



Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Enero - 2002

***DXKEY:
un Keyer de lujo***

***Antena HB9CV
para 28 MHz***



RSF desde Camerún (TJ2RSF)

GENERADOR DE BAJA FRECUENCIA.

1.- INTRODUCCIÓN.

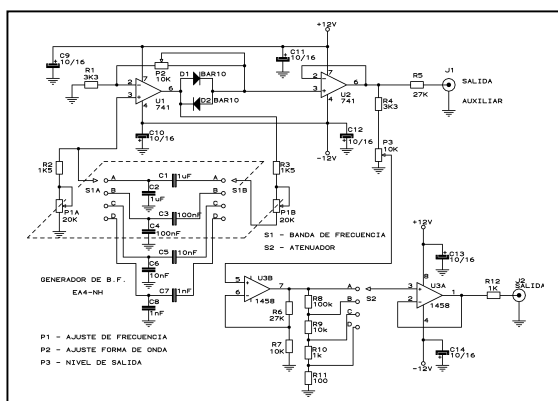
El laboratorio del Radioaficionado debe contar con el mayor número posible de instrumentos de prueba y control de sus equipos de transmisión. La parte de Baja Frecuencia de nuestros equipos de transmisión no es menos importante que la parte de Alta Frecuencia. Desde que nuestra voz genera una débil corriente eléctrica al incidir sobre un micrófono, hasta que nuestra señal sale por la antena, el recorrido puede ser bastante largo, sobre todo si tenemos conectado un previo de micro, ecualizador, compresor, etc.

En recepción, la señal de audio puede sufrir bastante tratamiento, sobre todo si utilizamos las comunicaciones digitales. El uso de filtros pasabajos, pasaaltos o pasabanda es común en este tipo de comunicaciones. Para controlar el funcionamiento de estos dispositivos es conveniente disponer de un Generador de Baja Frecuencia que sea capaz de cubrir todo el espectro de audio y que sea fácil de construir y poner a punto.

El presente artículo describe un Generador de Baja Frecuencia que cubre todo el espectro de audio, muy sencillo de construir y que utiliza elementos comunes y fáciles de encontrar en el comercio de electrónica.

Las características y prestaciones de este Generador no son las de un aparato de laboratorio de un coste elevado, pero sirven perfectamente para el trabajo del Radioaficionado. La forma de onda obtenida tiene una ligera distorsión, que en cualquier caso es perfectamente tolerable, sobre todo teniendo en cuenta que nuestras transmisiones no se pueden calificar de Alta Fidelidad.

2.- DESCRIPCIÓN.



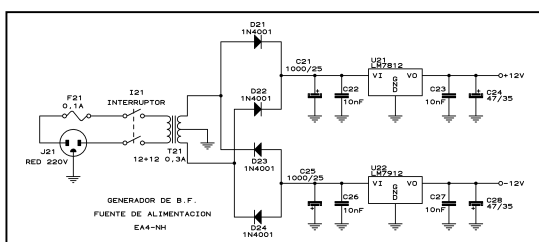
El oscilador está formado el amplificador operacional U1B y los componentes asociados. La resistencia R1 de 3.300 ohm y el potenciómetro ajustable P2 de 10K ohm polarizan el amplificador U1 y fijan su ganancia. Mediante el potenciómetro P2 ajustaremos la forma de onda del oscilador. Si se encuentra en su valor máximo, el oscilador tendrá mucha ganancia y la forma de onda estará muy distorsionada. Si reducimos el valor de P2 la forma de onda va mejorando hasta que llega un momento en que empieza a aumentar la distorsión.

Los diodos D1 y D2 mejoran la forma de onda e impiden que el oscilador se pare. Los empleados en el prototipo son diodos Schottky BAR10. Se han probado con buenos resultados diodos de germanio OA90, y diodos de silicio 1N4148, aunque los que mejor han funcionado son los mencionados BAR10.

La señal dosificada por el potenciómetro P3 se aplica a la entrada de otro operacional U3B cuya ganancia está determinada por las resistencias R6 y R7. En su salida, patilla número siete, tenemos un divisor formado por las resistencias R8, R9, R10 y R11. Mediante el conmutador S2 seleccionamos una de las posiciones de este divisor, de tal manera que en la posición "D" obtenemos milivoltios, en la posición "C" tendremos decenas de milivoltios, en la posición "B" décimas de voltio y en la posición "A" obtendremos voltios de Baja Frecuencia. Por tanto la señal de salida vendrá determinada por la posición del potenciómetro P3 y la posición del conmutador S2.

La señal tomada por el conmutador S2 se aplica a la entrada del operacional U3A, cuyo montaje proporciona una alta impedancia de entrada, baja impedancia de salida y ganancia unidad. La salida se toma de la patilla número uno a través de la resistencia R12 y se envía al conector de salida.

Los condensadores C9, C10, C11, C12, C13 y C14 desacoplan las líneas de alimentación de los integrados U1, U2 y U3.



El circuito está alimentado por una Fuente que proporciona dos tensiones simétricas de +12 voltios y -12 voltios. El esquema de la Fuente de Alimentación se puede ver en la figura

número dos. La tensión de red se conecta a un transformador con un primario a 220 voltios y un secundario de 12+12 voltios a 300 miliamperios. La toma media del secundario del transformador T21 está conectada a masa. Mediante los diodos rectificadores D21 y D22 rectificamos en onda completa y obtenemos una tensión positiva que es filtrada por el condensador C21. Esta tensión sin estabilizar, de unos 18 voltios positivos respecto a masa, se conecta a la entrada del regulador LM7812 en cuya salida tendremos una tensión de 12 voltios positivos estabilizados. Los condensadores C22 y C23 desacoplan el regulador de las posibles tensiones de Alta Frecuencia que puedan aparecer. El condensador C24 filtra la tensión de salida.

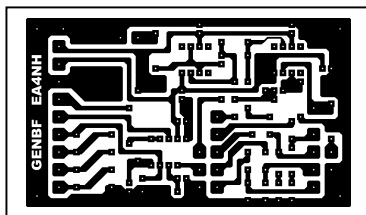
La tensión de -12 voltios se obtiene de manera similar. Los diodos rectificadores D23 y D24 rectifican en onda completa y proporcionan una tensión negativa que es filtrada por el condensador C25. Esta tensión sin estabilizar, de unos 18 voltios negativos respecto a masa, se conecta a la entrada del regulador LM7912 que proporciona una tensión de 12 voltios negativos y perfectamente estabilizados. Los condensadores C26 y C27 desacoplan el regulador de las posibles tensiones de Alta Frecuencia que puedan aparecer. El condensador C28 filtra la tensión de salida.

El interruptor de la tensión de red puede ser doble, como se indica en el esquema de la figura número dos, o puede ser sencillo y cortar solamente uno de los hilos de la red. Aunque no es imprescindible, es conveniente montar un portafusible, tal como se indica en el esquema de la figura número dos.

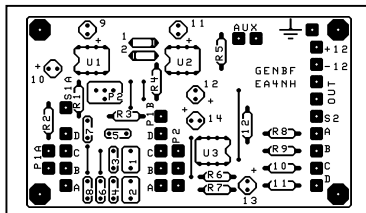
3.- CONSTRUCCIÓN.

Para la construcción del Generador y su Fuente de Alimentación utilizaremos dos circuitos impresos cuyas medidas son 95 por 55 milímetros.

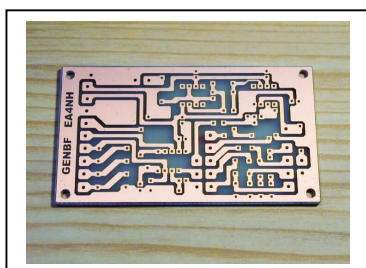
3.1.- GENERADOR.



Para la construcción del Generador utilizaremos un circuito impreso cuyo diseño se puede ver en la figura número tres. Este circuito impreso lo obtendremos por alguno de los procedimientos habituales. También está disponible solicitándolo al autor.



En la figura número cuatro se muestra la disposición de los distintos componentes sobre la placa del circuito impreso. En la figura número cinco tenemos el circuito impreso listo para iniciar el montaje de los diversos componentes.

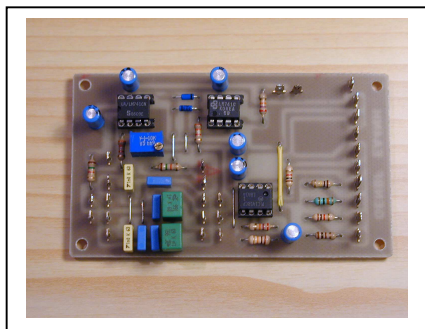


Los componentes necesarios para la construcción del Generador son los siguientes:

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
R1	3K3
R2	1K5
R3	1K5
R4	3K3
R5	27K
R6	27K
R7	10K
R8	100K
R9	10K
R10	1K
R11	100
R12	1K
P1	20 K DOBLE
P2	10K AJUSTABLE
P3	10K
C1	1uF / 64 V POLIESTER
C2	1uF / 64V POLIESTER
C3	100nF / 64 V POLIESTER
C4	100nF / 64 V POLIESTER
C5	10nF / 64 V POLIESTER
C6	10nF / 64 V POLIESTER
C7	1nF / 64 V POLIESTER
C8	1nF / 64 V POLIESTER
C9	10uF / 16 V ELECTROLÍTICO
C10	10uF / 16 V ELECTROLÍTICO
C11	10uF / 16 V ELECTROLÍTICO
C12	10uF / 16 V ELECTROLÍTICO
C13	10uF / 16 V ELECTROLÍTICO
C14	10uF / 16 V ELECTROLÍTICO
U1	LM741
U2	LM741
U3	LM1458
D1	BAR10
D2	BAR10
S1	CONMUTADOR DOBLE CUATRO POSICIONES
S2	CONMUTADOR CUATRO POSICIONES
29	TERMINALES
4	SEPARADORES Y TORNILLOS
3	ZOCALO PARA C.I. DE OCHO PATILLAS.

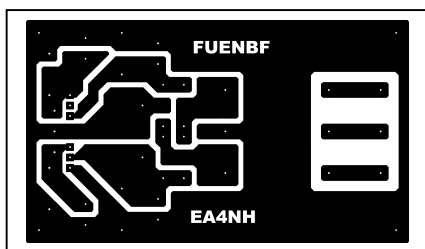
Procederemos al montaje de los diversos componentes sobre la placa de circuito impreso. Como paso previo debemos realizar con hilo de cobre, los seis puentes que se indican en la disposición de componentes de la figura número cuatro.

Una vez realizados los seis puentes montaremos las resistencias, siguiendo por los condensadores y el resto de los componentes. Para los circuitos integrados U1, U2 y U3 es recomendable el uso de zócalo, ya que así impedimos su posible destrucción en el momento de la soldadura y así también es más fácil su sustitución en caso de avería.

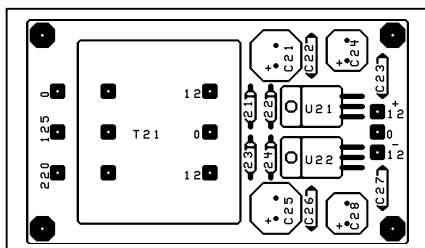


En la figura número seis tenemos la placa del Generador con todos los componentes preparada para su montaje final. Procederemos a continuación al montaje de la Fuente de Alimentación.

3.2.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN.



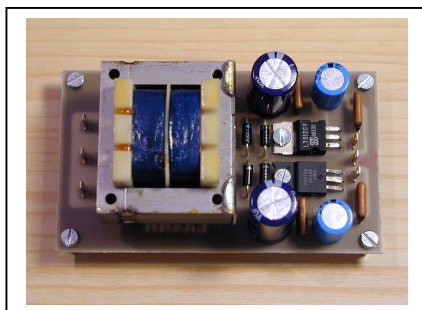
Para la construcción de la Fuente de Alimentación utilizaremos un circuito impreso cuyo diseño se puede ver en la figura número siete. Este circuito impreso lo obtendremos por alguno de los procedimientos habituales. También está disponible solicitándolo al autor.



REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
D21	DIODO RECTIFICADOR 1N4001
D22	DIODO RECTIFICADOR 1N4001
D23	DIODO RECTIFICADOR 1N4001
D24	DIODO RECTIFICADOR 1N4001
C21	1000uF / 25 V ELECTROLÍTICO
C22	10nF / 64 V POLIESTER
C23	10nF / 64 V POLIESTER
C24	47uF / 35 V ELECTROLÍTICO
C25	1000uF / 25 V ELECTROLÍTICO
C26	10nF / 64 V POLIESTER
C27	10nF / 64 V POLIESTER
C28	47uF / 35 V ELECTROLÍTICO
U21	LM7812
U22	LM7912
I21	INTERRUPTOR DE RED
T21	TRANSFORMADOR 12+12 V 0,3A
6	TERMINALES
4	SEPARADORES Y TORNILLOS
2	TORNILLOS CON TUERCA

Procederemos al montaje de los diversos componentes sobre la placa de circuito impreso. El transformador se fijará al circuito impreso mediante sus propios terminales, bien directamente, si son para inserción sobre circuito impreso, o bien mediante unos cortos trozos de hilo de cobre.

Los terminales de los reguladores U21 y U22 se doblan en ángulo recto para su inserción en el circuito impreso. Se sujetan a la placa mediante sendos tornillos de 3 mm rosca métrica o 1/8 rosca Witworth y la correspondiente tuerca. Soldaremos los condensadores electrolíticos teniendo cuidado en insertarlos con la polaridad correcta, ya que C21 y C24 tienen su terminal negativo conectado a masa mientras que C25 y C28 tienen conectado a masa el terminal positivo.



En la figura número diez tenemos la placa de la Fuente de Alimentación con todos los componentes preparada para su comprobación. Para ello conectaremos el primario del transformador T21 a la red de 220 voltios. Con un tester mediremos la tensión presente en los terminales de salida, que deberá ser de 12 voltios positivos y 12 voltios negativos respecto a masa, en los correspondientes terminales. La

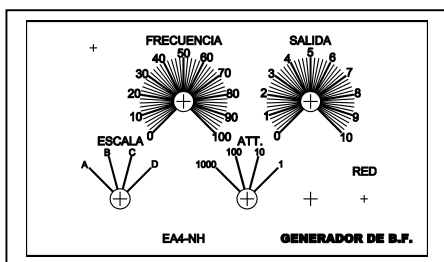
tensión de entrada a los reguladores deberá rondar los 18 voltios positivos y negativos respecto a masa.

Como ya se ha indicado, esta Fuente de Alimentación entrega dos tensiones de 12 voltios positivos y negativos respecto a masa, para la alimentación de los operacionales. La corriente máxima que puede entregar esta Fuente ronda los 250 - 300 miliamperios. Esto es debido al tamaño del transformador y al hecho de que los reguladores están montados sin ningún tipo de radiador de calor, por lo que, aunque estos reguladores pueden entregar corrientes de hasta 1 amperio, en este montaje la corriente máxima queda limitada a los 250 - 300 miliamperios anteriormente indicados. En este montaje la corriente consumida es de unos pocos miliamperios, por lo que la Fuente cumplirá perfectamente su cometido.

Si el funcionamiento de la Fuente es correcto, procederemos al montaje final del Generador.

4.- MONTAJE.

El montaje del prototipo lo hemos realizado en una caja de plástico que tiene unas medidas exteriores aproximadas de 18 centímetros de largo, 12,5 centímetros de ancho y 7,5 centímetros de alto. Las dos placas de circuito impreso se sujetarán, mediante los correspondientes separadores metálicos, sobre un trozo de chapa de aluminio que posteriormente se fijará a la parte inferior de la caja en los pivotes dispuestos a tal fin. De esta manera conseguimos que no se vea ningún tornillo al exterior de la caja



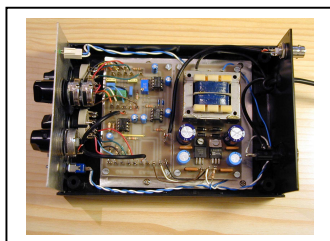
El panel frontal de la caja, que también es de plástico, se sustituye por un trozo de chapa de aluminio de un milímetro de espesor. Sobre esta placa haremos los correspondientes taladros para la sujeción de los potenciómetros, conmutadores, interruptor de red, conector de salida y LED indicador. Para dar un mejor aspecto a nuestro montaje, se ha

diseñado una carátula que se puede realizar sobre papel fotográfico y posteriormente fijar con pegamento sobre el frontal de la caja. En la figura número once se puede ver el diseño del frontal. Esta carátula está disponible solicitándolo al autor.

A continuación procederemos al cableado del Generador. Utilizaremos unos trozos de hilo de cobre aislado con plástico para unir los potenciómetros y los conmutadores con la placa de circuito impreso. Este hilo deberá ser de cierta sección y de un solo conductor, para que las capacidades parásitas no varíen. La conexión del potenciómetro de salida, P3, la realizaremos con cable blindado doble. Para el conector de salida se ha utilizado un conector BNC de panel. Como se trata de frecuencias de audio, también se puede utilizar un conector hembra RCA para la salida de señal. En la esquina superior izquierda del frontal sujetaremos un diodo LED para indicar el funcionamiento del Generador. Si este diodo es del tipo de alimentación directa a 12 voltios, lo conectaremos entre el terminal de +12 voltios y masa de la Fuente de Alimentación. Si es un diodo LED normal, pondremos en serie una resistencia de 820 ohmios y también lo conectaremos entre los terminales mencionados.

En la esquina inferior derecha colocaremos el interruptor de encendido que podrá ser de doble circuito, como se indica en el esquema de la Fuente de Alimentación, aunque también funcionará correctamente de un solo circuito.

Uniremos las salidas de tensión de la Fuente con las entradas correspondientes en la placa del Generador, teniendo cuidado de no confundir entre sí las tensiones de +12 voltios y -12 voltios.



En el panel trasero haremos un taladro por donde pasará el cable de alimentación. Aunque no es imprescindible, es conveniente poner un portafusible con su correspondiente fusible, tal como se puede ver en el esquema de la Fuente de Alimentación. También colocaremos en el panel trasero otro conector BNC ó RCA para la salida auxiliar.



Una vez completado el cableado del Generador, procederemos a su puesta en marcha y ajuste. En la figura número doce tenemos el aspecto del interior del

Generador después del cableado, y en la figura número trece el Generador terminado.

4.- AJUSTE.

La puesta en funcionamiento del Generador se reduce al ajuste del potenciómetro P2, que regula la ganancia del operacional U1B que constituye el oscilador. Como ya se ha indicado, el potenciómetro P2 ajusta la forma de onda del oscilador. Si este potenciómetro se encuentra en su valor máximo, el amplificador operacional tendrá mucha ganancia y la forma de onda estará muy distorsionada, casi una onda cuadrada. Si reducimos el valor de P2 la forma de onda va mejorando hasta que llega un momento en que los picos de la onda, que estaban recortados, quedan perfectamente redondeados. Continuaremos reduciendo el valor de P2 un poco más y comprobaremos que en todas las bandas y en cualquier posición del potenciómetro P1, la onda no sufre ningún recorte.

Cómo es natural, este ajuste de la forma de onda deberá hacerse preferiblemente con un osciloscopio. Para ello conectaremos la entrada del osciloscopio a la salida del generador mediante un trozo de cable coaxial con los correspondientes conectores, BNC ó RCA, según los que hayamos empleado en la construcción del Generador. También podemos utilizar la Salida Auxiliar del panel trasero para este ajuste. Pondremos en marcha el Generador conectándolo a la red y accionando el interruptor de encendido. Observaremos la señal de salida. Retocaremos el potenciómetro P2 y realizaremos el ajuste indicado anteriormente.

Si no se dispone de osciloscopio habrá que conectar el generador a un amplificador de audio para controlar la oscilación. Ajustaremos el

potenciómetro P2 para obtener en la salida auxiliar del panel trasero una tensión de 2,5 voltios eficaces, a una frecuencia de unos 100 Hz, que podremos medir con cualquier polímetro digital o analógico.

Comprobaremos el buen funcionamiento del atenuador y del potenciómetro de salida. Debido a las tolerancias de los componentes y principalmente de los condensadores, es difícil establecer unos valores concretos para las frecuencias generadas en cada banda. La frecuencia del Generador la podemos controlar mediante un frecuencímetro conectado en la Salida Auxiliar. Si no queremos tener permanentemente conectado el frecuencímetro, podemos hacer un gráfico, para cada banda, que refleje la posición del mando FRECUENCIA y la frecuencia generada. Para ello utilizaremos papel milimetrado poniendo en el eje vertical la posición del mando y en el eje horizontal la frecuencia obtenida.

En la figura número catorce se puede ver la forma de onda que entrega el Generador a una frecuencia de 1KHz.

Los valores obtenidos en el prototipo son los siguientes:

SALIDA AUXILIAR	7 Voltios pico a pico = 2,5 Voltios eficaces
SALIDA PRINCIPAL	20 Voltios pico a pico = 7 Voltios eficaces

FRECUENCIAS

BANDA	FREC. MÍNIMA	FREC. MÁXIMA
BANDA "A"	9 Hz	104 Hz
BANDA "B"	82 Hz	1032 Hz
BANDA "C"	817 Hz	9975 Hz
BANDA "D"	8194 Hz	72784 Hz

5.- RESUMEN.

En el presente artículo se propone la construcción de un Generador de Baja Frecuencia para el laboratorio del Radioaficionado. El Generador es fácil de construir, utiliza componentes comunes y proporciona una forma de onda que, aunque tiene una ligera distorsión, es perfectamente útil para el mantenimiento y ajuste de los equipos de 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, cómo 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 DEL GENERADOR DE B.F.

FIGURA NÚMERO DOS.
ESQUEMA DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

FIGURA NÚMERO TRES.
PLANTILLA DEL CIRCUITO IMPRESO DEL GENERADOR.

FIGURA NÚMERO CUATRO.
DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES DEL GENERADOR.

FIGURA NÚMERO CINCO.
CIRCUITO IMPRESO DEL GENERADOR.

FIGURA NÚMERO SEIS.
PLACA DEL GENERADOR MONTADA.

FIGURA NÚMERO SIETE.
PLANTILLA DEL CIRCUITO IMPRESO DE LA FUENTE.

FIGURA NÚMERO OCHO.
DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA FUENTE.

FIGURA NÚMERO NUEVE.
CIRCUITO IMPRESO DE LA FUENTE.

FIGURA NÚMERO DIEZ.
PLACA DE LA FUENTE MONTADA.

FIGURA NÚMERO ONCE.
DISEÑO DEL FRONTAL DEL GENERADOR DE B.F.

FIGURA NÚMERO DOCE.
DISPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES DEL GENERADOR.

FIGURA NÚMERO TRECE.
GENERADOR DE B.F. TERMINADO.

FIGURA NÚMERO CATORCE.
FORMA DE ONDA.