

PRACTICA - 15

CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR

I - Finalidades

- 1.- Estudiar las características de carga y descarga de un circuito RC y la temporización implicada en el fenómeno.
- 2.- Estudiar la constante de tiempo de un circuito RC.

II - Material necesario

1	Panel universal de conexión P-110	Nº _____
1	Fuente de alimentación: Tensión continua variable, 0 - 200 V	
1	Multímetro electrónico digital	Nº _____
1	Multímetro electrónico analógico	Nº _____
1	Osciloscopio	Nº _____
1	Oscilador de onda cuadrada	Nº _____
1	Resistencia carbón	1 M Ω , 2 W
1	Potenciómetro de 1 M Ω	
1	Condensador poliéster,	0'01 μ F, 400 V
1	Condensador poliéster,	1 μ F, 400 V
1	Interruptor a bola	
3	Puentes P-442	
1	Puentes P-322	
1	Cable, 600 mm, color rojo	
1	Cable, 600 mm, color negro	
1	Cronómetro	

III - Generalidades

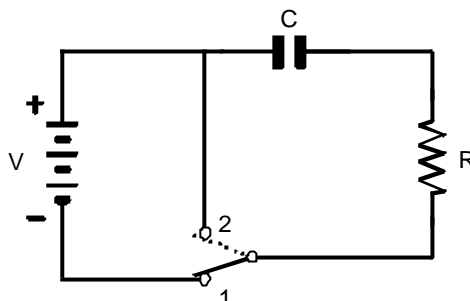
Tanto los circuitos capacitivos como los inductivos presentan una inercia eléctrica. Dicho de otra manera, para cargar un condensador se requiere un tiempo determinado, lo mismo que para que una bobina almacene una determinada energía es necesario que transcurra unos breves instantes.

Aunque estos tiempos son muy pequeños, estudiándolos convenientemente, podremos utilizarlos para controlar determinadas operaciones que deben producirse con ciertos retrasos.

Un condensador produce un efecto opuesto al de una inductancia. El condensador permite el paso de una corriente sólo cuando tiene lugar una variación en la tensión presente entre sus bornes.

Cuando se conecta un condensador a una batería la corriente que se manifiesta en el primer instante tiene la máxima intensidad, pues el condensador no contiene ninguna carga que se oponga al potencial de la fuente.

Examinemos ahora el circuito serie que muestra la figura:



Cuando el conmutador se halla en la posición "2" las cargas de las armaduras del condensador son neutras entre si, el condensador está descargado y la tensión que hay entre sus bornes es igual a cero.

En cambio cuando se lleva el conmutador a la posición "1", el condensador empieza a cargarse.

La reactancia (o resistencia total) que opone el condensador en el primer instante es tan pequeña que prácticamente constituye un cortocircuito y toda la tensión de la fuente quedará aplicada a la resistencia conectada en serie. Dado que la resistencia es la única oposición que se ofrece al paso de la corriente, ésta alcanzará inmediatamente el valor:

$$I = \frac{V}{R}$$

Esta intensidad va decreciendo a medida que el condensador se carga, de modo que la caída de la resistencia viene dada en cualquier instante por:

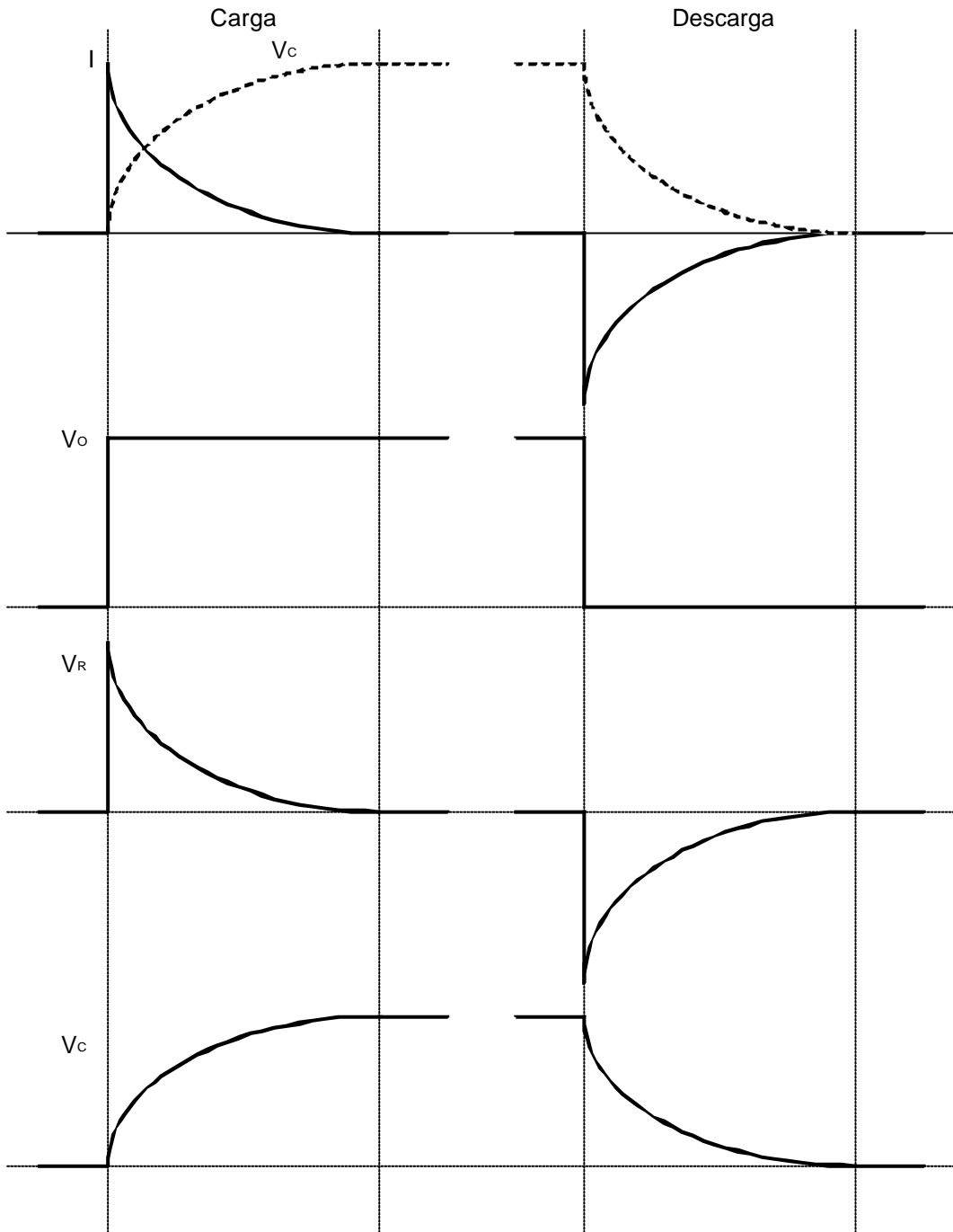
$$V_R = V - V_C \quad I = \frac{V - V_C}{R}$$

siendo V_C la tensión que va apareciendo en C. Cuando esta alcanza finalmente el mismo valor que la tensión de la batería cesa el flujo de corriente.

Por otra parte, de la definición de capacidad de un condensador, como la relación que existe entre la carga que admite y el potencial que adquiere, deducimos $Q = C \cdot V_C$; ahora bien, la carga en este circuito, es función del tiempo, y se demuestra que crece según una ley bien conocida que viene dada por la ecuación:

$$V_C = V \left[1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right]$$

Desde el punto de vista práctico nos interesa estudiar el producto RC que es una constante denominada constante de tiempo, tiene dimensiones de tiempo, midiéndose en segundos. Determina la rapidez con que el condensador alcanza la tensión de alimentación, o lo que es lo mismo, la rapidez de la disminución de la función intensidad.



Aunque teóricamente el condensador no terminaría nunca de alcanzar la carga total o, lo que es igual, V_C no llegaría nunca a igualar a V en la práctica la constante de tiempo indica el tiempo que tarda V_C en alcanzar el 63 % de la tensión de alimentación V .

A continuación situamos el conmutador en la posición "2". El condensador que se ha cargado por completo a una tensión igual a la de la batería, da lugar ahora a una corriente de descarga que circula en sentido contrario a través de la resistencia.

$$V_C = V e^{-\frac{t}{RC}}$$

La corriente de descarga tiene la máxima intensidad en el instante en que el conmutador cierra el circuito: este máximo de corriente tiene la misma entidad que la máxima corriente de carga.

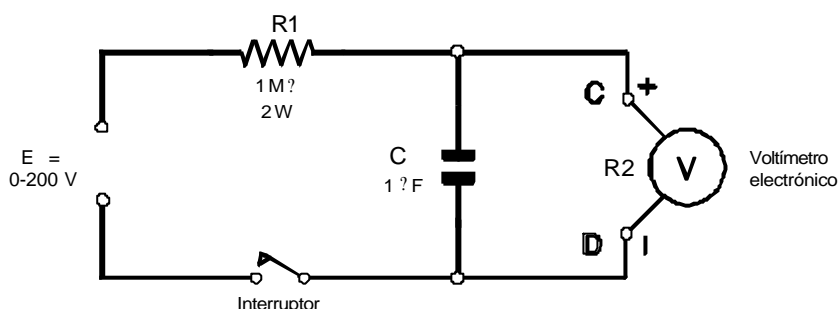
Obsérvese en la gráfica que la corriente de descarga circula en dirección opuesta a la de la corriente de carga; tras el máximo inicial, la intensidad de la corriente disminuye gradualmente hasta la desaparición de la carga.

La forma o desarrollo de la curva de carga es idéntica a la de la curva de descarga y se designa con el nombre de curva exponencial.

La resistencia conectada en serie que aparece en el circuito limita el valor de la máxima intensidad que puede circular. Por ello dicha resistencia constituye un factor de la máxima importancia a efectos del tiempo de carga y descarga del propio condensador.

IV - Procedimiento

- 1.- Conectar el circuito de la figura (lámina 15.1). Mantener el interruptor abierto. Ajustar la tensión a $E=110\text{ V}$. Conectar entre C y D el voltímetro electrónico y el osciloscopio.



- 2.- Cerrar el interruptor y dejar que C se cargue durante 8 segundos a través de la resistencia R. La constante de tiempo será:

$$R \cdot C \approx 1\text{ M}\Omega \cdot 1\ \mu\text{F} \approx 1\text{ seg.}$$

La resistencia interna del voltímetro electrónico y del osciloscopio hay que tenerla en cuenta para obtener la tensión de carga del condensador, por estar dichos instrumentos en paralelo con el condensador. Suponiendo que el voltímetro y el osciloscopio conectados en paralelo, tengan una impedancia de entrada de $11\text{ M}\Omega$ el condensador se habrá cargado a la tensión:

$$V_{CD} \approx R_2 \cdot I \approx R_2 \cdot \frac{E}{R_1 + R_2} \approx \frac{11}{12} \cdot E$$

$$V_{CD} \approx 100\text{ V}$$

En caso de desconocer la resistencia interna del voltímetro y el osciloscopio conectados en paralelo, para calcularla, ajustar la fuente de alimentación hasta que la lectura en el voltímetro sea de 100 V . Medir y anotar la tensión en bornes de la alimentación y calcular el valor de la resistencia por la fórmula:

$$R2 \approx \frac{V_{CD}}{I} \approx \frac{V_{CD}}{\frac{E - V_{CD}}{R1}} \approx \frac{V_{CD} \cdot R1}{E - V_{CD}} \approx \frac{100 \cdot 10^6}{E - 100}$$

$$R2 \approx \frac{100}{E - 100} M\Omega$$

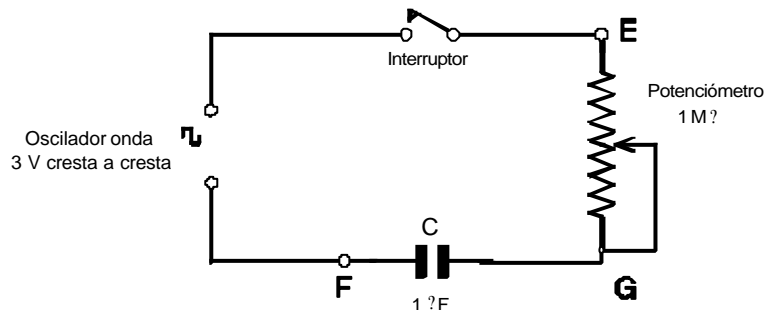
- 3.- Calcular el valor de la constante del circuito RC en la carga del condensador a través de R1 (calculado en el apartado 2).
- 4.- Conectar el voltímetro y el osciloscopio en los bornes de C.
- 5.- Abrir el interruptor. El condensador se descargará a través de la resistencia del voltímetro. Calcular la constante de descarga RC.
- 6.- Con el condensador descargado cerrar el interruptor y volver a cargarlo anotando en la tabla los valores de tiempo y tensión en 4 puntos del proceso de carga.

Carga	1	2	3	4 (RC)
t				
V _{CD}				

- 7.- Con el condensador cargado abrir el interruptor y descargarlo anotando en la tabla los valores de tiempo y tensión en 4 puntos del proceso de carga.

Descarga	1	2	3	4 (RC)
t				
V _{CD}				

- 8.- Representar en papel milimetrado las curvas de la tensión V_{CD} durante los procesos de carga y descarga del condensador, con los datos obtenidos en los apartados 6 y 7.
- 9.- Conectar el siguiente circuito (lámina 15.2). Ajustar el generador de onda cuadrada a 50 Hz y 3 V cresta a cresta. Ajustar el osciloscopio para visualizar dos periodos completos.

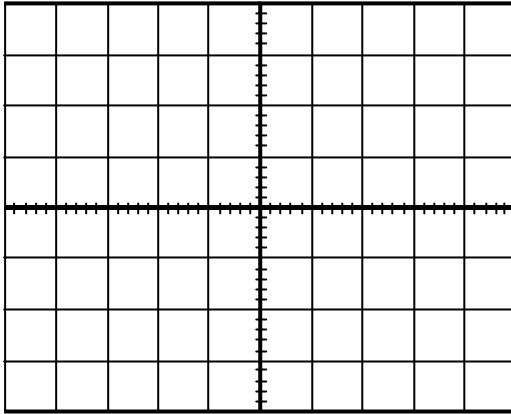


- 10.- Ajustar el potenciómetro a R=170 KΩ. Hacer la medida de resistencia sin tensión para no dañar el polímetro.

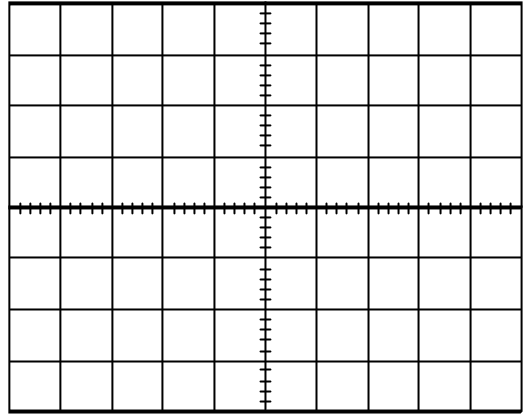
- 11.- Conectar el canal 1 del osciloscopio para medir la tensión en el condensador, entre G y F. Simultáneamente conectar el canal 2 para medir la tensión de la señal de onda cuadrada, entre E y F.
- 12.- Cerrar el interruptor. Observar la forma de onda y anotar su amplitud cresta a cresta para cada una de las siguientes frecuencias del generador de onda cuadrada. Repetir lo mismo para la resistencia.

Frecuencia (Hz)	30	50	100	300	600
V_{EG} (V) Resistencia					
V_{GF} (V) Condensador					

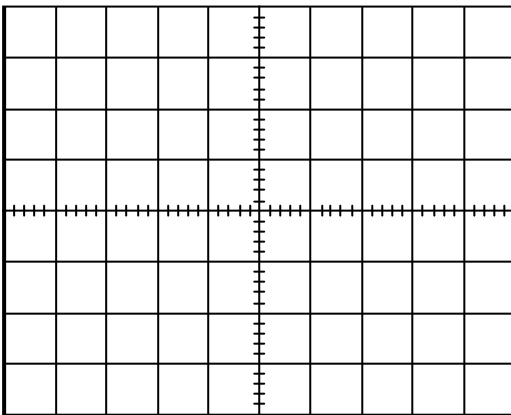
- 12.- Dibujar la forma de onda de la tensión en el condensador para la frecuencia de 50 Hz.
- 13.- Variando el valor de R desde el máximo hasta el mínimo, observar la variación de la forma de onda. Representar las formas de onda entre los terminales de C, para R máximo y R mínimo.



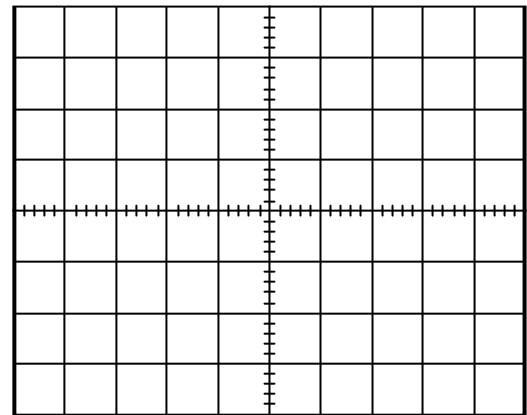
Volts/Div=
Time/Div=



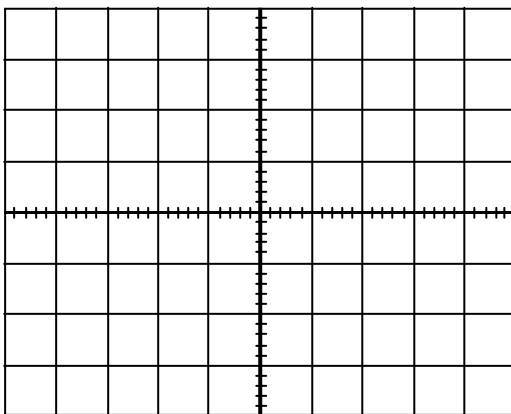
Volts/Div=
Time/Div=



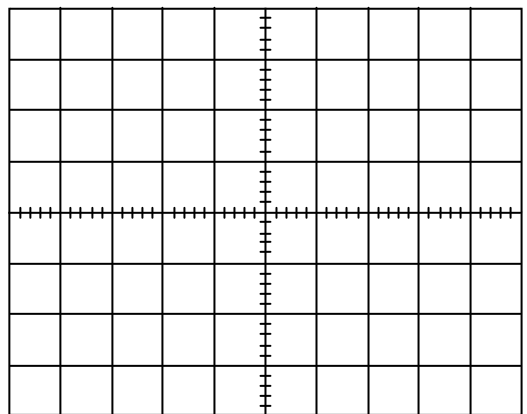
Volts/Div=
Time/Div=



Volts/Div=
Time/Div=



Volts/Div=
Time/Div=



Volts/Div=
Time/Div=

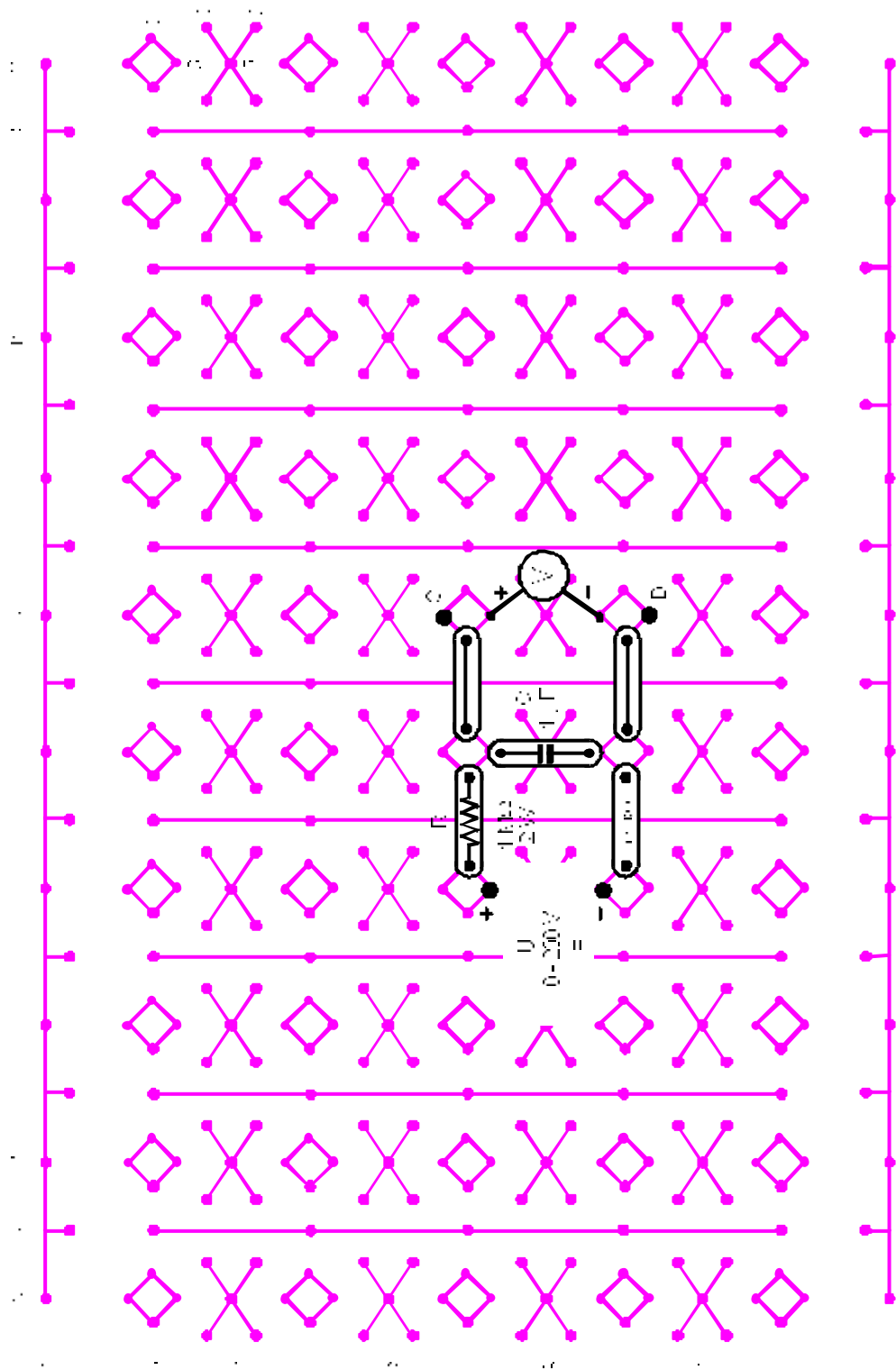


Lámina 15.1

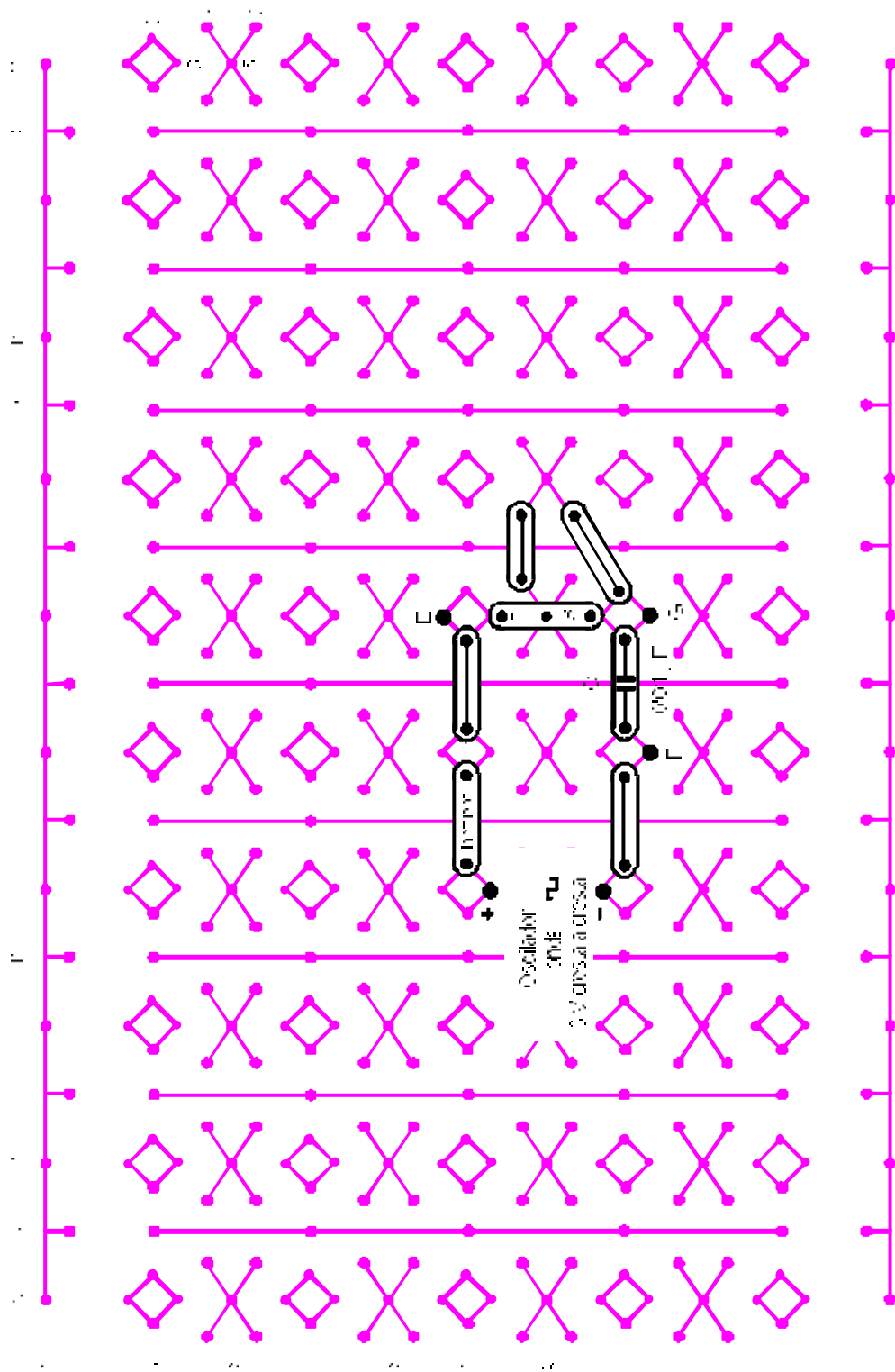


Lámina 15.2