_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{-\frac{1}{C\omega}j} = \frac{1}{R} - \frac{C\omega}{j} = \frac{-C\omega R + j}{Rj}$$

$$Z_p = \frac{Rj}{-C\omega R + j} = \frac{Rj(-C\omega R - j)}{(-C\omega R + j)(-C\omega R - j)} = \frac{-Rj^2 - C^2\omega^2 R^2 j^2}{1 + C^2\omega^2 R^2} \Rightarrow$$

$$Z_p = \sqrt{\frac{R^2}{(1 + C^2\omega^2 R^2)^2} + \frac{C^2\omega^2 R^4}{(1 + C^2\omega^2 R^2)^2}} \quad Z_p = \sqrt{\frac{R^2(1 + C^2\omega^2 R^2)}{(1 + C^2\omega^2 R^2)^2}} = \frac{R}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}$$

La intensidad  $I$  del circuito

$$I = \frac{U}{Z_s + Z_p} = \frac{U}{\frac{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}{C\omega} + \frac{R}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}} = \frac{U_s}{\frac{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}{C\omega}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{U}{U_s} = \frac{\frac{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}{C\omega} + \frac{R}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}}{\frac{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}{C\omega}} = 1 + \frac{R}{\frac{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}{C\omega}} = 1 + \frac{RC\omega}{1 + (RC\omega)^2} \quad (1)$$

$$\frac{U}{U_p} = \frac{\frac{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}{C\omega} + \frac{R}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}}{\frac{R}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}} = 1 + \frac{\frac{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}{C\omega}}{\frac{R}{\sqrt{1 + (RC\omega)^2}}} = 1 + \frac{1 + (RC\omega)^2}{RC\omega} \quad (2)$$

$$\frac{U}{U_p} = \frac{U_s}{U_p} = \frac{1 + \frac{1 + (RC\omega)^2}{RC\omega}}{1 + \frac{RC\omega}{1 + (RC\omega)^2}} = \frac{RC\omega + 1 + (RC\omega)^2}{RC\omega} = \frac{[1 + (RC\omega)^2][RC\omega + 1 + (RC\omega)^2]}{[RC\omega][1 + (RC\omega)^2 + RC\omega]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{U_s}{U_p} = \frac{1 + (RC\omega)^2}{RC\omega} \quad (3)$$

### Procedimiento

a) Prepare un juego de resistencias a partir de unos 500 Ω hasta unos 10000 Ω.. Mida las resistencias con el multímetro y anote sus valores en la tabla I. Cada vez que haga una medida ha de colocar dos resistencias iguales o al menos que difieran muy poco entre sí.

b) Monte el circuito de la figura 1 y coloque las dos R más pequeñas. El voltímetro situado a la salida del transformador permanece en ese lugar durante todo el experimento. El otro voltímetro lo coloca entre los extremos del circuito serie y medirá el valor de  $U_s$ . A continuación lo cambia para medir la diferencia de potencial entre los extremos del circuito en paralelo  $U_p$ .

Cambie el par de resistencias por las siguientes en valor y opere de la misma forma que lo ha hecho en el apartado anterior. Siguiendo el procedimiento se obtendrá una tabla de valores de R , U ,  $U_s$  y  $U_p$ .

Tabla I

$R_1/\Omega$							
$R_2/$							
$R_m = \frac{R_1 + R_2}{2}$							
U /V							
$U_s/V$							
$U_p/V$							
$U/U_p$							
$U_s/U_p$							

c) Calcule con la ecuación (2) los valores teóricos de  $\frac{U}{U_p}$ , para ello considere el valor de la capacidad de los condensadores sus valores nominales, esto es,  $C= 1 \mu F$  y  $\omega = 2\pi f$ . En nuestro solucionario  $f = 50$  Hz.

d) Represente en una misma gráfica los valores teóricos de  $\frac{U}{U_p}$  frente a R y los experimentales  $\frac{U}{U_p}$  de la tabla I frente a  $R_m$ .

e) Calcule con la ecuación (3) los valores teóricos de  $\frac{U_s}{U_p}$ , para ello considere el valor de la capacidad de los condensadores sus valores nominales, esto es,  $C=1\ \mu\text{F}$  y  $\omega=2\pi f$ . En nuestro solucionario  $f=50\ \text{Hz}$ .

f) Represente en una misma gráfica los valores teóricos de  $\frac{U_s}{U_p}$  frente a  $R$  y los experimentales  $\frac{U_s}{U_p}$  de la tabla I frente a  $R_m$ .