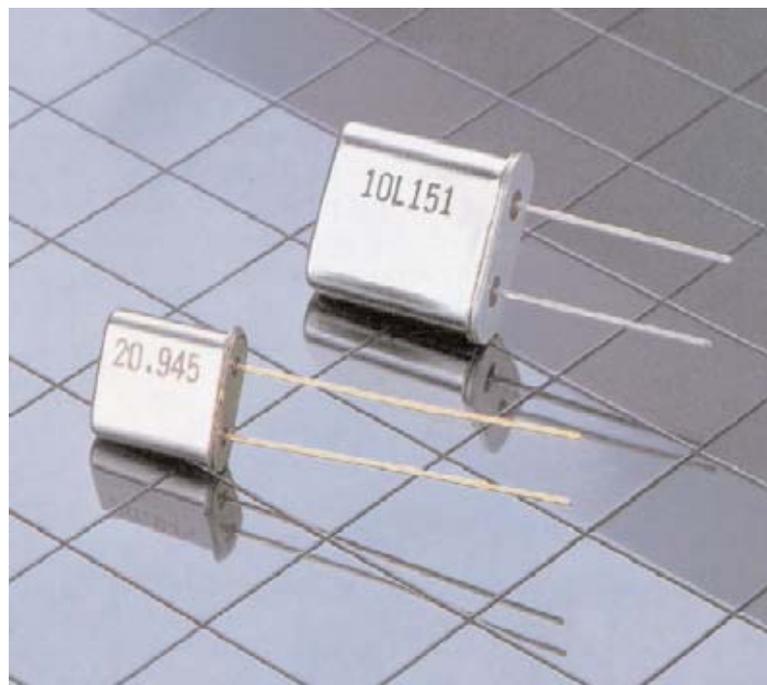


“Somos estudiantes de un Instituto Técnico además de asiduos lectores de **Nueva Electrónica**, en cuyas páginas siempre encontramos artículos interesantes y útiles para aumentar nuestros conocimientos teóricos y nuestra habilidad práctica.

Ya que nuestra ‘sed’ suele venir acompañada de grandes dificultades a menudo nos arriesgamos a realizar montajes experimentales. Precisamente uno de estos montajes nos tiene bastante perdidos.

Hace algún tiempo adquirimos en un mercadillo de electrónica bastantes **cuarzos**. Nos aseguraron que eran eficientes y de elevada precisión.

Algunos de estos cuarzos trabajan con frecuencias **fundamentales** de **4-10-15 MHz**, otros en frecuencias **overtone** de **26-27-80-96 MHz** y otros a **145 MHz**, de los que, conside-



# RESONANCIA PARALELO

rando su difícil localización, hemos adquirido un buen número de ellos.

Antes de pasar a la fase de la experimentación práctica hemos querido profundizar nuestros conocimientos consultando vuestro volumen enciclopédico **Nueva Electrónica HANDBOOK**, en el cual hemos aprendido que la **frecuencia** del cuarzo es la **fundamental** si no supera los **20 MHz**.

Además, que todos los cuarzos cuya **frecuencia** está incluida entre **21 y 75 MHz** están en la categoría de **overtone** en **3ª armónica**, y por lo tanto para conseguir su frecuencia **fundamental** hace falta **dividirla x 3**.

Y ... que los cuarzos cuya **frecuencia** está incluida entre **80 y 100 MHz** oscilan en **overtone 5ª armónica**, por lo tanto para conseguir el valor de su frecuencia **fundamental** hace falta **dividirla x 5**. Por último ... que los cuarzos con frecuencia incluida entre **110 y 280 MHz** oscilan en **overtone 7ª** o en **9ª armónica**.

Así nos hemos preparado para realizar

algunas pruebas, comenzado con insertar en un esquema de **oscilador RF** un **cuarzo** de **15 MHz**.

Utilizando un **frecuencímetro digital** de nuestro **Instituto** hemos medido la **frecuencia** generada leyendo el siguiente valor: **15.005.200 Hz**

La diferencia, de **5.200 Hz**, la hemos considerado una **tolerancia** del cuarzo.

En este mismo **oscilador RF** también hemos insertado un **cuarzo** de **10 MHz** y la frecuencia generada ha resultado de **10.000.300 Hz**

También en este caso los **300 Hz** excedentes los hemos considerado una **tolerancia**.

Estos dos **cuarzos** los hemos instalado en **otro** circuito **oscilador** y hemos obtenido lo siguiente:

- El cuarzo de **15 MHz** genera una **frecuencia menor con respecto** a la del **primer** oscilador, oscila a **14.994.100 Hz**.

- El cuarzo de **10 MHz** oscila a una frecuencia de **9.996.000 Hz**.

Puesto que esta diferencia también la hemos hallado utilizando **cuarzos** oscilando en **overtone** queríamos saber porque todos los **cuarzos** oscilan a **2 frecuencias diferentes** y como proceder para medirlas.

Nuestro profesor nos ha explicado que un **cuarzo** puede ser comparado a un circuito compuesto por una **resistencia**, una **inductancia** y dos **capacidades**, pero ya que el esquema que lo representa (ver Fig.1) no nos ha aclarado el concepto, hemos investigado en **Internet** y nos hemos dirigido a algunos técnicos especializados. Nadie ha sido capaz de darnos una respuesta exhaustiva a nuestro problema.

Además, ya que probando a hacer oscilar cuarzos de **145 MHz** en **5°-7°-9° armónica** no

lo hemos logrado, os los enviamos para que, si es posible, los verifiquéis”.

Esta **carta** la hemos recibido de uno de nuestros más jóvenes lectores. A ellos y a, como nos consta, **muchas más personas**, trataremos de dar respuestas a estas cuestiones sobre la **resonancia** de los **cuarzos**.

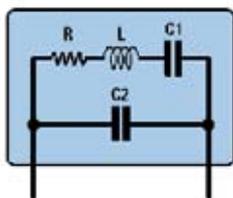
## RESONANCIA SERIE Y PARALELO

No todo el mundo conoce que las **etapas osciladoras** basadas en **cuarzos** se diseñan para trabajar con **resonancia en serie** (ver Fig.2) o con **resonancia en paralelo** (ver Fig.3). Mediante estas **dos resonancias** se obtienen **dos frecuencias diferentes**.

Nuestros lectores cuando instalaron en una etapa osciladora el **cuarzo** de **15 MHz** y luego el **cuarzo** de **10 MHz** generaron una frecuencia de **15.005.200 Hz** y de **10.000.300 Hz**.

# y SERIE de un CUARZO

Haciendo oscilar un cuarzo en resonancia serie o paralelo se obtienen frecuencias diferentes. Con el circuito que aquí proponemos, y con la ayuda de nuestro Generador DDS LX.1645 presentado en la revistas N°255 y N°256, se pueden descubrir con extrema facilidad el valor de estas frecuencias.

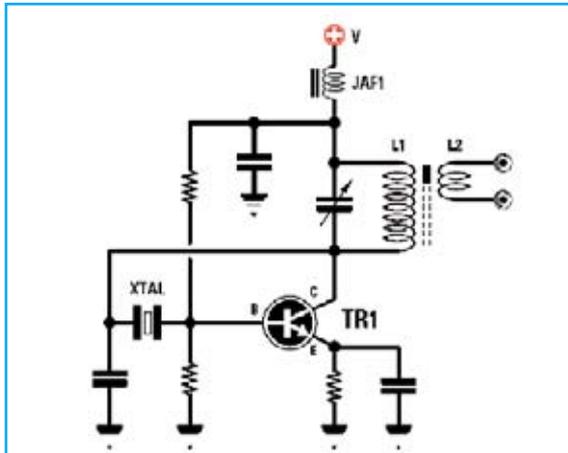


**Fig.1** "Nuestro Profesor nos ha explicado que un cuarzo puede ser comparado a un circuito compuesto por una resistencia, una inductancia y dos capacidades, pero ya que el esquema que lo representa no nos ha aclarado el concepto, hemos investigado en Internet y nos hemos dirigido a algunos técnicos especializados".

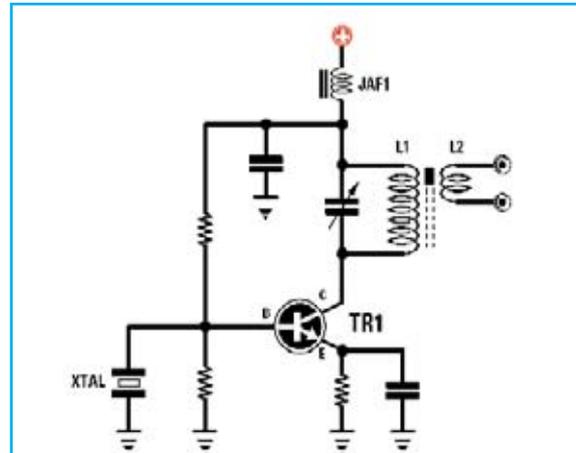
La etapa osciladora utilizada hizo trabajar a estos dos cuarzos en su **resonancia paralelo**.

En cambio utilizando una etapa diferente generaron una frecuencia **menor**: **14.994.100 Hz** y **9.996.000 Hz**. En este caso la etapa osciladora utilizada hizo trabajar a estos dos cuarzos en su **resonancia serie**.

Para conocer las **frecuencias** generadas por el **cuarzo** en su **resonancia serie y paralelo** es preciso disponer de un **Generador VHF de precisión** con una resolución de **centenares o decenas de Hz**, como nuestro **Generador BF-VHF LX.1645** presentado en la revistas **N°255** y **N°256**.



**Fig.2** Conectado un cuarzo entre el Colector y la Base de un transistor NPN el cuarzo oscilará con una frecuencia correspondiente a su resonancia SERIE.



**Fig.3** Conectado el cuarzo entre la Base y masa oscilará con una frecuencia correspondiente a su resonancia PARALELO.

Para medir el valor de la **frecuencia en resonancia paralelo** hay que conectar el **cuarzo** tal como se muestra en las Figs.4-5. Cuando el **téster** señale el valor **máximo** en el display del **Generador DDS** se obtendrá el valor de su frecuencia de sintonía.

En cambio para medir el valor de la **frecuencia en resonancia serie** hay que conectar el **cuarzo** tal como se muestra en las Figs.6-7. Cuando el **téster** señale el valor **máximo** en el display del **Generador DDS** se obtendrá el valor de su frecuencia de sintonía.

Llegado este punto es necesario precisar que la diferencia entre la **resonancia paralelo** y la **resonancia serie** viene determinado por la **reactancia**.

En una **resonancia paralelo** el valor del **reactancia** está en torno a **10.000-15.000 ohmios** mientras que en una **resonancia serie** el valor es de **50-52 ohmios**.

Conociendo el valor de la **reactancia** se puede determinar el valor de la **tensión máxima** que se puede leer en un **téster** utilizando esta sencilla fórmula:

$$\text{Voltios} = \sqrt{\text{Vatios} \times \text{Reactancia}}$$

Sabiendo que el **Generador DDS LX.1645** ofrece una potencia de **0,02 vatios** se puede calcular el valor de **tensión** que se leerá en el **téster** cuando el cuarzo lo hace trabajar en su **resonancia paralelo** (ver Figs.4-5):

$$\sqrt{0,02 \times 10.000} = 14 \text{ voltios}$$

**NOTA** El valor de la tensión es indicativo ya que el **valor del reactancia puede** variar de **8.000 a 15.000 ohmios**.

Haciendo trabajar al cuarzo en su **resonancia serie** (ver Figs.6-7) la máxima **tensión** indicada por el **téster** será:

$$\sqrt{0,02 \times 50} = 1,0 \text{ voltio}$$

Como se puede apreciar la diferencia de **tensión** entre las **dos resonancias** es muy notable. Con la resonancia **paralelo** se podrían alcanzar **10-18 voltios** mientras con la resonancia **serie** no se superan **1,5 voltios**.

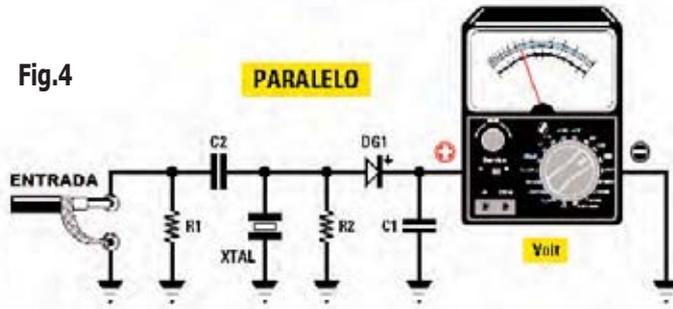
Si se contara con un **Generador** capaz de proporcionar **0,5 vatios**, haciendo trabajar el **cuarzo** en **resonancia paralelo** se conseguirían valores de tensión muy elevados:

$$\sqrt{0,5 \times 10.000} = 70 \text{ voltios}$$

### CUARZOS en Frecuencia FUNDAMENTAL

Para conocer la **frecuencia de sintonía** de los cuarzos haciéndolos trabajar en **resonancia paralelo** y en **resonancia serie** hemos utilizado varios modelos y los hemos probado **todos**, reproduciendo en las **Tablas N°1-2-3-4** sus **frecuencias** de sintonía y los valores de **tensión** obtenidos.

Fig.4



LISTA DE COMPONENTES

- R1 = 1.000 ohmios
- R2 = 220.000 ohmios
- C1 = 100.000 pF cerámico
- C2 = 18 pF cerámico
- DG1 = Diodo de germanio AA.117
- XTAL = Cuarzo a probar
- S1 = Conmutador deslizante

Fig.5 Accionando el mando del conmutador S1 de modo que se posicione hacia el interior el circuito queda preparado para medir la frecuencia de un cuarzo en resonancia PARALELO.

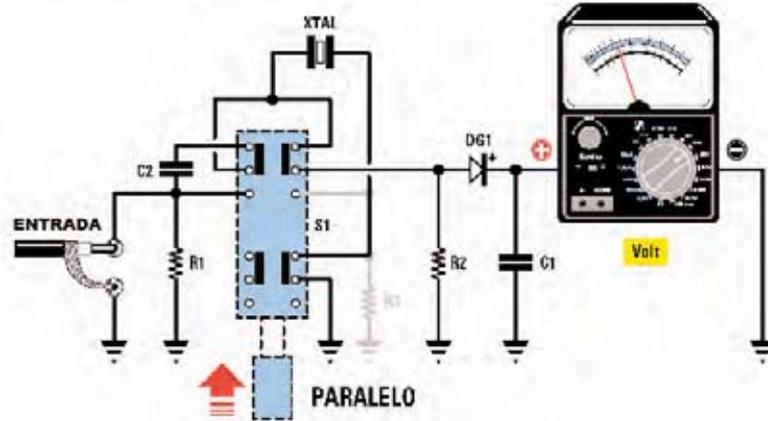
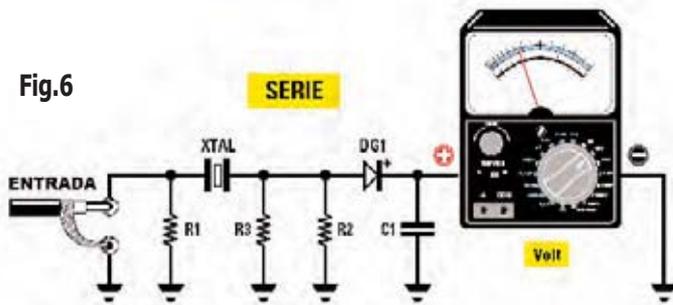


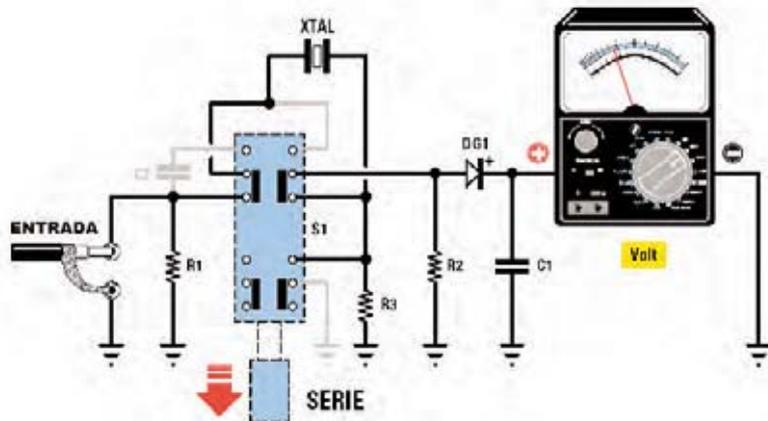
Fig.6



LISTA DE COMPONENTES

- R1 = 1.000 ohmios
- R2 = 220.000 ohmios
- R3 = 220 ohmios
- C1 = 100.000 pF cerámico
- DG1 = Diodo de germanio AA.117
- XTAL = Cuarzo a probar
- S1 = Conmutador deslizante

Fig.7 Accionando el mando del conmutador S1 de modo que se posicione hacia el exterior el circuito queda preparado para medir la frecuencia de un cuarzo en resonancia SERIE.



Por ejemplo, para un cuarzo de **14 MHz** (**14.000.000 Hz**) consultando la **Tabla N.1** se obtiene que su frecuencia con **resonancia paralelo** es de **14.005.100 Hz**.

El **téster** indicará un valor de tensión de unos **11 voltios**.

También en la **Tabla N°1** se puede obtener su frecuencia con **resonancia serie**: **13.998.900 Hz**.

El **téster** indicará un valor de tensión de unos **1,2 voltios**.

### CUARZOS en OVERTONE 3ª ARMÓNICA

Quienes han leído nuestro volumen **Nueva Electrónica HANDBOOK** ya saben que todos los cuarzos que tienen serigrafiada en sus encapsulados una frecuencia incluida entre **21 MHz** y **70 MHz** son **overtone** en **3ª armónica**.

Así, si tenemos un cuarzo que tiene serigrafiado un el valor **27.120 KHz** su **frecuencia fundamental** es **1/3** de este valor:

$$27.120 : 3 = 9.040 \text{ KHz (9.040.000 Hz)}$$

Utilizando este **cuarzo** en **overtone** se obtienen **4 frecuencias** de sintonía:

**1º:** Frecuencia de **resonancia paralelo** en el valor de la **fundamental** (**9.040.000 Hz**).

**2º:** Frecuencia de **resonancia serie** en el valor de la **fundamental** (**9.040.000 Hz**).

**3º:** Frecuencia de **resonancia paralelo** en el valor **overtone** (**27.120.000 Hz**).

**4º:** Frecuencia de **resonancia serie** en el valor **overtone** (**27.120.000 Hz**).

Para poder indicar a qué **frecuencia se sintoniza** un cuarzo en **3ª armónica** haciéndolo trabajar en **resonancia paralelo** o en **resonancia serie** con su frecuencia **fundamental** (**1/3** del valor serigrafiado) nos hemos dotado de un cierto número de cuarzos y los hemos **probado** todos.

Tomando un cuarzo de **27.120 KHz** (**27.120.000 Hz**), y sabiendo que se trata de un **overtone** en **3ª armónica**, su **frecuencia fundamental** es:

$$27.120.000 : 3 = 9.040.000 \text{ Hz}$$

Haciendo trabajar el cuarzo en **resonancia paralelo** con su **frecuencia fundamental** se sintonizará a a **9.044.100 Hz** (ver **Tabla N°2**).

El **téster** indicará un valor de tensión de **14 voltios**.

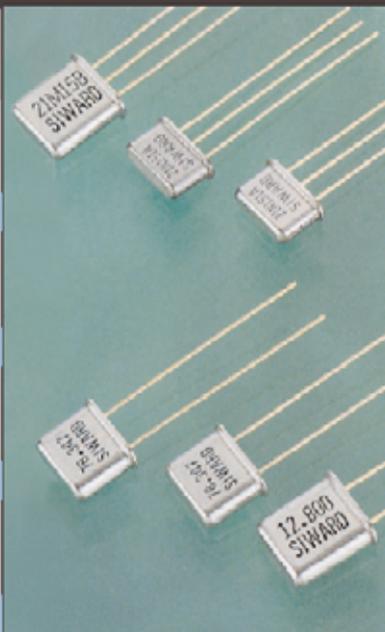
Haciendo trabajar el mismo cuarzo en **resonancia serie** con su **frecuencia fundamental** se sintonizará a **9.039.900 Hz**.



**Fig.8** Para averiguar el valor de la frecuencia de un cuarzo en resonancias serie y paralelo hace falta contar con un Generador VHF muy estable y de gran precisión que sea capaz de ajustar su frecuencia en unos pocos Hertzios. Se puede utilizar el Generador BF-VHF LX.1645 presentado en la revista N°255.

**Tabla N°1 Cuarzos en frecuencias fundamentales**

Frec. Cuarzo	Frec. resonancia PARALELO	Frec. resonancia SERIE
4,09 MHz	4.096.900 Hz Volt 12	4.089.020 Hz Volt 0,9
6 MHz	6.000.050 Hz Volt 12	5.998.400 Hz Volt 0,9
8,86 MHz	8.866.900 Hz Volt 18	8.863.500 Hz Volt 1,1
9 MHz	9.000.700 Hz Volt 18	8.996.300 Hz Volt 0,6
10 MHz	10.000.600 Hz Volt 15	9.997.100 Hz Volt 1,0
12,288 MHz	12.288.600 Hz Volt 10	12.285.000 Hz Volt 1,2
13,875 MHz	13.875.100 Hz Volt 12	13.869.800 Hz Volt 1,1
14 MHz	14.005.100 Hz Volt 11	13.998.900 Hz Volt 1,2



**NOTA** Como se puede observar el valor de la **frecuencia** en **resonancia paralelo** siempre es **ligeramente mayor** que el **valor serigrafiado** en el encapsulado del cuarzo mientras que el valor de la **resonancia en serie** siempre es **ligeramente menor**. La **tensión en resonancia paralelo** puede superar en ciertos cuarzos los **11-12 voltios** mientras que en **resonancia serie** difícilmente supera los **1,5 voltios**.

El **téster** indicará un valor de tensión de **1,2 voltios**.

Como se puede apreciar la frecuencia en **resonancia serie** siempre es **menor** que la frecuencia en **resonancia paralelo**. También es menor, y bastante, la **tensión** leída en el **téster**.

Algo similar sucede con la **frecuencia overtone** en **3ª armónica**.

Sabiendo que la **frecuencia overtone** corresponde a **27.120.000 Hz** si hacemos trabajar este cuarzo en **resonancia paralelo** se sintonizará a una frecuencia de **27.120.600 Hz**.

El **téster** indicará un valor de tensión de **3 voltios**.

Si pasamos a su **resonancia serie** el **cuarzo** se sintonizará a una frecuencia **menor**:

**27.119.500 Hz**

El **téster** indicará un valor de tensión de **1,2 voltios**.

También en este caso la **tensión** de la **resonancia paralelo** en la **3ª armónica** es **mayor**. En efecto tenemos **3,0 voltios** frente a **1,2 voltios**.

En la **Tabla N°2** hemos reproducido las frecuencias de sintonía de cuarzos en **overtone 3ª armónica** con los valores de **tensión** medidos en su salida.

### CUARZOS en OVERTONE 5ª ARMÓNICA

Todos los cuarzos que tienen serigrafiada en sus encapsulados una frecuencia incluida entre **80 MHz** y **100 MHz** son **overtone** en **5ª armónica**.

Así, si tenemos un cuarzo que tiene serigrafiado un el valor **96.125 MHz** su **frecuencia fundamental** es **1/5** de este valor:

$$96,125 : 5 = 19,225 \text{ MHz (19.225.000 Hz)}$$

**Tabla N°2 Cuarzos en 3ª armónica**

<b>Frec. Cuarzo</b>	<b>Frec. resonancia PARALELO</b>	<b>Frec. resonancia SERIE</b>
26.670 KHz 8.890.000 Hz	26.667.400 Hz Volt 4,0 8.889.600 Hz Volt 4,0	26.666.200 Hz Volt 1,2 8.885.900 Hz Volt 0,8
27.120 KHz 9.040.000 Hz	27.120.600 Hz Volt 3,0 9.044.100 Hz Volt 14	27.119.500 Hz Volt 1,2 9.039.900 Hz Volt 1,2
34.555 KHz 11.518.333 Hz	34.556.600 Hz Volt 3 11.519.100 Hz Volt 14	34.555.400 Hz Volt 1,2 11.514.200 Hz Volt 1,1
40 MHz 13.337.300 Hz	40.001.100 Hz Volt 1,2 13.337.800 Hz Volt 11	39.999.500 Hz Volt 1,2 13.333.400 Hz Volt 1,1

**NOTA** En la **primera línea** se reproduce el valor de la **frecuencia overtone** serigrafada en el encapsulado del cuarzo mientras que en la **segunda línea** se encuentra la **frecuencia fundamental (Frecuencia overtone / 3)**.

En la columna **Frec. resonancia PARALELO** se indica la **frecuencia** de sintonía del cuarzo y, a su derecha, el valor de **tensión** que mediremos en sus terminales.

En la columna **Frec. resonancia SERIE** se indica la **frecuencia** de sintonía del mismo cuarzo y, a su derecha, el valor de **tensión** medido.

Utilizando este **cuarzo en overtone** se obtienen **4 frecuencias** de sintonía:

1º: Frecuencia de **resonancia paralelo** en el valor de la **fundamental (19.225.000 Hz)**.

2º: Frecuencia de **resonancia serie** en el valor de la **fundamental (19.225.000 Hz)**.

3º: Frecuencia de **resonancia paralelo** en el valor **overtone (96.125.000 Hz)**.

4º: Frecuencia de **resonancia serie** en el valor **overtone (96.125.000 Hz)**.

También en este caso nos hemos dotado de un cierto número de cuarzos y los hemos **probado** todos.

Un cuarzo de **96,125 MHz (96.125.000 Hz)**, trabajando en **overtone 5º armónica**, tiene una **frecuencia fundamental** de:

$$96.125.000 : 5 = 19.225.000 \text{ Hz}$$

Haciendo trabajar el cuarzo en **resonancia paralelo** con su **frecuencia fundamental** se sintonizará, como se indica en la **Tabla N°3**, a

**19.209.100 Hz.**

El **téster** indicará un valor de tensión de unos **8 voltios**.

Haciendo trabajar el mismo cuarzo en **resonancia serie** se sintonizará a **19.202.300 Hz**.

El **téster** indicará un valor de tensión de **1,2 voltios**.

También en este caso se puede apreciar la frecuencia en **resonancia serie** siempre es **menor** que la frecuencia en **resonancia paralelo**.

Algo similar sucede con la **frecuencia overtone** en **5ª armónica**, que como sabemos corresponde a **96,125 MHz (96.125.000 Hz)**.

Si hacemos trabajar este cuarzo en **resonancia paralelo** se sintonizará a una frecuencia de **96.197.300 Hz** (ver Tabla N°3).

El **téster** indicará un valor de tensión de sólo **0,2 voltios**.

Si hacemos trabajar este mismo cuarzo a su frecuencia de **resonancia serie** se sintonizará a una frecuencia **menor**:

**96.188.600 Hz.**

El **téster** indicará un valor de tensión de **0,6 voltios**.

Como se puede apreciar los **cuarzos** en **5º armónica** proporcionan en **resonancia paralelo** de su **frecuencia overtone** una tensión que difícilmente supera los **0,2 voltios**, mientras en **resonancia serie** esta tensión puede alcanzar un valor de **0,6-0,7 voltios**.

Los valores de **tensión** son notablemente diferentes trabajando en la frecuencia **fundamental**, que corresponde al valor serigrafado sobre el **cuerpo** del cuarzo **dividido x 5**.

Así, haciendo trabajar el cuarzo en **resonancia paralelo** con su **frecuencia fundamental** se sintonizará a **19.209.100 Hz**.

El **téster** indicará una tensión que podrá alcanzar, e incluso superar, los **8 voltios**.

Pasando a **resonancia serie** el mismo cuarzo se sintonizará a **19.202.300 Hz**. El **téster** indicará un valor de tensión de **1,2 voltios**.

Todos los **cuarzos** en **overtone 3ª-5ª-7ª armónica** proporcionan una tensión **mayor** en **resonancia paralelo** trabajando en su **frecuencia fundamental**.

En la **Tabla N°3** hemos reproducido las frecuencias de sintonía de varios cuarzos en **overtone 5ª armónica** con los correspondientes valores de **tensión** medidos en su salida.

Tabla N°3 Cuarzos en 5ª armónica		
Frec. Cuarzo	Frec. resonancia PARALELO	Frec. resonancia SERIE
86 MHz	86.040.400 Hz Volt 0,2	86.056.400 Hz Volt 0,6
17,2 MHz	17.182.500 Hz Volt 9,0	17.172.500 Hz Volt 0,6
86,5 MHz	86.500.700 Hz Volt 0,2	86.490.500 Hz Volt 0,6
17,3 MHz	17.288.800 Hz Volt 12	17.281.200 Hz Volt 0,6
87,625 MHz	87.625.800 Hz Volt 0,2	87.621.300 Hz Volt 1,0
17,525 MHz	17.522.200 Hz Volt 6,0	17.517.600 Hz Volt 1,2
94 MHz	94.021.300 Hz Volt 0,2	94.027.200 Hz Volt 0,6
18,8 MHz	18.777.200 Hz Volt 10	18.766.100 Hz Volt 0,6
96,125 MHz	96.197.300 Hz Volt 0,2	96.188.600 Hz Volt 0,6
19,225 MHz	19.209.100 Hz Volt 8,0	19.202.300 Hz Volt 1,2

**NOTA** En la **primera línea** se reproduce el valor de la **frecuencia overtone** serigrafada en el encapsulado del cuarzo mientras que en la **segunda línea** se encuentra la **frecuencia fundamental** (**Frecuencia overtone / 5**).

En la columna **Frec. resonancia PARALELO** se indica la **frecuencia** de sintonía del cuarzo y, a su derecha, el valor de **tensión** que mediremos en sus terminales.

En la columna **Frec. resonancia SERIE** se indica la **frecuencia** de sintonía del mismo cuarzo y, a su derecha, el valor de **tensión** medido.

## CUARZOS de 145 MHz no estándar

En lo concerniente a los cuarzos en **overtone** de **145 MHz** que nuestros lectores nos han mandado creyéndolos **defectuosos**, tenemos que decir que **funcionan perfectamente**.

Inicialmente tampoco nosotros logramos hacerlos oscilar. Ahora bien, después de instalarlos en el circuito mostrado en la Fig.9 utilizando nuestro **Generador DDS LX.1645** (ver Fig.10) hemos localizado su **frecuencia fundamental**.

Estos cuarzos de **145 MHz** no son **cuarzos estándares**, es necesario **dividir** la **frecuencia** indicada sobre su cuerpo **x8**, **x12** o **x24**.

En concreto estos cuarzos de **145 MHz** pueden oscilar en las siguientes **frecuencias fundamentales**:

$$\begin{aligned} 145 : 8 &= 18,125 \text{ MHz} \\ 145 : 12 &= 12,083 \text{ MHz} \\ 145 : 24 &= 6,041 \text{ MHz} \end{aligned}$$

Una vez probados todos estos cuarzos de **145 MHz** **dividiendo** la frecuencia indicada sobre su cuerpo **x8**, **x12** o **x24** hemos logrado determinar el valor de su **frecuencia** en **resonancia paralelo** y en **resonancia serie**.

En la **Tabla N.4** hemos expuesto las **frecuencias fundamentales** de los cuarzos de **145 MHz** que hemos encontrado en el mercado.

## CONTINUAMOS con la DESCRIPCIÓN

En las Figs.4-6 hemos reproducido los esquemas eléctricos necesarios para conexión de un **cuarzo** con el fin de medir las **frecuencias** en **resonancia serie** y **paralelo**.

Para poder realizar las **medidas** es necesario disponer de:

- Un **Generador BF-VHF** provisto de **selección de frecuencia** con una **precisión** de algunos **Hertzios**.
- Un **Frecuencímetro digital** capaz de tomar valores con una precisión de **Hertzios**.

Se trata de dos **instrumentos profesionales** normalmente **muy caros**. Para remediar este problema basta con realizar el **Generador**

**DDS LX.1645** presentado en la revista **Nº255** (ver Fig.8).

Para los aficionados y los estudiantes de electrónica que deseen averiguar el valor de las **frecuencias** en **resonancia serie** y **paralelo** de un **cuarzo** hemos realizado un **sencillo kit** que ha demostrado ser muy práctico.

Como se puede apreciar en los esquemas eléctricos de las Figs.5-7 a través de un sencillo **conmutador deslizante (S1)** se realiza la selección.

## REALIZACIÓN PRÁCTICA

Aconsejamos comenzar el montaje del circuito impreso **LX.1712** (ver Fig.9) instalando el conmutador deslizante **S1**.

Después se pueden instalar las resistencias **R1-R2-R3**, los condensadores cerámicos **C1-C2**, el diodo **DG1** (orientando hacia la **derecha** el lado de su cuerpo marcado con una **franja negra**) y los **6 terminales tipo pin**.

Los dos terminales situados a la **izquierda** se utilizan para conectar el **cable coaxial** que proporcionamos con un conector **BNC montado** utilizado para conectar el **Generador DDS** (ver Fig.10). La **mallla protectora** de este cable coaxial debe soldarse al terminal situado más abajo.

En los dos terminales situados a la **derecha** se conectan los dos cables provistos de puntas de **cocodrilo** utilizados para conectar el **téster**.

Por último, en los terminales de la parte **superior** se conecta el **cuarzo a probar** utilizando otros dos cables provistos de puntas de **cocodrilo**. La longitud de estos cables no puede ser superior a **8 cm**.

Es aconsejable **no encerrar** el circuito en un contenedor **metálico** ya que las **capacidades parásitas** podrían modificar la **frecuencia** de resonancia, por lo que es mejor dejar el montaje "desnudo" apoyándolo en una mesa de madera.

## Antes de PROBAR un CUARZO

Antes de probar un cuarzo es importante verificar el valor de **frecuencia** impreso en su encapsulado ya que en función de este valor

**Tabla N°4 Cuarzos de 145 MHz no estándar**

<b>Frec. Cuarzo</b>	<b>Frec. resonancia PARALELO</b>	<b>Frec. resonancia SERIE</b>
145.000 (FT 2F Tenko)	6.042.900 Hz Volt 18	6.040.400 Hz Volt 0,6
T 145.025 (IC 2P)	18.127.300 Hz Volt 9,0	18.115.800 Hz Volt 0,7
145.050 (KP202 Tenko)	12.089.100 Hz Volt 15	12.084.100 Hz Volt 0,6
145.050 (1000 P -T)	12.088.200 Hz Volt 18	12.081.300 Hz Volt 0,7
T 145.075 (Ft 2F)	6.046.200 Hz Volt 15	6.043.000 Hz Volt 0,6
T 145.075 (KP 202 IAJ)	12.091.100 Hz Volt 15	12.085.300 Hz Volt 0,7
145.100 (1000 I T)	12.082.300 Hz Volt 18	12.085.000 Hz Volt 0,6
145.125 (IC-2P Tenko)	18.138.800 Hz Volt 12	18.128.900 Hz Volt 0,7
T 145.150 (KP202 Tenko)	12.097.400 Hz Volt 15	12.091.400 Hz Volt 0,7
145.175 (IC-2F Tenko)	18.259.700 Hz Volt 4,0	18.258.400 Hz Volt 0,6
145.200 (1000P T)	12.173.600 Hz Volt 5,0	12.173.100 Hz Volt 0,6
T 145.225 (FD-210 IAJ)	12.104.400 Hz Volt 12	12.098.800 Hz Volt 0,6
145.525 (KP-202 Tenko)	12.128.500 Hz Volt 15	12.122.500 Hz Volt 0,7
T 145.550 (KP-202 IAJ)	12.130.500 Hz Volt 12	12.124.500 Hz Volt 0,6
145.575 (FD 210 Tenko)	12.133.200 Hz Volt 12	12.126.700 Hz Volt 0,6
T 145.625 (IC21 XT)	18.201.200 Hz Volt 8,0	18.189.200 Hz Volt 0,7
R 145.650 (FT-2F IAJ)	17.356.500 Hz Volt 12	17.346.500 Hz Volt 0,7
14.650 (IC20 Tenko)	18.204.500 Hz Volt 8,0	18.193.500 Hz Volt 0,7
145.650 (FT-2F Tenko)	6.070.100 Hz Volt 18	6.067.500 Hz Volt 0,6
T 145.675 (IC 20 X)	18.206.400 Hz Volt 9,0	18.195.100 Hz Volt 0,7
145.700 (IC 2P R Mistral)	14.985.000 Hz Volt 10	14.972.500 Hz Volt 0,7
T 145.725 (IC21 XT)	18.213.600 Hz Volt 12	18.201.400 Hz Volt 0,7
145.750 (multi B Tenko)	12.148.200 Hz Volt 15	12.142.000 Hz Volt 0,7
T 145.750 (KP.202 IAJ)	12.147.200 Hz Volt 15	12.141.500 Hz Volt 0,6
145.775 (1000. P.I R)	14.996.400 Hz Volt 12	14.991.800 Hz Volt 0,6
T 145.800 (IC.21 IAJ)	18.283.000 Hz Volt 4,0	18.212.500 Hz Volt 0,7
145.800 (TC-21)	6.076.300 Hz Volt 20	6.073.800 Hz Volt 0,6
145.825 (KP 202 Tenko)	12.153.700 Hz Volt 12	12.147.600 Hz Volt 0,6

**NOTA** En la **primera línea** se reproduce el valor de la **frecuencia overtone** serigrafada en el encapsulado del cuarzo mientras que entre **paréntesis** se expone el resto de **indicaciones** presentes en el cuarzo que permitirán establecer si hay que **dividir** la **frecuencia** indicada **x8, x12** o **x24** para obtener el valor de la frecuencia **fundamental**.

En la columna **Frec. resonancia PARALELO** se indica la **frecuencia** de sintonía del cuarzo y, a su derecha, el valor de **tensión** que mediremos en sus terminales. En la columna **Frec. resonancia SERIE** se indica la **frecuencia** de sintonía del mismo cuarzo y, a su derecha, el valor de **tensión** medido.

Como se puede observar la frecuencia en **resonancia paralelo** siempre es **mayor** que la frecuencia en **resonancia serie**, al igual que sucede con los valores de sus **tensiones**.

se sabrá si opera en **frecuencia fundamental** o en **overtone** de 3ª o 5ª armónica.

Para verificar un cuarzo siempre es conveniente trabajar con el valor de la **frecuencia en resonancia paralelo**, ya que sus **variaciones de tensión** permiten determinar con precisión el valor de su **frecuencia de sintonía**.

Una vez determinado el valor de **frecuencia de resonancia paralelo** es mucho más fácil encontrar el valor de la **frecuencia en resonancia serie**, ya que éste siempre es **menor**. Bastará con presionar el **pulsador** - del **Generador DDS** para localizarla.

Consultando las **Tablas 1-2-3-4** se puede observar que el valor de esta tensión difícilmente superará **1,5 voltios**.

### MEDICIÓN frecuencia FUNDAMENTAL RESONANCIA PARALELO

Con el kit **LX.1712** hemos incluido gratuitamente **5 cuarzos** con **frecuencias diferentes**.

El circuito se puede utilizar para probar **cualquier cuarzo**. Para este primer ejemplo vamos a utilizar el cuarzo de **27.120 KHz** (**27.120.000 Hz**).

Al tratarse de un cuarzo en **overtone 3ª armónica** (ver **Tabla N°2**) su **frecuencia fundamental** es de:

$$27.120.000 : 3 = 9.040.000 \text{ Hz}$$

Una vez conectado el **conector BNC** a la toma **VHF** del **Generador DDS** (ver Fig.10) hay que proceder como se indica a continuación:

- Conectar las **puntas de cocodrilo** del **LX.1712** a los terminales del **cuarzo** y presionar **S1** de forma que el circuito quede preparado para medir **frecuencia en resonancia paralelo** (ver Fig.11).

- Conectar un **téster** ajustado para medir **tensión continua** a **3 voltios** fondo de escala.

- **Encender** el **Generador DDS**. Sabiendo que la **frecuencia fundamental** del cuarzo es **9.040.000 Hz**, hay que escribir en el **teclado** este número (ver Fig.13). Si os equivocáis al introducir el número basta con reiniciar el **Generador** y teclear nuevamente el número.

- **Presionar** la **tecla #**. A la derecha de la indicación **Hz** se mostrará el símbolo de confirmación **>** en el **display** (ver Fig.14) y el **diodo LED** situado sobre el conector **BNC** de la salida **VHF** indicará que está disponible la **señal** con la **frecuencia seleccionada**. Si **no** se presiona la **tecla #** no habrá **ninguna señal disponible** en la **salida VHF** del **generador**.

- Ahora hay que accionar la **tecla \*** (está situada en la parte inferior-izquierda del teclado numérico). Bajo el **primer dígito** situado a la **derecha** en el display aparece el **cursor** de selección **\_** (ver Fig.15). Puesto que inicialmente conviene variar **miles** de **Hz** hay que presionar la **tecla \*** hasta llevar el **cursor** bajo el **cuarto dígito** (ver Fig.16).

- Llegado este punto hay que accionar el **pulsador +**, la **frecuencia aumentará** de **1.000 Hz** en **1.000 Hz** (**9.041.000 - 9.042.000 - 9.043.000 ...**). Cuanto **más** aumente el valor de la **frecuencia más** alto será el valor de **tensión** indicado por el **téster**.

- Para conseguir una **mayor precisión** conviene variar **centenas** de **Hz**. Puesto que ya no se puede volver atrás hay que presionar la **tecla \*** hasta llegar al dígito situado más a la izquierda, luego se volverá nuevamente al primero (ver Fig.15). El **cursor \_** ha de quedar situado bajo el **tercer dígito** (ver Fig.17).

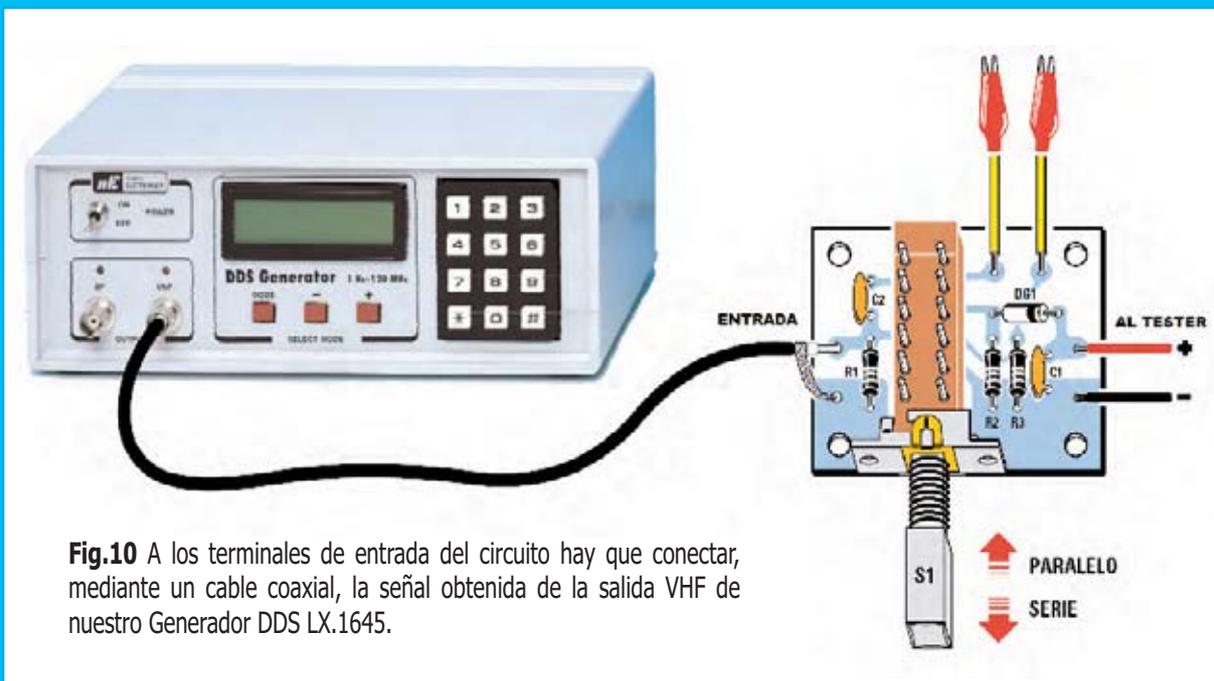
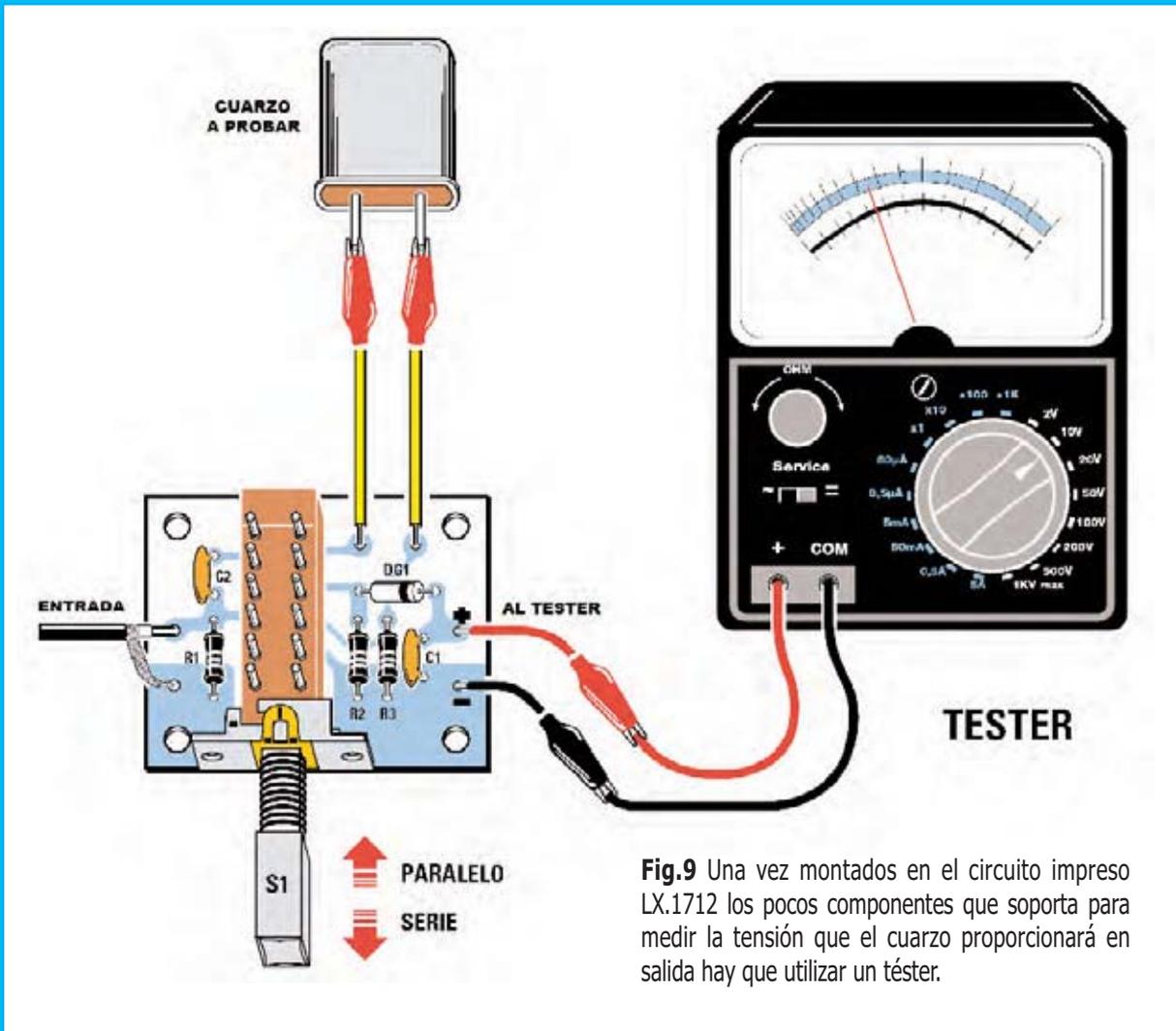
- Cuando se seleccione el valor de la **frecuencia de resonancia paralelo**, es decir **9.044.100 Hz** (ver **Tabla N°2**), en la salida habrá un valor de **tensión** de unos **14 voltios**.

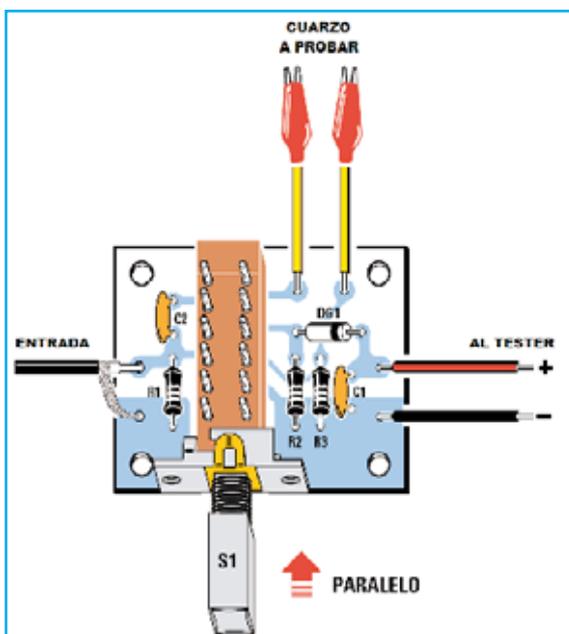
- Si, por accidente, accionando el **pulsador +** se **supera** el valor de **frecuencia** correspondiente a la **resonancia paralelo** se puede **rectificar** accionando el **pulsador -**.

- Si al utilizar la **tecla \*** el **cursor de selección** se desplazara **más de lo previsto**, hay que accionarla repetidamente hasta llegar al **último dígito**. Al volver a accionarla se empezará nuevamente con el **primer dígito**.

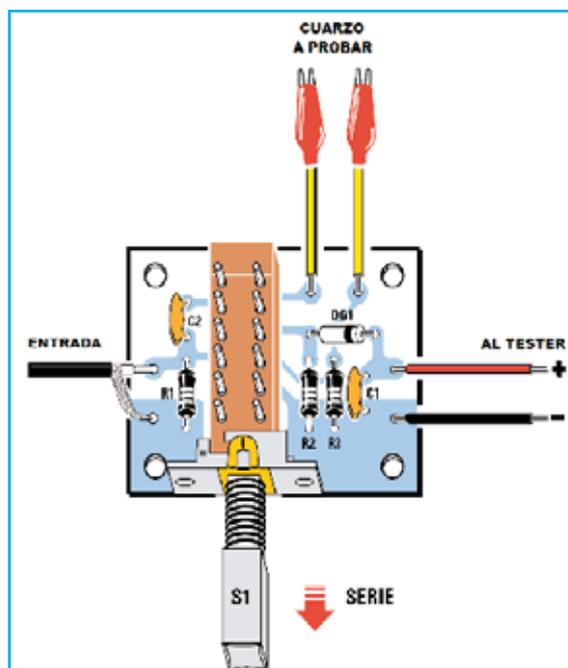
### MEDICIÓN Frecuencia OVERTONE RESONANCIA PARALELO

Una vez encontrado el valor de la **frecuencia fundamental** del cuarzo vamos a investigar ahora el valor de su **frecuencia overtone**, igual a **27.120.000 Hz**.





**Fig.11** Para medir la frecuencia de un cuarzo en resonancia PARALELO hay que actuar sobre el mando del conmutador S1 para que quede posicionado hacia el interior.



**Fig.12** Para medir la frecuencia de un cuarzo en resonancia SERIE hay que actuar sobre el mando del conmutador S1 para que quede posicionado hacia el exterior.

- Como se indica en la **Tabla N.2** la tensión no superará los **3 voltios**, por lo que ajustaremos el **téster** a **3 voltios** fondo de escala.

- Encender el **Generador DDS** y escribir en el **teclado** el valor de la **frecuencia overtone**, esto es **27.120.000 Hz** (ver Fig.18).

- **Presionar** la **tecla #**. A la derecha de la indicación **27.120.000 Hz** se mostrará el símbolo de confirmación **>** (ver Fig.19).

- A continuación hay que presionar la **tecla \***. Aparecerá el **cursor** de selección **\_** bajo el **primer dígito** (ver Fig.20). Puesto que hay que ajustar sólo los **centenares** de **Hz** (ver **Tabla N°2**) hay que accionar la **tecla \*** hasta llevar el **cursor** **\_** bajo el **tercer dígito** (ver Fig.21).

- Es el momento de accionar el **pulsador +**. La **frecuencia aumentará** de **100 Hz** en **100 Hz** (**27.120.100 - 27.120.200 ...**). Cuanto **más** aumente el valor de la **frecuencia** **más** alto será el valor de **tensión** indicado por el **téster**.

- Al alcanzar el valor correspondiente a la **resonancia paralelo**, es decir **27.120.600 Hz** (ver **Tabla N°2**), el **téster** indicará una **tensión** próxima a **3 voltios**.

Hay que apuntar los valores de la **frecuencia fundamental** y de la **frecuencia overtone** en una hoja de papel ya que servirán para determinar los valores de **frecuencia en resonancias serie**.

### MEDICIÓN Frecuencia FUNDAMENTAL RESONANCIA SERIE

Localizado el valor de **frecuencia en resonancia paralelo** hay que determinar el valor en **resonancia serie**.

Ya que el cuarzo de **27.120.000 Hz** trabaja en **overtone 3ª armónica** su **frecuencia fundamental** es igual a **9.040.000 Hz**.

Ahora hay que actuar sobre **S1**, posicionándolo hacia el **exterior** (ver Fig.12). De esta forma el circuito está predispuesto para medir frecuencias en **resonancia serie**. A continuación hay que realizar las siguientes operaciones:

- Encender el **Generador DDS**. Puesto que la **frecuencia fundamental en resonancia paralelo** es **9.040.000 Hz** (ver **Tabla N°2**) hay que escribir en el **teclado** este número.

## Frecuencia FUNDAMENTAL RESONANCIA PARALELO



9.040.000 Hz

**Fig.13** Puesto que la frecuencia fundamental de un cuarzo de 27.120.000 Hz en 3ª armónica es de 9.040.000 Hz hay que escribir este número en el teclado.



9.040.000 Hz >

**Fig.14** Una vez escrito el número 9.040.000 hay que presionar la tecla #. Automáticamente aparecerá a la derecha el símbolo de confirmación >.



9.040.000 Hz >

**Fig.15** Ahora hay que presionar la tecla \*, el cursor \_ se desplaza al primer dígito de la derecha. Si se utilizara el pulsador + se modificarían las unidades de Hz.



9.044.000 Hz >

**Fig.16** Hay que ajustar las unidades de millar de Hz, para ello hay que accionar la tecla \* hasta posicionar el cursor de selección \_ bajo el cuarto dígito.



9.044.100 Hz >

**Fig.17** Una vez alcanzado el número 9.044.000 para conseguir una mayor precisión hay que ajustar las centenas de Hz ya que el valor de la frecuencia es 9.044.100 Hz.

## Frecuencia OVERTONE RESONANCIA PARALELO



27.120.000 Hz

**Fig.18** Puesto que la frecuencia overtone de un cuarzo de 27.120.000 Hz en 3ª armónica es exactamente este valor hay que escribir en el teclado el número 27.120.000.



27.120.000 Hz >

**Fig.19** Una vez escrito el número 27.120.000 hay que presionar la tecla #. Automáticamente aparecerá a la derecha el símbolo de confirmación >.



27.120.000 Hz >

**Fig.20** Ahora hay que presionar la tecla \*, el cursor \_ se desplaza al primer dígito de la derecha. Si se utilizara el pulsador + se modificarían las unidades de Hz.



27.120.000 Hz >

**Fig.21** Hay que ajustar las centenas de Hz, para ello hay que accionar la tecla \* hasta posicionar el cursor de selección \_ bajo el tercer dígito.



27.120.600 Hz >

**Fig.22** Una vez alcanzado el número 27.120.600 el téster indicará un valor de tensión de unos 3 voltios (ver Tabla N°2).

## Frecuencia FUNDAMENTAL RESONANCIA SERIE



**Fig.23** Para encontrar la frecuencia de resonancia SERIE de un cuarzo de 27.120.000 (3ª armónica) hay que escribir en el teclado la frecuencia fundamental (9.040.000 Hz).



**Fig.24** Una vez escrito el número 9.040.000 hay que presionar la tecla #. Automáticamente aparecerá a la derecha el símbolo de confirmación >.



**Fig.25** Ahora hay que presionar la tecla \*, el cursor \_ se desplaza al primer dígito de la derecha. Si se utilizara el pulsador + se modificarían las unidades de Hz.



**Fig.26** Hay que ajustar las unidades de millar de Hz, para ello hay que accionar la tecla \* hasta posicionar el cursor de selección \_ bajo el cuarto dígito.



**Fig.27** Una vez alcanzado el número 9.044.000 para conseguir una mayor precisión hay que ajustar las centenas de Hz ya que el valor de la frecuencia es 9.039.900 Hz.

## Frecuencia OVERTONE RESONANCIA SERIE



**Fig.28** Puesto que la frecuencia overtone de un cuarzo de 27.120.000 Hz en 3ª armónica es exactamente este valor hay que escribir en el teclado el número 27.120.000.



**Fig.29** Una vez escrito el número 27.120.000 hay que presionar la tecla #. Automáticamente aparecerá a la derecha el símbolo de confirmación >.



**Fig.30** Ahora hay que presionar la tecla \*, el cursor \_ se desplaza al primer dígito de la derecha. Si se utilizara el pulsador + se modificarían las unidades de Hz.



**Fig.31** Hay que ajustar las centenas de Hz, para ello hay que accionar la tecla \* hasta posicionar el cursor de selección \_ bajo el tercer dígito y utilizar el pulsador -.



**Fig.32** Una vez alcanzado el número 27.119.500 el téster indicará un valor de tensión de unos 1,2 voltios (ver Tabla N°2).

- Conectar un **téster** ajustado para medir **tensión continua a 1 voltio** fondo de escala.

- **Presionar la tecla #**. A la derecha de la indicación **Hz** se mostrará el símbolo de confirmación **>** en el **display** (ver Fig.24), Recordamos nuevamente que si **no** se presiona la **tecla #** no habrá **ninguna señal disponible** en la **salida VHF** del **generador**.

- Acto seguido hay que presionar la **tecla \***. Aparecerá el **cursor** de selección **\_** bajo el **primer dígito** (ver Fig.25). Puesto que hay que ajustar los **millares** de **Hz** hay que accionar la **tecla \*** hasta llevar el **cursor \_** bajo el **cuarto dígito** (ver Fig.26).

- Ya que la frecuencia en **resonancia serie** siempre es **inferior** que la frecuencia en **resonancia paralelo** hay que utilizar el **pulsador -** para **decrementar** la frecuencia (de **1.000 Hz** en **1.000 Hz**). Cuando se alcance el valor de la **frecuencia en resonancia serie (9.039.900 Hz)** el **téster** indicará una tensión de **1 voltio**.

- Para sintonizar el cuarzo con mayor precisión a la **frecuencia de resonancia serie** es conveniente ajustar los **centenares** de **Hz** (hay que accionar la **tecla \*** hasta llevar el **cursor \_** bajo el **tercer dígito**). Cuando se alcance el número **9.039.900** el **téster** indicará un valor de tensión de unos **1,2 voltios**.

- Si al utilizar la **tecla \*** el **cursor de selección** se desplazara **más de lo previsto**, hay que accionarla repetidamente hasta llegar al **último dígito**. Al volver a accionarla se empezará nuevamente con el **primer dígito**.

## MEDICIÓN Frecuencia OVERTONE RESONANCIA SERIE

Una vez encontrado el valor de la **frecuencia fundamental** del cuarzo vamos a investigar ahora el valor de su **frecuencia overtone**, igual a **27.120.000 Hz**:

- Como se indica en la **Tabla N.2** el valor de tensión no superará los **1,5 voltios**, por lo que ajustaremos el **téster** a un alcance de **3 voltios** fondo de escala.

- Encender el **Generador DDS** y escribir en el **teclado** el valor de la **frecuencia overtone**, esto es **27.120.000 Hz** (ver Fig.28).

- **Presionar la tecla #**. A la derecha de la indicación **27.120.000 Hz** se mostrará el símbolo de confirmación **>** en el **display** (ver Fig.29). Si **no** se realiza esta operación del **Generador DDS** no saldrá **ninguna señal**.

- A continuación hay que presionar la **tecla \***. Aparecerá el **cursor** de selección **\_** bajo el **primer dígito** (ver Fig.30). Puesto que hay que ajustar solo los **centenares** de **Hz** (ver **Tabla N°2**) hay que accionar la **tecla \*** hasta llevar el **cursor \_** bajo el **tercer dígito** (ver Fig.31).

- Es el momento de accionar el **pulsador -**. La **frecuencia disminuirá** de **100 Hz** en **100 Hz** (**27.119.900 - 27.119.800 ...**). Hay que continuar hasta leer el **máximo valor** posible en el **téster**.

- Al alcanzar el valor correspondiente a la **resonancia serie**, es decir **27.119.500 Hz** (ver **Tabla N°2**), el **téster** indicará una **tensión** próxima a **1,2 voltios**.

## Para CONCLUIR

En los ejemplos expuestos hemos explicado cómo encontrar las frecuencias en **resonancia serie** y **paralelo** de un cuarzo de **27.120.000 Hz**, un **overtone** en **3° armónica**. El procedimiento es similar si se dispone de cuarzos que trabajan en **fundamental** o en **5ª-7ª armónica**.

Puesto que seguramente bastantes lectores puedan tener problemas para adquirir algunos tipos de cuarzos hemos creído conveniente adjuntar de forma gratuita en el kit **5 cuarzos** con diferentes frecuencias, uno como mínimo trabaja a **145 MHz**.

## PRECIO de REALIZACIÓN

**LX.1712:** Precio de todos los componentes necesarios para realizar el kit reproducido en la Fig.10, incluyendo **circuito impreso**, **conmutador deslizante**, **cable coaxial** con conector **BNC** y **cables** provistos de **puntas de cocodrilo** ..... **15,13 €**

**NOTA** Con el kit proporcionamos de forma gratuita **5 cuarzos** de frecuencias diferentes.

**CS.1712:** Circuito impreso ..... **1,40 €**

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.**