



Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Octubre 1999

HU4U:

*Pile-ups, nodos
y solidaridad*



CAPACÍMETRO DIGITAL.

1.- INTRODUCCIÓN.

El taller del radioaficionado que gusta de construir sus propios equipos debe contar con un mínimo de instrumentos de medida para poder completar el montaje de los equipos y proceder a un ajuste cuidadoso que permita obtener el máximo rendimiento de los circuitos contruidos. Además de un buen juego de herramientas, es preciso disponer de otros instrumentos como pueden ser polímetro, preferentemente digital, generador de señales, frecuencímetro, osciloscopio, etc.

Un equipo muy necesario, por no decir imprescindible, para el diseño y construcción de circuitos donde intervengan capacidades, es un capacímetro. Con él podremos comprobar el estado de cualquier condensador así como conocer el valor de su capacidad. A menudo se dispone de un conjunto de condensadores procedentes del desmontaje de otros circuitos y es interesante conocer su estado y el valor de su capacidad para desechar los que no estén en buenas condiciones y clasificar los que estén bien para su aprovechamiento para otros montajes.

En el caso de los condensadores variables, el capacímetro nos dará una indicación precisa de los valores máximo y mínimo de su capacidad.

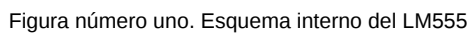
Las aplicaciones de un capacímetro pueden ser muy variadas. Además de poder medir la capacidad de un condensador, podremos determinar, mediante un método indirecto, el valor de una inductancia. Un generador o un medidor por mínimo de rejilla, así como un frecuencímetro para la determinación de la frecuencia de resonancia, serán elementos imprescindibles. Mediante la fórmula de la frecuencia de resonancia de un circuito LC y conociendo el valor de la capacidad, que podremos determinar con nuestro capacímetro, podremos determinar sin ningún problema el valor de la inductancia del circuito resonante.

El precio de los capacímetros digitales ha ido descendiendo y hoy en día se pueden adquirir por un precio bastante asequible. No obstante, para aquellos radioaficionados que no quieren gastar varios miles de pesetas y que además gustan de construir sus propios equipos, se propone el montaje de un capacímetro digital muy sencillo, que nos va a permitir la medida de capacidades entre unos pocos picofaradios y varios cientos de microfaradios, cubriendo así la mayoría de los valores de capacidad más usuales.

En esencia se trata de un oscilador cuya frecuencia viene determinada por la capacidad a medir. Conectando este oscilador a un frecuencímetro dispuesto para la medida de periodos, podremos ver directamente la capacidad del condensador bajo prueba en el display del frecuencímetro.

El oscilador utiliza un circuito integrado LM555, que es un modelo muy conocido. Pueden variar las dos primeras letras de su denominación, dependiendo del fabricante. NE555, LM555, SE555, CA555, XR555, etc. son siglas del mismo circuito integrado. Este integrado se utiliza mucho en

2.- DESCRIPCIÓN.



A continuación se indica, de manera breve, la función de cada una de las patillas del integrado.

Esta patilla se conectará al negativo de alimentación, es decir a masa.

La patilla número 2 está conectada a la entrada inversora del comparador número dos. Debido al divisor formado por las resistencias internas R1, R2 y R3, en la entrada no inversora de este comparador aparece una tensión que es un tercio de la de alimentación. En el caso de una alimentación de 12 voltios, en la entrada no inversora del comparador número dos tendremos una tensión de 4 voltios, por lo que si la tensión en la patilla número 2 desciende por debajo de esta tensión de 4 voltios, en la salida del comparador tenemos una tensión positiva que hace bascular el biestable apareciendo una tensión positiva en la salida, patilla número 3.

De esta patilla tomaremos la tensión de salida, Normalmente irá conectada al positivo de alimentación a través de una resistencia de 1000 ohm.

Mediante esta patilla se “resetea” el biestable. Si no se utiliza se conectará permanentemente al positivo de alimentación.

CONTROL. Patilla número 5.

Esta patilla está conectada a la entrada inversora del comparador número uno. Sirve para variar las tensiones de comparación de los comparadores uno y dos. Si no se utiliza, se conectará a masa a través de un condensador de 10 nF.

UMBRAL. Patilla número 6.

Esta patilla está conectada a la entrada no inversora del comparador número uno. Como en la patilla número 5 tenemos dos tercios de la tensión de alimentación, (8 voltios para 12 voltios de alimentación), cuando la tensión en esta patilla número 6 supere estos 8 voltios, el comparador bascula apareciendo una tensión positiva en su salida, tensión que aplicada a la entrada “reset” del biestable hace que en la patilla número 3 la tensión descienda hacia cero voltios.

DESCARGA. Patilla número 7.

Esta patilla está conectada al colector de un transistor cuya base está conectada internamente a la salida del biestable. Sirve para descargar un eventual condensador conectado a las patillas 2 ó 6.

ALIMENTACIÓN. Patilla número 8.

Esta patilla se conectará al positivo de alimentación que no deberá superar los 15 voltios.

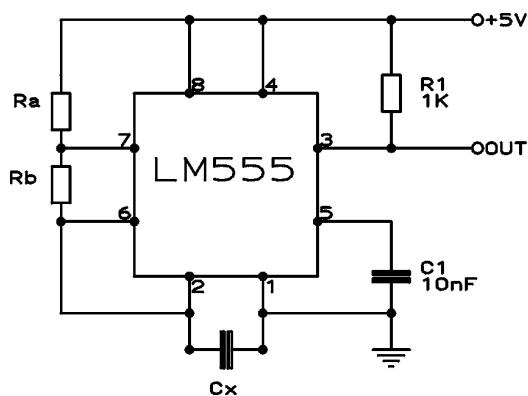


Figura número dos. Multivibrador astable.

En la figura número dos tenemos el esquema del integrado LM555 conectado como multivibrador astable, con las patillas número 2 y número 6 unidas. En esta configuración, el integrado se dispara a si mismo y por tanto genera una oscilación continua. El condensador Cx se carga a través de Ra y Rb hasta que su tensión supera los dos tercios de la tensión de alimentación. En este momento el biestable bascula y en su salida aparece una tensión alta, que aplicada a la base del transistor Q1

hace que este conduzca, iniciando la descarga del condensador Cx. Cuando su tensión desciende por debajo de un tercio de la de alimentación, el comparador número dos bascula, haciendo que la salida del biestable quede a cero voltios, cortando la conducción del transistor Q1 y reiniciando la carga del condensador Cx. Este proceso se repetirá indefinidamente.

El periodo de ésta oscilación viene determinado por la siguiente fórmula:

$$T = 0,7(Ra + 2Rb)Cx$$

Si C_x es el condensador que queremos medir, como R_a y R_b son de valor fijo, el período resulta ser proporcional al condensador C_x . Si R_a y R_b se eligen adecuadamente la lectura de la capacidad puede hacerse en picofaradios o nanofaradios.

Si, por ejemplo, ajustamos el periodómetro para lecturas de milisegundos, una lectura de 1000, es decir un segundo con un condensador de 1 microfaradios nos dará un valor para R_a de 1M y para R_b de 220K. Para condensadores más grandes será conveniente elegir valores para R_a y R_b mil veces más pequeños para que la resistencia de fugas de los electrolíticos no afecte a la precisión de la medida.

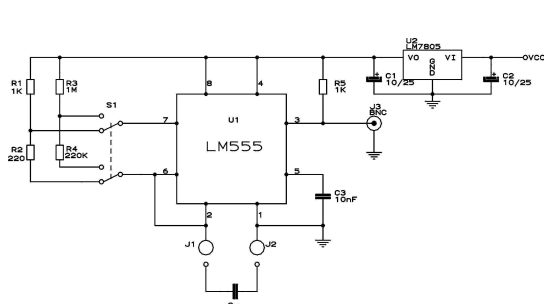


Figura número tres. Esquema del capacímetro.

En la figura número tres tenemos el esquema definitivo del capacímetro. En las patillas numero 6 y 7 se ha dispuesto un conmutador doble para poder seleccionar dos pares de resistencias con el fin de tener dos márgenes de medida. El primer margen nos permitirá la medida de valores pequeños, hasta unidades de picofaradios, y con el segundo margen podremos medir condensadores de gran capacidad, digamos hasta 1000 microfaradios.

La salida de señal se realiza por la patilla número tres mediante un conector BNC. Mediante un cable coaxial con un conector BNC en cada extremo conectaremos el capacímetro a la entrada del frecuencímetro.

La alimentación del LM555, que es de cinco voltios, está estabilizada mediante un circuito regulador LM7805. Este regulador dará una tensión estabilizada de cinco voltios con una tensión de entrada comprendida entre ocho y quince voltios, por lo que será posible alimentar el circuito con cualquier tensión comprendida entre estos márgenes. La intensidad de la corriente consumida por el integrado LM555 estará alrededor de 10 – 15 miliamperios.

El condensador a medir se conectará a los terminales marcados J1 y J2. Como siempre hay una capacidad parásita del circuito, el capacímetro nos dará una lectura de esta capacidad, sin ningún condensador conectado en los terminales J1 y J2. Cuando conectemos el condensador a medir en estos terminales, habrá que restar el valor de la capacidad parásita de la lectura obtenida, para tener el valor del condensador bajo prueba.

3.- CONSTRUCCIÓN

Para la construcción del capacímetro se puede utilizar circuito impreso perforado para prototipos, ya que las frecuencias utilizadas son muy bajas. No obstante será posiblemente mejor utilizar un circuito impreso, cuyo diseño se

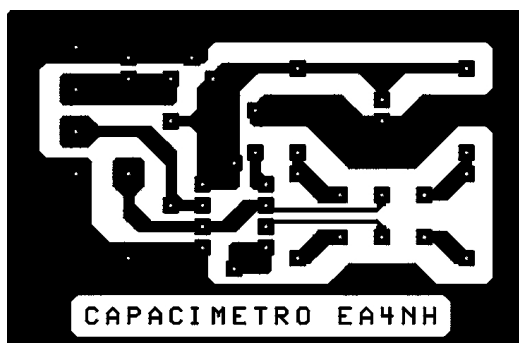
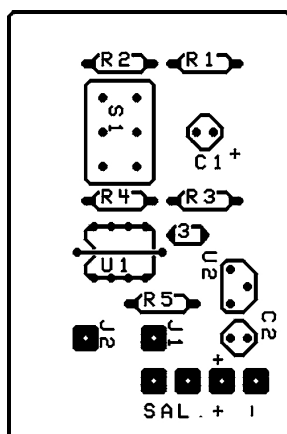


Figura número cuatro. Circuito impreso.

puede ver en la figura número cuatro. En la figura número cinco se observa la disposición de los componentes sobre la placa de circuito impreso.

Los componentes necesarios para la construcción del capacímetro son los siguientes:

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
R1	1 K Ω w
R2	220 Ω w
R3	1 M Ω w
R4	220 K Ω w
R5	1 K Ω w
C1	10 μ F / 25 V
C2	10 μ F / 25 V
C3	10 nF cerámico
U1	LM555
U2	LM78L05
S1	Conmutador doble
J1	Hembrilla roja
J2	Hembrilla negra
J3	Conector BNC macho
DOS	Pasachasis
UNA	Caja Retex RM-02
UN METRO	Cable blindado
UN METRO	Cable Rojo-Negro



Para la soldadura de los distintos componentes utilizaremos un soldador de punta fina, y estaño con alma de resina de buena calidad. No es recomendable la utilización de pastas de soldar por los residuos que dejan. Comenzaremos soldando las resistencias y condensadores. También es preciso realizar un puente con un trozo de hilo desnudo debajo del integrado U1. La posición de este puente viene claramente indicada en la figura número cinco.

El circuito integrado LM555 se puede soldar directamente al circuito impreso, aunque será preferible utilizar un zócalo que nos permitirá la sustitución fácil

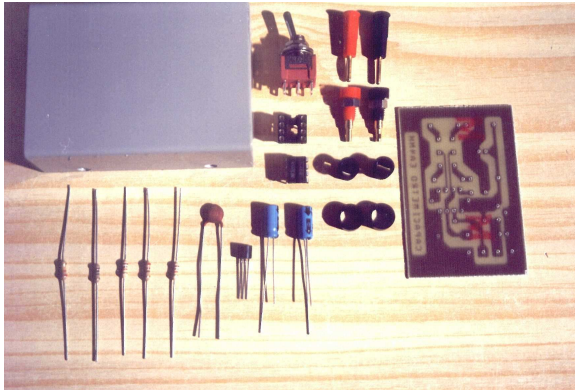


Figura número seis. Componentes para montar.

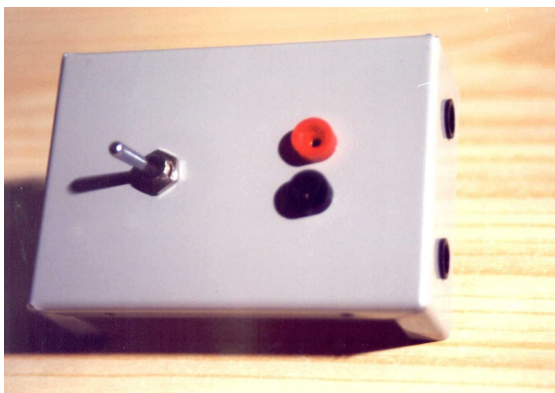


Figura número siete. Mecanización de la caja.

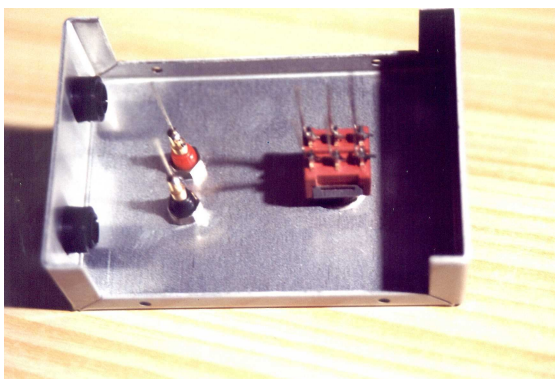


Figura número ocho. Conmutador, hembrillas, pasachasis.

del integrado en caso de avería.

La figura número seis nos muestra los componentes del capacímetro preparados para su colocación en el circuito impreso.

Soldaremos todos los componentes, excepto el conmutador doble y las dos hembrillas de conexión del condensador bajo prueba.

A continuación procederemos al mecanizado de la caja. Daremos cinco taladros, uno para el conmutador doble, dos para las hembrillas y otros dos en el lateral para los pasachasis de salida del cable coaxial y el cable rojo-negro de alimentación. Las figuras número siete y ocho nos muestran la caja mecanizada y con los componentes anteriormente citados colocados en sus respectivos taladros.

La figura número nueve indica las posiciones de los taladros que hay que realizar en la caja. Una vez colocados el conmutador y las hembrillas, soldaremos en sus terminales unos trozos de hilo desnudo sobre los que posteriormente soldaremos el circuito impreso con los componentes colocados. Estos hilos desnudos se pueden apreciar en la figura número ocho.

Por los pasachasis colocados en el lateral de la caja pasaremos el cable coaxial que llevará la señal del capacímetro hasta el frecuencímetro y el cable rojo negro de alimentación. Los extremos de estos cables irán soldados a los terminales marcados "SAL" y "+ -" que se pueden apreciar en la figura número cinco. En el extremo opuesto del cable coaxial colocaremos un conector BNC macho que es el que conectaremos al frecuencímetro. En el cable rojo-negro colocaremos dos clavijas para su conexión a la fuente de alimentación.

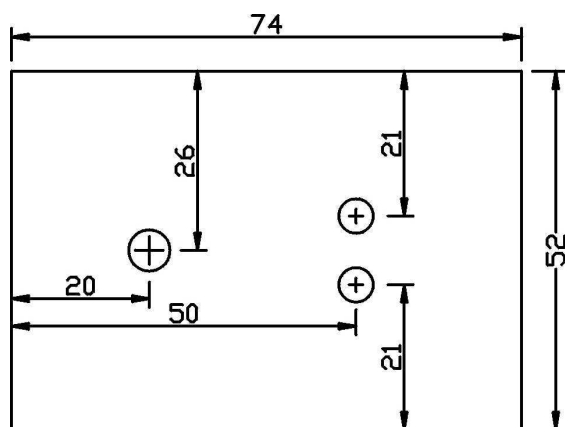


Figura número nueve. Taladros de la caja.

Introduciremos los hilos desnudos del conmutador y las hembrillas por los taladros correspondientes del circuito impreso y empujaremos este hasta que haga tope con los terminales del conmutador. A continuación soldaremos los hilos del conmutador y las hembrillas, procurando que el circuito impreso quede horizontal. Las figuras números diez y once muestran el aspecto interior del capacitmetro una vez soldado el circuito impreso.

4.- OPERACIÓN.



Figura número diez. Aspecto del interior.

Una vez completado el montaje del capacitmetro procederemos a su puesta en marcha. Para ello conectaremos el conector BNC al frecuencímetro y el cable rojo-negro a la fuente de alimentación de doce voltios. Daremos tensión a capacitmetro y colocaremos el frecuencímetro para medir periodos en la escala de milisegundos. Con el conmutador del capacitmetro en la una lectura, que en el prototipo es de 30 picofaradios. Esta es la capacidad parásita que hay que restar de la lectura para obtener el valor del condensador. Si colocamos un condensador de, por ejemplo, 100 picofaradios en las hembrillas, la lectura será de 130 en el frecuencímetro.

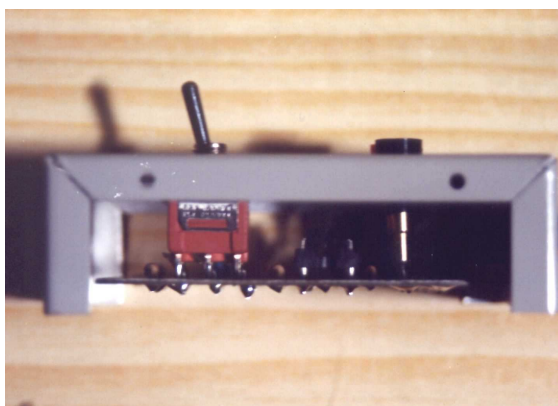


Figura número once. Aspecto del interior.

En la posición correspondiente a los nanofaradios también aparecerá una lectura inicial que habrá que restar para obtener el valor del condensador.

La precisión del capacitmetro depende del valor de las resistencias R1, R2, R3 y R4. Cuanto más exactas sean estas resistencias mayor precisión tendrá el capacitmetro. Si se dispone de un ohmetro digital, se podrán seleccionar las resistencias cuyo valor más se aproxime al indicado. En cualquier caso, utilizando resistencias sin seleccionar, la precisión es suficiente para el trabajo normal del radioaficionado medio.

5.- RESUMEN.

En el presente artículo se ha propuesto la construcción de un capacímetro para su utilización conjunta con un frecuencímetro. La precisión del montaje es suficiente para el trabajo del radioaficionado y superior a la obtenida con el empleo de otros medios, como puede ser la utilización de "grid dip meter".

La construcción del capacímetro es muy sencilla y su coste muy bajo. Se trata de un pequeño equipo que puede dar grandes servicios en el taller del radioaficionado.

El montaje descrito en el presente artículo no ha sido probado en grandes series y, por tanto, no se tiene certeza de que su funcionamiento sea 100% correcto. Solamente se describe la construcción y el funcionamiento del prototipo.

El autor no se hace responsable de posibles derechos de copia. La información para la realización de este montaje procede de diversas publicaciones, libros, revistas, etc., así como de los propios conocimientos del autor.

El autor no se hace responsable de posibles daños y/o perjuicios causados por la construcción y/o uso de este dispositivo, daños personales o muerte, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, lucro cesante, pérdida total o parcial de datos informáticos o cualquier tipo de daño que se pudiera derivar del montaje y/o uso de este dispositivo.

No se aconseja el uso de este dispositivo en aplicaciones críticas, como son control de maquinaria peligrosa, control de navegación o tráfico, maquinaria de mantenimiento de vida o sistemas cuyo mal funcionamiento pueda provocar causas o efectos anteriormente mencionados. Este dispositivo no es tolerante a fallos.

El autor declina cualquier responsabilidad, ni se hace responsable de no mencionar a los dueños de las posibles patentes que aquí se pudieran reflejar.

El dispositivo descrito en el presente artículo es un montaje experimental, cuyo propósito es el estudio de los diferentes aspectos de la Electrónica, por tanto, no está destinado a su utilización industrial ni para su explotación comercial en cualquiera de sus facetas.

El autor no efectúa ninguna actividad comercial relacionada con este u otros montajes publicados en esta u otras revistas o publicaciones de cualquier tipo.

El presente artículo y todos los publicados hasta el momento en la revista "RADIOAFICIONADOS", están recopilados en un DVD a disposición de quien lo solicite. Se incluyen todos los textos, así como las fotografías, dibujos, gráficos, plantillas de circuitos impresos, etc.

Aunque se ha intentado proporcionar todos los detalles necesarios para la realización del proyecto, es posible que algún aspecto no haya quedado suficientemente desarrollado. Como es natural, con mucho gusto el autor dará cumplida información sobre cualquier detalle no especificado, o cualquier punto en particular que no haya quedado completamente explicado. Buena suerte a todos.

Luis Sánchez Pérez. EA4-NH
Apartado 421, 45080-TOLEDO
Tlf. 606-383-140
Web: www.ea4nh.com
E-mail: ea4nh@ure.es

FIGURA NÚMERO UNO.
ESQUEMA INTERNO DEL LM555.

FIGURA NÚMERO DOS.
MULTIVIBRADOR ASTABLE.

FIGURA NÚMERO TRES.
ESQUEMA DEL CAPACÍMETRO.

FIGURA NÚMERO CUATRO.
DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO.

FIGURA NÚMERO CINCO.
DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES.

FIGURA NÚMERO SEIS.
COMPONENTES DEL CAPACÍMETRO.

FIGURA NÚMERO SIETE.
MECANIZACIÓN DE LA CAJA.

FIGURA NÚMERO OCHO.
CONMUTADOR, HEMBRILLAS, PASACHASIS.

FIGURA NÚMERO NUEVE.
TALADROS DE LA CAJA.

FIGURA NÚMERO DIEZ.
ASPECTO DEL INTERIOR.

FIGURA NÚMERO ONCE.
ASPECTO DEL INTERIOR.