

generador de B.F. simple

- 1 puente de Wien
- 2 realimentación positiva
- 3 terminales de salida
- 4 comprobación
- 5 calibración
- 6 componentes



El generador de baja frecuencia que se describirá a continuación produce ondas senoidales e impulsos de forma cuadrada en el margen de frecuencias comprendido entre 19 Hz y 200 kHz, en cuatro bandas. La amplitud de la onda senoidal generada es sensiblemente constante a lo largo de todo el margen y la forma de onda suficientemente buena para aplicaciones generales. Los impulsos son de forma cuadrada y se obtienen en las bandas de 19 Hz a 20 kHz. Por encima de esta frecuencia, la forma de onda y el nivel de salida se deteriora apreciablemente.

El nivel de salida máximo, tanto para onda senoidal como cuadrada, es de 3 V cresta a cresta; es decir, algo más de 1 V eficaz. Un control de salida variable permite reducir dicho valor a prácticamente cero, estando calibrado hasta 100 mV.

Existe también una segunda salida con una atenuación permanente de 20 dB, lo que permite regular con precisión el nivel de salida hasta 10 mV.

1

El circuito del generador de B.F. se muestra en la fig. 1. Los transistores TR1 y TR2 están conectados formando un circuito oscilador compuesto por un puente Wien invertido. Para mantener la oscilación se aplica realimentación positiva entre los dos emisores a través de la red LP1 y R5. Al mismo tiempo, existe realimentación negativa del emisor de TR2 a la base de TR1, a fin de evitar que el circuito oscile a una frecuencia que no sea la seleccionada por la red del puente de Wien. Este circuito consiste en VR1a, R1, VR2, R2 y VR1b; dos condensadores seleccionados por el selector de bandas S1a acoplado a S1b complementan la red. Las resistencias variables VR1a y VR1b son de hecho un control doble que se usa para obtener sintonía continua en cada banda.

Las resistencias en serie R1 y R2 se eligen para que proporcionen una variación de frecuencia de 10 : 1 sin que la mínima resistencia de la red alcance un valor tan bajo que cargue excesivamente el circuito emisor de TR2.

El potenciómetro VR2 permite equilibrar ambas ramas del puente, particularmente en el extremo de alta frecuencia (baja resistencia) de cada banda; de otra manera existiría una tendencia para que el nivel de salida disminuyera por debajo del nivel de autocontrol del circuito. VR2 puede omitirse y los valores de R1 y R2 pueden ser elegidos a través de pruebas sucesivas. Por ejemplo, en el prototipo los valores de R1 y R2 eran de 4,7 y 5,1 k Ω respectivamente.

Los condensadores C1 a C8 determinan las bandas de frecuencias en la forma siguiente:

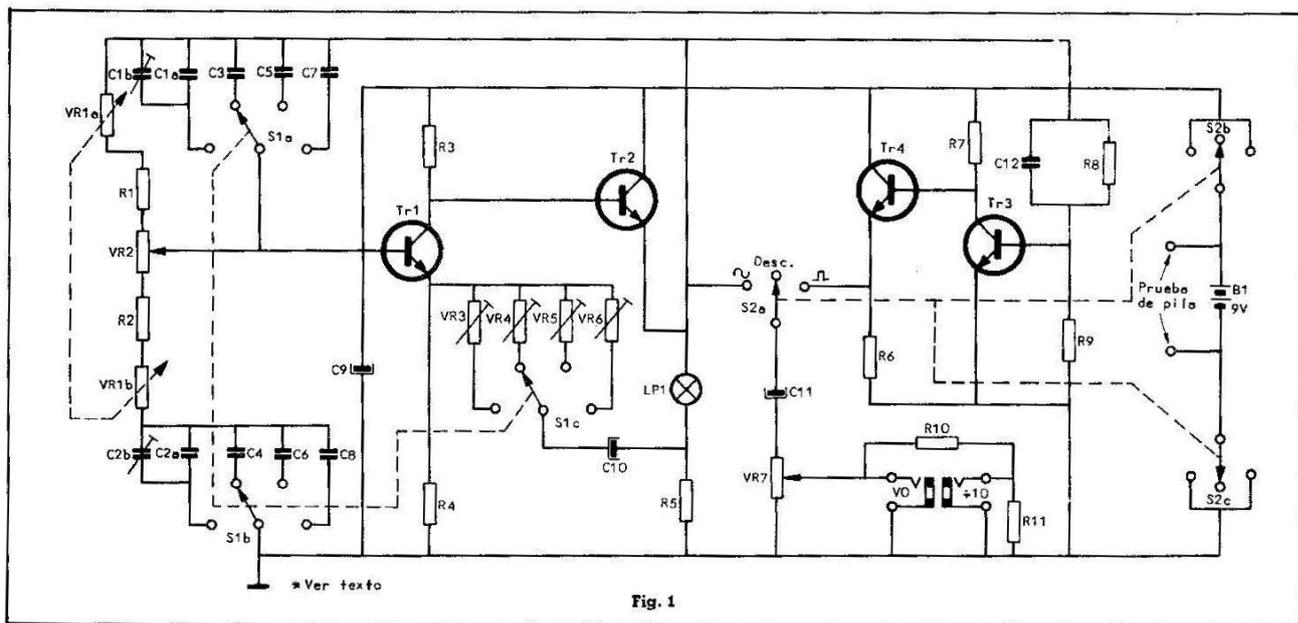
Condensadores	Valor nominal	Margen de frecuencias
C1, C2	120 pF	19 kHz a 200 kHz
C3, C4	1.500 pF	1,9 kHz a 20 kHz
C5, C6	0,015 μ F	190 Hz a 2 kHz
C7, C8	0,15 μ F	19 Hz a 200 Hz

Puede observarse que C1 y C2 tienen un valor menor que 150 pF, debido al efecto de las capacidades parásitas. Para asegurar una multiplicación precisa de cada banda, cada uno de estos condensadores debe consistir en una unidad de 100 pF de mica, en paralelo con un condensador de ajuste (trimmer) de aire de 30 pF, que se regula durante la calibración. En el prototipo fue suficiente disponer un condensador fijo único de 120 pF.

2

La cantidad de realimentación positiva en el oscilador es crítica. Debe ser suficiente para mantener la oscilación sin que ésta sea de valor tan grande que haga trabajar a los transistores fuera de la parte lineal de su característica, produciendo la consiguiente distorsión armónica indeseable. Desgraciadamente, las características variables de la carga, fuente de alimentación y red selectiva de frecuencias, tienden a causar grandes variaciones en el nivel de señal, que pueden sólo compensarse utilizando alguna forma de control de nivel automático. Las variaciones en

GENERADOR DE BAJA FRECUENCIA SIMPLE



dicho nivel debido a la conmutación de bandas pueden evitarse intercalando resistencias en serie (VR3 a VR6), pero esta solución es insuficiente cuando, como en este caso, la variación de frecuencia en cada banda es del orden de 10 : 1; como consecuencia, debe utilizarse una disposición más perfeccionada.

El método usual de resolver este problema consiste en la utilización de resistencias sensibles a la temperatura (termistancias), que son en general frágiles y costosas. El circuito de la figura 1 consigue el mismo resultado utilizando una lámpara de incandescencia de 6 V 40 mA. La lámpara está en serie con una resistencia de 150 Ω , conectados ambos elementos en paralelo con la salida del oscilador.

A medida que la tensión de salida aumenta, la corriente a través de la lámpara lo hace también, calentando el filamento y originando un aumento en la resistencia del mismo. Esto tiene como consecuencia la reducción de la tensión, que aparece en la unión de la lámpara con la resistencia y por lo tanto de la realimentación positiva. Mediante un diseño realizado con cuidado, el circuito queda autoequilibrado y el nivel de salida permanece estable.

Debe tenerse en cuenta que, normalmente, la lámpara funciona ligeramente por debajo del nivel en que se aprecia incandescencia en el filamento, aunque bajo ciertas condiciones puede observarse una ligera iluminación. La corriente nominal a través de la lámpara es del orden de 20 mA.

La salida del oscilador se toma directamente del emisor de TR2 en forma de onda senoidal o, a través de TR3 y TR4, como onda cuadrada. TR3 es un amplificador con el emisor común que tiene un elevado valor de resistencia de carga. Por lo tanto, se produce un recorte de la onda, ya que la señal de entrada es suficiente para saturar las características de base y colector en semiciclos alternos.

La resistencia R8 separa el circuito de entrada de TR3 del de salida de TR2 y con R9 se regula la entrada a TR3 hasta obtener una onda cuadrada de relación 1 : 1. La regulación de estas resistencias proporciona un método muy adecuado de regulación del tiempo de trabajo de la onda cuadrada, para adaptarse a requerimientos individuales.

El condensador C12 proporciona una cierta compensación en alta frecuencia. El transistor TR4 adapta el valor elevado de carga de TR3 al circuito de salida de impedancia comparativamente baja.

3

La selección del tipo de onda generada, sea senoidal o cuadrada, se efectúa mediante el conmutador S2a, que está acoplado a S2b y S2c en serie con la batería, a fin de desconectar el aparato en la posición central del conmutador.

Las tensiones continuas de trabajo de los emisores de TR2 y TR4 quedan bloqueadas respecto a la salida por el condensador C11, que debe ser de capacidad suficientemente grande para que permita el paso de la frecuencia más baja generada sin apreciable atenuación.

El control de salida VR7 puede calibrarse hasta 100 mV, pero para la mayoría de aplicaciones, como, por ejemplo, la salida restante atenuada por la red R10 y R11 produce una tensión de 10 mV que permite la anterior medida con mayor comodidad. Se ha preferido instalar conectores de salida distintos en lugar de un atenuador conmutador, ya que ello facilita la conexión simultánea a dos circuitos, por ejemplo a una carga de prueba y a un monitor.

Dos terminales conectados en cada polo de la pila permiten comprobar la tensión de la misma desde el panel y pueden también utilizarse para aplicar tensión exterior en caso de no utilizar la pila interna. La tensión normal sobre dichos terminales es de 7,8 a 9 V, dependiendo del estado de la pila. Esta debe ser reemplazada cuando la tensión que genera en carga queda por debajo de 7,8 V.

4

Después de una cuidadosa comprobación del cableado, y luego de conectar la pila, se conmuta el generador para la producción de ondas senoidales. Como primera comprobación, se dispone un milliamperímetro en serie con la pila, a fin de medir la corriente consumida, que no debe exceder 25 mA. Con los bornes de salida conectados a un osciloscopio, se regula la realimentación positiva mediante el potenciómetro VR3 a VR6 en cada banda, hasta que el nivel de la salida permanece sensiblemente constante a lo largo de la variación total de frecuencia de cada banda sin que aparezca distorsión visible. El objetivo de la anterior regulación es producir una onda senoidal con un contenido armónico mínimo.

Debido a la inercia térmica de la lámpara LP1, el nivel tiende a fluctuar, si el control de frecuencia se gira con excesiva rapidez. Mediante VR2 puede corregirse la tendencia a variar el nivel entre los extremos de baja y alta frecuencia del control de frecuencia.

Una vez comprobado que el generador de onda senoidal funciona satisfactoriamente, el aparato se conmuta a onda cuadrada. La forma de onda producida debe ser correcta hasta 20 kHz, pero a medida que la frecuencia sobrepasa dicho valor, la forma de onda se deteriora.

GENERADOR DE BAJA FRECUENCIA SIMPLE

Como alternativa al uso del osciloscopio pueden utilizarse unos auriculares telefónicos, o un amplificador con su altavoz, para comprobar en forma auditiva el funcionamiento del generador en los tres márgenes inferiores. Las frecuencias más elevadas son, por supuesto, inaudibles. Los potenciómetros de regulación de la realimentación positiva deben ajustarse hasta el punto en que la oscilación se mantiene a lo largo del margen total de frecuencias. Debe recordarse que la aplicación de excesiva realimentación produce una onda distorsionada. La audición de las ondas senoidales muestra un tono puro. En lugar de ello, las ondas cuadradas con su contenido armónico producen un tono más bien áspero.

5

La calibración de frecuencia se realiza en forma muy sencilla utilizando un contador de frecuencias. Como quiera que este instrumento es relativamente difícil de hallar fuera de laboratorios de tipo profesional, es preferible utilizar otro generador de baja frecuencia, previamente calibrado, y comparar ambas ondas de salida en un osciloscopio mediante las figuras de Lissajous.

El regulador de la tensión de salida se calibra en voltios cresta a cresta, ya que este valor es utilizable para ondas tanto senoidales como cuadradas. Para ello puede usarse el mismo osciloscopio que se emplea en la calibración de frecuencias.

El valor de la resistencia R10 en la red de atenuación fija formada por R10 y R11, es aproximadamente el de 10 veces R12, debiéndose elegir por tanto el valor exacto, hasta obtener en el colector de salida correspondiente la décima parte de la tensión presente en el colector directo.

6

R1 = 390 Ω
R2 = 390 Ω
R3 = 1,5 k Ω

R4 = 2,7 k Ω
R5 = 150 Ω
R6 = 680 Ω
R7 = 4,7 k Ω
R8 = 33 k Ω
R9 = 10 k Ω
R10 = (ver texto)
R11 = 680 Ω

Todas las resistencias son de carbón, \pm 5 % 1/3 W

VR1 = 2 \times 50 k Ω , potenciómetro lineal en tándem
VR2 = 1 k Ω , potenciómetro lineal ajuste
VR3, VR4, VR5, VR6 = 500 Ω , potenciómetro lineal ajuste
VR7 = 1,5 k Ω , potenciómetro lineal

C1, C2 = 100 pF mica, en paralelo con un trimmer de aire de 30 pF o bien un condensador de mica de 120 pF único (ver texto)

C3, C4 = 1.500 pF, cerámico

C5, C6 = 15.000 pF, poliéster

C7, C8 = 0,15 μ F, poliéster

C9 = 250 μ F elect. 16 V

C10 = 100 μ F 40 V

C11 = 250 μ F 16 V

C12 = 270 pF, cerámico

TR1 = SC109

TR2 = SC109

TR3 = SC109

TR4 = SC109

S1 = 3 circuitos, 4 posiciones, conm. giratorio
S2 = 3 circuitos, 3 posiciones, conm. giratorio

B1 = pila seca de 9 V

LP1 = 6 V 40 mA