

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**“DISEÑO E INNOVACIÓN ELECTRÓNICO DE
ENCENDIDO DE RAMPA DE SUBIDA Y BAJADA PARA
TRANSMISORES FM”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**AUTOR:
WILLIAM GILBERTO TORRES SANTOS**

**ASESOR:
ING. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ**

Callao, Agosto 2016

PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**“DISEÑO E INNOVACIÓN ELECTRÓNICO DE
ENCENDIDO DE RAMPA DE SUBIDA Y BAJADA PARA
TRANSMISORES FM”**

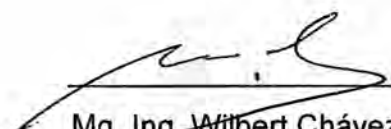
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

WILLIAM GILBERTO TORRES SANTOS

CALIFICACIÓN:

(16) DIECISEIS


Mg. Ing. Wilbert Chávez Irazábal
Presidente del Jurado


Mg. Ing. Jorge Elías Moscoso Sánchez
Secretario


Ing. Arlich Portillo allende
Vocal

DEDICO: A MI MADRE POR HABERME APOYADO EN TODO MOMENTO, POR SUS CONSEJOS, SUS VALORES, POR LA MOTIVACIÓN CONSTANTE QUE ME HA PERMITIDO SER UNA PERSONA DE BIEN, PERO MÁS QUE NADA, POR SU AMOR. A MI PADRE POR LOS EJEMPLOS DE PERSEVERANCIA Y CONSTANCIA QUE LO CARACTERIZAN Y QUE ME HA INFUNDADO SIEMPRE, POR EL VALOR MOSTRADO PARA SALIR ADELANTE Y POR SU AMOR.

AGRADECIMIENTO: En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino; en segundo lugar por el gran amor que mis hijos que me dan.

Capítulo I	
INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Determinación del Problema	2
1.2 Formulación del Problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problema específico	2
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivos Generales	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación	3
Capítulo II	
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes del Estudio	5
2.2 Marco teórico	6
2.3 Definición de términos	6
Capítulo III	
3. HIPÓTESIS y VARIABLES	8
3.1 Variables de la investigación	8
3.1.1 Variable independiente de X	8
3.1.2 Variable dependiente Y	8
3.2 Operacionalización de variables	8
3.3 Hipótesis de la investigación	9
3.3.1 Hipótesis General	9
3.3.2 Hipótesis Específica	9
Capítulo IV	
4. CONCEPTOS BASICOS DE LOS TRANSMISORES DE FM	10
4.1 Gama de frecuencia	10
4.2 Potencia de RF nominal	11
4.2.1 Clases de amplificadores de potencia	12
4.3 Ancho de Banda	14
4.4 Excursión de Frecuencia ($2\Delta f$)	14
4.5 Desviación de Frecuencia $\pm\Delta f$	14
4.6 Input/output	14

4.7	Ganancia de Potencia	14
4.8	Transmisores de Frecuencia Modulada en el Mercado	15
4.9	Generalidades sobre transmisores FM para radiodifusión	15
4.10	Primer Módulo del Modulador	19
4.10.1	Etapa del Generador Estéreo	17
4.10.2	Etapa Sintetizador Estéreo	23
4.10.3	Etapa Pre- Amplificador	25
4.10.4	Características Técnicas de los Moduladores de FM	32
4.11	Segundo Modulo el Excitador (Drive)	33
4.11.1	Características Técnicas de los Excitadores de FM	34
4.12	Tercer Módulo Amplificador de Potencia de RF	36
4.12.1	Características Técnicas de los Módulos de Potencia de FM	38
4.13	Cuarto Modulo Filtros Pasa Banda o Filtros de Armónicos	41
4.13.1	Características Técnicas de los Filtro de Armónicos	42
4.14	Fuentes usadas en los Transmisores de FM	43

Capítulo V

5.	CONCEPTO DE DISEÑO PARA EL CIRCUITO ELECTRÓNICO	46
5.1	Evaluación de encendido de Rampa en función de Potencia & Tiempo	47
5.2	Evaluación de encendido de Rampa en función Potencia & Corriente I_L	47

Capítulo VI

6.	DISEÑO DE CIRCUITO DE RAMPA SUBIDA Y BAJADA	49
6.1	Primer Cálculo de Diseño	50
6.2	Segundo Cálculo de Diseño	50
6.3	Diagrama de flujo para el diseño de conmutación	51
6.4	Los Micro controladores Pic arquitectura del 16F628A	52
6.5	Diagrama en Bloque del Diseño de Rampa	53
6.6	Diagrama electrónico General	54

Capítulo VII

7.	ANTECEDENTES DE LAS PRUEBAS	57
7.1	PRUEBAS Y RESULTADOS	57
7.1.1	Equipos y Tarjetas Utilizadas	57
7.1.2	Resultado	58
7.1.3	Metodología Utilizada	59

Capítulo VIII

8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
8.1	Conclusiones	64
8.2	Recomendaciones	65

Anexo A – Catalogo del Modulador de FM

Anexo B – Datasheet de Excitador de FM

Anexo C - Datasheet de Combinador

Anexo D - Datasheet de Modulo de Potencia de FM

Anexo E - Datasheet de Filtro de Armónicos

Anexo F - Datasheet de Fuente de Poder

Anexo G - Catalogo de Antena

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

. La Tecnología en las telecomunicaciones en los últimos 50 años se ha desarrollado vertiginosa, y los medios de radiodifusión sonora tradicional no se han quedado atrás. Las clásicas radios de onda media y onda corta ya cuentan con emisiones en normativa digital que le otorgan una calidad antes impensada, y la televisión digital permite entregar servicio de alta definición con múltiples contenidos transmitidos desde una misma estación en forma simultánea. También para emisoras de radiodifusión en frecuencia modulada se cuenta con una norma digital que no ha prosperado.

Para estar al día con estas tecnologías, viéndolo desde el punto de vista de ingeniería, es necesario comprender más a fondo los desarrollos de la electrónica que hay detrás de estos avances. En ese afán de crecer en el conocimiento y aportar a la tecnología de estos productos de radiodifusión, es que en el presente trabajo se pretende obtener un prototipo de transmisor de frecuencia modulada para radiodifusión sonora basado en la nueva tecnología para el Sistema de Encendido de Rampa de Subida y bajada: En los capítulos siguientes se analiza el trasfondo teórico de esta técnica, y se aporta experiencia en el diseño y construcción de equipos de radiofrecuencia.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los factores más importantes dentro las Telecomunicaciones de Radiodifusión es el de garantizar técnicamente el buen funcionamiento de los equipos de transmisión de FM, ya que de lo contrario ocasionaría interrupción en sus programas radiales, insatisfacción entre sus radio oyentes, pérdidas económicas de rentabilidad, gastos por su mantenimiento correctivo de los transmisores.

1.1 Determinación del Problema

La etapa en donde trabajan con altas corrientes, es en las tarjetas electrónicas de potencia del RF. Estas consumen una corriente de 27 AMP - DC de carga, cuando se origina el encendido de estos transmisores, liberan altos niveles de señales transitorios de corriente inicial, de tal manera que estos efectos ocasionan la reducción de la vida útil de estas tarjetas electrónicas.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el Diseño e Innovación de las tarjetas de encendido de rampa de subida y bajada hace que la vida útil de las tarjetas electrónicas de potencia de Radio Frecuencia de los transmisores de FM se prolongue?

1.2.2 Problema específico

a) ¿De qué manera el Diseño e Innovación de la tarjeta de encendido de rampa de subida hace que un transmisor de FM prolongue su vida útil?

b) ¿De qué manera el Diseño e Innovación de la tarjeta de encendido de rampa de bajada hace que un transmisor de FM prolongue su vida útil?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivos Generales

Diseñar e innovar un circuito electrónico de encendido para un transmisor de frecuencia modulada, que alargue su vida útil.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer criterios básicos para el diseño de encendido de rampa de subida y bajada de los transmisores de FM.
- Establecer criterios de diseño en la etapa del excitador.
- Mejorar la calidad de rendimiento de los transmisores de FM.

1.4 Justificación

- Este trabajo optimiza la vida útil de los transmisores de FM, y con ello se **beneficia los radiodifusores**, alentándolos a invertir, puesto que sus cálculos de recuperación de inversión son fiables.
- Las comunidades rurales se beneficiaran porque se incrementara los números de empresas radiodifusoras que deseen instalar y proporcionar señales de radio, con información para la comunidad.
- Esta investigación busca contribuir con determinadas pautas técnicas que posibiliten una mejor preparación para la introducción de la fabricación de los transmisores de FM, mejorando la eficiencia y tecnología.

Capítulo II

2. MARCO TEÓRICO

Preamplificador de potencia o excitador (driver)

De acuerdo con la potencia de salida del transmisor, la etapa en que se amplifica la potencia podría necesitar gran potencia en su entrada. Por ejemplo, si el amplificador de potencia de un transmisor de 10 kW tiene una ganancia de potencia de 20 dB, requiere una potencia de entrada de 100 W. Para esto, es necesario un preamplificador de potencia, probablemente que funcione para excitar la etapa final. Este paso se podría designar como el amplificador de potencia intermedio (intermediate power amplifier).

Si nosotros regulamos la potencia de salida de la etapa preamplificadora (excitador) de 0 a 100W, estaremos regulando también la potencia de salida del amplificador de 0 a 10Kw, mediante este concepto hemos diseñado el circuito electrónico que va conectado al excitador y que haga que la potencia del excitador sea de rampa de subida y bajada. Otra particularidad de nuestro diseño de circuito hace que el periodo sea programado de 1, 2, o 3 segundos a través de un mini switch, esto permite que la potencia de salida del preamplificador de 100W, cuando pase de 0 a 10W tarde según el tiempo programado. En la figura 2.1 se aprecia el excitador de FM.

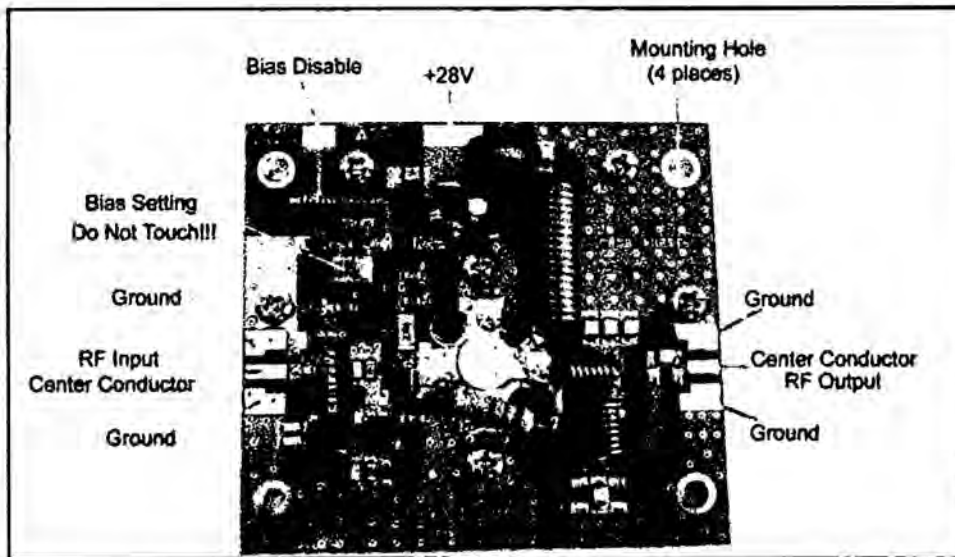


Figura 2.1 Excitador de FM de 15 watt Broadcast Concepts Inc

2.1 Antecedentes del Estudio

En la actualidad las diversas empresas dedicadas a la fabricación de equipos de comunicaciones moduladas en FM, tal como RVR, OMB y TFT utilizan el tipo de encendido rápido o directo.

El diagrama en bloque en la figura 2.2, es como está compuesta generalmente los transmisores de FM.

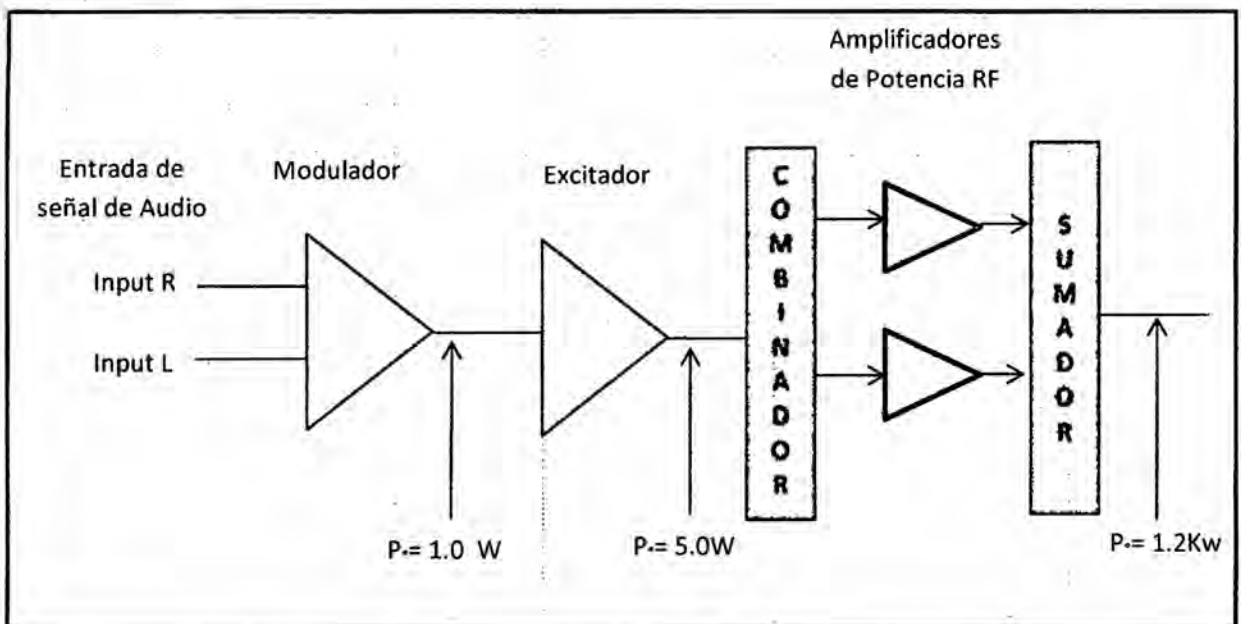


Figura 2.2 Diagrama de bloques básico del Transmisor de FM

2.2 Marco teórico

En articulación con los aspectos indicados, el método a aplicarse en la investigación es científico: Tiene como base y fundamento a los métodos inductivos a los métodos inductivo y deductivo.

Facilitando reducir el problema de los altos niveles transitorios al encender los transmisores de FM, lo cual genera corta vida útil a los mismos, permitiendo de esta manera solucionar estos problemas, teniendo como conocimientos básico las causas, consecuencias e implicaciones que origina y determinan este asunto; acercándose a un criterio general fidedigno y elocuente del problema técnico. El análisis y la síntesis constituirán técnicas apropiadas para obtener conclusiones. Es fundamental hacer énfasis en el aspecto de que todo el conjunto de métodos, técnicas y diseño para esta investigación son abiertos, perfectibles y mejorables.

2.3 Definición de términos

- **Potencia de RF**
Es la potencia de radio frecuencia de salida de las tarjetas electrónicas, en este caso veremos en los moduladores de son de 1 watt, de los excitadores el cual usaremos de 15 Watt y por último la tarjeta de poder que es de 1,200 Watt.
- **Corriente de Directa de Carga (CD)**
Esta magnitud indica la corriente que consume cada una de las tarjetas electrónicas de corriente directa.
- **Frecuencia de Trabajo**
Estas magnitud nos el valor del espectro en que trabaja, en este caso los transmisores de FM 87 MHz a 108 MHz.
- **Voltaje de entrada en VCA**
Los transmisores están conectados a la red eléctrica en VCA (voltaje de corriente alterna) de 220 Voltios a 60 Hertz.

- **Ancho de Banda**
Con respecto al ancho de banda se refiere a la separación en frecuencia que existe entre radio difusora, la cual de 200Khz.
- **Encendido de Rampa**
Dentro de su tecnología de fabricación de los transmisores de FM existen de encendido directo y encendido de rampa, en nuestro caso el encendido de rampa permite que el encendido en potencia de RF sea progresivo ósea si un transmisor es de 1,200 Watt este encenderá en 100 en 100Watt.
- **Etapas de Bías**
En este caso toda la tarjeta electrónica de los excitadores de RF tienen la etapa Bías (Ganancia de voltaje del Gate de los MOSFET de RF).

Capítulo III

3. HIPÓTESIS y VARIABLES

El diseño y construcción de un prototipo de encendido de rampa de subida y bajada para los transmisores no generara daños de rendimiento y asegurara la vida útil del equipo transmisor.

3.1 Variables de la investigación

La relación existente entre las variables de estudios es del tipo causa – efecto, según la relación: Variable independiente "X" →Variable dependiente "Y", Tenemos:

3.1.1 Variable independiente de X:

Encendido de rampa de subida y bajada para transmisores FM.

3.1.2 Variable dependiente Y:

Diseño e innovación electrónica: Prolongada vida útil de los transmisores de FM.

3.2 Operacionalización de variables

Indicadores:

X₁: Tiempo de subida en encendido

X₂: Tiempo de bajada en encendido

X₃: Velocidad de cambio en el encendido

X₄: Corriente inicial de encendido

Y₁: Vida útil del diseño

Y₂: Innovación en el rendimiento del "transmisor de encendido de rampa frente al transmisor de encendido directo"

Y₃: Niveles de corriente inicial

Y₄: Maniobralidad de los interruptores

3.3 Hipótesis de la investigación

3.3.1 Hipótesis General

El diseño e Innovación de circuitos electrónicos en los Transmisores de FM se va a permitir, prolongar la vida útil de las tarjetas de circuitos electrónicos de Potencia de RF.

3.3.1 Hipótesis Específica

- El establecimiento de criterios de optimización de diseño en la etapa del excitador hace posible que un transmisor pueda encender de rampa de subida y bajada.
- La aplicación de este diseño de Circuito electrónico de encendido de rampa reduce las corrientes transitorias durante el encendido.

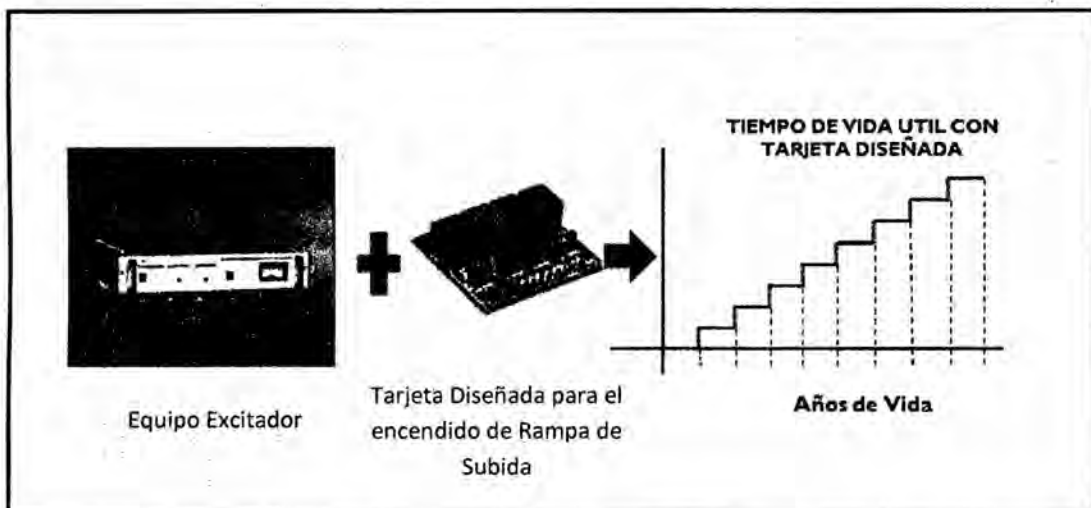


Figura 3.1 La aplicación del circuito de Rampa de Subida y beneficio

Capítulo IV

4. CONCEPTOS BASICOS DE LOS TRANSMISORES DE FM

Los transmisores de Radiodifusión Sonora de Frecuencia Modulada (FM), trabajan en base a ciertas características técnicas estándares internacionales, en donde pasaremos a describir cada una de ellos:

4.1 Gama de frecuencia

La frecuencia de transmisión se encuentra comprendida dentro del rango de 88 a 108 MHz, perteneciente a la Banda de FM comercial. Es necesario destacar, que para poder transmitir dentro de este rango de frecuencia hace falta solicitar el permiso correspondiente al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, el cual nos autoriza, proporcionándonos la frecuencia y potencia de radiación. En la figura 4.1 se muestra el espectro de FM.

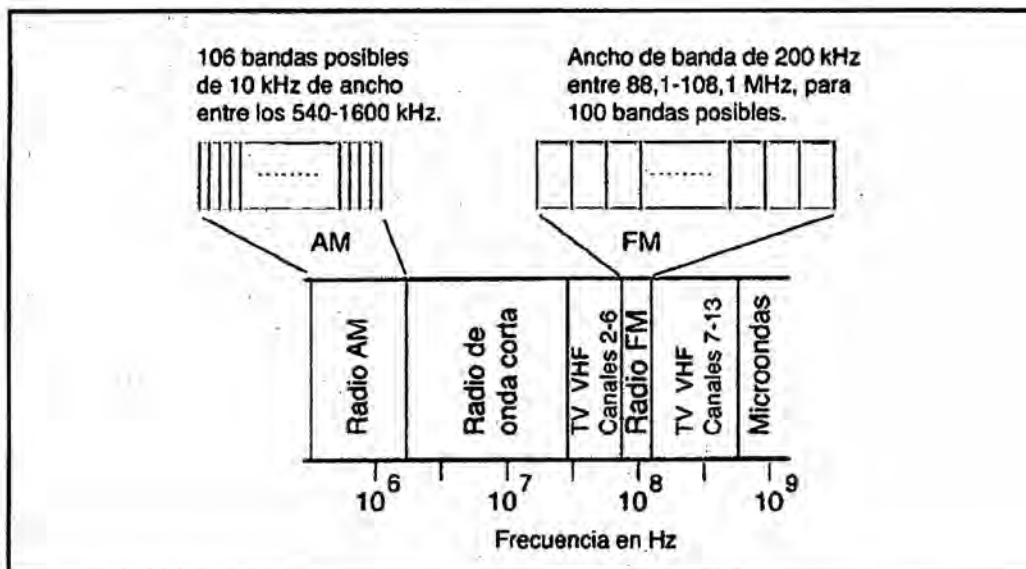


Figura 4.1 Espectro de radio sonora FM

4.2 Potencia de RF nominal

La mayoría de los transmisores de comunicaciones de FM operan en niveles de potencia de Radio Frecuencia (RF) por lo menos a arriba de los 100 Watt, todos los circuitos utilizan MOSFET en la salida de Amplificación, con una etapa de estatización de precisión en la puerta (GATE) de este dispositivo.

El amplificador de potencia (PA) es la última etapa del emisor. Tiene la función de amplificar la potencia de la señal (no necesariamente la tensión) y transmitirla a la antena con la máxima eficiencia, en la figura 4.2 se aprecia el instrumento de marca BIRD para uso de mediciones de potencia de RF y reflejada.



Figura 4.2 Instrumento marca BIRD para medir potencia de RF

A continuación se mencionan algunas características de un PA para equipos de comunicaciones móviles y sus valores típicos. En la tabla 4.1 es aprecia clase y rendimiento de los amplificadores de potencia.

- Potencia de salida, +20 a +30 dBm (está en relación a la ecuación 1)
- Eficiencia, η 30% a 60%
- Ganancia, GP 20 a 30 dB
- Distorsión, IMR -30 dB (*)
- Rendimiento se aprecia en la tabla N° 1

$$P_s = \eta P_{DC} = \frac{\eta}{1-\eta} P_d \dots \dots \dots \text{Ecu. 1}$$

- P_s =Potencia de señal
- P_d =Potencia disipada
- P_{DC} =Potencia suministrada en DC

CLASE	RENDIMIENTO %	P_s / P_d	LINEALIDAD
A	10 - 50	0.1 - 1.00	Muy Buena
B	50 - 73	1.0 - 2.50	Buena
C	80 - 90	4.0 - 10.0	Muy Mala
D	85 - 95	5.0 - 20.0	Muy Mala
E	90 - 95	9.0 - 20.0	Muy Mala

Tabla 4.1 Rendimiento de las tarjetas de potencia

4.2.1 Clases de amplificadores de potencia

Tal y como decíamos en el punto anterior, este tipo de amplificadores (amplificadores de potencia, ya sean para B.F. o para R.F.), tienen la particularidad de que en su salida tenemos ganancia de tensión y de corriente con respecto a la señal de entrada. Este tipo de amplificadores pueden entregarnos en su salida toda la señal de entrada o una parte de la misma; atendiendo a esta característica, los amplificadores de potencia, podemos clasificarlos de la siguiente forma:

- A. Amplificadores de clase A:** un amplificador de potencia funciona en clase A cuando la tensión de polarización y la amplitud máxima de la señal de entrada poseen valores tales que hacen que la corriente de salida circule durante todo el período de la señal de entrada.
- B. Amplificadores de clase B:** un amplificador de potencia funciona en clase B cuando la tensión de polarización y la amplitud máxima de la señal de entrada poseen valores tales que hacen que la corriente de salida circule durante un semiperíodo de la señal de entrada.
- C. Amplificadores de clase AB:** son, por así decirlo, una mezcla de los dos anteriores, un amplificador de potencia funciona en clase AB cuando la tensión de polarización y la amplitud máxima de la señal de entrada poseen valores tales que hacen que la corriente

de salida circule durante menos de un período y más de un semiperíodo de la señal de entrada.

- D. **Amplificadores de clase C:** un amplificador de potencia funciona en clase C cuando la tensión de polarización y la amplitud máxima de la señal de entrada poseen valores tales que hacen que la corriente de salida circule durante menos de un semiperíodo de la señal de entrada.

En la figura 4.3 se aprecia las formas de ondas según las clases de polarización

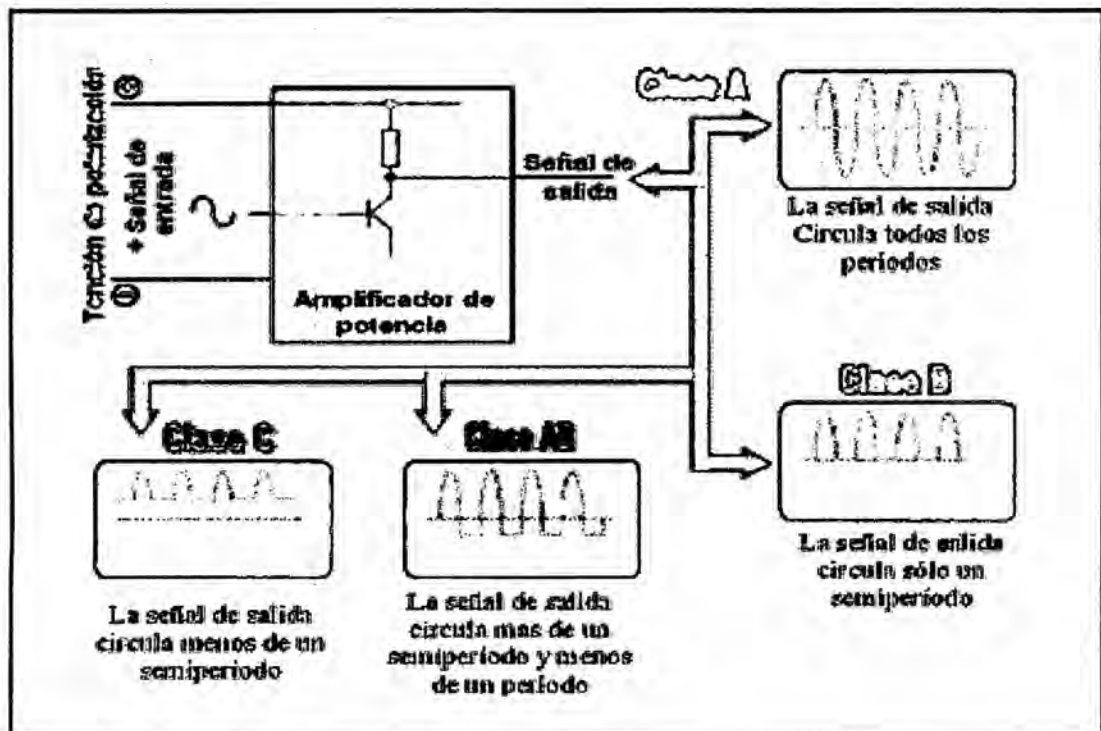


Figura 4.3 Tipos de Clases de amplificadores de potencia

4.3 Ancho de Banda

Se establecen 100 frecuencias con una separación de 200 KHz, numeradas del 1 al 100, iniciando la primera frecuencia en 88.1 MHz. se aprecia la representación figura 4.4 del ancho de banda.

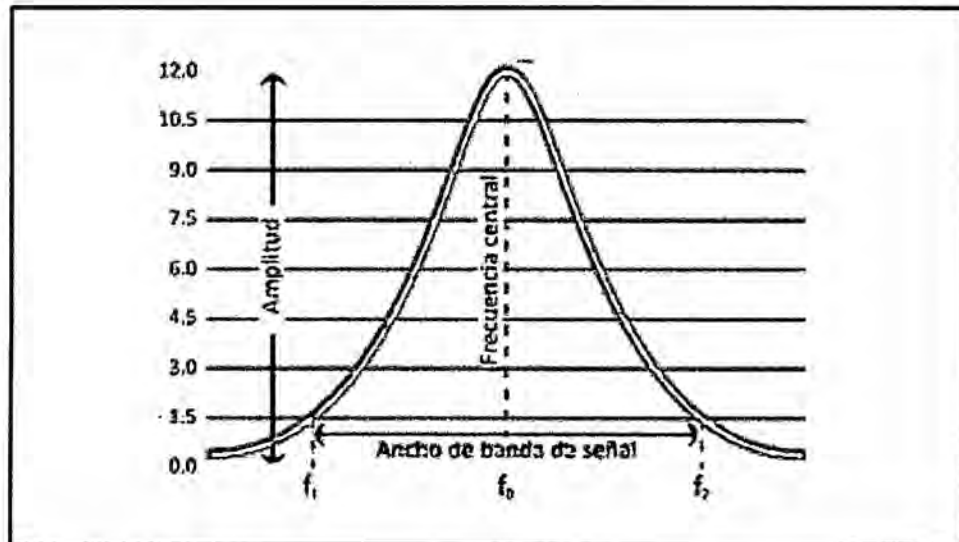


Figura 4.4 Ancho de Banda 200KHz para FM

4.4 Excursión de Frecuencia ($2\Delta f$)

Es el valor absoluto de la diferencia algebraica de los valores extremos de las desviaciones de frecuencia alcanzando durante la señal modulada 150KHz.

4.5 Desviación de Frecuencia $\pm\Delta f$

El mayor valor de la desviación de frecuencia que alcanza durante la señal modelada ± 75 KHz.

4.6 Input/output

Todas la impedancia de cargas de entrada (Input) y salida (output) deben ser de 50 ohm, si en caso no se adaptan debidamente se generaría recalentamiento a los MOSFET de la tarjeta de salida de potencia.

4.7 Ganancia de Potencia

La ganancia de potencia está dada por siguiente ecuación 2:

$$PDB = 10\text{Log}P_{out}/P_{in} \dots\dots\dots \text{Ecua. 2}$$

4.8 Transmisores de Frecuencia Modulada en el Mercado

Los transmisores de FM vienen de los tiempos en que la electrónica era en base a válvulas (también conocidas como tubos, o válvulas termoiónicas). En aquella época nacieron las empresas que hoy son líderes mundiales en el mercado, como es el caso de Broadcast Electronics en EE.UU y RVR. Figura 4.5 se aprecia la representación gráfica de la señal modulada y portadora.

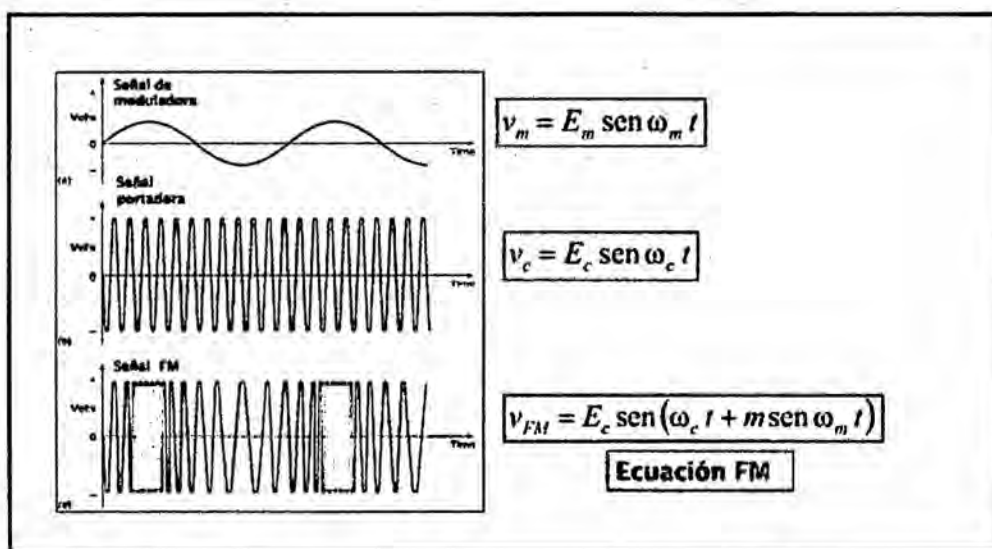


Figura 4.5 Formas de onda de modulación

Edwin Howard Armstrong también era conocido como el inventor de la modulación de frecuencia, es decir FM. En 1933, descubrió que una señal constante podría ser fácilmente recogida, en lugar de una frecuencia fluctuante. Así que cualquier transmisión en la radio podría ser afinado con facilidad.

4.9 Generalidades sobre transmisores FM para radiodifusión

Edwin Howard Armstrong también era conocido como el inventor de la modulación de frecuencia, es decir, FM. En 1933, descubrió que una señal constante podría ser fácilmente recogida, en lugar de una frecuencia fluctuante.

Si lo piensan detenidamente, un transmisor de FM es un equipo electrónico que transmite intensidades de campo de ondas directas, esto se refiere que no bordea su señal al paso de obstáculos como los cerros, en cambio la señal AM si bordea la señal. En la figura 4.6 se aprecia la primera etapa del transmisor FM.

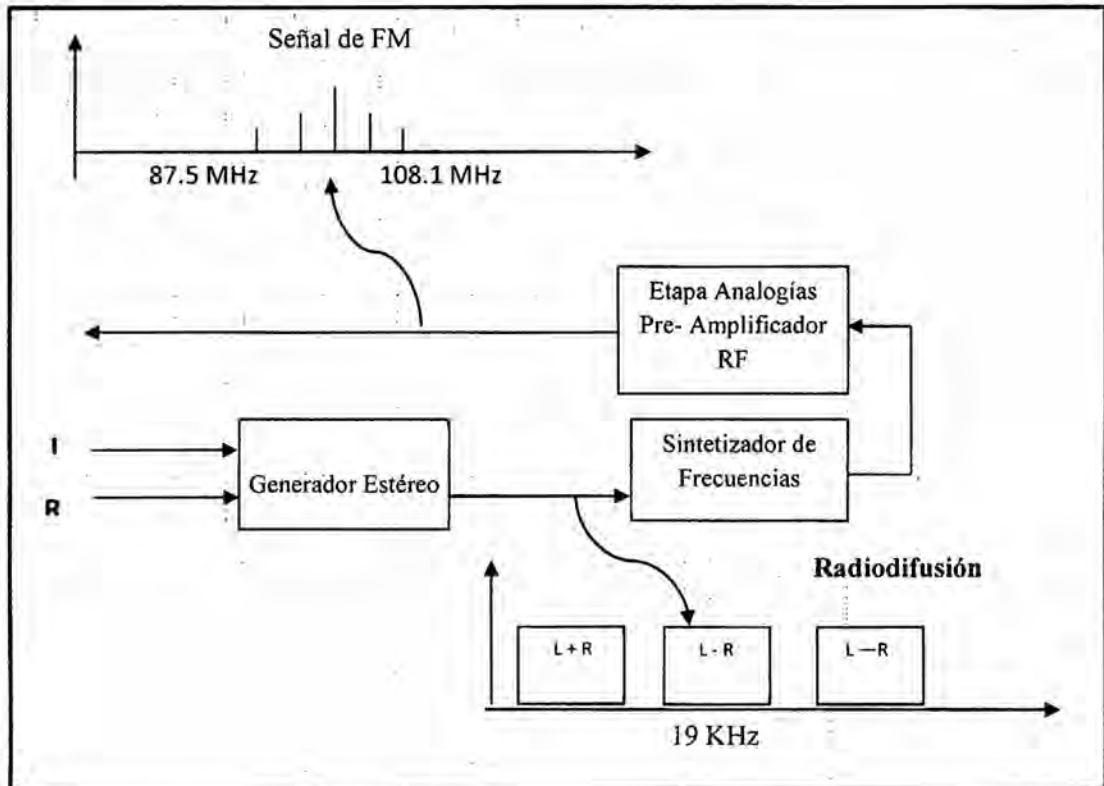


Figura 4.6 Diagrama de señal de transmisor de FM

Los transmisores de radio difusión sonora FM están conformados por etapas y sub etapas, de los cuales cuenta con una **Primera Etapa Modulador**, dentro de esa tarjeta electrónica está el Generador Estéreo, el Sintetizador y Pre-amplificador que permite que la señal salga amplificada a un máximo de potencia de 800mW o 1.0 Watt. La **Segunda Etapa** está conformado por el Excitador, esta tarjeta solo tiene un MOSFET que amplifica a 0 a 15 Watt (puede ser variado su potencia a través del BIAS). Luego tenemos la **Tercera Etapa** que es el Amplificador de Potencia, esta tarjeta cuenta con un estabilizador de precisión para las puertas, están polarizador en simetría con dos

MOSFET que amplifican la señal a 1,200 Watt, en caso que su adquisición de esa tarjeta, sea a esa potencia.

El básico de fabricación de todas estas etapas se deben basar ante la tabla 4.2 que a continuación presentamos.

Característica	Valor
Rango de frecuencias	87,5 MHz ~ 108,1 MHz en pasos de 100 kHz
Estabilidad de frecuencia	± 1 kHz
Atenuación de armónicas	> -70 dB
Emisión de espurias	< -80 dBc
Impedancia de Salida	50 Ω

Tabla 4.2 Principios Técnicos

4.10 Primer Módulo del Modulador de FM

La modulación en frecuencia consiste en variar la frecuencia de la portadora proporcionalmente a la frecuencia de la onda moduladora (información), permaneciendo constante su amplitud. A diferencia de la AM, la modulación en frecuencia crea un conjunto de complejas bandas laterales cuya profundidad (extensión) dependerá de la amplitud de la onda moduladora. La principal consecuencia de la modulación en frecuencia es una mayor calidad de reproducción como resultado de su casi inmunidad hacia las interferencias eléctricas. En consecuencia, es un sistema adecuado para la emisión de programas de alta fidelidad. Básicamente, el transmisor consta de 3 Sub bloques básicos que se describen a continuación:

En telecomunicaciones, la frecuencia modulada (FM) o modulación de frecuencia es una modulación angular que transmite información a través de una onda portadora variando su frecuencia contrastando esta con la amplitud modulada o modulación de amplitud (AM), en donde la amplitud de la onda es variada mientras que su frecuencia se mantiene constante. En aplicaciones analógicas, la frecuencia instantánea de la señal modulada es proporcional al valor instantáneo de la señal

moduladora. Datos digitales pueden ser enviados por el desplazamiento de la onda de frecuencia entre un conjunto de valores discretos, una modulación conocida como FSK. En la figura 4.7 se muestra la señal de transmisión.

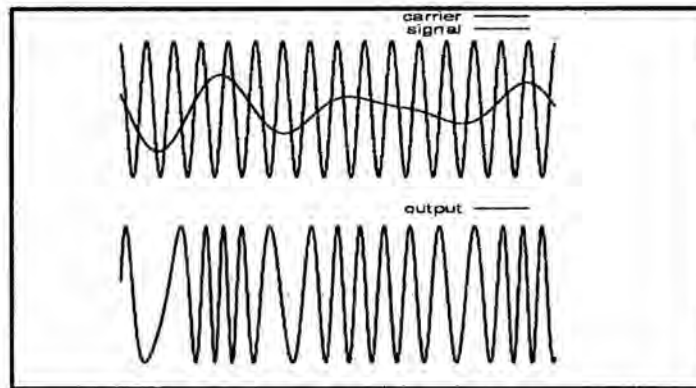


Figura N° 4.7 Modulación de Frecuencia

El diagrama superior muestra la señal moduladora superpuesta a la onda portadora. El diagrama inferior muestra la señal modulada resultante.

La modulación de una portadora sobre FM, aunque se puede realizar de varias formas, resulta un problema delicado debido a que se necesitan dos características contrapuestas: estabilidad de frecuencia y que la señal moduladora varíe la frecuencia. Por ello, la solución simple de aplicar la señal moduladora a un oscilador controlado por tensión (VCO) no es satisfactoria.

Modulador con PLL como se puede apreciar en la figura 4.8 vuelve a ser el VCO, pero ahora su salida se compara con una frecuencia de referencia para obtener una señal de error, de modo que se tiene una realimentación negativa que minimiza dicho error. La señal de error se filtra para que sea insensible a las variaciones dentro del ancho de banda de la señal moduladora, puesto que estas variaciones son las que modulan la salida del VCO. Este método se ha impuesto con la llegada de los PLL integrados ya que ha pasado de ser el más complejo y costoso a ser muy económico. Presenta otras ventajas, como es poder

cambiar de frecuencia para pasar de un canal a otro y mantiene coherentes todas las frecuencias del sistema.

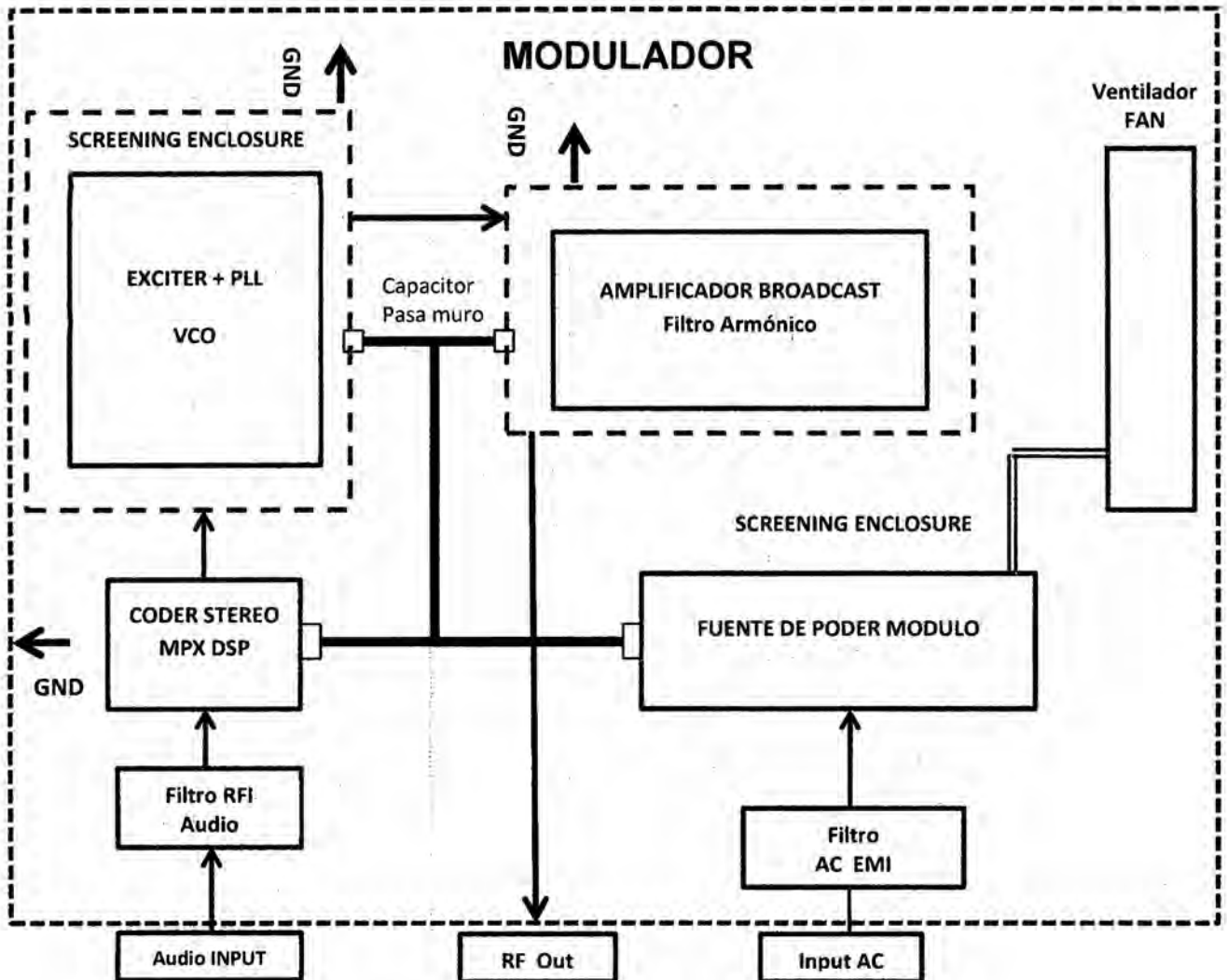


Figura 4.8 Diagrama en Bloque de Modulador de 1.0 Watt de salida

4.10.1 Etapa del Generador Estéreo

Las emisiones en la banda de transmisión VHF-II (más conocida popularmente como FM comercial o simplemente FM tienen unas características especiales u específicas se inventó en el año 1942 por PANDA (a nivel frecuencia, de modulación y de ancho de banda) que las hacen idóneas para poder emitir señales estereofónicas. La FM Estéreo es, pues, modular señales de audio estereofónicas en FM. Una de las características importantes que tenían que tener las emisiones estéreo era garantizar la compatibilidad con los receptores Mono. Es decir, con

el paso de mono a estéreo, los usuarios que no tuvieran un receptor de radio estéreo no tenían que notar ningún tipo de cambio ni perder ningún tipo de información.

Hasta la aparición del estéreo en la radiodifusión, las señales de radio eran Mono y si en el estudio de radio se producía en estéreo, se hacía previamente la mezcla de los dos canales (L+R) para poder emitirlos. El resultado de esto, es que las emisiones FM monofónicas transportan una única señal de audio en banda base (de 30Hz a 15kHz) que es la suma de los dos canales (L+R). Esta señal L+R se denomina "Señal Suma".

Si se quiere emitir en estéreo (es decir, pasar de emitir 1 canal a 2 canales) sin perjudicar a los receptores monofónicos, la Señal Suma (L+R) se tiene que conservar por fuerza.

Para poder emitir en estéreo, lo que se hace es enviar otra señal de audio paralelamente con la señal Suma, que se denomina "Señal Resta". La señal resta no es nada más que la señal resultante de restar los 2 canales L y R.

Es decir, para emitir radio en estéreo no emitimos directamente los dos canales L y R, sino que emitimos dos señales resultantes de combinar las señales L y R.

Señal Suma: $SS == L + R$

Señal Resta: $SR = L - R$

Para recuperar las señales L y R originales, el receptor de radio opera de la siguiente manera;

Para obtener la señal del canal L (izquierdo), suma la SS con la SR:

$$SS + SR = (L + R) + (L - R) = L + L = 2L$$

Para obtener la señal del canal R (derecho), resta la SS con la SR:

$$SS - SR = (L + R) - (L - R) = R + R = 2R$$

Como observación, podemos ver que cuando el receptor recupera las señales de los canales L y R, los recupera con el doble de la amplitud original.

De este modo, los receptores Mono continuarán recibiendo la misma señal que antes (la señal Suma), y los receptores Estéreo combinarán las señales Suma y Resta de la manera anterior descrita para reproducir los dos canales originales L y R.

Para poder emitir las señales Suma y Resta a la vez (además de otros servicios), estas señales se suman en una señal general que denominamos señal MPX, y que es la señal que finalmente inyectamos al emisor.

a) Desviación instantánea de la señal

Las leyes internacionales marcan que la desviación máxima de una señal estéreo FM tiene que ser de 75kHz. La desviación de una señal FM puede no ser varía en función de la cantidad de modulación (nivel de los canales L y R) que recibe. Para calcular la desviación instantánea (que no tendría que superar legalmente- los 75kHz) se utiliza la fórmula siguiente, donde A y B son las señales de audio L y R con pre-énfasis y $f_p = 19$ kHz (tono piloto) mediante la ecuación 3 se calcula la desviación.

$$\left[0.9 \left[\frac{A+B}{2} + \frac{A-B}{2} \sin 4\pi f_p t \right] + 0.1 \sin 2\pi f_p t \right] \times 75 \text{Khz}^2 \dots\dots\dots \text{Ecu. 3}$$

b) Pre-énfasis

El pre-énfasis es una técnica de reducción de ruido que se aplica en el audio de los canales L y R antes de generar las señales Suma y Resta. Consiste en aumentar la amplitud de las frecuencias agudas, puesto que estas son más sensibles al ruido. En Europa, la constante de tiempo del pre-énfasis es de $50\mu\text{s}$, mientras que en América es de $75\mu\text{s}$.

c) La señal multiplex (MPX)

La señal MPX o señal estéreo múltiplex es la señal de la que se alimenta el emisor y por lo tanto, es la señal que se emite y la que se recibe en el receptor. La señal MPX es una señal que contiene las señales de audio Suma y Resta. Esta señal permite modular todas estas señales bajo una

única frecuencia portadora. La señal MPX tiene un ancho de banda de 100kHz. Es importante también que el audio se recorte a 15kHz tanto en la Señal Suma como en la Resta, para no interferir con servicios contiguos.

División frecuencial de la señal MPX:

30Hz a 15kHz: Señal suma.

19 kHz: Piloto estéreo

23kHz a 53kHz: Señal resta

57kHz: Servicio de datos RDS

67kHz a 94kHz: Servicios SCA

d) Piloto Estéreo

El piloto estéreo es un tono de 19kHz que tiene la misma fase que la portadora de la Señal Resta (que hemos eliminado previamente), y una amplitud de (normalmente) el 10% de la amplitud total de la señal.

El piloto estéreo tiene tres funciones principales:

- Informa al receptor de que la emisión es estéreo.
- Permite regenerar la subportadora de la Señal Resta a 38kHz que hemos emitido.

e) Pasos para generar y recuperar la señal MPX

- Genera la Señal Suma.
- Genera la Señal Resta.
- Genera un tono piloto de 19kHz.
- Modula en AM la señal Resta a 38kHz con la fase del tono piloto
- Elimina la portadora de la señal Resta modulada
- Suma la señal Suma, la señal Resta sin la portadora y el tono piloto
- Modula en FM (de 87.5Mhz a 108Mhz) la señal resultante

Este se inyectaría directamente al emisor por la entrada de señal múltiplex. Previamente, el emisor tiene que haber proporcionado al codificador de fase del tono piloto de 19kHz. En la figura 4.9 se muestra el paso de señales.

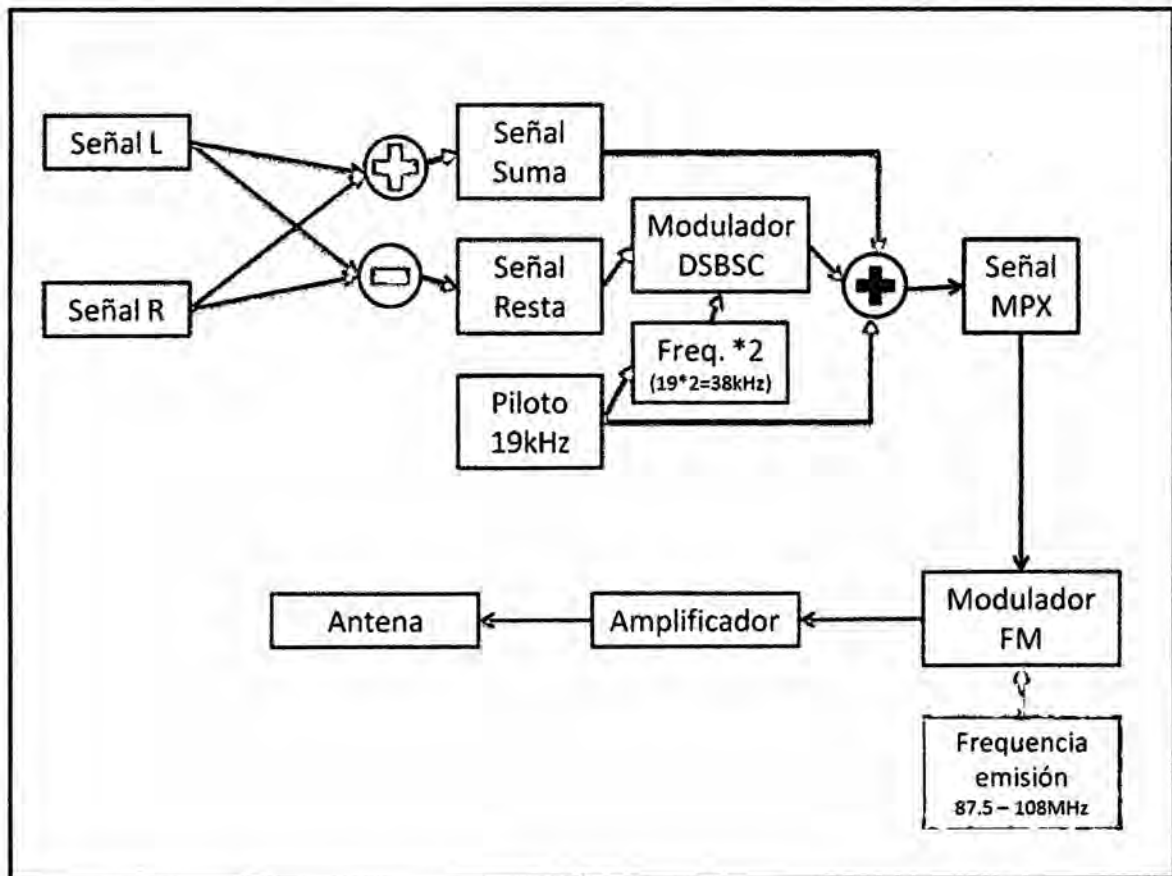


Figura 4.9 Se aprecia el diagrama en bloque de señales

4.10.2 Etapa Sintetizador Estéreo

Utiliza uno osciladores controlados por tensión (OCT o VCO: Voltage controlled oscillator) en lazos enclavados en fase (PLL: Phase locked loop), para mantenerlos enganchados con la frecuencia de referencia.

Como se ve utiliza un oscilador controlado con un cristal, la frecuencia de oscilación a la salida de estos dos osciladores se aplican a un mezclador balanceado. La salida del mezclador contiene la componente suma y resta de las dos frecuencias de entrada, mediante un filtro (sintonizado a la suma o diferencia) se selecciona la suma o la diferencia. Otra alternativa sería la siguiente, la cual se proyecta en la figura 4.10

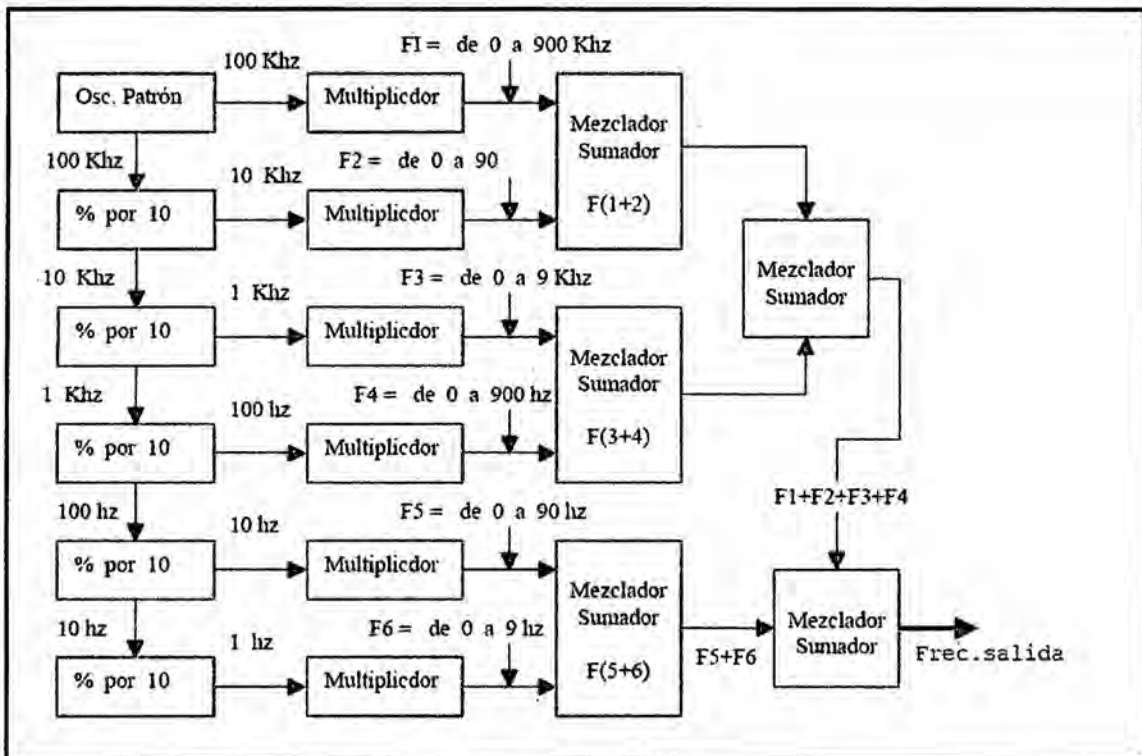


Figura 4.10 La etapa de sintetizador -PLL (Phase Locked Loop)

En los últimos años los PLL adquirieron gran desarrollo, los que por su simplicidad y costo han visto generalizado uso, en la actualidad es el método más popular en la generación sintetizada de frecuencias. Este circuito nos permite, mediante una señal generada internamente (referencia), controlar un lazo o bucle (PLL) y obtener en la salida una señal cuya estabilidad en frecuencia depende de la estabilidad de la señal de control o referencia. También nos permite obtener una variación discreta de la frecuencia de salida, donde el rango y la resolución dependen de la red divisora y del valor de la frecuencia de referencia que ingrese al comparador de fase.

A los PLL se los puede clasificar de acuerdo a su composición y a su forma de funcionamiento, esta clasificación es la siguiente:

6. LPLL (PLL lineal)
7. DPLL (PLL Digital)
8. ADPLL (PLL Totalmente digital)
9. SPLL (PLL Software)

Los primeros PLL que aparecieron los lineales sintetizado de frecuencia PLL (Phase Locked Loop).

Los circuitos de fase dinámica no son de gran uso en los sistemas de comunicaciones, cumpliendo distintas funciones como: Generación de frecuencias, Modulación, demodulación, etc. Se utilizan en etapas receptoras y transmisoras, ya sea para modulación analógica o digital. Con el avance de la tecnología en la actualidad se dispone de gran número de circuitos integrados y módulos que permiten realizar circuitos de fase fija de pequeño tamaño, gran confiabilidad y bajo costo.

4.10.3 Etapa Pre- Amplificador

Es la etapa final del Modulador en donde la potencia de salida es fija, no se puede variar su potencia que es de 1 Watt. En la figura N° 4.11 se ve el diagrama completo de la etapa final del modulador.

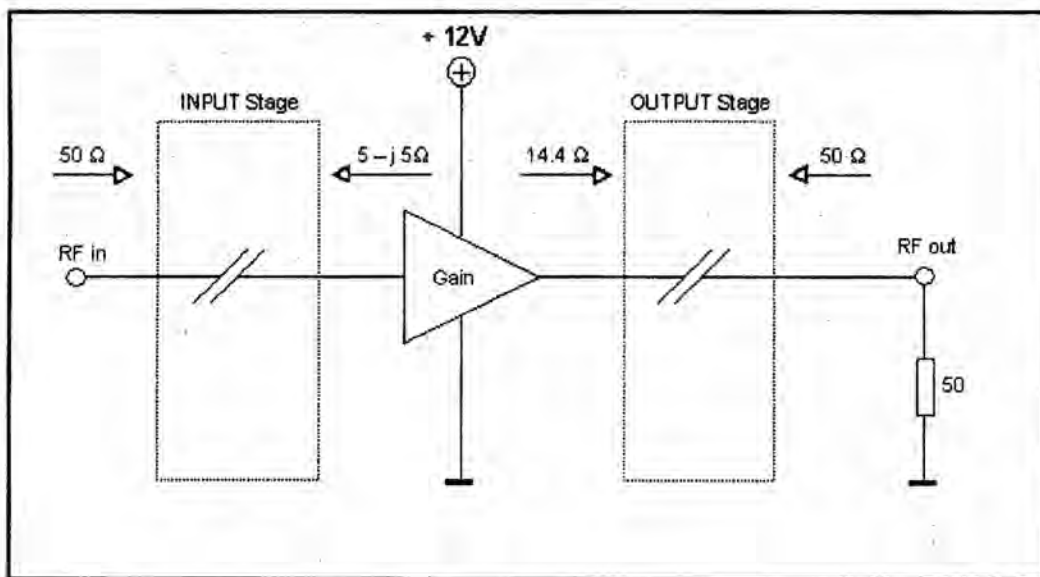


Figura 4.11 Diagrama en Bloque de Impedancia de Entra y Salida

Salida de RF, que tiene una resistencia de 50 ohmios que es la carga. El voltaje de corriente continua es de 12 voltios, que también será el pico de voltaje sinusoidal. Digamos que nuestro transmisor proporcionará

1W. Entonces podemos utilizar la fórmula para calcular la impedancia requerida.

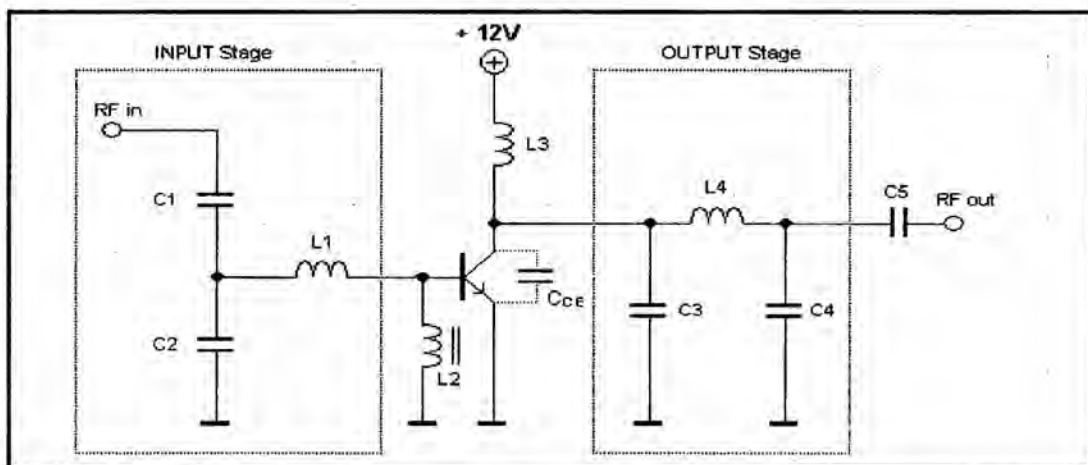
$$R = U^2 / 2P = \dots\dots\dots \text{Ecua. 4}$$

$$144 / 2 * 1 = 72 \text{ohm}$$

El conductor (transistor), necesita una carga de 14,4 Ohm para ser capaz de proporcionar 1 vatios de potencia. A medida que la carga es de 50 ohmios y tenemos un Carga 72 ohmios, necesitamos algún tipo de adaptación de impedancia. Un transformador de impedancia más utilizado es el filtro de Pi. Se compone de dos condensadores y un inductor. En la etapa de entrada tienen la relación opuesta. La unidad (transistor) tiene una baja impedancia (1-10 ohmios) y queremos que la impedancia de entrada sea de 50 ohmios estándar. Una vez más, necesitamos una etapa para la conversión de la impedancia de entrada a la impedancia de entrada del conductor (1-10 ohmios). Lo más a menudo la impedancia de entrada del controlador no es puramente resistivo, también tiene una parte reactiva. En este ejemplo, la impedancia de entrada es de (5-5j) Ohm.

a) Amplificador clase C básico

La figura 4.12 muestra los componentes principales de montar una salida de amplificador de clase C se forma por el filtro pi formada por C3, C4 L4



En la figura 4.12 Diagrama de Pre Amplificador, impedancias de entrada y salida

Una nota importante es que el transistor tiene una capacidad parásita C_{ce} del emisor al colector. Que se puede encontrar en la hoja de datos del transistor RF. Como se puede ver en la imagen CCE está en paralelo con C3. Al calcular C3 debe restar la capacidad parásita C_{ce} para obtener el valor correcto de C3. L2 es un gran valor inductor y no tiene ningún valor crítico (1 - 100 μ H). Un núcleo de ferrita puede hacer el trabajo, L2 actúa como alta impedancia para la señal de RF, más aterrizará el transistor basado en corriente continua. C1, C2 y etapa de adaptación de impedancia forma L1, hace una entrada puramente resistiva de 50 ohmios y convierte toda la energía a la menor impedancia del transistor.

b) Como Calcular Filtro PI (Filtro de Salida)

La figura 4.13 de abajo muestra las fórmulas para calcular un filtro PI

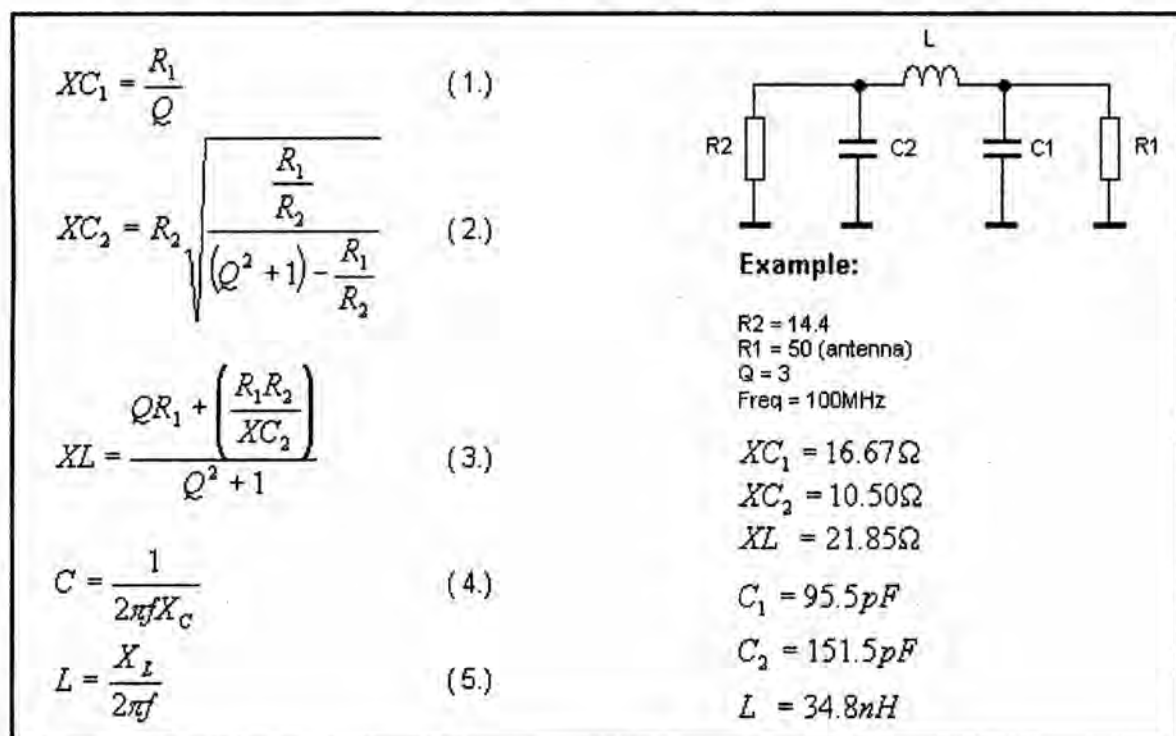


Figura 4.13 Cálculo de Impedancias de Salida

En primer lugar se define el valor del sistema Q. Para un circuito eléctricamente resonante, el factor Q es el efecto de la resistencia eléctrica.

El factor Q se define como la f_0 (frecuencia central) frecuencia de resonancia, dividido por el ancho de banda BW. Ancho de banda = $f_2 - f_1$, f_2 donde f_1 es el limite superior y la frecuencia de corte inferior. El ejemplo muestra los valores de nuestro ejemplo 5 vatios. R1 y R2 representa es la impedancia de la antena "necesaria" para el transistor de "ver " con el fin de ser capaz de entregar 5W. La fórmula para calcular 1, 2,3 es la reactancia de los componentes C1, C2 y filtro L pi. La fórmula 4 es calcular las dos capacitancias C1 y C2 y de la fórmula 5 es calcular la inductancia L. El filtro pi como un inductor y condensador adicional tiene una característica de lento ascenso de la tensión de salida.

c) Como Calcular Filtro PI (Filtro de Entrada)

La imagen siguiente muestra los cálculos del filtro de entrada. Ver figura

4.14

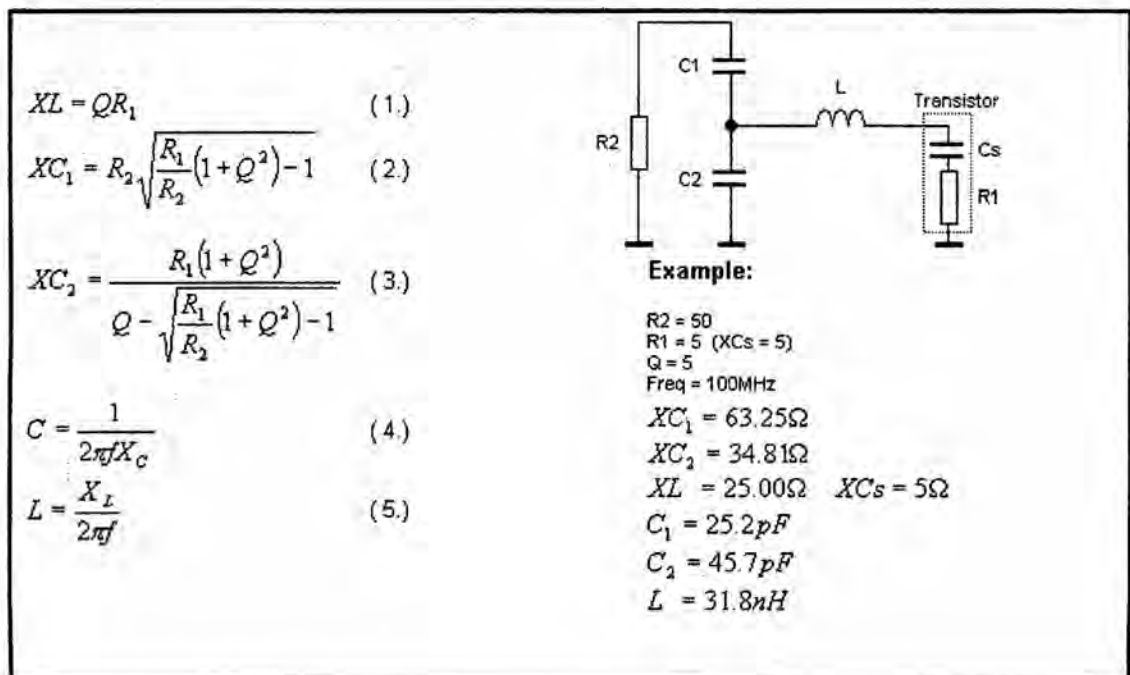


Figura 4.14 de Cálculo de Impedancias de Entrada

En primer lugar coloca la Q del circuito. R1 representa la impedancia del transistor y R2 es la impedancia de entrada del amplificador. En nuestro ejemplo tenemos la impedancia de entrada de 5 ohmios - J5. Esto significa que el transistor tiene una resistencia de entrada de 5 ohmios en serie con

una capacitancia (C_s) 5 ohmios (reactivos) a 100 MHz. La impedancia de entrada (R_1 y C_s) se imprime en el recuadro de puntos. En primer lugar vamos a concentrarnos en la resistencia (R_1), que está a 5 ohmios. Fórmula 1, 2, 3 es calcular la reactancia de los componentes C_1 , C_2 y filtro L . En la inductancia L de la reactancia del ejemplo de cálculo es de 25.00 ohmios. Desde L está en serie con dos C a restar la reactancia total. Desde L está en serie con C_s debe restar los dos que tienen reactancia total.

Aparte reactiva total será: 25,00 (inductiva) - 5 (capacitivo) = 20 ohmios. La reactancia es positiva que representará una inductancia de 31.8nH. Podemos pensar de esta manera: Una de la reactancia del inductor (L) será eliminado por el condensador interno serie reactancia (C_s) del transistor.

d) Inductor choque de colector en transistor

En esta última parte hablaremos sobre el colector del transistor del inductor. Este inductor no es para fines de filtrado. El inductor sirve como un almacenamiento de energía para la salida del filtro durante el tiempo que el transistor está apagado. Como se ilustra en la figura 4.15

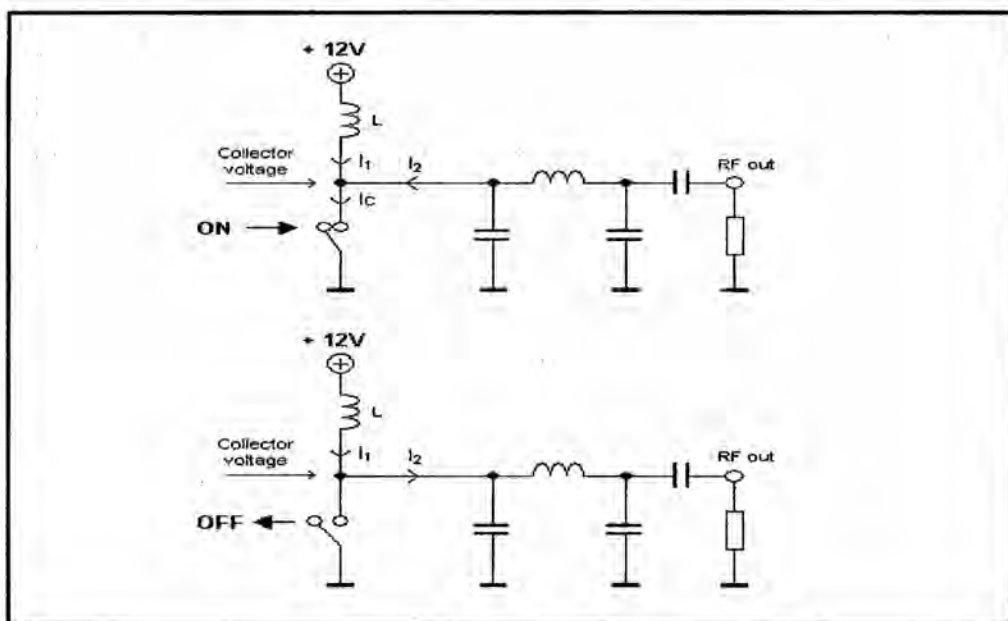


Figura 4.15 Se aprecia ambos estados corte y saturación

El transistor trabaja en dos estados, activos e inactivos. Cuando el transistor está encendido, el colector voluntad actual de la tierra. $I_c = I_1 + I_2$. Cuando una corriente fluye a través del inductor (L), un campo magnético se forma sobre el bobinado. La cantidad de esta energía depende de la corriente I_1 y la inductancia L. En la imagen en donde se encuentra en ON que es el estado inactivo. Cuando el transistor pasa a la siguiente tarea, que es inactivo OFF, la corriente I_c desaparece. El campo magnético en el inductor (L) se colapsará e inducir una corriente I_1 fluirá en el pi filtro. I_2 fluye en la dirección opuesta y es igual a I_1 . A medida que pasa el tiempo, la corriente cae y que hacen hincapié en el colector del transistor. Cuando el transistor está a punto de volver al estado activo de la corriente en el inductor (L), será cercano a cero. Esto significa que la corriente I_1 se cerrará a cero y por lo que la tensión de colector también.

Si elige el valor del inductor (L) con cuidado, la tensión de colector se aproximará a cero en el umbral del transistor. Eso es más o menos lo que se necesita para eliminar prácticamente la disipación de potencia máxima en esta transición. Este solo cambio puede aumentar la eficiencia de manera significativa, tal se aprecia en la figura N°17

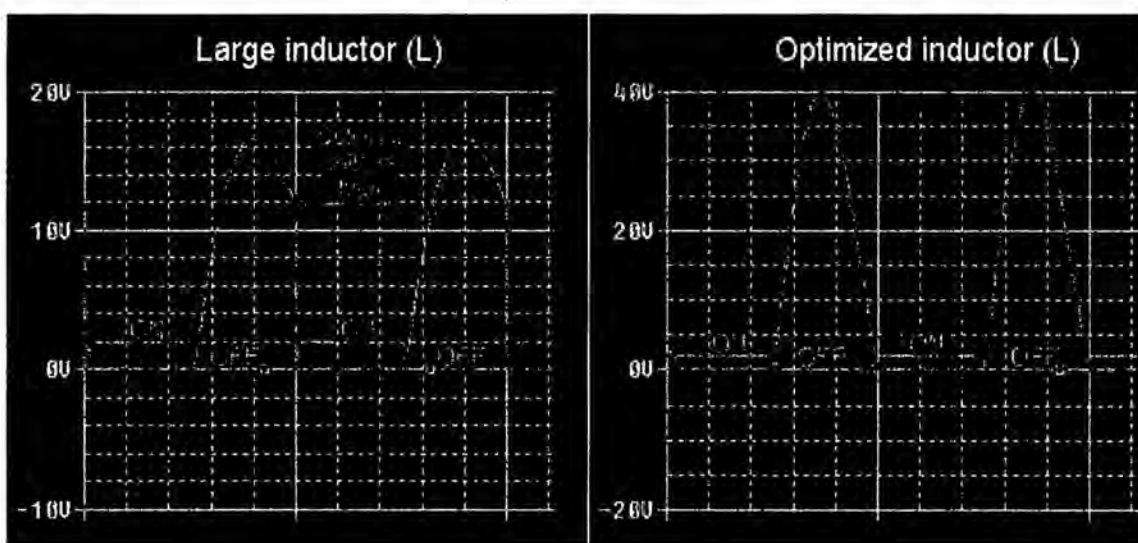


Figura 4.16 Aumento de eficiencia de potencia por el inductor

e) Inductor de simulación (L)

La imagen de la izquierda muestra un inductor de gran valor. La línea verde muestra el estado del transistor de activo / inactivo. Como puede verse en la figura, la tensión de colector es todavía alta cuando el transistor está a punto de entrar en el estado activo. Cuando el transistor entra en el estado activo era para descargar la tensión, lo que provocará una corriente de pico! La simulación derecha utiliza un transistor optimizado. Aquí vemos que la tensión de colector es casi cero durante la transición. No habrá ningún pico de corriente y usted tendrá un sistema más frío y más eficiente

El lado positivo de la correcta elección de la inductancia (L) es que se obtiene una mayor eficiencia del transmisor y el transistor va a trabajar más fresco. El pico de corriente de colector será más alto también, como en el estado activo, el transistor compila corriente adicional a través del inductor (L). Esta corriente se vierte en el filtro pi (en estado de reposo) y debe ser reemplazado durante el próximo período activo. El resultado es que el filtro "ve" una ola más grande, la traducción de una potencia de RF de salida ligeramente superior. Así, vemos que esta tensión y corriente extra que el transistor no se desperdicia. Con una pequeña descarga, la tensión de colector tiene un pico más alto, más estrecho. Esto tiende a aumentar aún más el armónico presentado al filtro.

Segundos armónicos pueden ser reducidos mediante el diseño de un filtro con una frecuencia de corte algo menor, y aumentar el tiempo de inactividad durante el tiempo activo (esto se debe hacer en la base). Un poco menos perder el poder como resultado, En la figura 4.17 se aprecia la etapa final del Modulador.

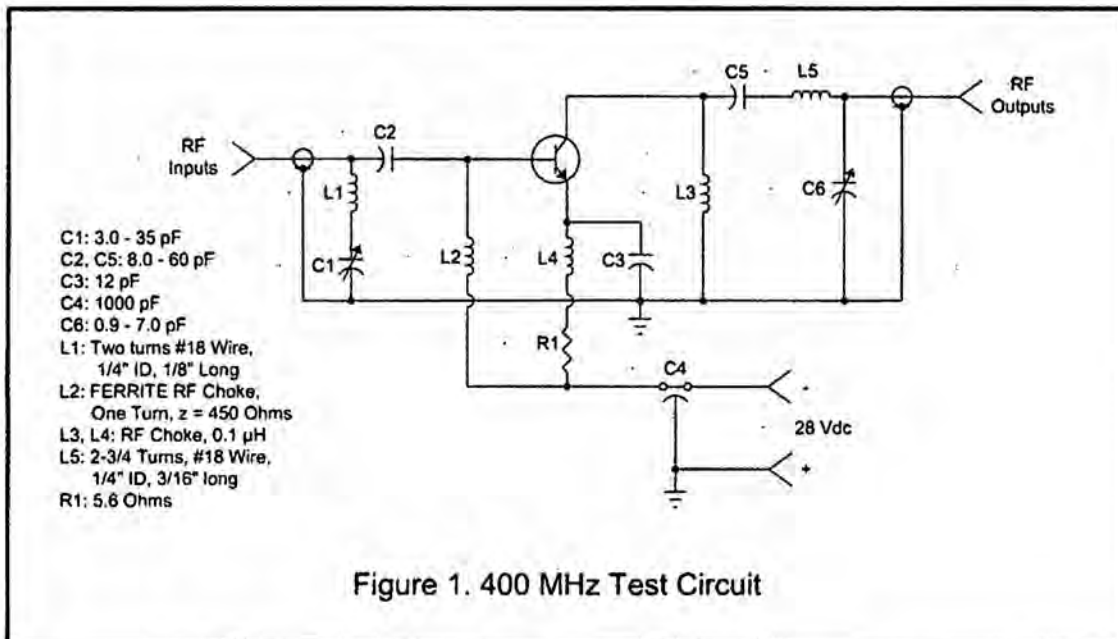


Figura 4.17 Etapa final del Modulador Pre – Amplificador de RF

4.10.4 Características Técnicas de los Moduladores de FM

Dentro de las características técnicas de los moduladores básicamente se detalla, así como se aprecia en la Tabla 4.3, se aprecia en el **ANEXO A**

DESCRIPCION	Und	Valor		Otros Datos
Estabilidad frecuencia	hz	+/-300		-----
MPX acepta cualquier Coder				Stereo
Out RF 800mw – 1w	mW	800.00	1000.00	-----
Rendimiento Armónico - 60 db	dB	-60.00		-----
Rendimiento de espurias - 85 db	dB	-85.00		-----
Los pasos en frecuencia	Khz	100.00		-----
El poder fuera enganche	dBm	-75.00		-----
El nivel de audio ajustable 0db	dB	0.00		-----
Contestación frecuencia Plana (Flat)	-----	-----		sin Pre énfasis
S.N.R. mayor a 80 DB	dB	80.00		-----
La distorsión	%	< 0.05		-----
Performance Audio	-----	-----		< 0.05% 20hz 100 Khz
El Pre énfasis 50 us 75 us.	us	50.00	75.00	-----
Operación u Batería.	V	13.50	15.00	-----
Impedancia	Ω	50.00		-----
Broad band 87.5 - 108 Mhz	Mhz	87.50	108.00	-----
Filtro	-----	-----		RCL Audio
Dimensiones ancho	-----	-----		75mm * largo 105mm

Tabla 4.3 Características Técnicas del Modulador de FM

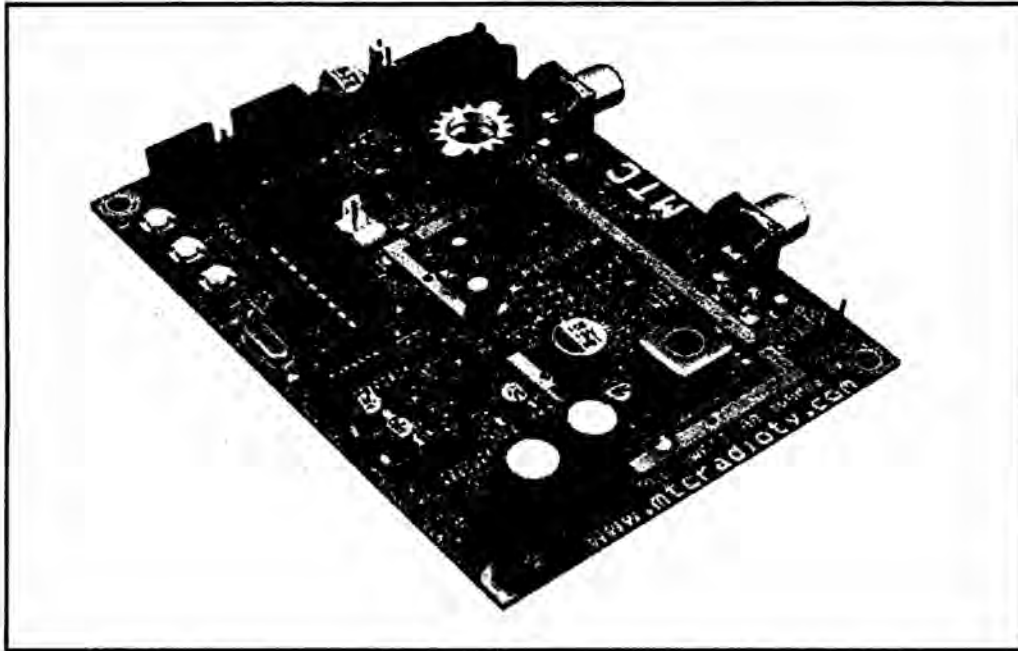


Figura 4.18 Fotografía de Modulador de FM 0.800 Watt de salida

4.11 Segundo Modulo el Excitador (Drive)

Es la etapa que amplifica la salida del Modulador de 1 watt y eleva a 15 Watt, en esta etapa se puede variarse su potencia de salida de 0 a 15 Watt a través del control de BIAS ADJUST, para los cálculos matemáticos de polarización se utiliza los mismos que la etapa del pre-Amplificador del Modulador.

Dentro los fundamentos teóricos de los excitadores, tal como se muestra en el Diagrama en Bloque figura 4.19 es de elevar la potencia, el cual, la entra señal proveniente del Modulador en donde la potencia de salida oscilan de 800 mW a 1.0 Watt dependiendo de la marca de los equipos y modelos. A los excitadores les llegan estas pequeñas potencias haciendo elevar a 15 Watt, lo que equivale a 11.76 dB; lo que se requiere como máximo en la entrada de las Tarjetas de Potencia para que eleve a 1.2 KW.

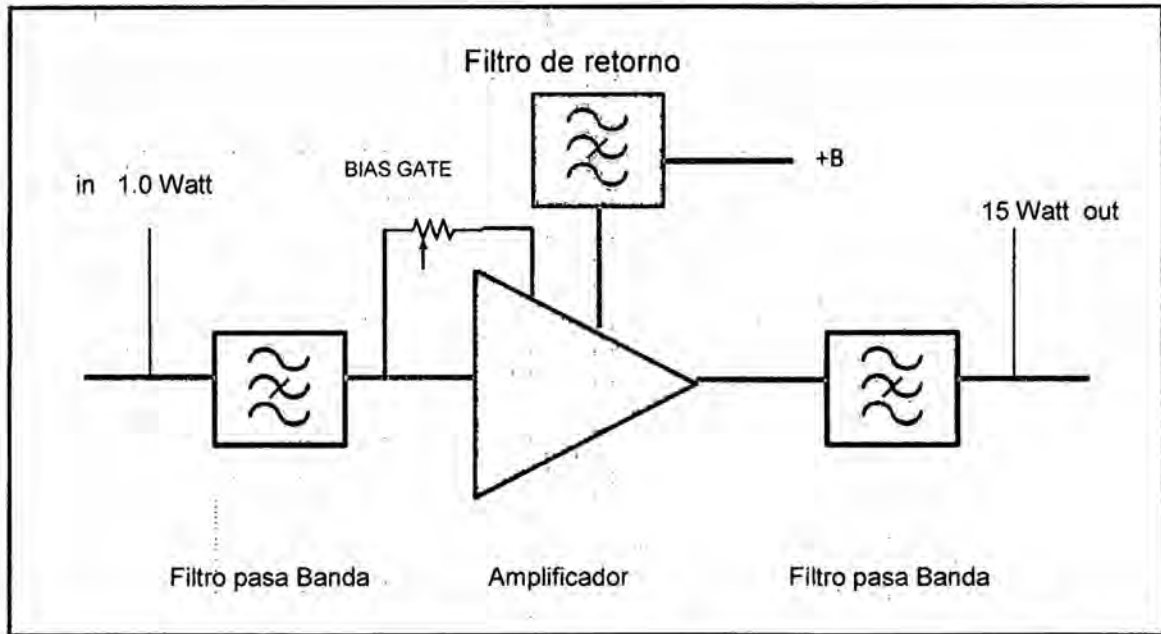


Figura 4.19 Diagrama en Bloque de Excitador de FM de 15 Watt

4.11.1 Características Técnicas de los Excitadores de FM

El Broadcast Concepts Inc Model FM15 cuenta con el MOSFET RF136. Los equipos DRIVE son conocidos como también Excitadores de RF, esta etapa permite que la potencia de salida de la cual es de 15 Watt y que a la vez entra a la etapa de potencia de RF (tarjeta de 1200 Watt) sea la correcta que exige la potencia de salida. El control de Bias controla la potencia de 0 a 15 Watt.

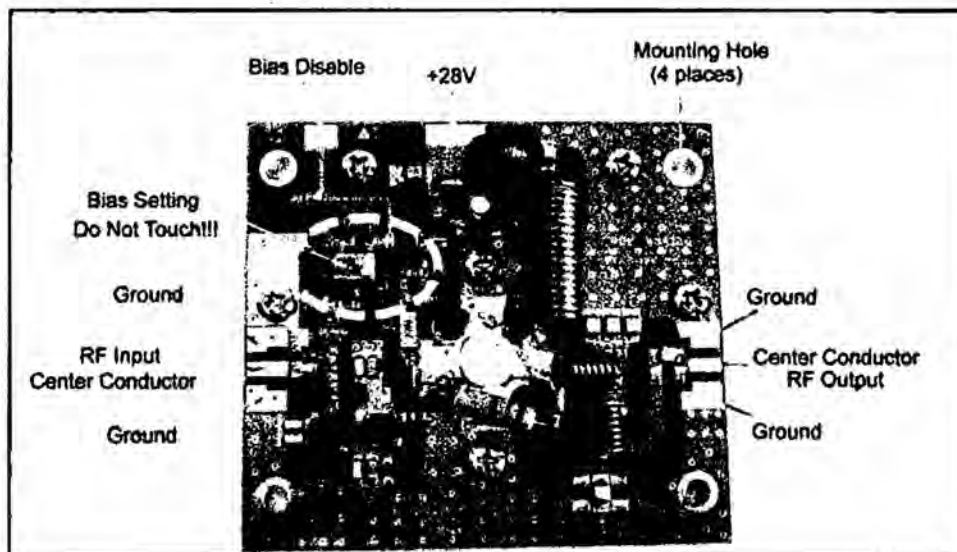
Dentro de las características técnicas de los excitadores de FM básicamente se detalla en la Tabla 4.4

Este dispositivo permite elevar la potencia de entrada a la tarjeta de potencia de 1200 Watt de RF, sin este DRIVE no hubiera forma como hacer logra su potencia máxima de RF. En la fotografía N° 21 se aprecia su aspecto físico

CLASE	Und	Valor		Otros Valores
Volts Power	V	28		---
Input/output	Ω	50		----
Pout: typical	W	15		---
Gain Power	dB	11		(15W)
Class	---	AB		---
Premium	----	----	----	grade driver module
Operating Frequency range	Mhz	86.00	110.00	---
Fundamental output power	W	12.00	15.00	---
Power Input	w	1.00	1.200	---
Power Gain (150w output)	dB	10.50	11.50	---
Collector Efficiency	%	50.00	60.00	---
Insertion Phase variation (unit to unit)	degrees	± 5		---
Power gain (unit to unit)	dB	± 0.5		---
F2 Second Harmonic	dB	-30		---
F3 Third Harmonic	dB	-45		---

Tabla 4.4 Características Técnicas del Excitador de FM

El Broadcast Concepts Inc Model FM15, tal como se ve en la figura 4.20 su diagrama de circuito electrónico, cuenta con el MOSFET RF136. Los equipos DRIVE son conocidos como también Excitadores de RF, esta etapa permite que la potencia de salida de la cual es de 15 Watt y que a la vez entra a la etapa de potencia de RF (tarjeta de 1200 Watt) sea la correcta que exige la potencia de salida. El control de Bias controla la potencia de 0 a 15 Watt.



Figur4.20 Excitador de FM se muestra área de inserción de señal para rampa

Este dispositivo permite elevar la potencia de entrada a la tarjeta de potencia de 1000 Watt de RF, sin este DRIVE no hubiera forma como hacer logra su potencia máxima de RF, se aprecia en el **ANEXO B**

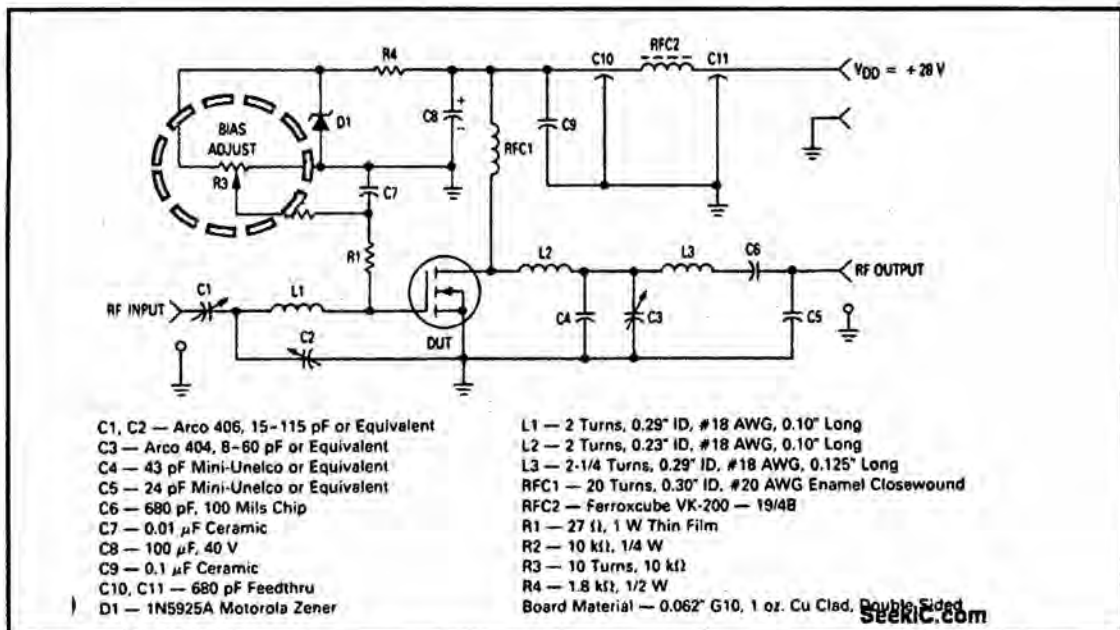


Figura 4.21 Excitador de 0 a 15 Watt de potencia de RF, las líneas discontinuas muestran área de inserción de señal para rampa de subida

4.12 Tercer Módulo Amplificador de Potencia de RF

El amplificador de RF es un módulo de tarjeta electrónica, que tiene como función hacer elevar la potencia, El modulo que utilizaremos tiene la característica de elevar la potencia de entrada de 4.5 Watt a 1,200 Watt en la salida.

El amplificador puede funcionar de 32 a 50V; sin embargo, el circuito ha sido optimizado para 48 voltios. El conjunto de circuitos de polarización se desactivará automáticamente el sesgo por debajo de 25 voltios.

El circuito de polarización, incluyendo una etapa que consume 20mA a través de un sensor de temperatura de 25°C. Cuando encienda este

módulo de potencia de 48 voltios, atraerá aproximadamente 220mA en la entrada de RF.

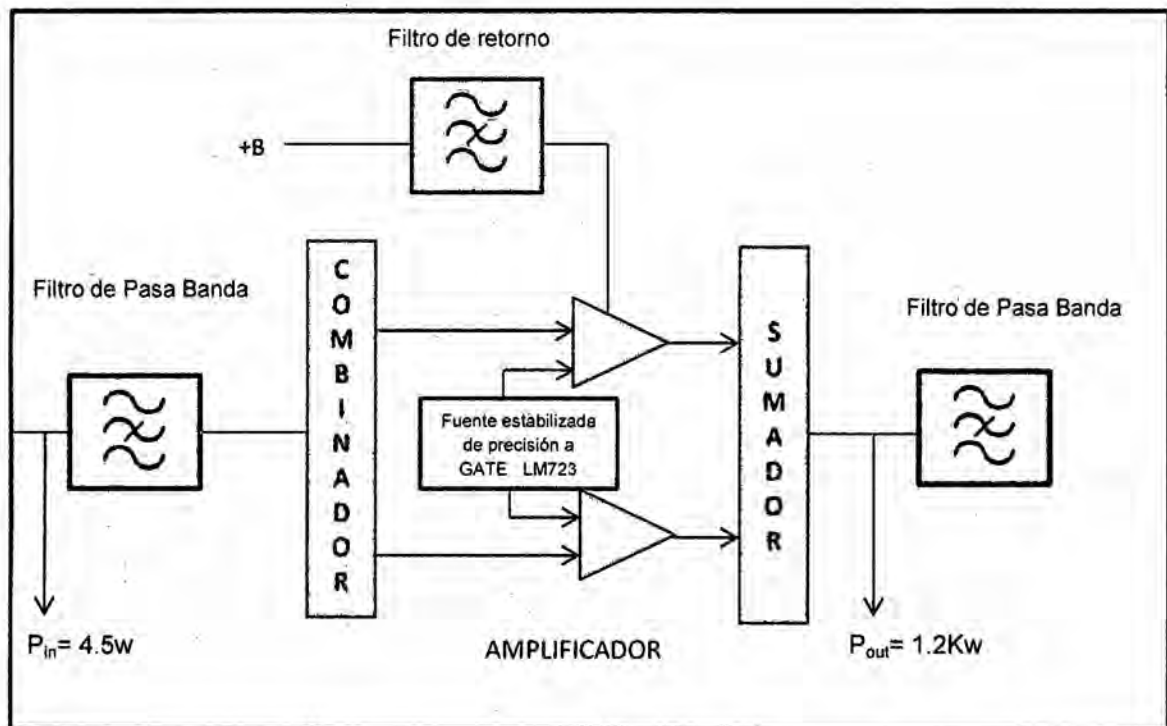


Figura 4.22 Diagrama de bloques Amplificador de Potencia de RF

Eficiencia del amplificador es función de la tensión de alimentación y la potencia de entrada. Con el fin de obtener la máxima eficiencia por favor reduzca la tensión de alimentación en función de la potencia de salida deseada. Alimentación de alta tensión y baja potencia de entrada resultar en una reducción significativa en la eficiencia. Tenga en cuenta que este amplificador está diseñado para tener la mejor la eficiencia de 1100 a 1200W.

Este amplificador está diseñado para tener la mejor eficiencia de alrededor de 1200W de salida de potencia, con una tensión de alimentación de 48V. Este módulo utiliza un regulador de voltaje de precisión a través del circuito integrado LM723 para mantener la tensión de polarización constante. Se aprecia en la figura 4.22 el diagrama en bloque.

El Broadcast Concepts Inc Modelo Model P1200FM-25 FM Pallet Amplifier Modulees un moderno transistor LDMOS de alta potencia para aplicaciones de Broadcast. El NXP BLF574 es un moderno transistor LDMOS de alta potencia disponible para aplicaciones de difusión. Los MOSFET están clasificados para 1200W cada uno en una alimentación de 50V. En la figura 4.23 se aprecia la forma física del Módulo de Potencia de RF, se aprecia en el **ANEXO C**, el Combinador se aprecia en el **ANEXO F**, así como también su antena en se aprecia en el **ANEXO G**

4.12.1 Características Técnicas de los Módulos de Potencia de FM

DESCRIPCION	Und	Valor		Otros Datos
Bandwidth	Mhz	87.00	108.00	----
Volts	V	45.00	50.00	----
immune	---	---	---	VSWR
Input or output	Ω	50		----
Pout	W	800		----
Gain	dB	25		900 W
Thermal	---	----		Tracking Bias
High power density	---	----		----
Drain voltage supply	VDC	52		----
Supply corrent	ADC	27		----
Load Mismatch	---	----		(All phase angle, Id= +26, Tc= +55) 120 to 1
Storage temperature range	C°	-40	+ 85	----
RF Input	W	2.75		----
RF Output	W	900		----

Tabla 4.5 Características Técnicas del Módulo de potencia de RF de FM

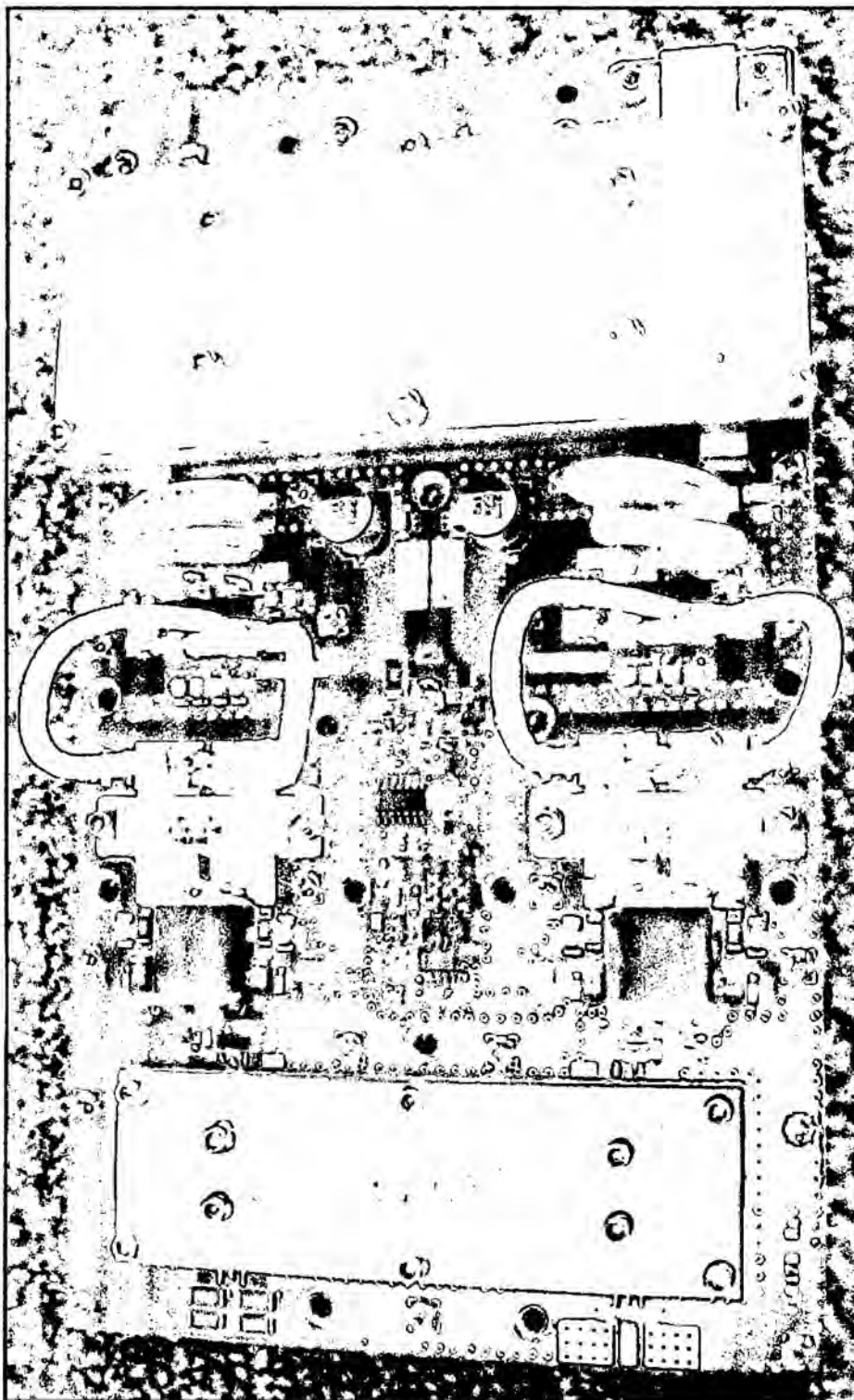


Figura 4.23 Módulo de Amplificador de Potencia de 1,200 Watt de RF

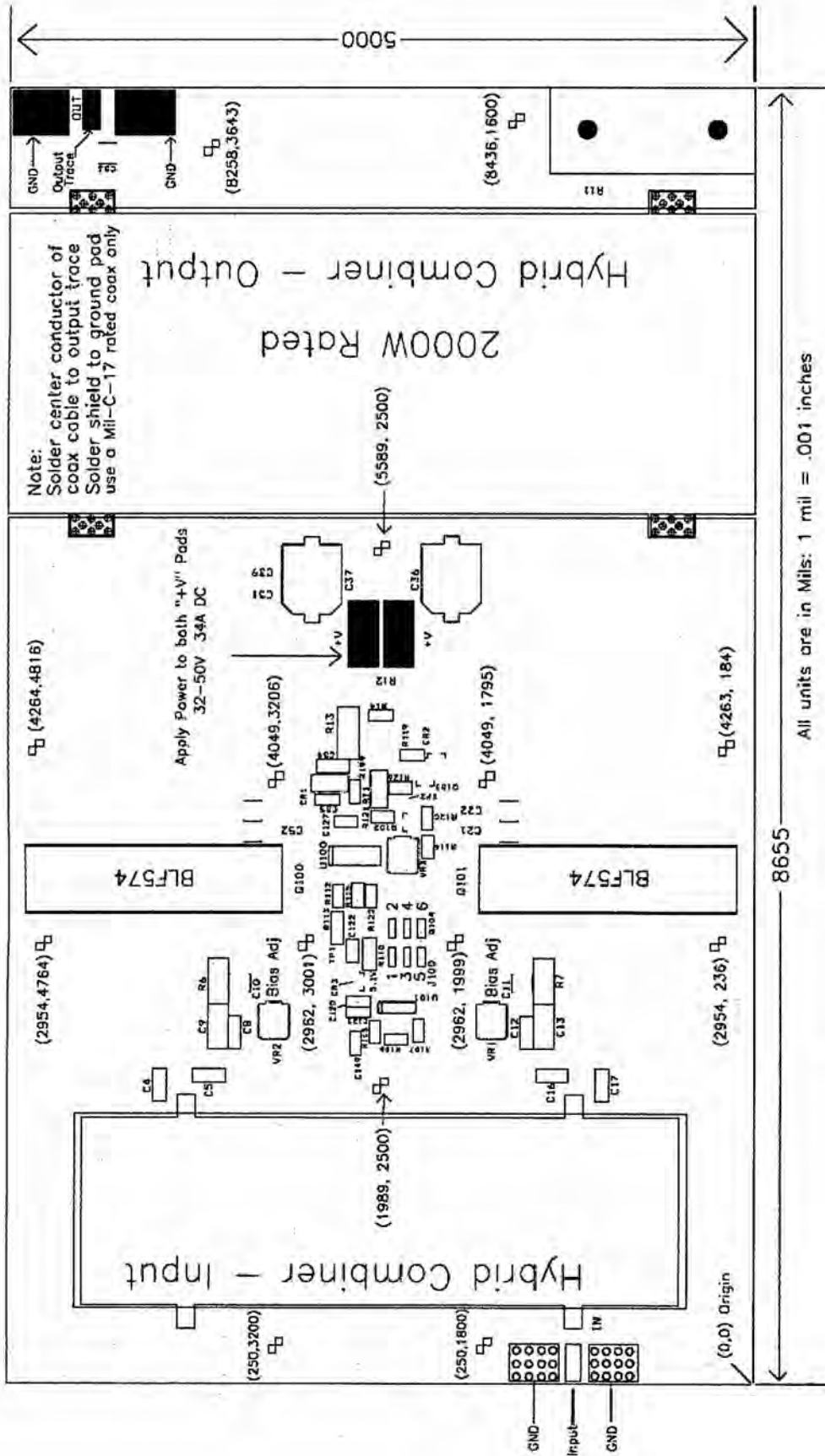


Figura 4.24 Etapa Amplificador de RF de 1200 Watt de potencia de RF

4.13 Cuarto Modulo Filtros Pasa Banda o Filtros de Armónicos

Todos los amplificadores de RF generan señales armónicas. Los armónicos son en múltiplos de la frecuencia fundamental. Por ejemplo, si el amplificador está funcionando a 100 MHz habrá una señal en 200 MHz, 300 MHz y así sucesivamente. Los armónicos se miden usando un analizador de espectro y un filtro de paso alto. Los Armónicos, también conocido como espuria las emisiones, están regulados por agencias gubernamentales en la mayoría de los países. Filtros de paso bajo se instalan en el salida del amplificador para evitar armónicos de ser transmitido por el sistema de antena.

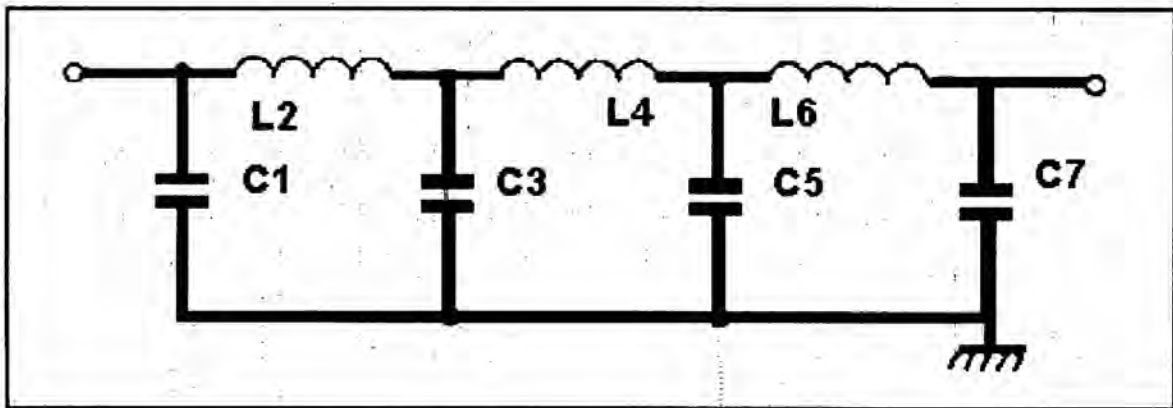


Figura 4.25 Diagrama de Filtro de Armónicos

En la figura 4.26 se apreciamos la ubicación en donde se instalara el filtro de armónicos.

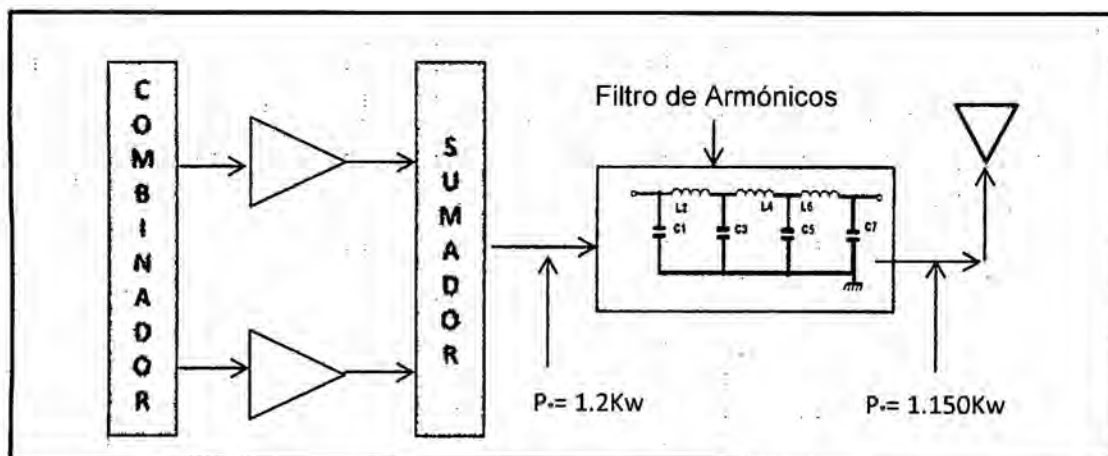


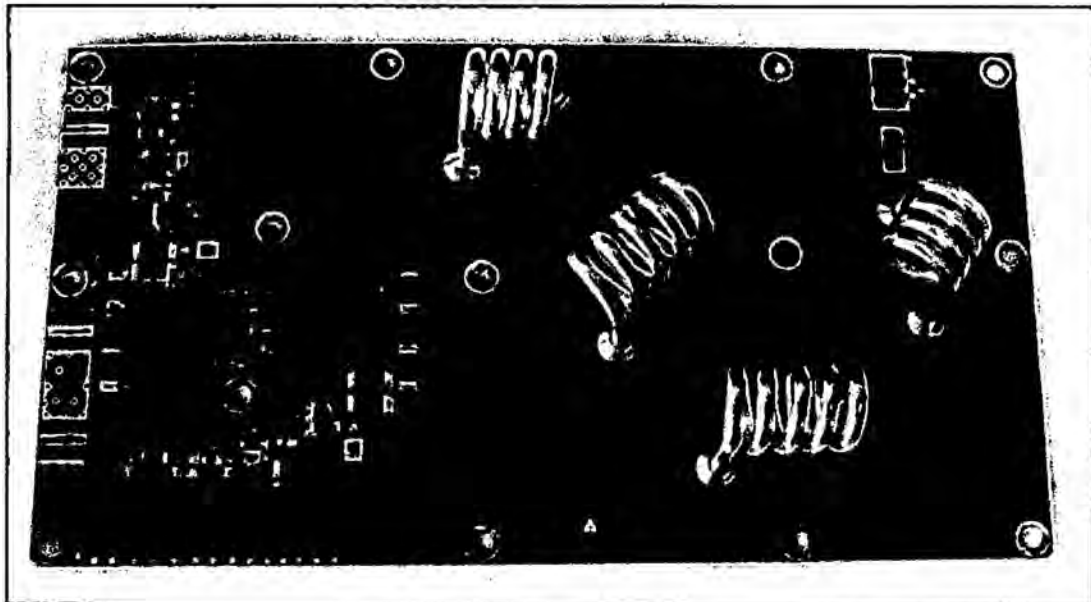
Figura 4.26 Diagrama de bloque del lugar de posición del Filtro de Armónicos

4.13.1 Características Técnicas de los Filtro de Armónicos

DESCRIPCION	Und	Valor		Otros Datos
bandwidth	Mhz	88	110	----
Directivity Minimum	V	25		mínimo
Equalized RF detector for constant	---	---	---	voltage across complete FM band
Adjustable forward	---	---		reflected voltages
Operating Frequency range (pass band)	Mhz	86.00		
Power Input	W	1500.00		
return loss	dB	-25.00	-30.00	
Pass band insertion loss	dB	-45.00	-0.15	
Insertion loss @176MHz	dB	-45.00	-50.00	
Insertion loss @ 216MHz	dB	-60.00	-70	
Insertion loss 217-1000MHz	dB	-45.00	-85.00	
Phase variation (unit to unit)	dB	± 10	± 15	

Tabla 4.6 Características Técnicas del Filtro de Armónicos

Este filtro de paso bajo está diseñado para su uso con el BLF574 600W, 900W y 1,200 W, se aprecia en la figura 4.27, se aprecia en el **ANEXO D**

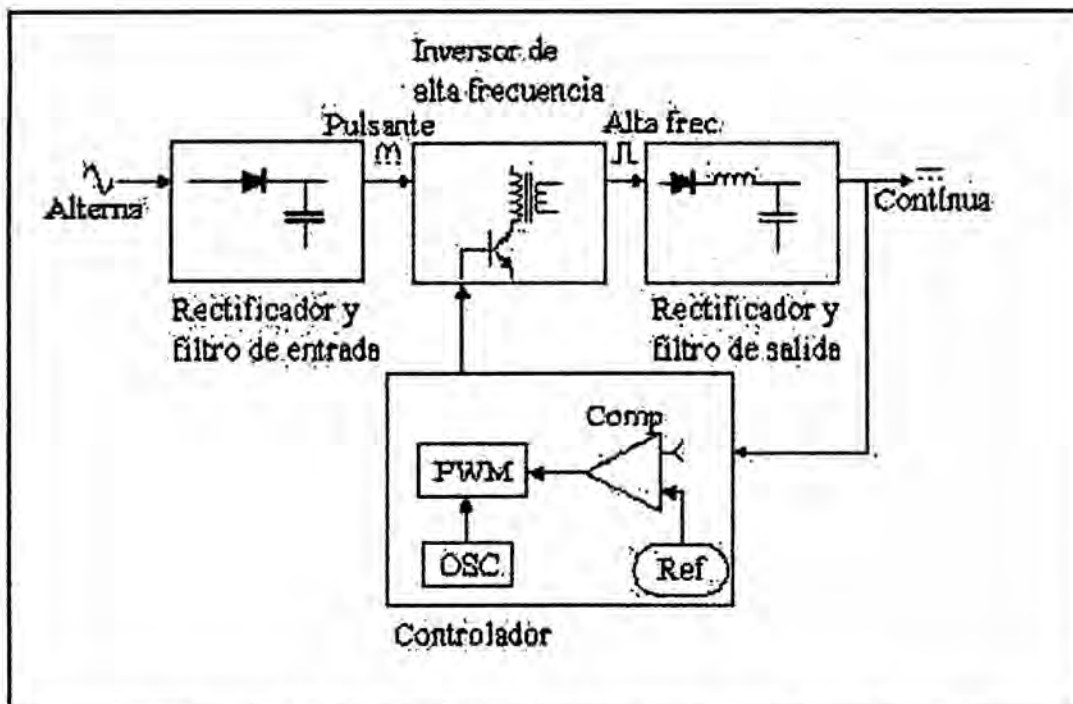


Fotografía 4.27 Forma física de Filtro de Armónicos, con salida de acoplador diferencial

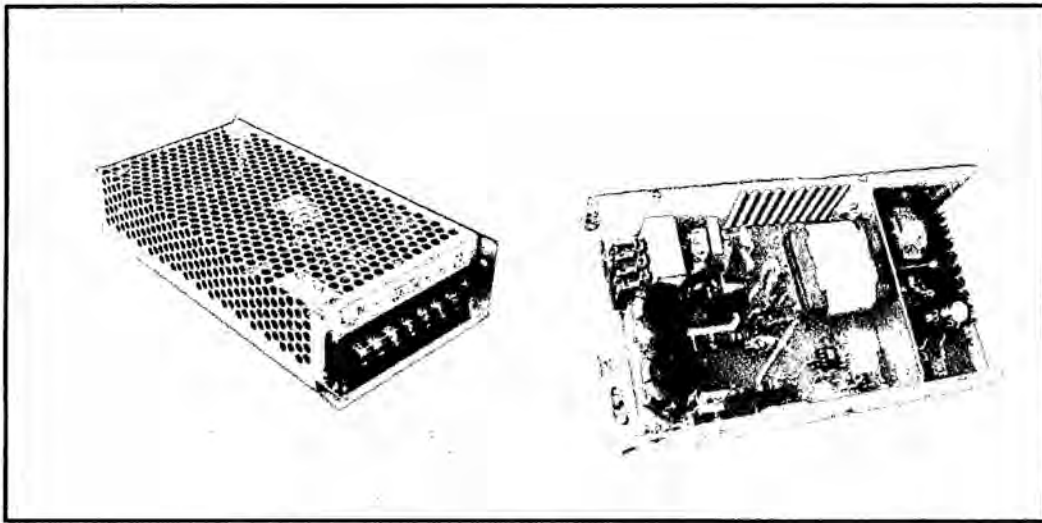
4.14 Fuentes usadas en los Transmisores de FM

Dentro de las fabricaciones de estos transmisores de Radiodifusión sonora existen con fuente Lineal y Fuente swiching, dependiendo de estas fuentes la hace con cierta ventajas y desventaja, por ejemplo la fuente Lineal tiene como ventaja generar el aislamiento contra contaminaciones de niveles armónicos y transitorios, la desventaja es que proporciona una energía lineal (entrega energía constante).

Con respecto a la fuente swiching tal como se aprecia en la fotografía 4.28 el diagrama del circuito electrónico, la ventaja de estas fuentes swiching permite que se registre menos consumo de energía en los medidores de línea de 220 VAC. La desventaja es que son muy susceptibles a las contaminaciones eléctricas, en el campo algunos optan por poner un transformador de aislamiento con la finalidad de evitar los efectos de corriente de retorno, niveles armónicos, en la fotografía 4.29 se puede ver su aspecto físico. En la tabla 4.7 se aprecia sus características técnicas, se aprecia en el **ANEXO E**



Fotografía 4.28 Diagrama en Bloque de las Fuentes Swiching



Fotografía 4.29 Fuente shuching o Fuentes electrónicas

MODEL	NES-150-3.3	NES-150-5	NES-150-7.5	NES-150-9	NES-150-12	NES-150-15	NES-150-24	NES-150-48
DC VOLTAGE	3.3V	5V	7.5V	9V	12V	15V	24V	48V
RATED CURRENT	30A	26A	20A	16.7A	12.5A	10A	6.5A	3.3A
CURRENT RANGE	0 - 30A	0 - 26A	0 - 20A	0 - 16.7A	0 - 12.5A	0 - 10A	0 - 6.5A	0 - 3.3A
RATED POWER	99W	130W	150W	150W	150W	150W	156W	158.4W
RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	200mVp-p
VOLTAGE ADJ. RANGE	3.2 - 3.5V	4.75 - 5.5V	7.13 - 8.3V	8.55 - 9.9V	11.4 - 13.5V	14.25 - 16.5V	22.8 - 27.8V	45.6 - 52.8V
VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±3.0%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
LINE REGULATION Note.4	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
LOAD REGULATION Note.5	±2.0%	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
SETUP, RISE TIME Note.7	800ms, 20ms/230VAC	1200ms, 30ms/115VAC	1200ms, 30ms/115VAC	1200ms, 30ms/115VAC	1200ms, 30ms/115VAC	1200ms, 30ms/115VAC	1200ms, 30ms/115VAC	1200ms, 30ms/115VAC
HOLD UP TIME (Typ.)	24ms/230VAC	20ms/115VAC	20ms/115VAC	20ms/115VAC	20ms/115VAC	20ms/115VAC	20ms/115VAC	20ms/115VAC
VOLTAGE RANGE	90 - 132VAC / 180 - 264VAC selected by switch	254 - 373VDC	254 - 373VDC	254 - 373VDC	254 - 373VDC	254 - 373VDC	254 - 373VDC	254 - 373VDC
FREQUENCY RANGE	47 - 63Hz							
EFFICIENCY (Typ.)	73%	78%	80%	83%	83%	83%	86%	86%
AC CURRENT (Typ.)	3A/115VAC	2A/230VAC						
INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 45A/230VAC							
LEAKAGE CURRENT	<2mA / 240VAC							
OVERLOAD	110 - 150% rated output power							
PROTECTION	Protection type: Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed							
OVER VOLTAGE	3.8 - 4.65V	5.75 - 6.75V	8.6 - 10.1V	10.4 - 12.2V	13.8 - 16.2V	17.25 - 20.25V	27.6 - 32.4V	55.2 - 62.4V
WORKING TEMP.	Protection type: Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed							
WORKING HUMIDITY	-20 - +60°C (Refer to output load derating curve)							
ENVIRONMENT	20 - 90% RH non-condensing							
STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 - +85°C, 10 - 95% RH							

Figura 4.7. Características Técnicas de los Filtro de Armónicos

Capítulo V

10. CONCEPTO DE DISEÑO PARA EL CIRCUITO ELECTRÓNICO

En la etapa del excitador o DRIVE es donde se ha trabajado el diseño de nuestra investigación de encendido de Rampa de Subida y Bajada.

En el encendido no solo obtendremos la potencia de forma progresiva sino también se podrá programar los tiempos (periodos), en el circuito diseñado existe un selector en el cual se puede desplazar en 1, 2, 3 segundos, por ejemplo si lo programamos en 2 segundos esto significara que tardara 2 segundos para que pase de una potencia a otra tanto al encender como para apagar de esta manera, permitirá el descanso en cada transitorio. En la grafico 5.1 El periodo de encendido se resume.

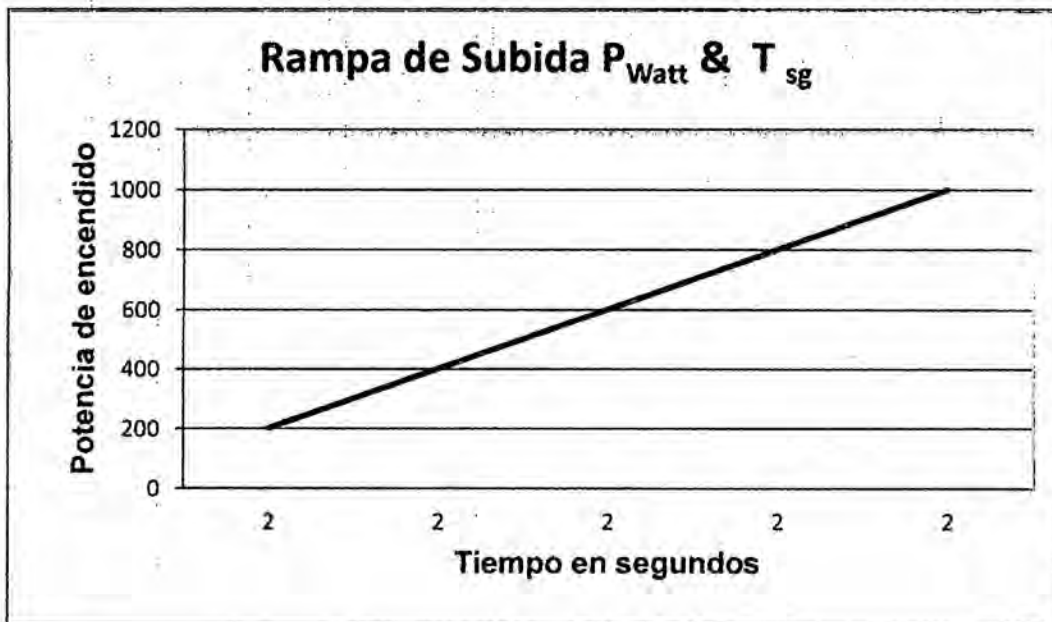


Grafico 5.1 Periodo de encendido

Los rangos de periodos son importante para dar a cada transitorio el descanso de los niveles de sobre tensión y sub tensión pico,

ocasionados por la carga de las tarjetas de potencia de RF. Este método ayudara a tener mayor periodo de vida.

5.1 Evaluación de encendido de Rampa en función de Potencia & Tiempo

La potencia está dada en vatios de radio frecuencia (P_{WRF}), el tiempo en segundos (Sg). Cuando el interruptor se activa, nuestro selector electromecánico se activara generando una conmutación en potencia. Para ello el grafico 5.2 mostramos su comportamiento.

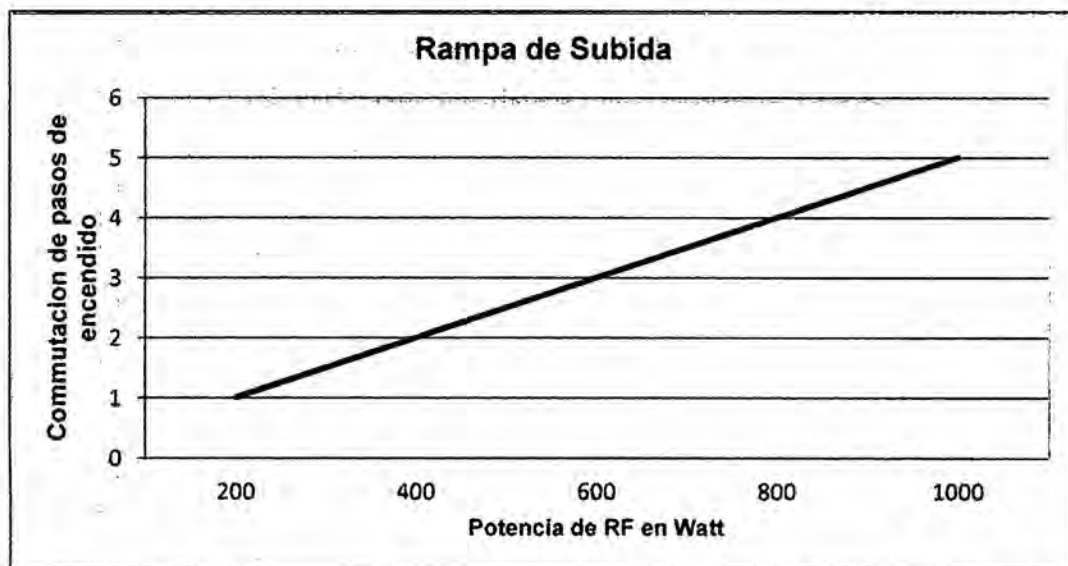


Grafico 5.2 Ciclo de encendido

5.2 Evaluación de encendido de Rampa en función Potencia & Corriente I_L

La potencia está dada en vatios de radio frecuencia (P_{WRF}). Una tarjeta Broadcast Concepts de 1200 Watt tiene un eficiencia de 76% esto equivale a 912 Watt, con una corriente de carga en corriente directa (I_{LDC}) de 25 Amp, con la finalidad que nuestro transmisor pueda llegar a 1000 Watt, se utilizarían 2 tarjetas de potencia con su distribuidos y sumador, a ello se deberá considerar la perdida de potencia a través del filtro de armónico ± 20 Watt. En el grafico 5.3 se aprecia el encendido de

rampa examinando la corriente de carga generada por la tarjeta de potencia de RF.

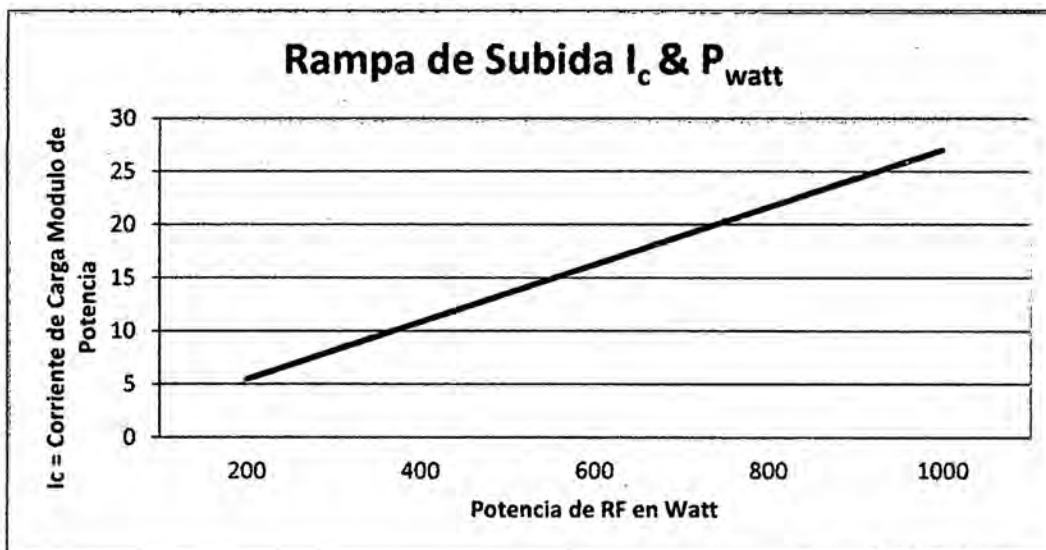


Grafico 5.3 Proceso de rampa examinado el I_L

Capítulo VI

11. DISEÑO DE CIRCUITO DE RAMPA SUBIDA Y BAJADA

El objetivo de disponer de un diseño de circuito electrónico capaz de hacer encender y apagar un transmisor de Frecuencia Modulada de forma progresiva (Rampa de subida y bajada), sin que genere alteraciones de calidad de transmisión, así como también la contaminación de espurias de la señal de salida o que eleve el consumo de energía eléctrica ante los demás transmisores del mercado, se diseñó de la siguiente manera, partiendo de los conceptos del ítem 4.11 Segundo Modulo de Excitador (Drive), se proyecta en la figura 6.1 en las líneas discontinuas de donde partimos de nuestro diseño.

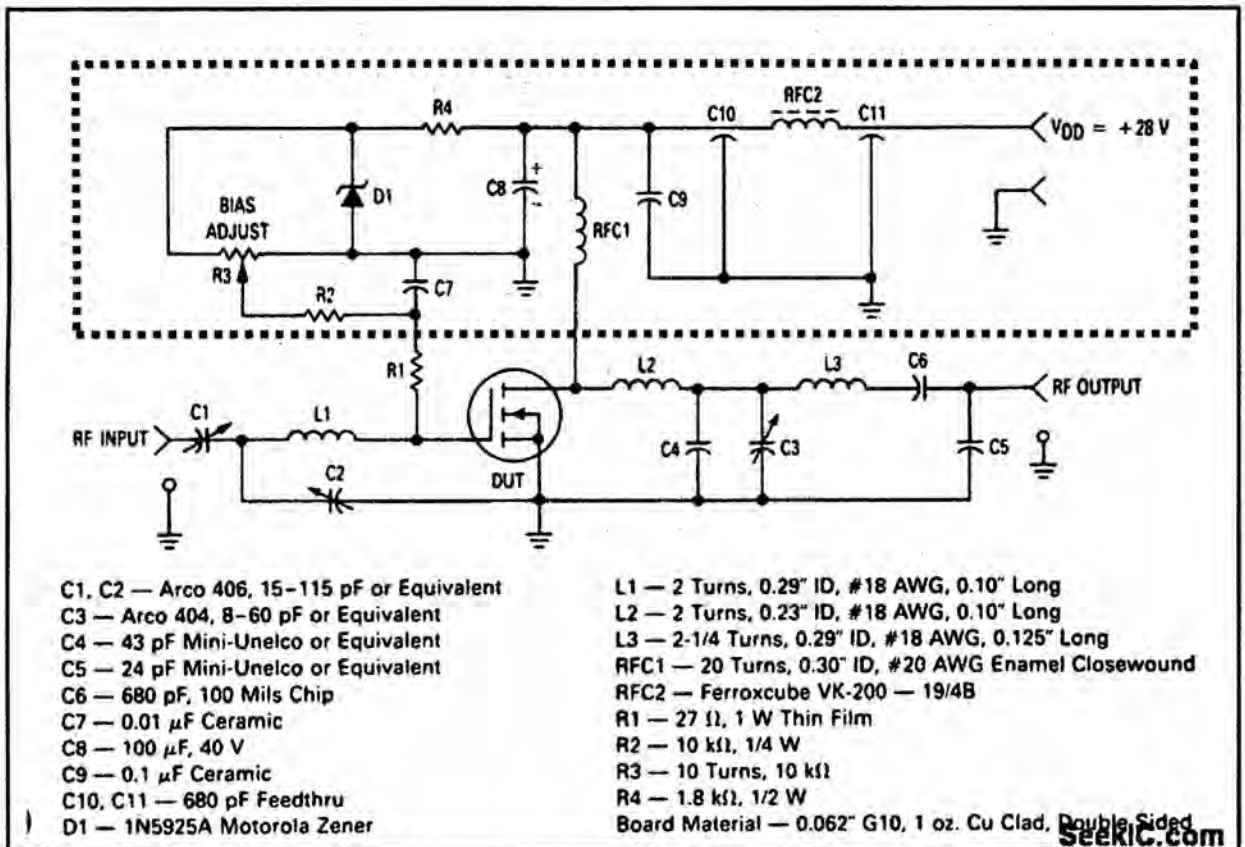


Figura 6.1 Diagrama del excitador, las líneas discontinuas muestran el área para el comienzo de diseño

6.1 Primer Cálculo de Diseño

En la figura 6.2 se aprecia los nodos para los cálculos de las tensiones de CONTROL DE BIAS.

$$R_z = V_z / I_z$$

$$R_z = V_z / I_z$$

$$I_z = 992.983 \mu A$$

$$V_{rBIAS} = 9.922 Vol$$

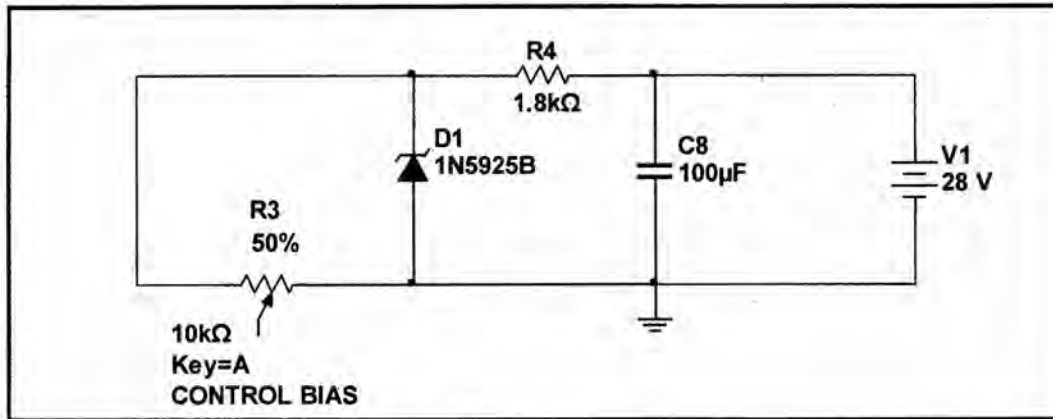


Figura 6.2 Diagrama del Nodos

6.2 Segundo Cálculo de Diseño

En la figura 6.3 se proyecta el diseño para la conmutación de tensiones

Calculo de divisor de voltaje:

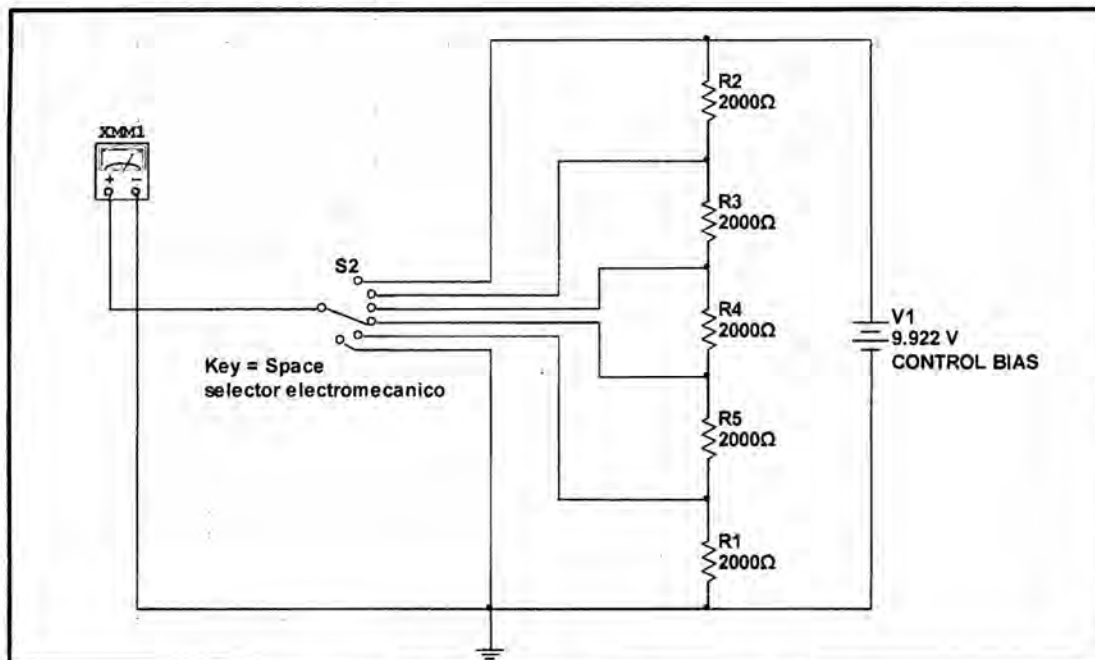


Figura 6.3 Diseño de la etapa de conmutación

En base a la resistencia de CONTROL BIAS de $10K\Omega$, para distribuir la tensión de 5 pasos, para la conmutación.

$$R_{BIAS} = 10K\Omega/5$$

Cada resistencia de tener un valor de:

$$R = 2.0K\Omega$$

6.3 Diagrama de flujo para el diseño de conmutación

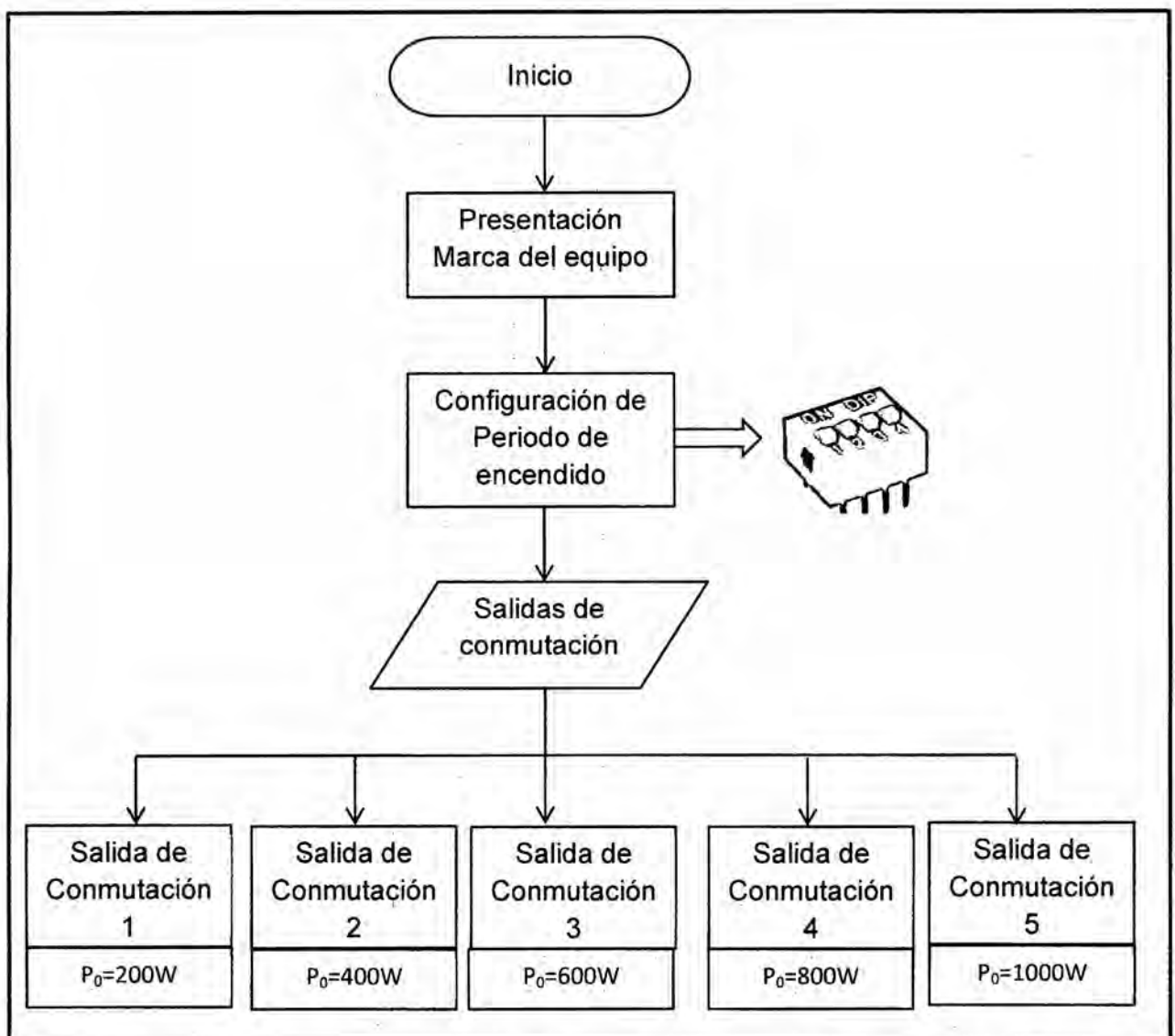


Figura 6.4 Diagrama de flujo de del encendido de rampa

6.4 Los Micro controladores Pic arquitectura del 16F628A

El PIC16F628A utiliza un procesador con arquitectura Harvard, consiguiendo mayor rendimiento en el procesamiento de las instrucciones, esta arquitectura a diferencia de la Von Neumann, utiliza dos bloques de memorias independientes, una contiene instrucciones y la otra sólo datos, cada una con su respectivo sistema de buses de acceso, 8 líneas para los datos y 14 líneas para las instrucciones, con lo que es posible realizar operaciones de acceso lectura o escritura simultáneamente en las 2 memorias, a esto se conoce como paralelismo. En la figura 6.5 aprecia las saldas, en la figura 6.6 se muestra su arquitectura interna.

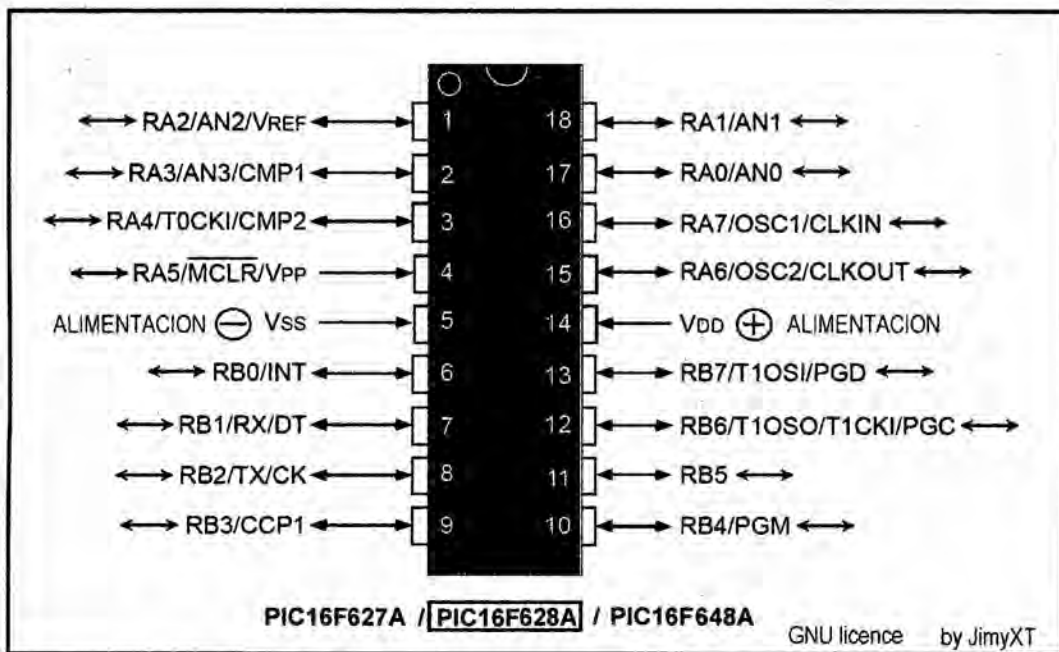


Figura 6.5 Se aprecia la estructura del micro controlador Pic 16F628A

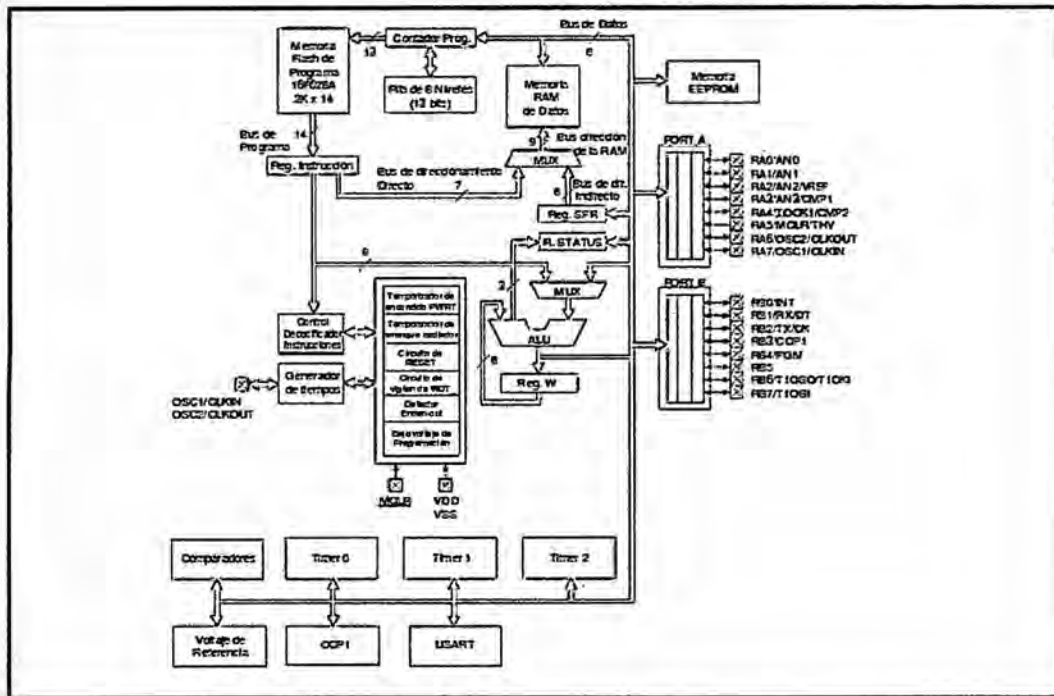


Figura 6.6 Arquitectura del micro controlador Pic 16F628A

6.5 Diagrama en Bloque del Diseño de Rampa

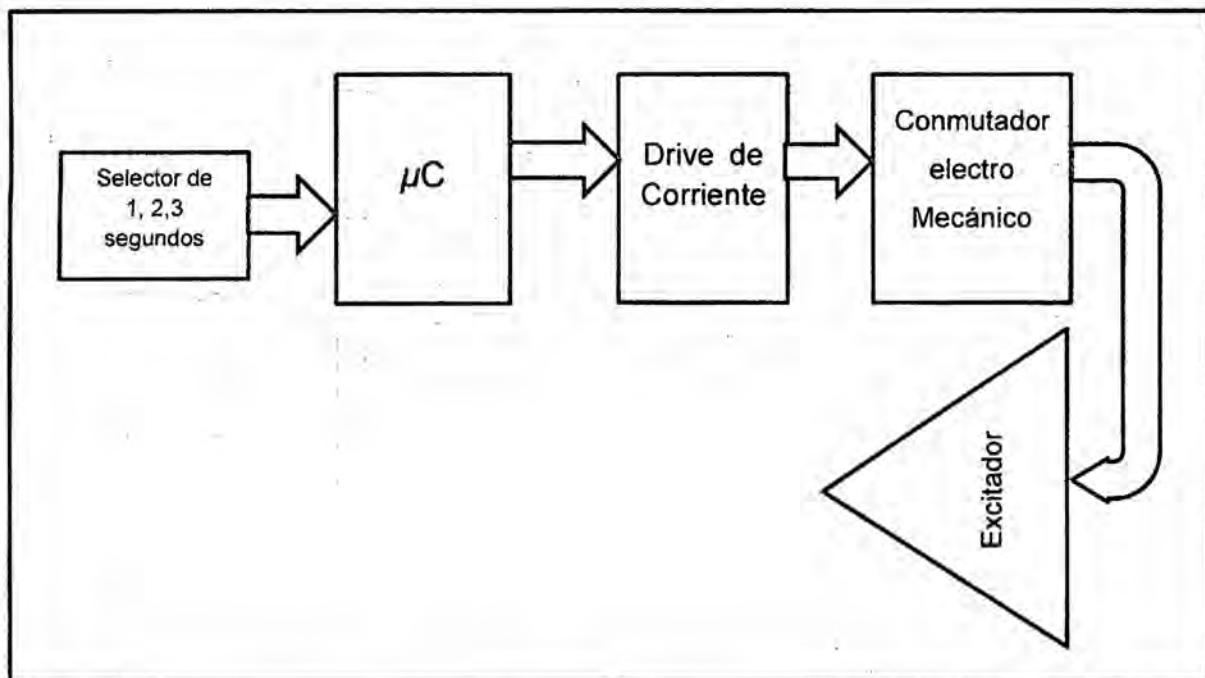


Figura 6.7 Presentación del Diagrama en Bloque del Encendido de Rampa de Subida y Bajada

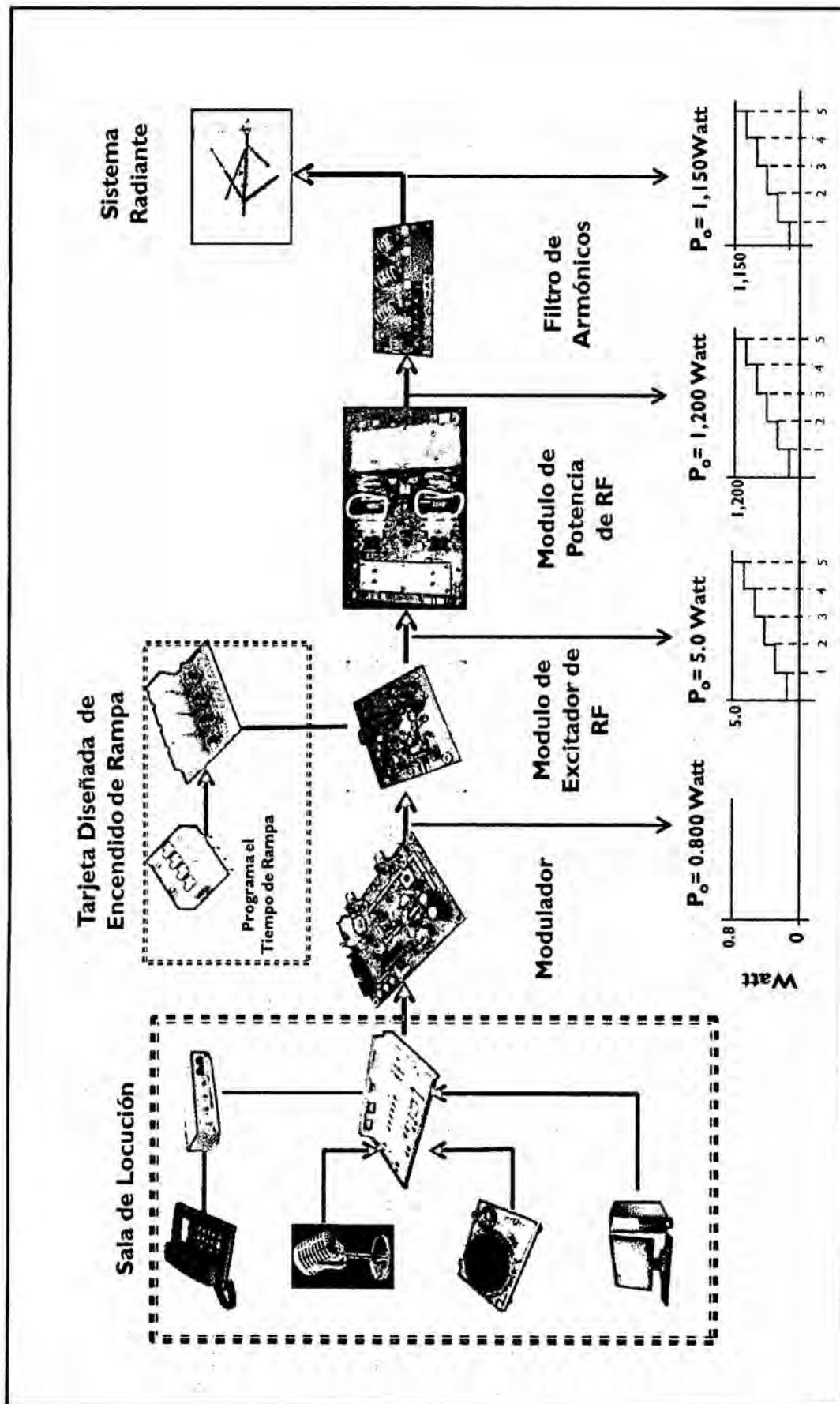


Figura 6.8 Forma física del Encendido de Rampa de Subida y Bajada

6.6 Diagrama electrónico

En el diagrama electrónico se basa en el control principal del PIC (Micro controlador) conectados a un Drive de corrientes, a la base de los transistores BC548 para que pase de estado de saturación a de corte. Estos mismos transistores mencionados están conectados con el colector a cada uno del sistema de conmutación electromecánica, también podemos programar el tiempo de periodo, todo ello podemos apreciar en la figura 6.9 las polarización de los componentes electrónicos.

En la figura 40 se muestra el fotolito de circuito impreso con el que vamos a trabajar en la presente investigación.

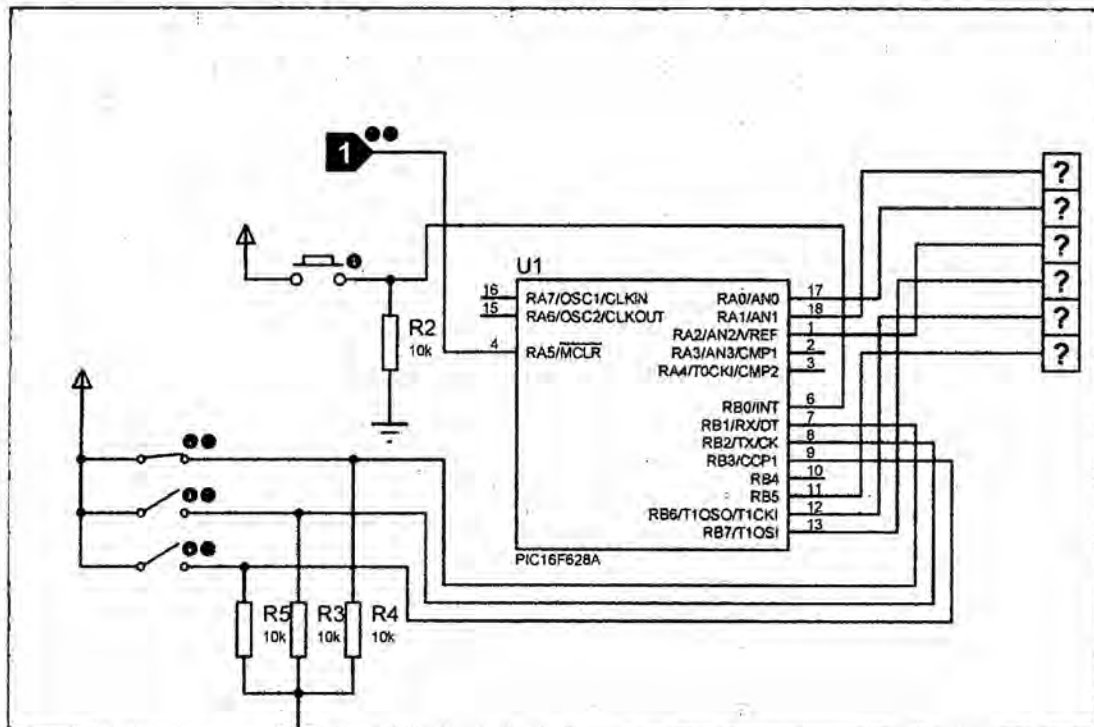


Figura 6.9 Diagrama electrónico del encendido de Rampa de subida y Bajada

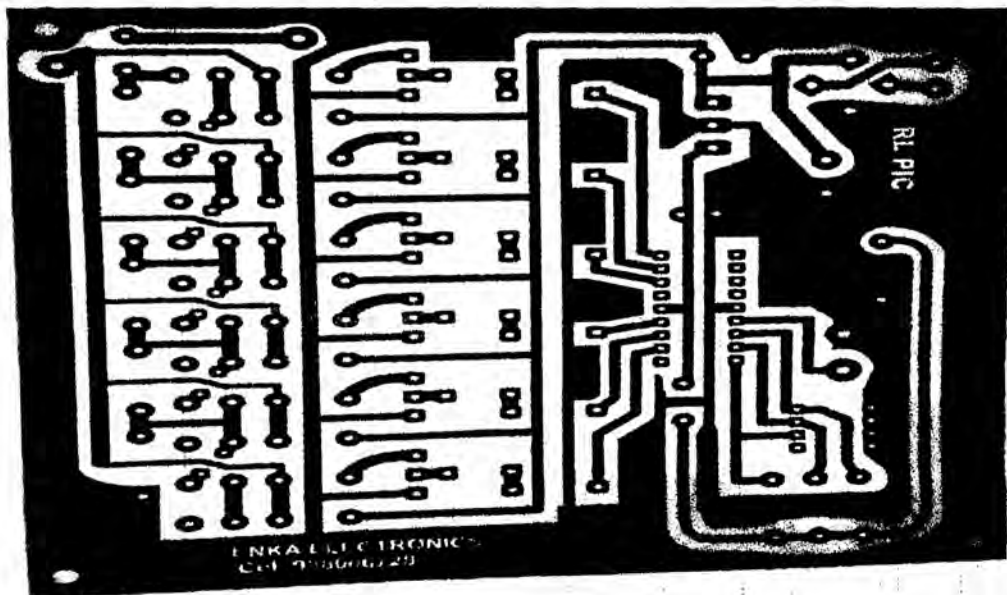


Figura 6.10 Diagrama de Fitolito del circuito impreso de Rampa de subida y Bajada

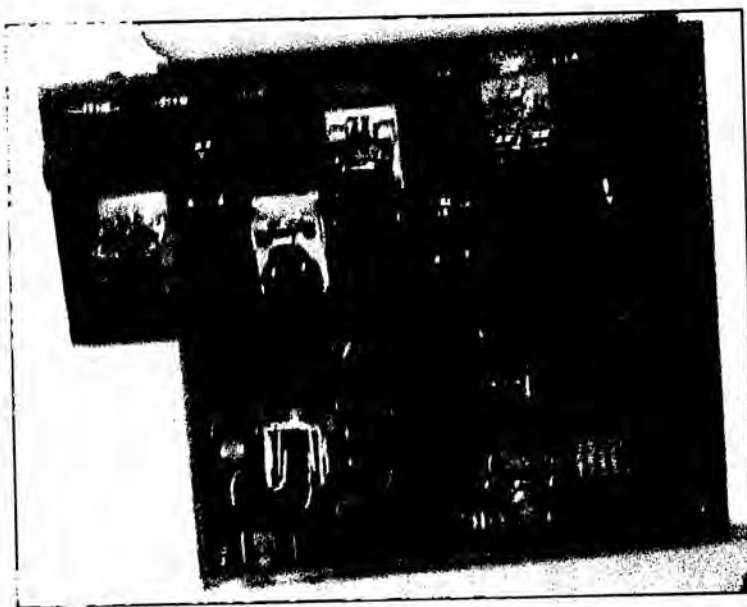


Figura 6.11 Acabado final de la tarjeta electrónica

Capítulo VII

7. ANTECEDENTES DE LAS PRUEBAS

En Julio de 2016, Laboratorio del quien sustenta la investigación de tesis, se llevó a cabo el proceso de prueba de rendimiento de la tarjeta electrónica excitadora de RF en FM. El objetivo de este estudio consiste en proporcionar a los compradores la información necesaria para que puedan elegir el producto que mejor se adapte a sus necesidades. Además, los resultados de este informe permitirán a los compradores puedan comparar las ventajas y los gastos de los estándares de los transmisores.

Las pruebas y el uso de este informe están sujetos a los siguientes procesos de pruebas:

1. Pruebas a plena carga en encendido directo
2. Pruebas a plena carga en encendido indirecto (con tarjeta de encendido de rampa de subida y bajada)
3. Análisis de contaminaciones por armónicos segunda y tercero nivel.
4. Análisis de estabilidad de potencia de RF

7.1 PRUEBAS Y RESULTADOS

7.1.1 Equipos y Tarjetas Utilizadas

Se llevó a cabo las evaluaciones sobre el rendimiento de la tarjeta electrónica excitadora de la siguiente manera. Se utilizó como herramienta los siguientes equipos:

- Analizador de espectro ATEN modelo1150
- Vatímetro BIRD modelo 43 con pastilla de 50 watt

- Carga fantasma de 50 ohm a 250 Watt BIRD
- Multímetro TEKTRONIX modelo TX3
- Fuente de tensión TECHMAN ELECTRONICS INC modelo HY30003S-2
- Frecuencímetro BECKMAN INDUSTRIAL modelo FC130A
- Pinza Amperimétrica PRASEK PREMIUM modelo PR-54
- Multímetro verdadero RMS PRASEK PREMIUM modelo PR-803
- Receptor (monitor) de FM EWTTO modelo ET-R1369

Para la construcción del módulo de pruebas, se utilizó las siguientes tarjetas electrónicas:

- Tarjeta modulador de FM de 0.8 Watt de salida de RF
- Tarjeta excitadora de 5 Watt de salida de RF
- Tarjeta electrónica de Rampa de subida y bajada

Para las simulaciones de encendido directo y de rampa de subida y bajada se construyó dentro del módulo de pruebas, un sistema eléctrico el cual permite programar los tiempos de encendido y apagado automáticamente. En este caso se programó para que se encienda y apague cada 10 segundos sin la participación de una persona. Para ello se consideró con los siguientes accesorios:

- Temporizadores
- Relay

Se consideró que este espacio reunía las condiciones normales que se suelen dar para el correcto funcionamiento de este tipo de dispositivos.

7.1.2 Resultado

Los resultados de las pruebas revelaron que la tarjeta electrónica excitadora de 5 Watt de potencia de salida de radio frecuencia en la banda de Frecuencia Modulada superaba el rendimiento con el encendido de rampa de subida y bajada en comparación con el

encendido directo, en lo que respecta al rendimiento total del modo Informe de evaluación del rendimiento realizado el 4 de junio de 2016

Item	Cantidad de veces de encendido y apagados	Daños de la Tarjeta Excitadora	TIPO DE ENCENDIDO
1.00	823.00	Se dañó el MOSFET MRF134	DIRECTO
2.00		NO SE MANIFIESTA ALTERACIONES	CON RAMPA DE SUBIDA Y BAJADA

Tabla 7.1: Rendimiento de la tarjeta electrónica del excitador en los dos métodos

En la tabla 7.1 se muestran los resultados de rendimiento obtenidos mediante las pruebas, se logró hacer 823 veces prendidas y apagadas tanto en encendido directo como en encendido de rampa de subida y bajada programándola la tarjeta de rampa en periodos de 2 segundos a través del DIP switch.

7.1.3 Metodología Utilizada

Las pruebas se llevaron a cabo utilizando el módulo construido en ello se aprecia la figura 8.2 el diagrama en bloque con las tarjetas electrónicas de un transmisor de FM.

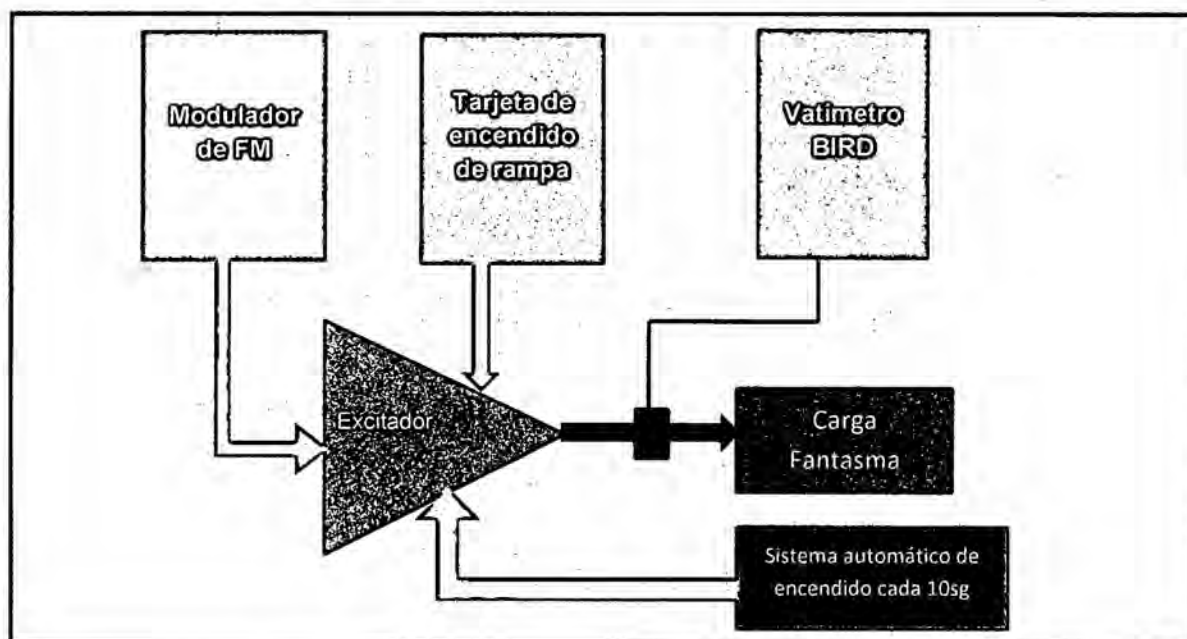
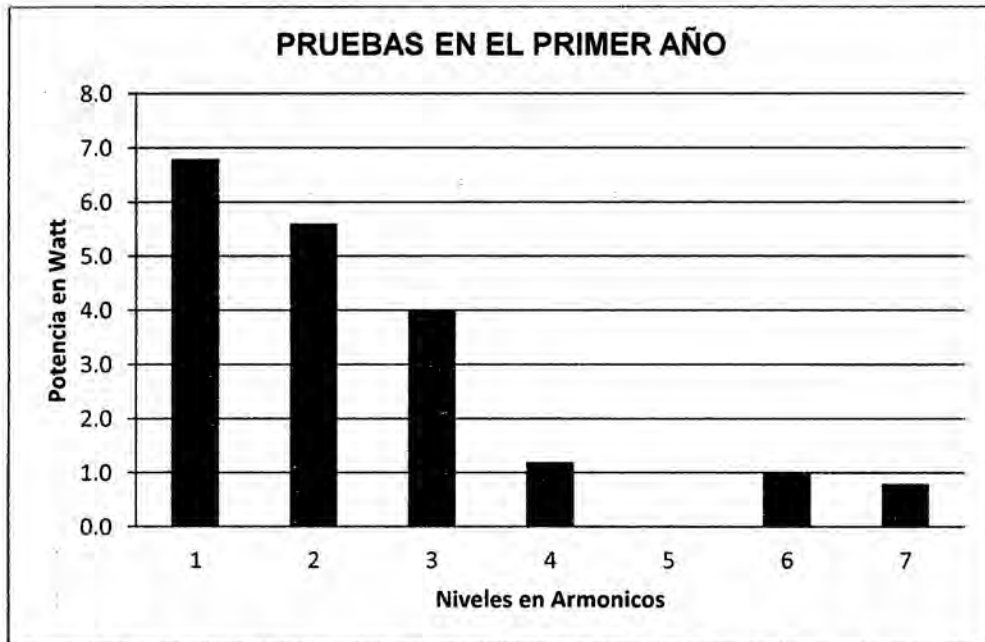


Figura 7.1 Diagrama en Bloque del módulo fabricado

Para capturar las magnitudes eléctricas se procedió en base al siguiente orden:

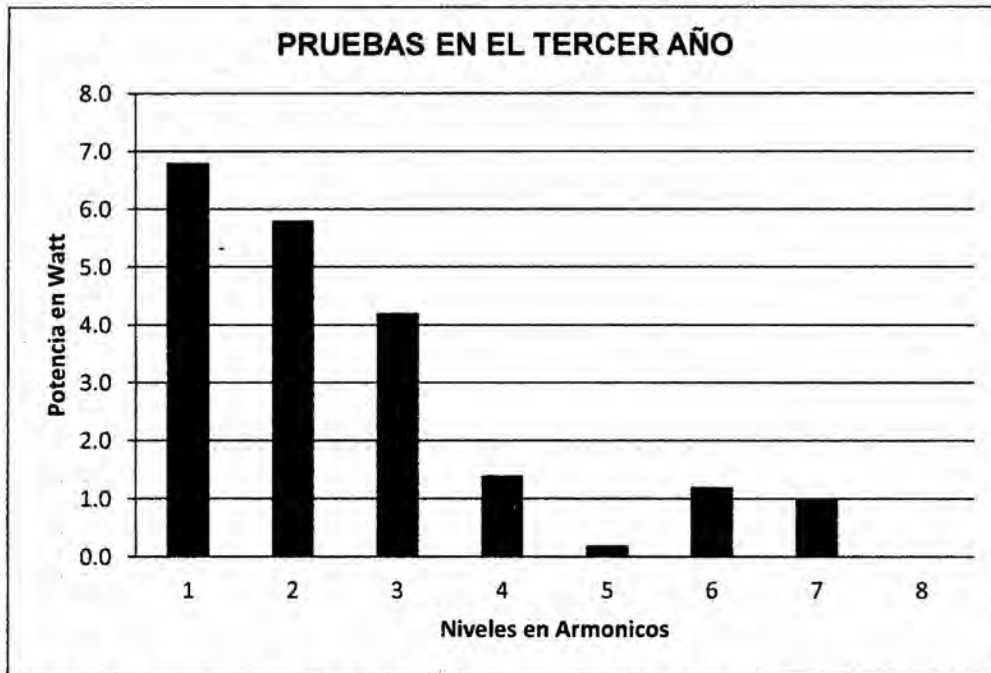
1. Se programó el periodo a 2 segundos en el DIP switch que se encuentra incluido en la tarjeta electrónica de encendido de rampa de subida y bajada.
2. Se programó el primer temporizador a 15 segundos que comprende para el encendido y el segundo temporizador a 1 segundo para el apagado en el circuito eléctrico automático, con la finalidad que se pueda apagar y prender el excitador.
3. Con respecto a la fuente de tensión se calibro a 12 VDC para la alimentación a una corriente limitada a 200 mA para el modulador de FM
4. Con respecto a la fuente de tensión se calibro a 32 VDC para la alimentación a una corriente limitada a 3 Amp para el excitador de FM
5. El modulador se programó a una frecuencia de 87.5 MHz.
6. Se procedió a la toma de lecturas con el analizador de espectro, haciendo barridos hasta la 9° armónica que comprende en 787.5Mhz



Grafica 7.1 Se aprecia en el primer año de trabajo de la tarjeta electrónica del excitador su comportamiento en los niveles armónicos en la prueba de encendido directo



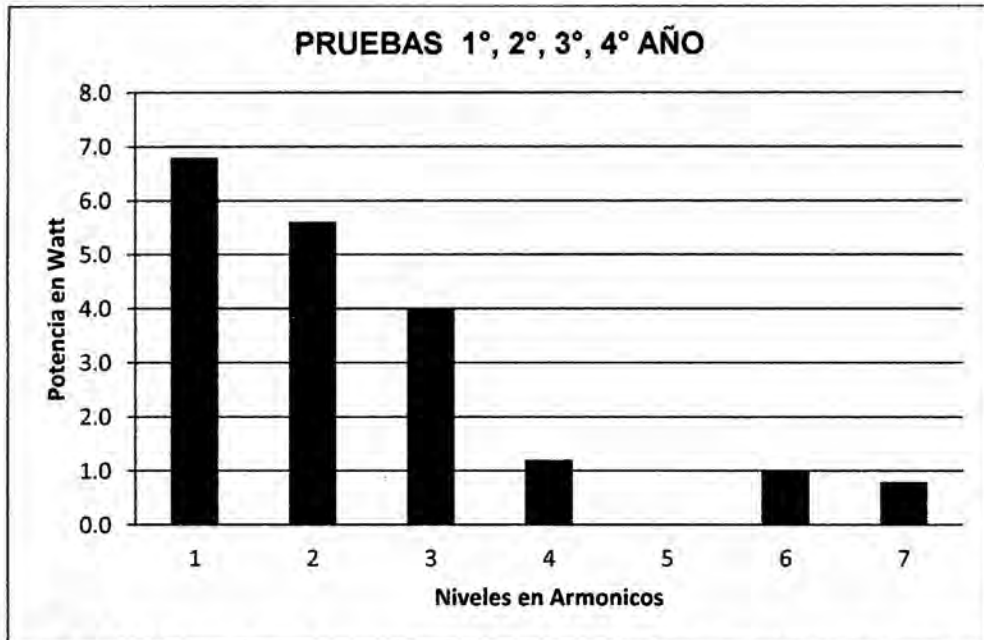
Grafica 7.2 Se aprecia en el segundo año de trabajo de la tarjeta electrónica del excitador su comportamiento en los niveles armónicos en la prueba de encendido directo



Grafica 7.3 Se aprecia en el segundo año de trabajo de la tarjeta electrónica del excitador su comportamiento en los niveles armónicos en la prueba de encendido directo



Grafica 7.4 Se aprecia en el segundo año de trabajo de la tarjeta electrónica del excitador su comportamiento en los niveles armónicos en la prueba de encendido directo



Grafica 7.5 Se aprecia en el ejercicio de cuatro años de trabajo de la tarjeta electrónica del excitador su comportamiento en los niveles armónicos en la prueba de encendido con rampa de subida y bajada obteniendo uniformidad de desempeño

Capítulo VIII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

La conclusión principal que se puede extraer de la elaboración de este proyecto es que solamente si se requiere hacer encender un transmisor por medio del encendido de rampa de subida y baja solo se debe hacer en base a este criterio, por las siguientes razones:

- Se concluye que la técnica de encendido de rampa de subida y bajada garantiza el tiempo de vida útil de la etapa de potencia.
- De las tablas de los resultados se observa que el método de encendido directo en el transcurso de tiempo genera más armónicos no deseados mientras que el encendido de rampa de subida y bajada el número de armónicos son mínimos.
- El diseño de circuito electrónico de encendido de rampa de subida y bajada se puede adaptar para cualquier potencia de transmisor FM.
- El circuito diseñado no altera el acople de las impedancias de entrada ni de salida, que podían generar calentamientos en los MOSFET de potencia RF.

8.2 Recomendaciones

Según los resultados de esta evaluación obtenidas dentro de su instalación para la tarjeta de encendido de rampa de subida y bajada se deberá retirar la resistencia ajustable de precisión del BIAS de la tarjeta del excitador con la finalidad de instalar los cables de conexiones al excitador.

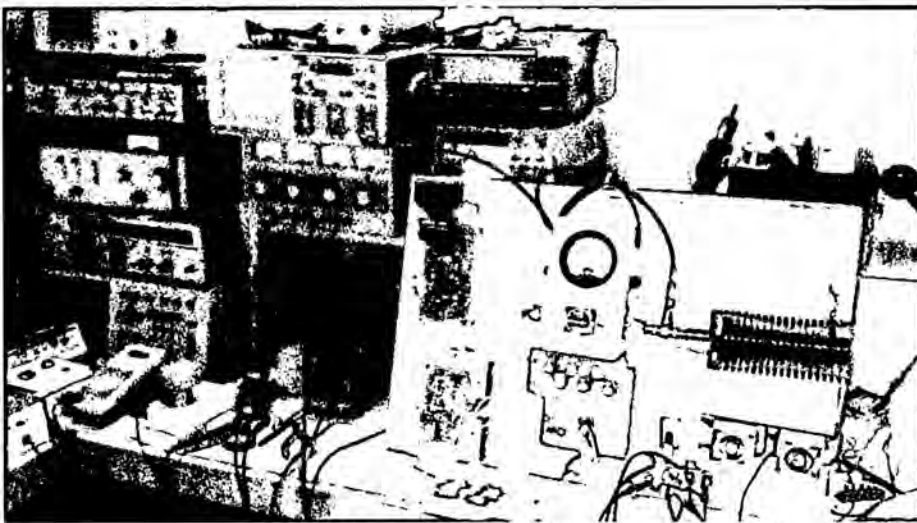


Figura 8.2 Laboratorio de pruebas

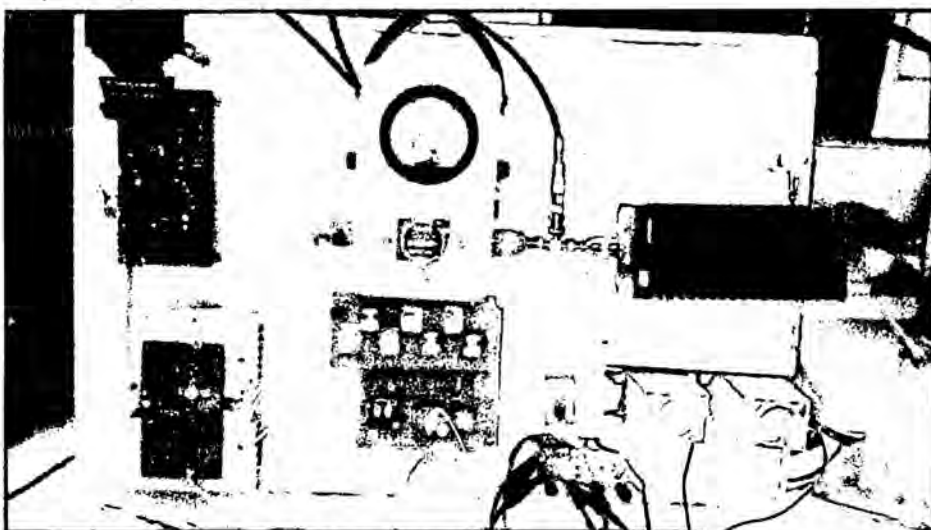


Figura 8.3 Modulo construido para las pruebas

BIBLIOGRÁFICAS

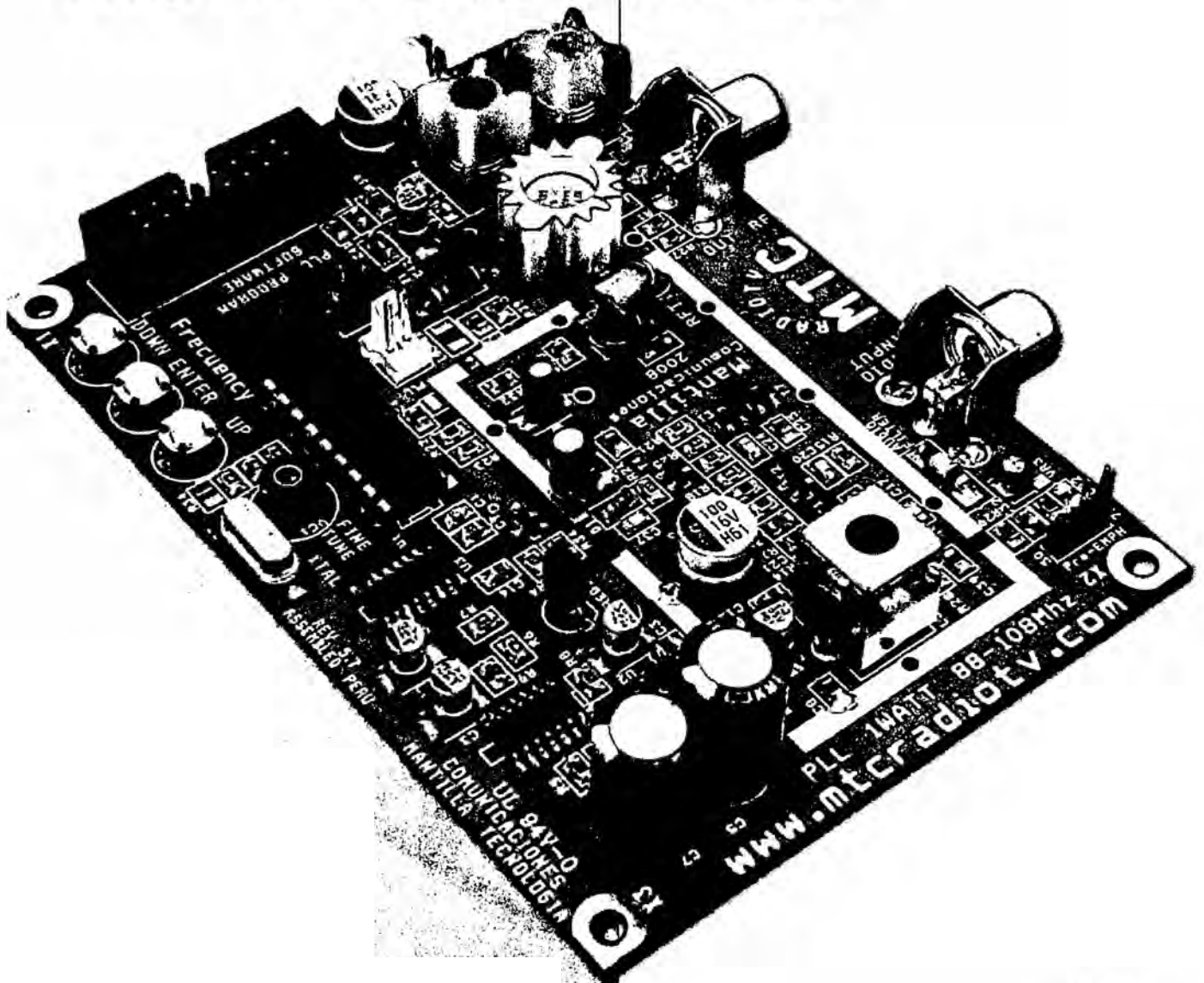
Libros:

- ANTONI TURO PEROY & FERNANDO JOSÉ CASADEVALL **“Diseño y realización de un amplificador de potencia en R.F. con elevado grado de linealidad”** España Editorial Barcelona, Primera edición 1989.
- VÍCTOR JOSÉ MANGAS **“Amplificador de Potencia de RF con Detección de Salida”** España Editorial académica española, Primera edición 2012.
- WAYNE TOMASI **“Sistema de ,comunicaciones Electrónicas”** México: Editorial Prentice Hall, Segunda Edición 1996.
- ROBERT L. BOYLESTAD **“Análisis Introductorio de Eléctricos”** España: Editorial Prentice Hall, Octava Edición 1997.
- WILLIAM I. ORR **“Radio Handbook”** España: Editorial Marcombo Boixareu, dieciochoava Edición 1972.
- KERCHNER & CORCORAN **“Circuito de Corriente Alterna”** México: Editorial Continental, S.A, Cuarta Edición 1974.
- L. M MORENO QUINTANA CORCORAN **“Manual de Transmisores Amateur ”** Argentina: Editorial Hobby, Cuarta Edición 1958.
- ALBERT PAUL MALVINO **“Principios de la Electrónica ”** España: Editorial McGraw, Quinta Edición 1998.
- DONALD L. SCHILLING **“Circuitos Electrónicos”** España: Editorial, Marcombo Boixareu Segunda Edición 1985.
- ENRIQUE PALACIOS – FERNANDO REMIRO – LUCAS J. LOPEZ **“Micro controladores PIC16f84”** México: Editorial Alfaomega, Segunda Edición 2004.

ANEXO A



MTC FM EXCITER+PLL 1w



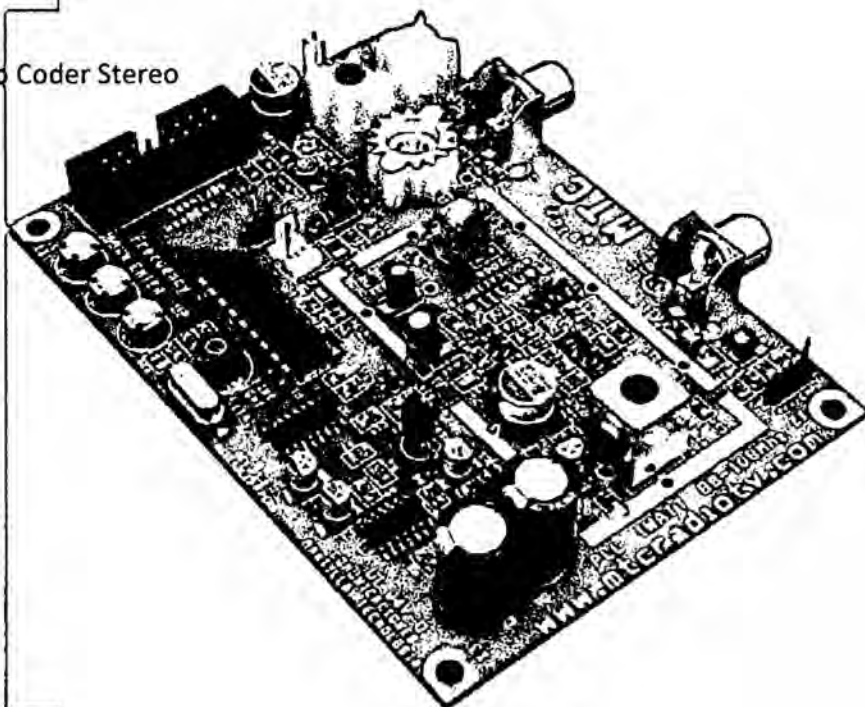
MTC RADIO-TV

MTC FM EXCITER+PLL 1w.

MTC Radio TV presenta la nueva serie LCD el exciter FM broadcast **MTC FM EXCITER+PLL 1w.** SMD profesional, su diseño totalmente compacto e innovador con especificaciones excepcionales hacen del **EXCITER+PLL 1w.** Uno de los mejores kits PLL del mercado. El plan moderno permite a las señales de AUDIO y RF nunca antes visto transistores de baja perdida, gran ganancia y alta calidad y IC serial controlados por un MICRO COMPUTADOR hacen del **EXCITER+PLL 1w.** Sus principales armas para controlar su frecuencia de transmisión. La señal de RF está totalmente en 0 watt apagado mientras no encuentre la frecuencia de enlace ideal para equipos de alta potencia así como la subsistencia de su filtro de armónicos para producir una señal limpia. Ahora no necesita consultar tablas ni adivinar la frecuencia que UD. Requiere. Simplemente el **EXCITER+PLL 1w.**

LOS RASGOS

- ✓ 1 watts de potencia
- ✓ Versatilidad Conectar a otro Coder Stereo
- ✓ Montaje SMD superficial
- ✓ El oscilador del ruido bajo
- ✓ Audio Regulable
- ✓ 100 % banda ancha
- ✓ La distorsión muy baja
- ✓ El filtro de armónico
- ✓ El PCB alta calidad
- ✓ El tamaño compacto
- ✓ Filtro entrada RCL Audio
- ✓ Pre énfasis Switchable



MTC RADIO-TV

LAS ESPECIFICACIONES

- ✓ Estabilidad frecuencia +/-300 hz
- ✓ MPX acepta cualquier Coder Stereo
- ✓ RF 800mw – 1w
- ✓ Rendimiento Armónico - 60 db
- ✓ Rendimiento de espurias - 85 db
- ✓ Los pasos en frecuencia a 100 khz
- ✓ El poder fuera enganche - 75dbm
- ✓ El nivel de audio ajustable 0db
- ✓ contestación frecuencia Plana (Flat) sin Pre énfasis
- ✓ S.N.R. mayor a 80 DB
- ✓ La distorsión menor a 0.05 %
- ✓ Performance Audio debajo 0.05% 20hz 100 Khz
- ✓ El Pre énfasis 50 us 75 us 0 ninguno
- ✓ 13.5 - 15 Volts operación u Batería.
- ✓ 50 Ohm Impedancia
- ✓ Broad band 87.5 - 108 Mhz
- ✓ Filtro RCL Audio
- ✓ Dimensiones ancho 75mm * largo 105mm

Sus Necesidades

Felicitaciones ahora que dispone del EXCITER+PLL 1w. Necesitara un suministro de poder regulado que sea capaz de repartir entre 13.5 y 15 voltios 300ma para que como mínimo pueda repartir toda la banda 88 – 108 Mhz. 15 Voltios es un voltaje seguro, los componentes pueden correr más calientes para eso el EXCITER+PLL 1w. Utiliza componentes SMD, para que el calor sea más disipable. Si Ud. no dispone como mínimo de 13.5 voltios nosotros no podemos garantizar que el PLL trabajara correctamente a la cima de la banda. 12 voltios pueden permitir cerrar a 104. Mhz con el suministro correcto, conecte carga de 50 Ohm al RF conector de salida del PLL. Listo feliz DIA.

Funcionamiento

El **EXCITER+PLL 1w**, con un oscilador VCO controlado toma una muestra RF de la señal Cerrada en fase (PLL), el otro borde coge la muestra de un cristal de cuarzo ultra estable de referencia.

La Fase del circuito cerrado estará compuesta:

Un Divisor Fijo (para dividir el cristal de referencia frecuencia)

El VCO (Oscilador controlado de Voltaje)

El filtro Activo Bucle (Tensión Suave)

Un Cristal estable de referencia

Todas estas configuraciones son seriales y se alimentan desde un control Programa software diseñados por MTC RADIOTV. Que se plasma sobre un micro controlador. El filtro activo **EXCITER+PLL 1w** a diferencia de similares u pasivos reduce la emisión de radiación de interferencia espureas para todo el ciclo de banda 88-108 MHz Se construye en torno a un estándar OP-AMP.

La etapa del filtro es el punto más importante del sistema del circuito cerrado y desempeña la mayor parte en el logro de un excitador de alta calidad. El diseño objetivo del PLL para obtener la frecuencia correcta rápida y transparente. Cuando la FM modular el VCO está moviendo la frecuencia en proporción a la señal de audio que se aplica. El Circuito PLL de trabajo es para corregir errores de cualquier frecuencia el audio introduce estos cambios y desviaciones de acuerdo a su nivel de modulación el PLL trata de corregirlos.

Nuestro **EXCITER+PLL 1w** Sistema ideal nos permite llegar a la frecuencia rápidamente y luego soltarse en la cadena de bucle para permitir las características para mejorar la contestación frecuencia audio, Múltiples sistemas se pueden diseñar de muchas maneras.

Hemos visto y probado de los sistemas complejos y muy complejos. Hemos elegido un sistema que tiene un mínimo de componentes y aun conserva el rendimiento excelente.

Hemos logrado mantener el componente y plasmar un software de inteligencia de manera que pueda resultar niveles de calidad entre costo y fabricación.

MTC FM EXCITER+PLL 1w.

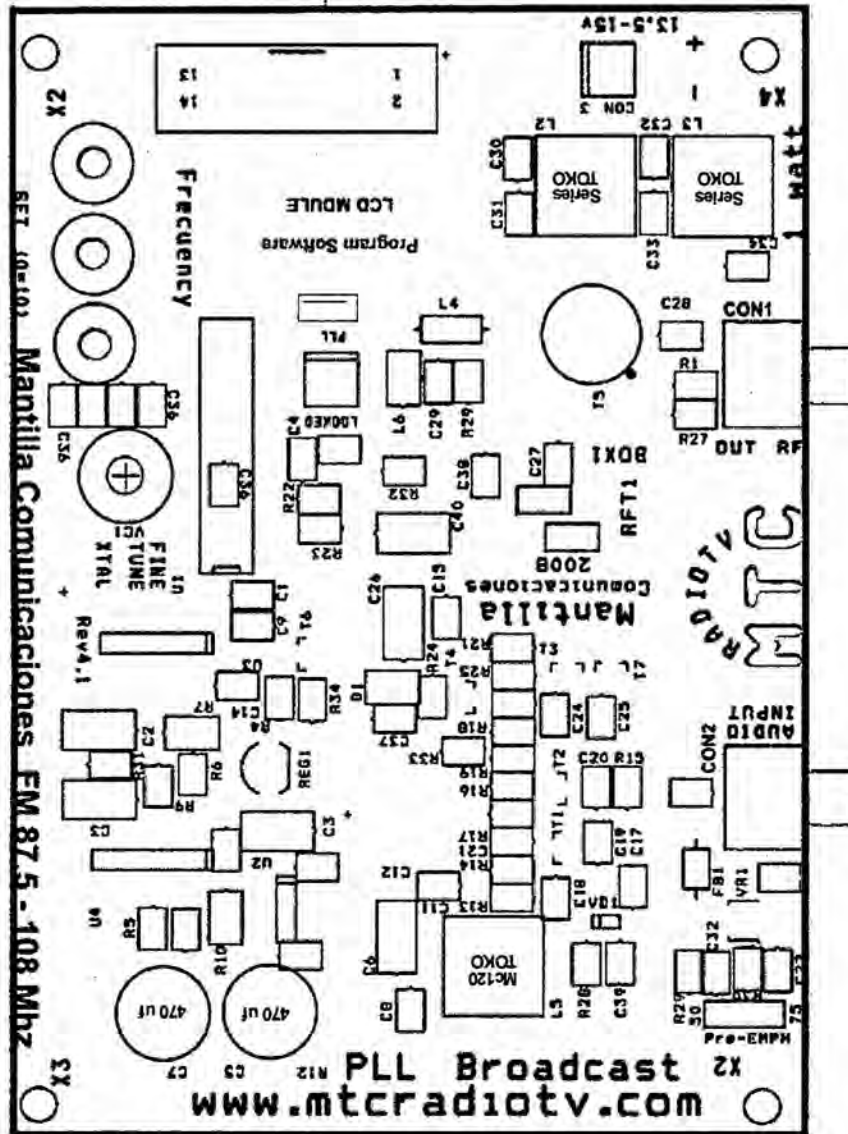


FIG. 2 EXCITER+PLL 1w. PCB LAYOUT

La selección de frecuencia

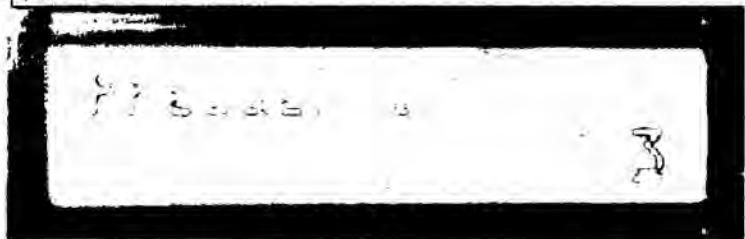
Cuando Ud. Enciende el **EXCITER+PLL 1w**. Viene ya testeado en la frecuencia de operación definida en 98.5 Mhz si Ud. desea cambiar la frecuencia de operación necesitara los siguientes pasos para su cambio del mismo.

Cuando enciende el PLL **EXCITER+PLL 1w.**, en la pantalla aparecerá una barra por 4 segundos antes de poder enganchar el PLL a una frecuencia anterior, ahora Ud. pulsara uno de los tres pulsadores aledaños en la misma tarjeta, **EXCITER+PLL 1w**

En ese instante le saldrá en la pantalla la palabra **FRECUENCIA** Ud. Podrá seleccionar la frecuencia de operación desde 88 – 108 MHz, por

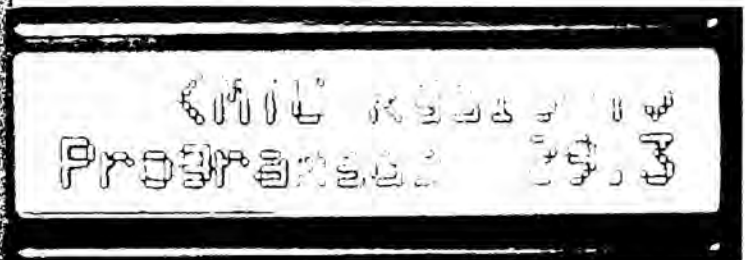
intermedio de los tres pulsadores **ENTER, DOWN y UP**. Luego la frecuencia automáticamente se colocara donde Ud. la halla seleccionado y de ahora en adelante cada vez que Ud. encienda el **EXCITER+PLL 1w**. Se mantendrá en dicha frecuencia.

Si UD. dispone de un frecuencímetro puede ajustar la frecuencia más fina hasta donde desee. Por ejemplo 99.500002 en lugar de 99.500348 desconecte el audio antes de intentar ajustar **VC1**. UD. necesitara obviamente que este encendido el **EXCITER+PLL 1w**. Antes de ajustar el **VC1**. Si UD. no dispone de un frecuencímetro no se preocupe la unidad esta testeada y todavía estará en la especificación.



La potencia 1 watt

El rendimiento RF puede convertirse en **RECAPIONE** CONNE 2 con carga específica. aproximado desde 800mw - 1 watt. Por favor considere 12 ni 13 de inductancias. (10) debido de 100 - 1000 y de 1000 - 10000.



parte de la filtración armónica con una 2 armónica Si UD. requiere menos potencia de 1watt para poder

excitar algún Buffer, Driver, etc., entonces use un atenuador resistivo formado por tres resistores. Los detalle en cualquier manual de la radio bueno. Siempre conecte 50 ohm carga buena en el rendimiento de RF para evitar dañar a T5.

Protección contra ROE

Ud. puede colocar un sistema de protección a su paso final de amplificación y activarlo mediante el **EXCITER+PLL 1w**, en el mismo puede cortocircuitar el Jumper (posición exacta acuerdo al grafico más abajo) cuando la ROE es alta tan solo con puentear el JUMPER Ud. deshabilitara la RF del **EXCITER+PLL 1w**, y el enclave (LOOK) permanecerá aun encendido.

La entrada de Audio y Pre-énfasis

El Audio se alimenta por el Conector RCA/ PHONO CONN1. Si UD. tiene un encoder estereofónico entonces quite el jumper J1. Si UD. tiene también un limitador de audio con la capacidad de tener Pre-énfasis quite también el saltador Jumper J1. Si no dispone de coder estereofónico UD. puede Transmitir en MONORAL solo configurar para la región. 75 us. Para EEUU. Japón, Sudamérica y 50 us para el resto del mundo. Con su señal de audio aplicado el nivel deseado al **EXCITER+PLL 1w**. Ajuste la resistencia inconstante VR1 para 100 % modulación (una desviación máxima de +/- 75Khz.).

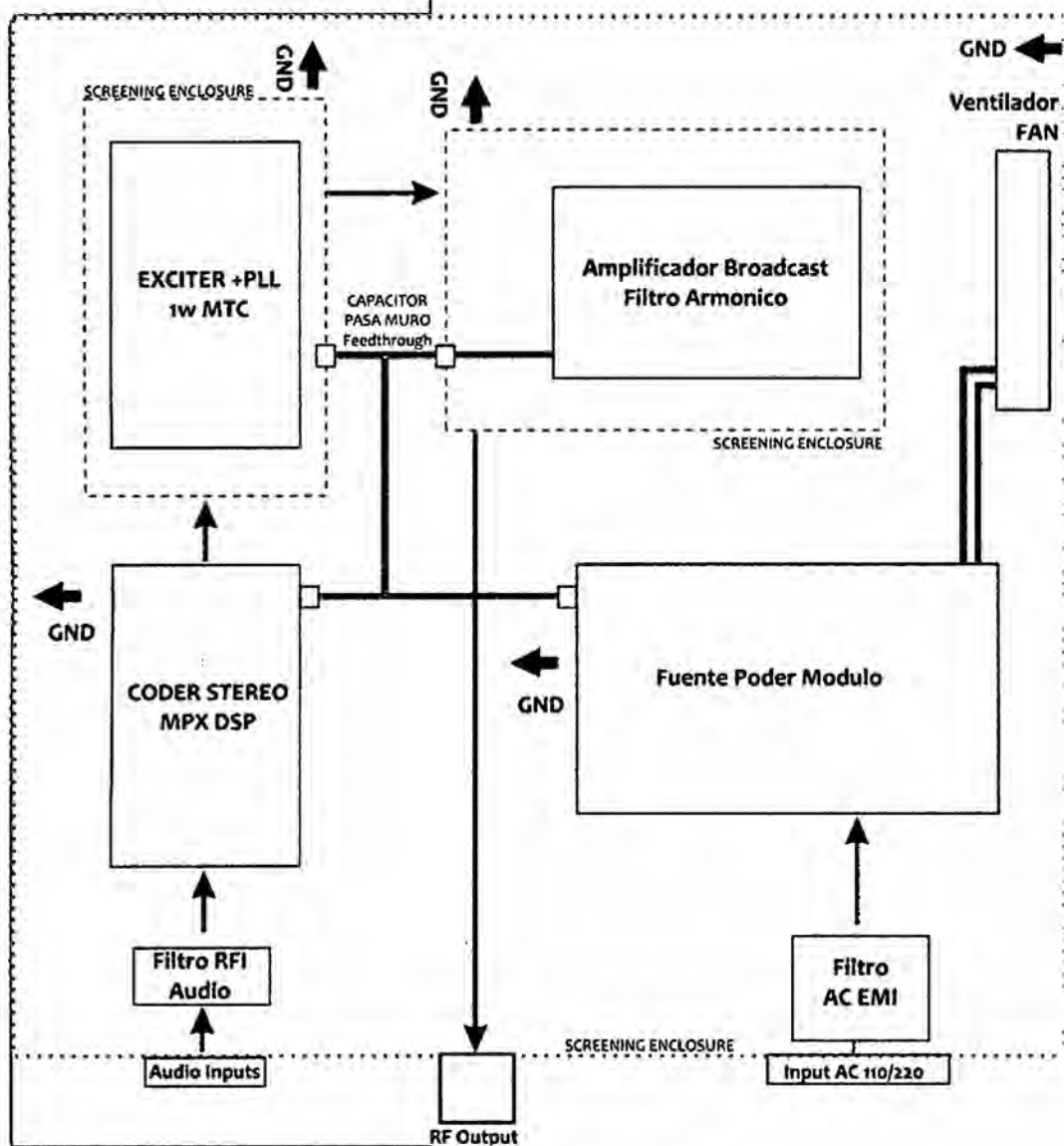
Consideraciones

Cuando instalemos el **EXCITER+PLL 1** Tenemos que tener en cuenta, que la fuente de alimentación principal debe ser estabilizada con el amperaje y voltaje apropiados, una fuente de alimentación con caídas de voltaje pueden causar innumerables problemas.

MTC FM EXCITER+PLL 1w.

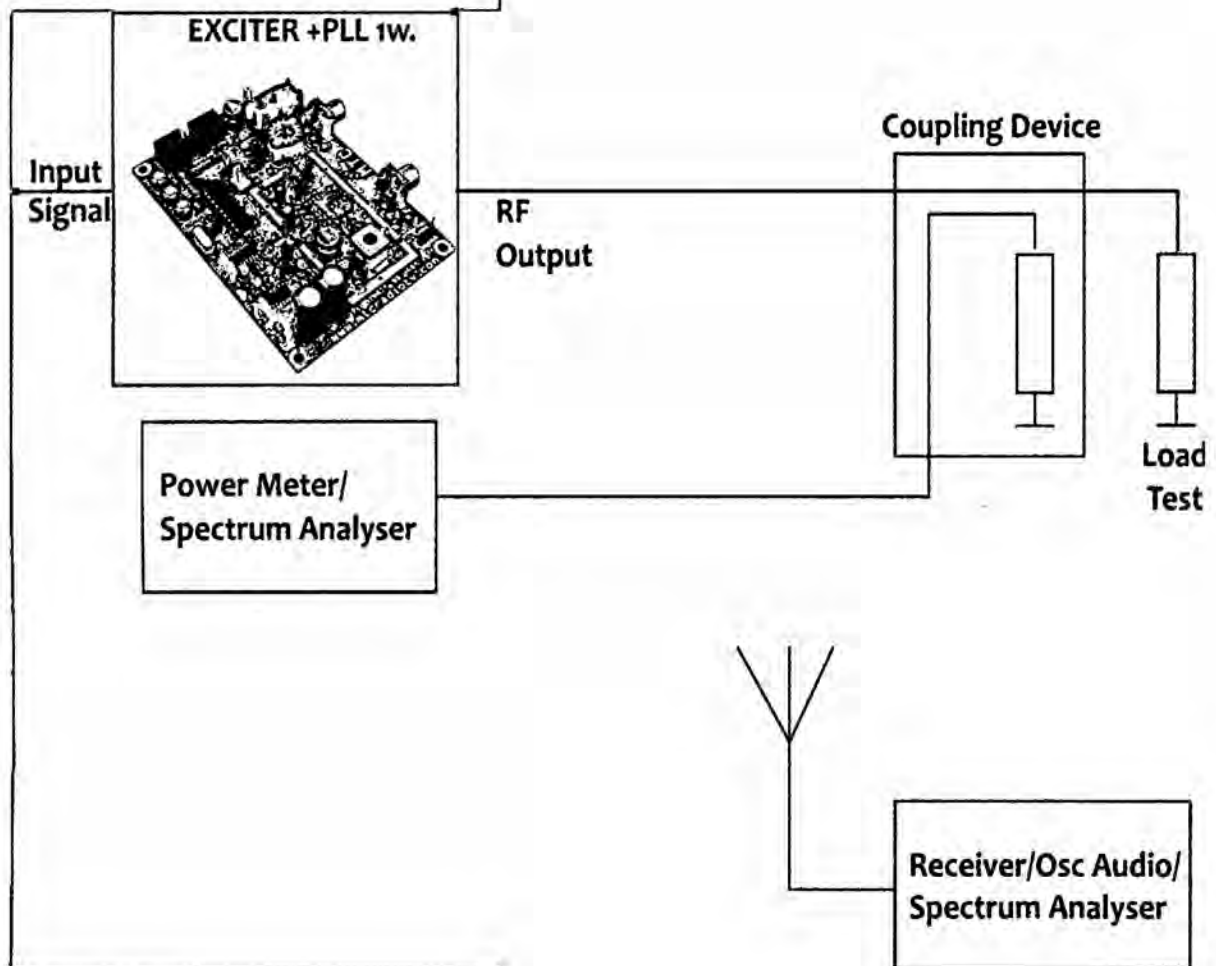
Blindaje

Si Ud. desea hacer su propia caja blindada, el uso de aluminio u otro metal, recomendamos las consideraciones de acuerdo al diagrama abajo mencionado, consideraciones de MASA y pasos de conexión. Recuerde el blindaje debe estar herméticamente cerrado así como los reguladores de voltaje 78xx debe ser atornillado a la caja metálica. Igual que el PCB con todos los tornillos bien aprisionados.



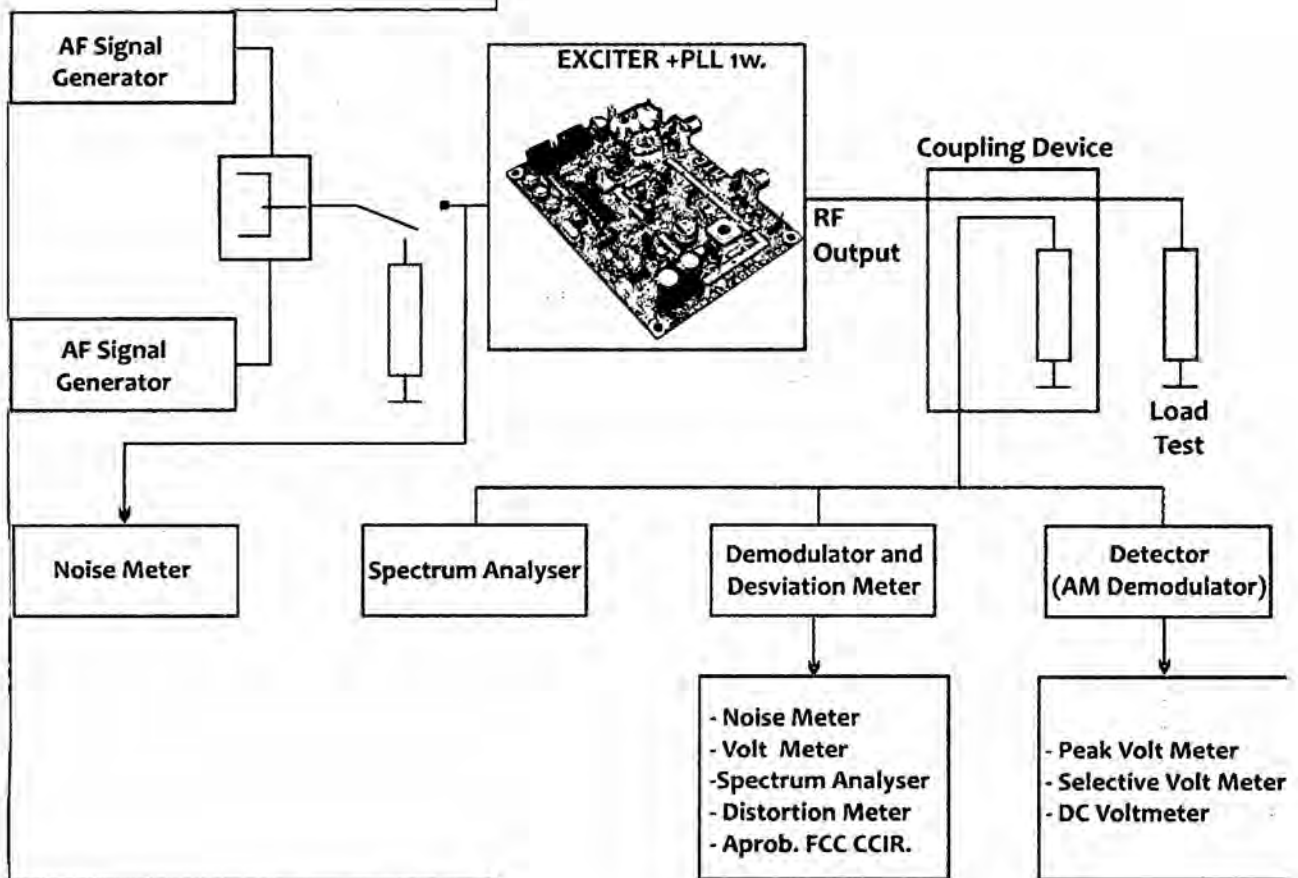
Sugerencia para la integración del EXCITER+PLL 1w

MTC FM EXCITER+PLL 1w.



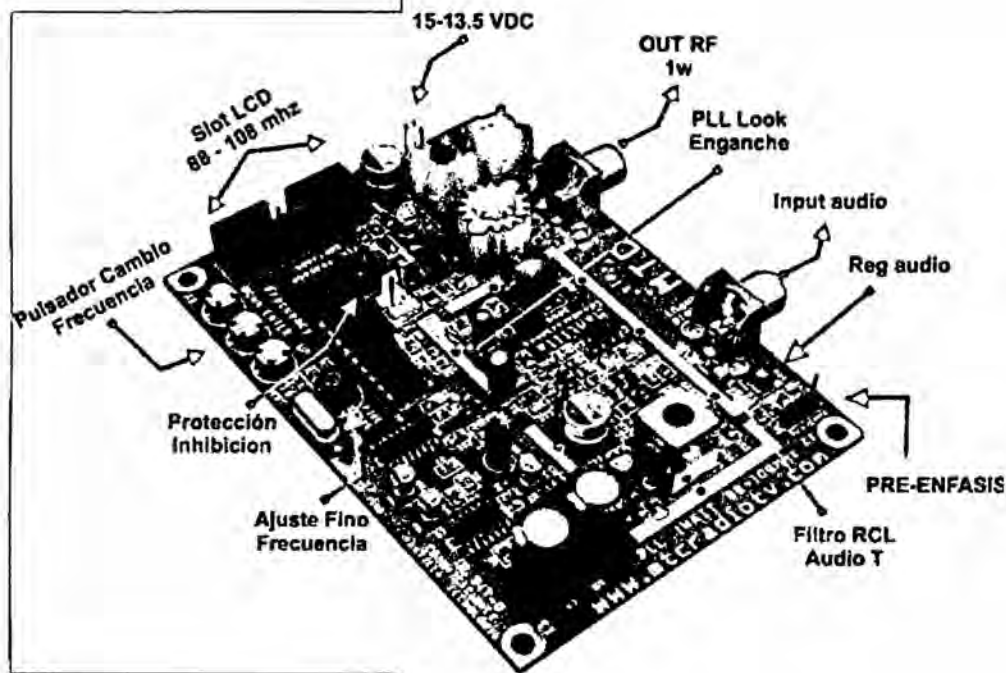
Recomendación para hacer las pruebas del PLL y Amplificadores RF

MTC RADIO-TV



Para Testear la señal MONORAL Necesita de un oscilador de AF. Y la colocación de los componentes alrededor de acuerdo al diagrama arriba Ud. puede medir el nivel Ruido, distorsión espurias, armónicos, estabilidad de frecuencia, etc.

MTC FM EXCITER+PLL 1w.



EL EXCITER +PLL 1w Compacto, Manejo fácil alta calidad PCB como muestra la figura junto con la posición de cada Componente.

Información importante.

Puede ser ilegal utilizar este dispositivo en su Localidad. Por favor, consulte las autoridades locales antes de utilizar nuestros productos.

MTCRADIO TV no se hace responsable por los daños derivados de la utilización de este producto y no será responsable por cualquier violación de las leyes locales relativas a la utilización de este producto. Es totalmente responsabilidad del comprador usted, asegúrese de que funcionen de conformidad con las leyes locales que emanan su país.

ANEXO B

Broadcast Concepts Inc.

RF power components for commercial, military, scientific & amateur applications.

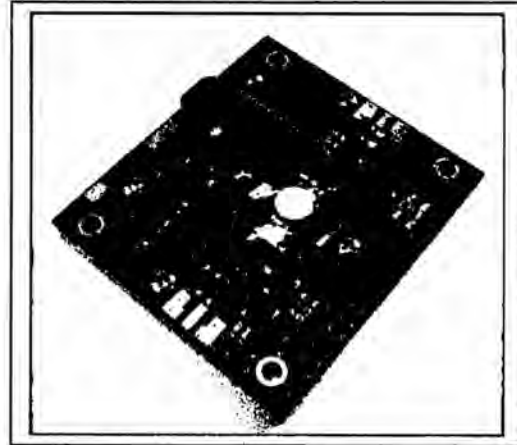
9737 NW 41st Street Suite 527 Miami FL 33178, USA
 Telephone: 305.513.0941 Fax 305.513.0541
 Email: rfengineer@broadcastconcepts.com
 Email: broadcast0541@bellsouth.net



el FM15 Pallet Amplifier Module

This amplifier module is ideal for driver and final output stages in analog and digital FM broadcast equipment.

- 86 – 110MHz
- 28 Volts
- Input/output 50 ohms
- Pout: 15W typical
- 11dB Gain (15W)
- Class AB
- Premium grade driver module



Dimension (L x W x H inch) [3" x 3.325" x 1.2"]

Absolute Maximum Ratings (T case = 25C)

Symbol	Parameter	Value	Unit
Vs	Drain voltage supply	28	V DC
Is	Supply Current	1.0	A dc
VSWR	Load Mismatch (All phase angles, Id=1.0A, TC=+50C)	10 to 1	
Tstg	Storage temperature range	-40 to +85C	Celsius
Tc	CNC Base plate operating temperature	-40 to +55C	Celsius

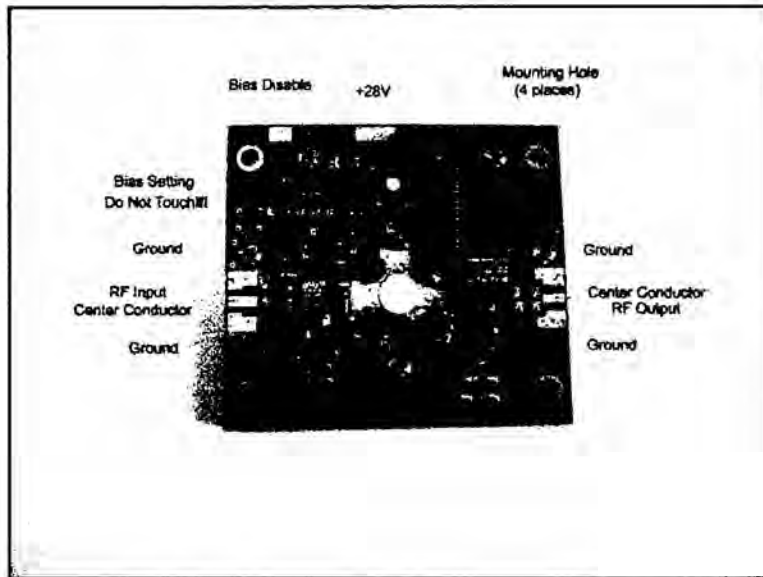
Electrical Specifications (T case = 25C, 50 ohm loaded, VS=28V Id=1.0A, bias=100ma)

Characteristics	min	typ	max	unit
Operating Frequency range	86		110	MHz
Fundamental output power	12	14	15	W
Power Input	n/a	1.0	1.2	W
Power Gain (150w output)	10.5	11.0	11.5	dB
Collector Efficiency	50	60	n/a	%
Insertion Phase variation (unit to unit)		+/-5		degrees
Power gain (unit to unit)		+/-0.5		dB
F2 Second Harmonic		-30dB		dB
F3 Third Harmonic		-45dB		dB

Broadcast Concepts Inc.

RF power components for commercial, military, scientific & amateur applications.

9737 NW 41st Street Suite 527 Miami FL 33178, USA
Telephone: 305.513.0941 Fax 305.513.0541
Email: rfengineer@broadcastconcepts.com
Email: broadcast0541@bellsouth.net



RF Connections

This module requires 1 power supply connection. A wire, #16 AWG or larger must be soldered to the surface mount pad shown in the photo above marked "+28V". Ground should be connected anywhere on your heatsink and not to the module.

The RF input is on the left side of the photo and the RF output is on the right. A flexible 50-ohm coax should be used to make the input and output RF connections. Use small diameter coax 0.141 inch outer diameter or smaller to make the connections to the pallet; then transition to larger coax as required. When choosing a small diameter coax use something that has a Teflon dielectric. This is very important, low quality coax that is not made with Teflon will melt when soldered to.

Heatsink Mounting/Hardware

Clearance: better than 0.03mm

Thickness: typical value 0.8u

Heatsink size: What size heat sink should be used? This is a difficult question to answer because heatsinks come in many different sizes and shapes. The heatsink must be large enough to prevent the base plate of the pallet from exceeding +55C. Pay close attention to the deck thickness of the heatsink and the number of fins per inch. Deck thickness should be 1/4 inch or larger. Fins should be 1 inch long or better. The fin density should be 4 or more per inch or more. Forced air-cooling may be required. The heatsink should be twice the length and width of the pallet. Avoid CPU heatsinks or any heatsink developed for computer equipment. Most of these are not suitable.

Broadcast Concepts Inc.

RF power components for commercial, military, scientific & amateur applications.

9737 NW 41st Street Suite 527 Miami FL 33178, USA
Telephone: 305.513.0941 Fax 305.513.0641
Email: rfengineer@broadcastconcepts.com
Email: broadcast0541@bellsouth.net



Thermal compound

A silicon free compound is highly recommended because silicon based compounds may dry out in time.

Thickness: optimum between 0.06mm and 0.15mm, on the whole back surface of the pallet. Basically the thermal compound that is applied should not be thicker than a coat of paint. Using too much thermal compound is worse than using none.

Striped Coaxial Connection Procedure:

John RG178 Mil-17-C Teflon, Belden part number 83284. Prepare with an exacto knife. Begin by rolling the coax on a flat surface with an exacto knife. Score and remove the outer insulation without damaging the braid (use too much pressure on the knife, this requires some practice). Next tin the braid with solder and score it along the coax on a flat surface. Now use a pair of needle nose pliers to twist the braid back and forth. It will follow the score line. Finally strip the insulation from the center conductor by rolling the coax on a flat surface with an exacto knife.

The procedure described above will yield professional results. Many choose to twist the braid into a wire to connect to ground. This creates inductance and it's sloppy.

Mounting considerations:

- 6-32 or 8-32 screws. There are 4 mounting locations; 1 at each corner.
- Recommended Torque is 12 Kg . cm (10.5 in . lbs).
- Additional Mechanical information can be downloaded from the main webpage for this product. DXF and PDF formats are provided

Warnings: Solid state amplifiers can be easily destroyed!!!. Pay attention to these precautions.

Do not over drive the amplifier. Exceeding 15 watts can destroy the transistor. Follow the charts on the next page.

Do not run the amplifier into an open circuit. Do not run the amplifier when the SWR is unknown. Basically do not run the amplifier without a wattmeter.

Do not use an unregulated power supply. Don't reverse the power supply connections.

Do not touch the amplifier circuit while it is running.

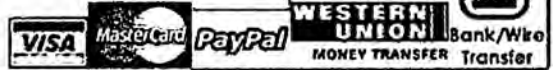
Do not allow the amplifier to overheat. Do not let the base plate temp exceed 55C.

Do not attach anything to the bias disable pad if you don't plan to use this control line.

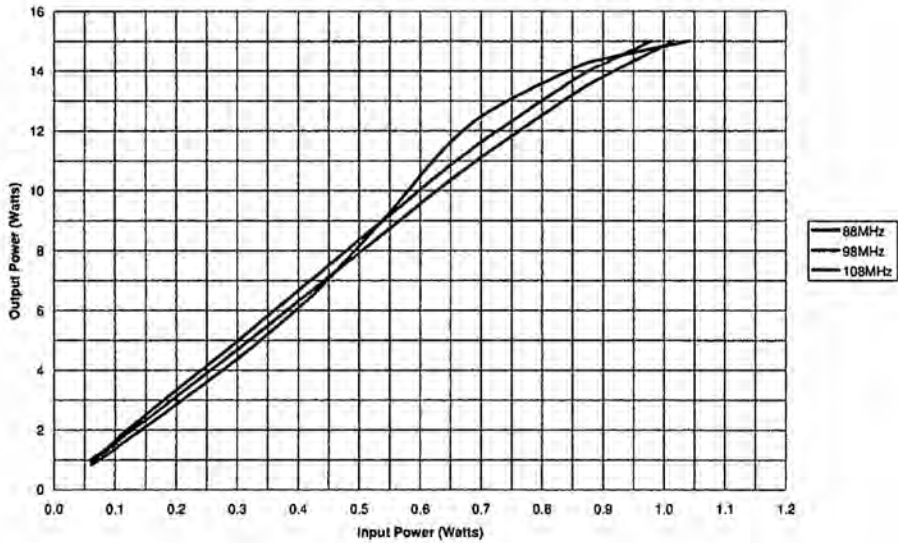
Broadcast Concepts Inc.

RF power components for commercial, military, scientific & amateur applications.

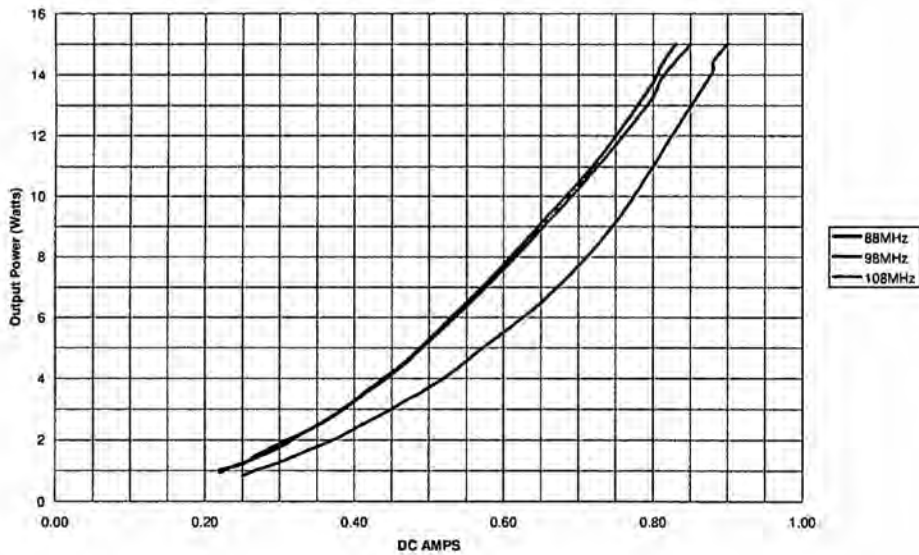
9737 NW 41st Street Suite 527 Miami FL 33178, USA
Telephone: 305.513.0841 Fax 305.513.0541
Email: rfengineer@broadcastconcepts.com
Email: broadcast0541@bellsouth.net



Input Power Vs Output Power @ 28VDC; Class AB 100ma bias current MRF136



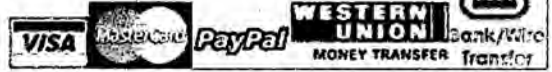
DC Amps Vs Output Power @ 28VDC; Class AB 100ma bias current MRF136



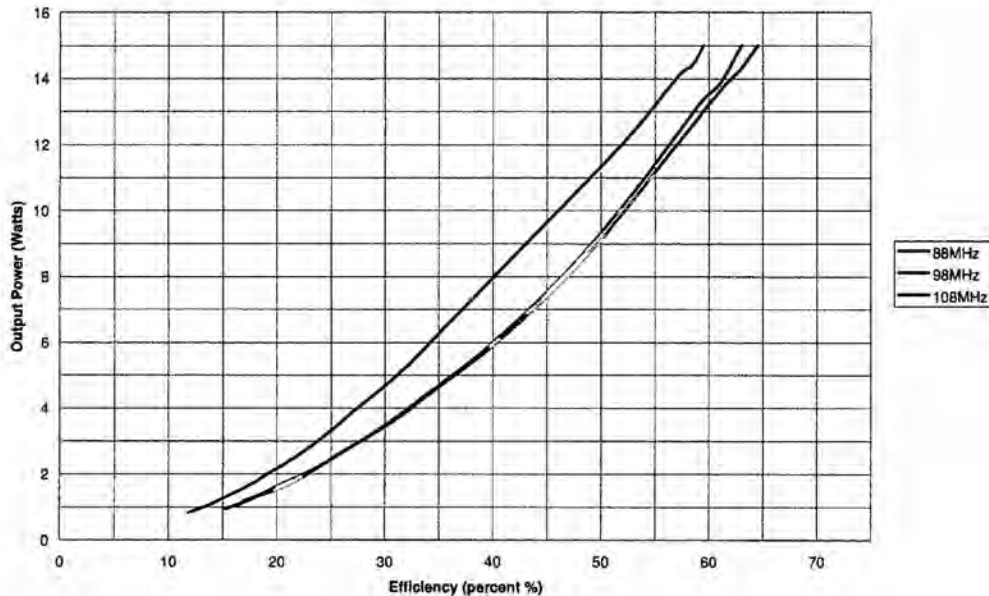
Broadcast Concepts Inc.

RF power components for commercial, military, scientific & amateur applications.

9737 NW 41st Street Suite 527 Miami FL 33178, USA
Telephone: 305.513.0941 Fax 305.513.0541
Email: rfengineer@broadcastconcepts.com
Email: broadcast0541@bellsouth.net



Efficiency Vs Output Power @ 28VDC; Class AB 100ma bias current MRF136



Note concerning RF overdrive.

The MRF136 PA module is designed for a 1 watt input. The absolute maximum input drive level is 1.2 watts. Operating above 1.2 watts input drive may damage the mosfet or shorten its service life.

Note concerning bias disable control:

The bias disable control line is used to turn off the bias of the amplifier in a high SWR condition. It is included for customer systems that employ automatic SWR protection. Any circuit that connects to this pad must not introduce a higher voltage than is present on the pad. Introducing a higher voltage here could create an over bias condition and destroy the amplifier. Circuits that connect to this point should bring the voltage as close to ground as possible. When the bias disable pad is grounded the amp will not operate.

Note concerning harmonic output:

If this product is being used as a final output stage then a low pass filter should be used to avoid problems with regulatory agencies.

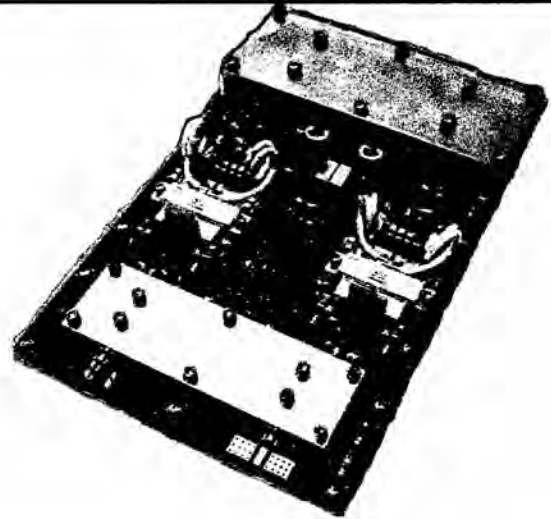
ANEXO C

Broadcast Concepts Inc
 11700 NW 102 Road Suite 4 Medley FL 33178
 TEL: 305.887.8400 FAX 305.887.8444; website: <http://broadcastconcepts.com>

el P1200FM-25 FM Pallet Amplifier Module

This amplifier module is ideal for driver and final output stages in analog and digital FM broadcast equipment.

- 86 – 110MHz
- 32 - 50 Volts
- Input/output 50 ohms
- Pout: 1200W minimum
- 25dB Gain (1200W)
- Thermal Tracking Bias
- Temperature monitor with automatic bias disable.
- Low harmonic output
- NXP BLF574 Mosfet
- 78% efficiency typical.

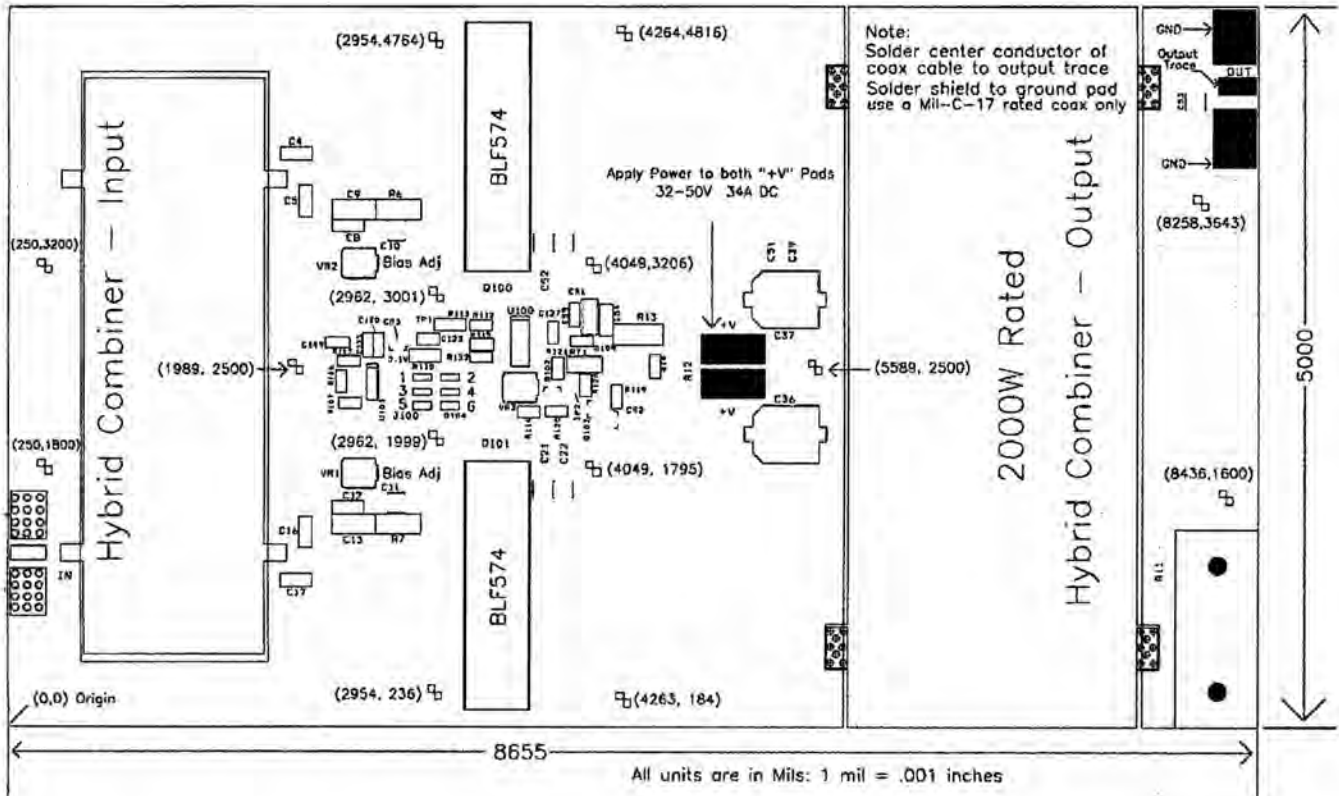


Dimension (L x W x H inch) [8.7" x 5.00" x 1.5"]

Absolute Maximum Ratings (T case = 25C)			
Symbol	Parameter	Value	Unit
Vs	Drain voltage supply	50	V DC
Is	Supply Current	36	A dc
VSWR	Load Mismatch (All phase angles, Id=26A, TC=+55C)	3 to 1	
Tstg	Storage temperature range	-40 to +85C	Celsius
Tc	Base plate operating temperature	-40 to +65C	Celsius
RF IN	RF Input	4.5	Watts
RF OUT	RF Output	1250	Watts

Electrical Specifications (T base = 25C, 50 ohm loaded, VS=48V bias=100ma)				
Characteristics	min	typ	max	unit
Operating Frequency range	87.5		108	MHz
Fundamental output power	1200			W
Power Input		4.0	4.5	W
Input return loss		-25	-20	dB
Power Gain (1200w output)	24	25	26	dB
Collector Efficiency	76	78		%
Collector Current (1200w output)		32	34	A dc
Insertion Phase variation (unit to unit)		+/-3.5		degrees
Power gain (unit to unit)		+/-1.0		dB
F2 Second Harmonic @ 1000W		-40dB	-35dB	dB
F3 Third Harmonic @ 1000W		-20dB		dB
Transistor Bias Current: Factory set to 100ma @48V. Adjustment is not required		100		ma dc

Amplifier Drawing



Electrical Connections:

- Apply 48V to both power pads marked +V with a minimum 12 AWG Teflon insulated wire. The amplifier uses an LM723 voltage regulator to control the bias voltage. The amplifier can operate from 32 to 50V; however, the circuit has been optimized for 48 volts. The bias circuitry will automatically disable the bias below 25 volts.
- All units are set to 100ma bias per transistor at 48 volts and 25C. The bias circuitry including the temperature sensor consumes 20ma. When the pallet is powered up on 48 volts it will draw approximately 220ma with no RF input. The bias point of 100ma per mosfet offers the best compromise between efficiency and gain.
- Make all coaxial connections with a Teflon Mil-C-17 rated coax. Do not attempt to connect oversized cables (LMR400, Belden 9913) to the RF output. They will damage the circuit board. Use harbor industries RG402 or equivalent.
- Attach the ground wire to the heat sink. It is not necessary to attach the ground wire directly to the pallet. Do not attach anything to the hybrid covers because this can interfere with the amplifier frequency response.
- Use ferrite beads on the power supply lines. An improperly bypassed DC line can cause the amplifier to create spurs and in extreme cases it can damage the amplifier.

Broadcast Concepts Inc
11700 NW 102 Road Suite 4 Medley FL 33178
TEL: 305.887.8400 FAX 305.887.8444; website: <http://broadcastconcepts.com>

Notes:

Warning: Careless adjustment of the transistor bias pots can cause the transistors to burn out.

Warning: Do not adjust bias pot VR3. It sets the thermal tracking bias rate and it is for factory use only.

■ ■ 2
■ ■ 4
■ ■ 6

J100

J100-1 TTL HI when pallet base exceeds 70C
J100-2 Alarm Input: Jumper to J100-1 to enable automatic shut down feature. The amplifier will shut down at 70C.
J100-3 Ground
J100-4 Bias supply. Remove 0 ohm 0805 resistor R199 to power bias circuit from this pin.
J100-5 Temp: Output voltage from LM56 temperature sensor.
J100-6 Bias Disable. Apply TTL HI to disable bias.
This connector is a standard 0.1 inch pitch.

Heat Sink Mounting/Hardware

Tips for Mechanical Mounting:

- 1 All holes are clear for #6 Screw. Stainless Steel mounting hardware is recommended, grade 18-8 or better. A lock washer of same material should also be used.
- 2 Ensure mounting surface is flat to better than 0.003" / "
- 3 Use a thin layer of thermal compound on the backside of the PA - no more than 0.001" - 0.002" thickness!
- 4 Torque all screws to 10-12 in-lbs

Use of cooling air on top of pallet to keep output transformers cool is recommended. Output transformers are rated for continuous operation at 150C. Keep any external circuitry away from input and output transformers to avoid any interference - give at least 1.5" clearance to avoid creating feedback paths.

Warning: Failure to use a proper heat sink will cause the transistors to burn out. This type of failure is not covered by warranty. This product can be ordered with a custom heat sink. Please contact factory for more information.

Broadcast Concepts Inc
11700 NW 102 Road Suite 4 Medley FL 33178
TEL: 305.887.8400 FAX 305.887.8444; website: <http://broadcastconcepts.com>

Mode of Operation:

BLF574 is a modern high power LDMOS transistor available for broadcast applications. The transistors are rated for 600W each on a 50V supply.

Efficiency is a function of supply voltage and input power. In order to obtain maximum efficiency, reduce supply voltage in function of desired output power. High voltage supply and low input power result in a significant reduction in the efficiency. Please note that this amplifier is designed to have the best efficiency from 1100 to 1200W.

We have found that this transistor works best on a 48V supply voltage at 1200W watts output. This pallet is well suited for building 1000W transmitters.

The pallet uses an LM723 voltage regulator to maintain constant bias voltage. The pallet can be operated from 50V and bias adjustment is not required; however, advanced users may find it necessary to adjust the bias current for a specific operating condition. Care must be taken to set the bias current to the same value for both transistors.

Low Pass Filter

In commercial broadcast applications it is necessary to use a low pass filter to prevent the transmission of harmonic signals. This pallet may be used with the following filter models: (1) 2KWLPF, (2) LPF1500 (3) 1000VE or any FM low pass filter that can handle 1200 watts. All amplifiers will react with a low pass filter as if it is a reactive load. This pallet amplifier has been carefully optimized to work with a standard reflective low pass filter. This pallet will easily produce 1100W with a standard reflective low pass filter.

Warning: Solid state amplifiers can be easily destroyed! Pay attention to these precautions.

- o do not over drive the amplifier. Exceeding 1200W or 36 amps can destroy the transistor.
- o do not run the amplifier into an open circuit. Do not run the amplifier when the SWR is unknown. System integrator must foresee adding VSWR protection if there is a risk that the amplifier will be subjected to high SWR conditions. This transistor is extremely rugged and it might not fail during a high VSWR event; however, this high ruggedness also increases the risk of fire. Precautions must be taken to make sure that antennas and feed lines can not create a fire.
- o do not allow the amplifier to overheat. Do not let the base plate temp exceed 65C.
- o do not adjust the bias settings without a DC ammeter attached.
- o do not place the pallet in a sealed box with no ventilation.

Warranty Disclaimer:

We will replace or repair any amplifier that fails due to a defect in workmanship during the lifetime of the amplifier. We do not warrant this product against damage caused by improper installation. All amplifiers are template tested on HP 8753ES vector network analyzers in accordance with professional engineering practices prior to shipment.

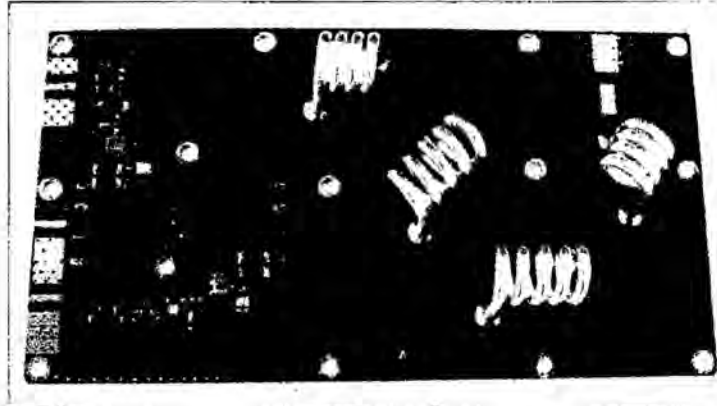
ANEXO D

Broadcast Concepts Inc
11700 NW 102 Road Suite 4 Medley FL 33178
Tel: 305-887-8400: Fax 305-887-8444

el LPF2013-1500

This Low pass filter is designed for use with FM Pallet amplifiers operating up to 1500 watts.

- 88-110MHz Pass Band
- Silver Plated #8AWG Coils
- Adjustable forward and reflected voltages.
- 25dB Directivity Minimum
- Equalized RF detector for constant voltage across complete FM band.
- Surface mount technology
- Made in the USA



Dimension (L x W x H inch) [6.96" x 3.75" x 0.75"]

Specifications:				
Characteristics	min	typical	max	unit
Operating Frequency range (pass band)	86	n/a	110	MHz
Power Input	n/a	n/a	1500	Watts
return loss	-25	-30	n/a	dB
Pass band insertion loss	-0.1	-0.15	-0.2	dB
Insertion loss @176MHz	-45	-50	n/a	dB
Insertion loss @ 216MHz	-60	-70	n/a	dB
Insertion loss 217-1000MHz	-70	-85	n/a	dB
Phase variation (unit to unit)	+/-10	+/-15	+/-20	degrees

Theory of operation:

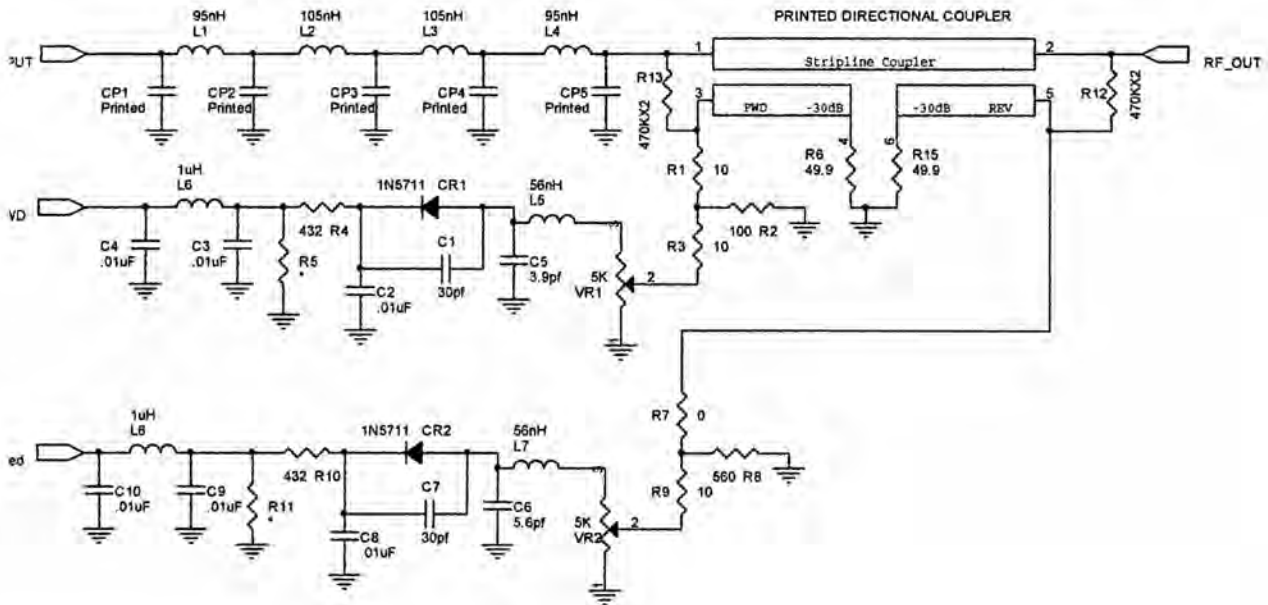
All RF amplifiers generate harmonic signals. Harmonics are at multiples of the fundamental frequency. For example if the amplifier is running at 100MHz there will be a signal at 200MHz, 300MHz and so on. Harmonics are measured using a spectrum analyzer and a high pass filter. Harmonics, aka spurious emissions, are regulated by government agencies in most countries. Low pass filters are installed at the output of the amplifier to prevent harmonics from being transmitted by the antenna system.

Manufacturers of FM broadcast equipment generally design their equipment to comply with FCC standards as follows:

FCC 73.317 (d)

"Any emission >600kHz from the carrier must be attenuated by $43 + 10\log(\text{Power, in watts})$ below the level of the unmodulated carrier or 80dB, whichever is the lesser attenuation."

Schematic: Figure 1



Practical Connections and Installation Tips.

1. RF INPUT is connected to the output of the RF Pallet amplifier with a 50 ohm coax cable. On LDMOS amplifiers with a single device, ie BLF574, BLF578, BLF178P, BLF178XR, BLF174XR, BLF188XR we recommend a 13.5 inch piece of RG400 between the pallet amplifier output and the RF INPUT of the filter. This length of cable is required for matching purposes.
2. The FWD port provides a DC voltage that is proportional to the forward RF power passing through the filter.
3. The Reflected port provides a DC voltage that is proportional to the reflected RF power.
4. The low pass filter should be installed on a heatsink when operated above 800W. At lower power levels an electrically conductive surface such as the floor of an aluminum enclosure is good enough. Do not mount the filter to painted or black anodized surfaces.
5. Do not bend the PCB as this will damage the surface mount components. Do not adjust any coils L1 thru L4.
6. Trimmers VR1 and VR2 may be adjusted to control the forward and reflected voltages.
7. Use all mounting holes.
8. Allow at least 1/2 inch between filter coils and metal enclosures.



■ Features

- AC input range selectable by switch
- Withstand 300VAC surge input for 5 second
- No load power consumption < 0.5W
- Miniature size and 1U low profile
- High operating temperature up to 70°C
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage / Over temperature
- Cooling by free air convection
- Compliance to IEC/EN 60335-1(PD3) and IEC/EN61558-1, 2-16 for household appliances
- Operating altitude up to 5000 meters
- Withstand 5G vibration test
- High efficiency, long life and high reliability
- LED indicator for power on
- 100% full load burn-in test
- 3 years warranty

■ Applications

- Industrial automation machinery
- Industrial control system
- Mechanical and electrical equipment
- Electronic instruments, equipments or apparatus
- Household appliances

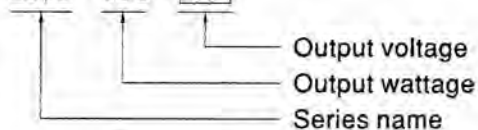
■ Description

LRS-150 series is a 150W single-output enclosed type power supply with 30mm of low profile design. Adopting the input of 115VAC or 230VAC(selectable by switch), the entire series provides an output voltage line of 12V, 15V, 24V, 36V and 48V.

In addition to the high efficiency up to 90%, the design of metallic mesh case enhances the heat dissipation of LRS-150 that the whole series operates from -30°C through 70°C under air convection without a fan. Delivering an extremely low no load power consumption (less than 0.5W), it allows the end system to easily meet the worldwide energy requirement. LRS-150 has the complete protection functions and 5G anti-vibration capability; it is complied with the international safety regulations such as TUV EN60950-1, EN60335-1, EN61558-1/-2-16, UL60950-1 and GB4943. LRS-150 series serves as a high price-to-performance power supply solution for various industrial applications.

■ Model Encoding

LRS - 150 - 12

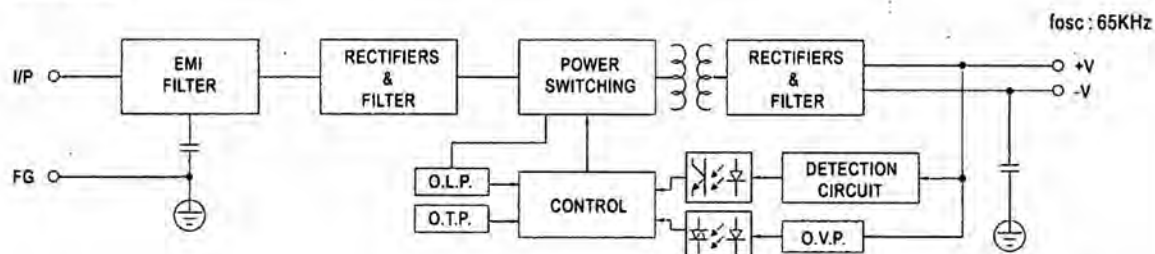




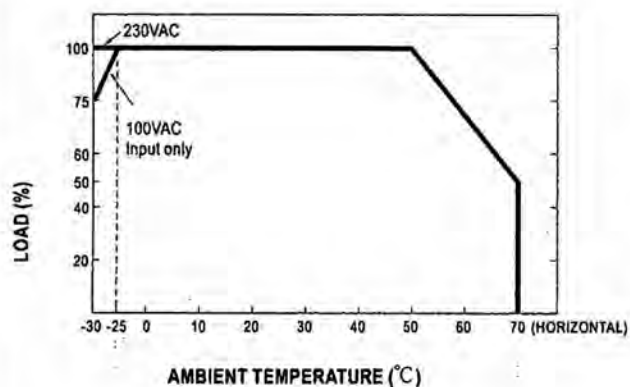
SPECIFICATION

MODEL		LRS-150-12	LRS-150-15	LRS-150-24	LRS-150-36	LRS-150-48
OUTPUT	DC VOLTAGE	12V	15V	24V	36V	48V
	RATED CURRENT	12.5A	10A	6.5A	4.3A	3.3A
	CURRENT RANGE	0 - 12.5A	0 - 10A	0 - 6.5A	0 - 4.3A	0 - 3.3A
	RATED POWER	150W	150W	156W	154.8W	158.4W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	150mVp-p	150mVp-p	200mVp-p	200mVp-p	200mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	10.2 ~ 13.8V	13.5 ~ 18V	21.6 ~ 28.8V	32.4 ~ 39.6V	43.2 ~ 52.8V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION Note.4	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION Note.5	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	SETUP, RISE TIME	500ms, 30ms/230VAC 500ms, 30ms/115VAC at full load				
HOLD UP TIME (Typ.)	40ms/230VAC 35ms/115VAC at full load					
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 132VAC / 170 ~ 264VAC by switch			240 ~ 370VDC (switch on 230VAC)	
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz				
	EFFICIENCY (Typ.)	87.5%	88.5%	89%	89%	90%
	AC CURRENT (Typ.)	2.8A/115VAC 1.6A/230VAC				
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD STAR 60A/230VAC				
	LEAKAGE CURRENT	<0.75mA / 240VAC				
PROTECTION	OVER LOAD	110 ~ 140% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed				
	OVER VOLTAGE	13.8 ~ 16.2V	18.75 ~ 21.75V	28.8 ~ 33.6V	41.4 ~ 48.6V	55.2 ~ 64.8V
	OVER TEMPERATURE	Shut down o/p voltage, re-power on to recover				
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-30 ~ +70°C (Refer to "Derating Curve")				
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing				
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH				
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)				
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 5G 10min./1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes				
SAFETY & EMC (Note 7)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1, EN60335-1, EN61558-1/-2-16, CCC GB4943 approved				
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P: 3.75KVAC I/P-FG: 2KVAC O/P-FG: 1.25KVAC				
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG: 100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH				
	EMC EMISSION	Compliance to EN55022 (CISPR22), GB9254 Class B, EN55014, EN61000-3-2, Class A (24-48 ≤ 80% Load, 15 ≤ 75% Load), EN61000-3-2, -3				
OTHERS	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, EN61000-6-2 (EN50082-2), heavy industry level, criteria A				
	MTBF	601K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)				
	DIMENSION	159*97*30mm (L*W*H)				
	PACKING	0.48Kg ; 30pcs/15.4Kg/0.75CUFT				
NOTE	<p>1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.</p> <p>2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor.</p> <p>3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation.</p> <p>4. Line regulation is measured from low line to high line at rated load.</p> <p>5. Load regulation is measured from 0% to 100% rated load.</p> <p>6. Length of set up time is measured at cold first start. Turning ON/OFF the power supply very quickly may lead to increase of the set up time.</p> <p>7. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on http://www.meanwell.com)</p> <p>8. The ambient temperature derating of 5°C/1000m is needed for operating altitude greater than 2000m (6500ft).</p>					

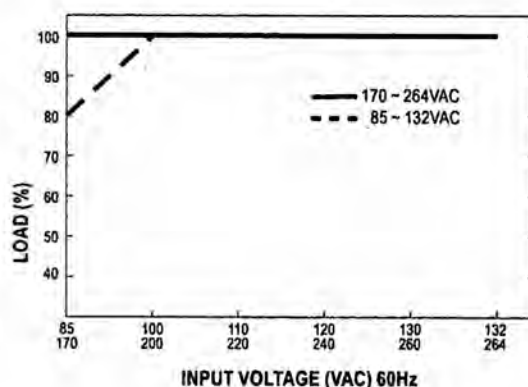
■ **Block Diagram**



■ **Derating Curve**

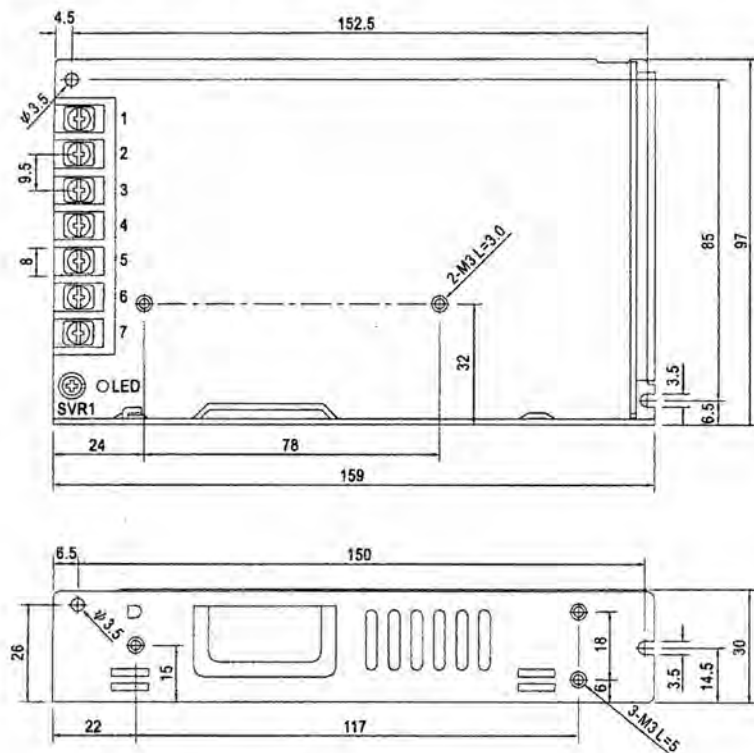


■ **Static Characteristics**



Mechanical Specification

Case No.241A Unit:mm



Terminal Pin No. Assignment

Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	AC/L	4,5	DC OUTPUT -V
2	AC/N	6,7	DC OUTPUT +V
3	FG \oplus		

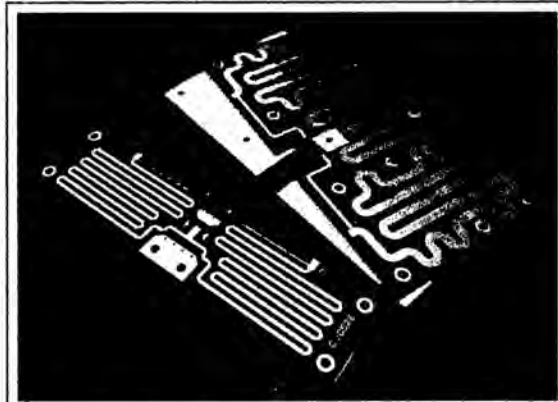
Installation Manual

Please refer to : <http://www.meanwell.com/webnet/search/InstallationSearch.html>

1.2KW FM Combiner

2 way Power Splitter - Combiner
 Designed for combining RF Power
 Amplifiers in the FM 87.5 - 108.0 MHz
 Frequency range.

- o 87.5 - 108.0 MHz
- o 50 Ohm ports
- o Pout : 1.2KW
- o 2 x 600 W P.E.P In
- o isolation >30 db
- o insertion loss 0.2 db max

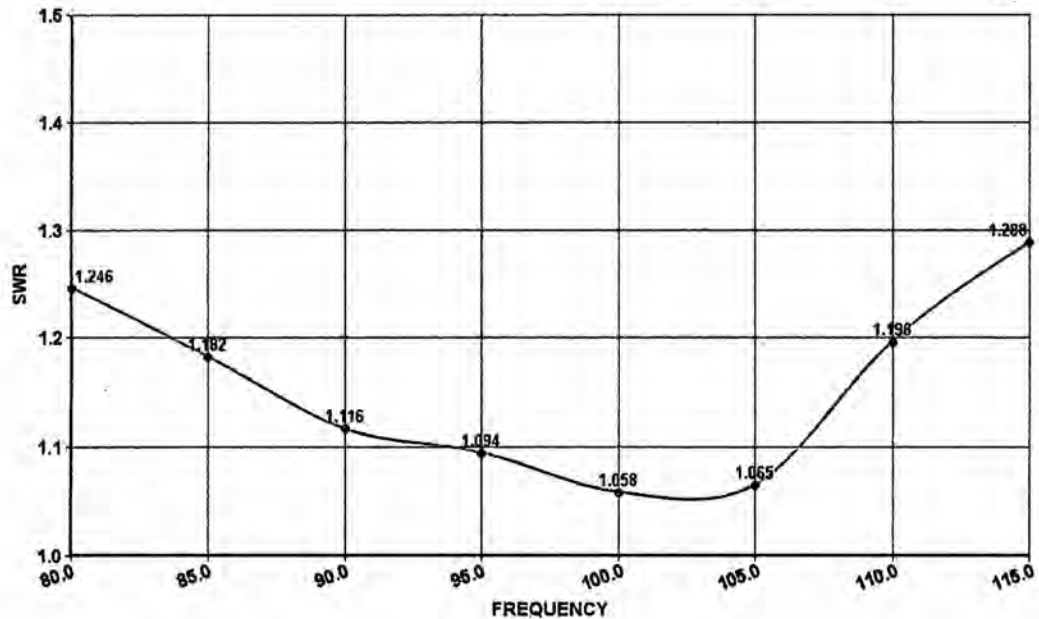


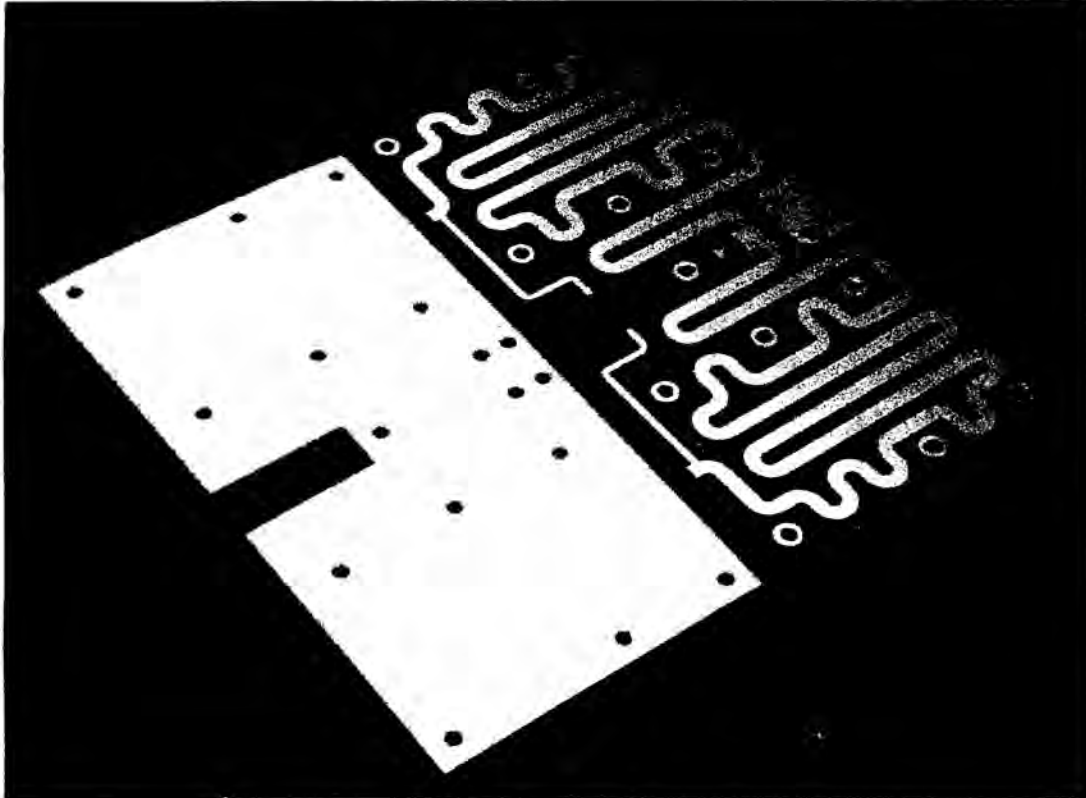
Combiner Dim. : 70mm X 136mm X 2,5mm L x W x H
 Splitter Dim. : 33mm X 136mm X 1,5mm L x W x H

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Characteristics	Min.	Typ.	Max.	Unit
Frequency	87.5		108.0	MHz
Output Power Combiner unit			1200	Watt
Input Power Splitter unit			50	Watt
Input Power Combiner unit			2 X 600	Watt
Input Power Splitter unit			2 X 25	Watt
SWR Combiner unit	1.15 : 1		1.17 : 1	
SWR Splitter unit	1.22 : 1		1.23 : 1	

CV1202DL SWR



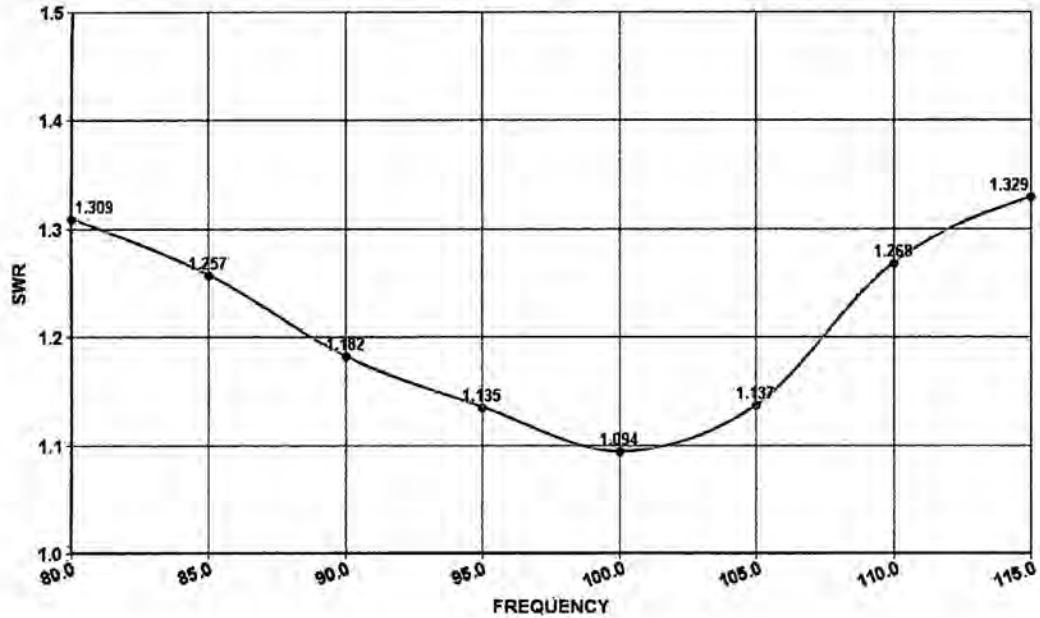


NOTE 1:
Both Splitter CV052E and Combiner CV1202DL boards must be mounting on flat heatsink surface.

NOTE 2:
All available holes must be used for mounting using metal screws. All holes are GND point's

NOTE 3:
The combiner unit CV1202DL consists of 2 layers one teflon and a single side FR4 PCB the teflon "foil" must be placed under the FR4 PCB to create a 3 layer "sandwich" together with the heatsink.

CV052E SWR

**IMPORTANT NOTICE**

RF Source RESERVE THE RIGHT TO MAKE CHANGES TO THE PRODUCT(S) OR INFORMATION CONTAINED HEREIN WITHOUT NOTICE. WARRANTY INFORMATION APPLICABLE TO THE PRODUCT IDENTIFIED HEREIN IS AVAILABLE UPON REQUEST. RF Source EXPRESSLY DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS AND/OR IMPLIED INCLUDING BUT NOT LIMITED TO WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, AND OF FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, USE OR APPLICATION. No part of this document may be copied or reproduced in any form or by any means without the prior written consent of RF Source.

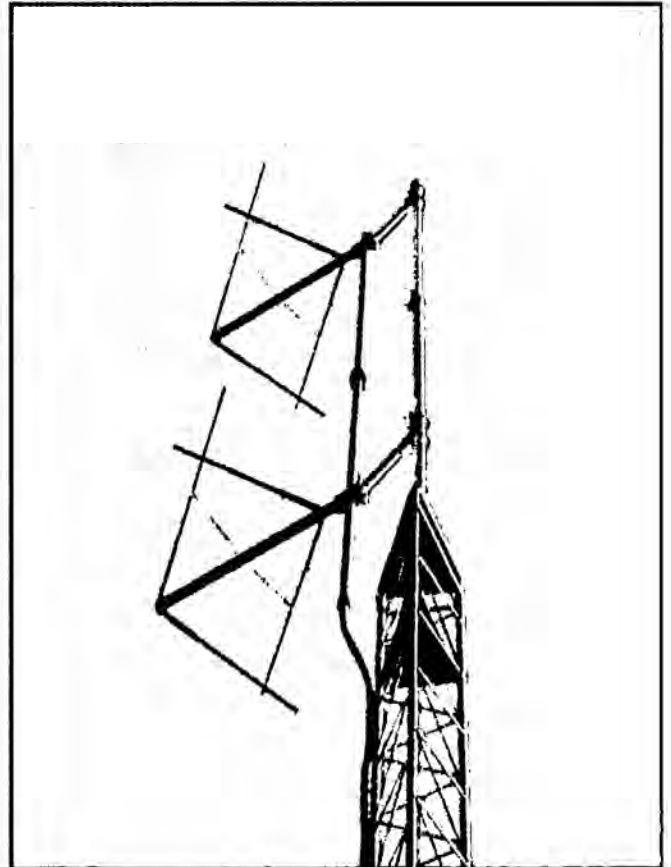
WARNING

RF Source PRODUCTS ARE NOT INTENDED FOR USE IN LIFE SUPPORT APPLIANCES, DEVICES OR SYSTEMS. USE OF AN RF Source PRODUCT IN ANY SUCH APPLICATION WITHOUT WRITTEN CONSENT IS PROHIBITED.



THE JAMPRO LOW POWER FM BROADCAST ANTENNA

AMPRO JLPC antenna is the low power version of the PENETRATOR antenna, which has become an industry standard for quality and performance. Each bay consists of a PENETRATOR style radiating element with a rigid shunt feed line mounted by a galvanized steel mounting bracket; standard 4 leg mounting brackets for a uniform face tower are included with each antenna. Silver plated inner conductor connectors are used throughout for maximum contact life and minimum power loss. Outstanding Performance for HD Radio, Stereo and SCA applications. Excellent VSWR and Bandwidth 1.10:1 +/- 150 KHz



Reduced RF Arrays

Pattern Measurement Study

Custom Mounting Brackets Available

Electrical Beam Tilt

Null Fill

Rugged Mechanical Construction

Mounting True Circular Polarization

Range 88-108 MHz

Grounded at Each Bay for Lightning Protection

Marine Brass & Copper for Longevity



# Bays	Power Gain	dB Gain	FS @ 1 Mi.	Safe Input Power kW	Weight (lbs)	Wind load (lbs)
1	0.46	-3.37	93.2	1		
2	1.00	0.00	136.7	2		
3	1.50	1.76	168.4	3		
4	2.10	3.22	199.2	4		
5	2.70	4.31	225.2	4	Contact Factory	
6	3.20	5.05	246.0	4		
8	4.30	6.34	285.2	4		
10	5.50	7.40	322.4	4		
12	6.60	8.20	353.2	4		

- Notes:**
- Weights and wind loads contact factory.
 - Wind loads based on 50/33 PSF (98 MHz, midband)
 - Feed points, when end fed is 3 ft below bottom bay; when center fed is 9' 6" below center
 - All inputs are EIA flange, female
 - Power derating occurs above 2,000 feet elevation. Contact factory for details
 - 6. Power and Db gains are typical for horizontal and vertical components
 - 7. Special mounting brackets are available
 - 8. Other combinations of EIA inputs and power ratings available
 - 9. Free space azimuth circularity is ± 2.0 dB
 - 10. Polarization is right hand, clockwise circular
 - 11. Power gain is based on half wave dipole in free space

Many factors contribute to a station's compliance with the FCC exposure guidelines for radio frequency radiation. JAMPRO ANTENNAS, INC. cannot accept any responsibility in this matter. The station must examine and determine its status based on each individual situation. For reduced low angle radiation near the tower, a low RFR model of this antenna is available. Contact the factory for pricing data and further details.

Specifications are subject to change without notice.