

L. M. MORENO QUINTANA (h.)

**AMPLIFICADORES
LINEALES PARA
BANDA LATERAL
UNICA**



LIBRERIA MITRE

A MANERA DE PRESENTACION . . .

El anuncio de una nueva obra del Dr. Moreno Quintana (h), sin duda provocará interés y atención entre los radioaficionados de habla hispánica. Sea cual fuere el tema tratado por el conocido autor (antenas, transmisores, equipos de medición, etc.), los radioaficionados saben con certeza que dicho tema será expuesto en la forma típica de Moreno Quintana (h): clara, concisa y en lo posible con pocas fórmulas matemáticas, tratando la teoría en forma amena y sencilla. Asimismo, saben que cuando se requieran explicaciones, las tendrán y más aún, tienen la plena certeza de que todos los circuitos prácticos presentados en sus obras han sido armados, probados y experimentados concienzudamente. No hay campo para la improvisación, ni para el sensacionalismo técnico fácil, tan en boga en la actualidad.

Pero, dejemos al propio autor —que ciertamente no requiere de ninguna clase de presentación en el campo de la electrónica hispanoamericana— que lo haga por sí mismo:

“. . . propuesta por el autor, nació a causa de las inquietudes de un radioaficionado muy amigo que deseaba construirla (YBØABO). En razón de los resultados obtenidos por el mismo, es que se dan a conocer todos los datos e información, ya que si algo tiene culpa el autor, es que ciertamente nunca fue afectado por el complejo de la superioridad técnica y sí, en cambio, siempre ha estado dispuesto a comunicar a sus colegas y amigos los beneficios logrados por su trabajo de investigador responsable” (extraído de un artículo de Moreno Quintana (h) publicado en la revista *Radio-Práctica* No. 1292 del 31 de mayo de 1974). Más palabras son innecesarias.

LOS EDITORES

OTRA OBRA DE NUESTRO FONDO EDITORIAL

CONSTRUYA SU PRIMER TRANSMISOR

Detalles técnicos y prácticos para el armado de un transmisor radiotelefónico de 50 watts, para la banda de 80 metros.

por Alberto A. Ferriol

Ex-Director de la Escuela No. 28 del Consejo Nacional de Educación Técnica. Ex-Director de la Escuela del Centro Argentino de Televisión.

Del prefacio del libro:

“Si usted interpreta los símbolos radioeléctricos; si usted es capaz de leer e interpretar un circuito integrado por dichos símbolos; si ha tenido en sus manos o conoce los componentes reales que corresponden a esos símbolos; si sabe soldar conexiones y es capaz de ejecutar en el chasis lo que se lee en el circuito, usted está en condiciones de armar su primer transmisor.

Claro está que frente a este problema el novicio se encuentra generalmente indeciso en lo que se refiere a la elección del circuito entre los tantos que posiblemente haya visto en distintas revistas. Y esta indecisión es lógica puesto que carece de la necesaria experiencia para juzgar de entre ellos, cuál es el que más se adapta a sus deseos y posibilidades.

Este es precisamente el motivo que nos decidió a escribir esta modesta obra, en la creencia de poder serle útil al novel transmisorista presentándole un equipo de diseño simple; de sencilla construcción, de costo no muy elevado y de la máxima potencia permitida en la categoría de novicio. Hemos tratado por otra parte, de explicar claramente todos los detalles que pudiesen presentar algún inconveniente en su construcción o en su funcionamiento, de modo que de primer intento funcione correctamente. Por otra parte, luego de construido, el lector tendrá en sus manos un emisor del que sabrá cómo y por qué funciona cada una de sus partes.”

Dr. L. M. MORENO QUINTANA (h)

LU8BF / 8HF

AMPLIFICADORES LINEALES PARA BANDA LATERAL UNICA

Descripción exhaustiva de 15 circuitos prácticos de amplificadores lineales para BLU con toda la información necesaria para su construcción —incluida la fuente de alimentación— para las bandas de 3,5 a 28 Mhz y de potencias comprendidas entre 80 a 1000 W útiles de RF (160 a 2000 W PaP)



EDITORIAL LIBRERIA MITRE

OBRAS DEL MISMO AUTOR

- *Transmisores, teoría y práctica*, Editorial HASA, Buenos Aires, 1946.
- *Radiotransmisión para aficionados*, Editorial Hobby, Buenos Aires, 1954.
- *Radiotransmisión amateur*, Editorial Hobby, Buenos Aires, 1959.
- *Sistemas rotativos direccionales para radiotransmisión*, Editorial Albatros, Buenos Aires, 1960.
- *Manual de radiotransmisión amateur*, Editorial Hobby, Buenos Aires, 1966.

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito que fija la Ley 11723
Prohibida la reproducción parcial o total

©

1977

Copyright by
EDITORIAL LIBRERIA MITRE, SRL

Impreso en la Argentina
Printed in Argentina

A MANERA DE PROLOGO. . .

Resulta indudable que en los últimos años el avance de la tecnología ha sido tan considerable —especialmente en componentes de estado sólido y miniaturización— que al radioaficionado y experimentador que le gusta construir sus propios equipos, se le presenta un serio dilema, ya que no solamente debe enfrentarse a la creciente complejidad técnica de los equipos de BLU de los laboratorios especializados que diseñan y construyen productos para radioaficionados, que además de disponer de un gran plantel de técnicos y personal idóneo, pueden ofrecer precios de venta inferiores a lo que costaría la adquisición del material para armar una sola unidad similar, sino también la necesidad del instrumental de precisión requerido para las primeras pruebas y el ajuste inicial.

En consecuencia, quedando cerrado el camino hacia la construcción de transmisores, receptores o transceptores para BLU, por así decirlo —con la excepción de los equipos desarmados— ya que no es posible competir con esos productos de las compañías mencionadas, resulta imperativo hallar otras vías para el experimentador, ya que no es permisible, bajo el punto de vista útil y práctico, que el radioaficionado quede disminuido a la simple tarea de un operador de equipos de radiocomunicación.

Por ello, el autor como radioaficionado y experimentador responsable, que durante más de treinta años ha estado indicando caminos para la construcción práctica de equipos para las estaciones de aficionados, cree llegado el momento de mostrar otra vía, que en su opinión la constituyen los amplificadores lineales de RF, que por su sencillez compara-

*tiva con otros equipos de BLU, pueden ser perfectamente
construidos y ajustados por experimentadores que no vacilan
en tomar las pinzas, alicates y soldador.*

*Es en este contexto entonces, la aparición de una nueva
obra del autor dedicada a amplificadores lineales de RF
para BLU. Si ese objetivo buscado por el autor fuera alcan-
zado, el presente trabajo estaría justificado y la labor que
ha desarrollado el autor compensada con creces.*

EL AUTOR

INDICE GENERAL

	Pág.
CAPITULO I	
1.1 Preliminares	9
1.2 Clases de amplificación	9
1.3 Elección de válvulas	11
1.4 Amplificadores lineales de RF cátodo a masa	13
1.5 Válvulas triodo en amplificadores lineales de RF	15
1.6 Neutralización del amplificador de RF	17
1.7 Resultados obtenidos con las válvulas 203A, 100TH y 811A	21
1.8 Amplificador lineal con tetrodos o pentodos	25
1.9 El amplificador lineal clase X	26
1.10 Fuente de alimentación sencilla y económica	33
1.11 El amplificador lineal cátodo a masa LU8BF con válvulas 6146B	36
1.12 Circuito de grillas	40
1.13 Consideraciones técnicas acerca del circuito LU8BF	42
1.14 Puesta en marcha y funcionamiento	45
1.15 Construcción del amplificador lineal LU8BF	50
CAPITULO II	
2.1 Generalidades sobre amplificadores lineales CGM para BLU	55
2.2 Excitación	57
2.3 Circuito de filamento	58
2.4 Circuito práctico de amplificador lineal CGM	59
2.5 Válvulas recomendadas para amplificadores lineales CGM	61
2.6 Ventajas e inconvenientes de amplificadores lineales CGM	61
2.7 Potencia de realimentación	64
2.8 Examen de circuitos amplificadores lineales de RF CGM	67
2.9 Amplificador lineal de RF CGM con válvulas 803 de alta potencia de salida	75
2.10 Construcción del amplificador lineal de RF de alta potencia de salida	80
2.11 Puesta en marcha y funcionamiento	82
2.12 Amplificador lineal de RF CGM con válvulas de televisión	85
2.13 El circuito del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 6JE6A/6JE6C	87
2.14 Construcción del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 6JE6A/6JE6C	91
2.15 Fuente de alimentación	101
2.16 Funcionamiento del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 6JE6A/6JE6C	102
2.17 Ajuste y puesta en marcha	103
2.18 Recomendaciones finales	105

2.19	Amplificador lineal de RF CGM con válvulas 811A	108
2.20	Examen del circuito del Pequeño Lineal	109
2.21	Construcción del Pequeño Lineal	112
2.22	Ajuste y puesta en marcha del Pequeño Lineal	122
2.23	Otras consideraciones	123
2.24	Un amplificador lineal de RF CGM con válvulas 813	125
2.25	Excitación	127
2.26	Construcción del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 813	128
2.27	Fuente de alimentación	135
2.28	Ajuste y puesta en marcha	137
2.29	Eficiente amplificador lineal de RF con válvulas 4X150A o 4CX250B	139
2.30	Examen del circuito	140
2.31	Construcción del amplificador lineal de RF con válvulas 4X150A o 4CX250B	146
2.32	Enfriamiento y ventilación de válvulas radiales	147
2.33	Fuente de alimentación y circuito de filamento	145
2.34	Instrumentos de control	150
2.35	Circuito sintonizado de entrada catódico	151
2.36	Ajuste y puesta en funcionamiento	152

CAPITULO III

3.1	Empleando válvulas antiguas de transmisión en amplifica- dores lineales de RF para BLU	155
3.2	Consideraciones sobre funcionamiento lineal	157
3.3	Determinando los parámetros de funcionamiento	162
3.4	Fuente de alimentación fija de polarización negativa de grilla	163
3.5	Diseñando el amplificador lineal de RF	163
3.6	Pruebas iniciales de sintonía y ajuste	164
3.7	Verificaciones en el aire	166
3.8	Amplificador lineal experimental de RF CGM	167
3.9	Fuente de alimentación anódica	169

CAPITULO IV

4.1	Ajuste del amplificador lineal de RF por el método de doble tono	175
-----	---	-----

CAPITULO V

5.1.	Llave automática de polarización	181
5.2.	Funcionamiento	183

BIBLIOGRAFIA

Obras fundamentales	187
Obras consultadas	187
Artículos en revistas	187

CAPITULO I

1.1. Preliminares

La función básica de un amplificador lineal de RF en un sistema de BLU, es la de elevar el reducido nivel de la señal de RF, comparativamente hablando, que ha sido cuidadosamente generada por el excitador, hasta alcanzar un nivel adecuado para radiocomunicación, sin provocar cambios de clase alguna en las características de la señal.

En un amplificador lineal de RF funcionando en condiciones ideales, la señal amplificada de salida del mismo será la copia exacta de la señal de excitación aplicada en la entrada. Cuando un amplificador provoca algún cambio en la señal de salida, comparada con la inyectada en la entrada del mismo, se dice que el amplificador agrega *deformación* a la señal. Los entusiastas de la alta fidelidad toman innumerables medidas para disminuirla en sus amplificadores lineales de salida, a un grado muy bajo.

Muchas de las técnicas que se utilizan en equipos de alta fidelidad para audio, también son aplicables en amplificadores lineales de RF, dependiendo de configuraciones de circuitos, condiciones de funcionamiento de válvulas y eficiencia y niveles de potencia requerida.

1.2. Clases de amplificación

Los tres tipos de amplificación más comunes para esta clase de servicio son los Clase A, AB y B.

Los amplificadores Clase A son aquéllos en los cuales la tensión negativa de polarización de grilla, tensión e intensidad de la corriente de placa, están ajustadas de tal manera, que cuando la tensión de grilla varía en las proximidades de la polarización en ambas direcciones, positiva y negativa, la intensidad anódica continúa fluyendo. La variación de la intensidad de placa está limitada a una pequeña parte del rango de corriente anódica de la válvula. Consecuentemente, la relación de potencia de salida a potencia de entrada de corriente continua es baja, a la vez que la energía residual es disipada por la válvula como disipación de placa. La eficiencia promedio de un amplificador de este tipo es de alrededor del 30%. Como resultado, los amplificadores Clase A son utilizados principalmente como amplificadores de tensión para señales pequeñas y como amplificadores de potencia únicamente cuando se desea una salida de potencia reducida. Estos amplificadores proporcionan una señal de salida de poca o ninguna deformación, siendo en consecuencia, empleados tan frecuentemente como las condiciones particulares lo permiten.

Los amplificadores en Clase AB están polarizados de tal forma, que su tensión negativa de polarización permanece cercana al valor que lleva a cero la intensidad anódica. En este caso, la corriente de placa fluye solamente sobre una parte del ciclo de la señal de entrada; en una parte del tiempo, la señal de entrada llevará la tensión negativa de grilla a un punto tal, que la intensidad anódica descenderá a cero. Técnicamente se dice que la corriente de placa fluye durante menos de 360° (ciclo entero) pero durante más de 180° (medio ciclo). A causa de estas características, la válvula es capaz de producir mayor salida con una determinada entrada de ánodo; la eficiencia es mayor (cerca del 50%), mientras que la cantidad promedio de potencia que se disipa en la válvula es menor. No obstante, estas mejoras en el rendimiento se logran a expensas de un ligero aumento en la deformación de la señal.

Resulta común el añadir un subfijo a la amplificación Clase AB por las siguientes razones: se ha visto que si la tensión de entrada es mayor que el valor de polarización a medida que la tensión de grilla varía en una posición positiva, puede aproximarse o pasar el punto de tensión

cero. A medida que la grilla varía en la región de tensión cero, cualquier otro cambio nuevo en la misma dirección hará a la grilla de valor positivo. En estas condiciones, la grilla se desempeñará como el ánodo de un sistema diodo y la corriente fluirá. Tal condición denomínase amplificación en Clase AB2.

Sin embargo, si la tensión de entrada de grilla es solamente suficiente como para hacer variar la tensión a cero en lugar de positiva, no habrá flujo de corriente de grilla y este tipo de operación recibe el nombre de amplificación en Clase AB1.

Cuando la tensión de polarización de grilla se ajusta al valor donde la corriente de placa en ausencia de señal de entrada cae a cero, se tiene la condición de funcionamiento conocida como amplificación en Clase B. Aquí, la intensidad anódica solamente fluirá cuando la señal de entrada sea tal, que la grilla se lleve en una dirección positiva hacia el valor cero de tensión.

En las excursiones negativas de la señal de entrada, la grilla se lleva aún más negativamente y la corriente de placa permanece en cero. En este caso, la intensidad anódica fluye solamente durante la mitad del ciclo de entrada, esto es, 180°. Este tipo de funcionamiento proporcionará una eficiencia del orden del 70% con una disipación más reducida en la válvula y, por consiguiente, mayor facilidad para funcionar con potencias más elevadas.

Por regla general, el funcionamiento en Clase B producirá más deformación que en Clase AB1 o AB2, a la vez que el problema de mantener la tensión de placa constante durante las amplias excursiones de la corriente anódica, puede ser un factor de peso en el diseño de un amplificador lineal, que haga preferir los tipos de amplificación Clase AB1 o AB2 al tipo B.

1.3. Elección de válvulas

Hasta solamente unos años, las válvulas tipo triodo eran los únicos tipos adecuados para amplificación lineal. Aunque los triodos han sido muy usados en audio, no resultan convenientes en servicio de RF, a no ser que se tomen precau-

ciones especiales para eliminar el efecto indeseable de la capacitancia interna grilla/placa, ya que la regeneración o realimentación resultante solamente puede ser cancelada ya sea por algún método de neutralización, ya sea haciendo funcionar la válvula en un circuito CGM (configuración grilla a masa) con excitación por cátodo, como se verá más adelante en 2.1.

Durante la última década, la válvula con grilla pantalla en la forma de un tetrodo a haces electrónicos o un pentodo de potencia, ha sido adoptada casi universalmente. Tales tipos de válvulas exhiben numerosas ventajas: requieren menor tensión de variación en la grilla para producir una variación determinada en la intensidad de placa; la presencia de la grilla pantalla disminuye los efectos indeseables presentes en el triodo, cuando la tensión anódica y la de grilla se aproximan una a otra durante parte del ciclo; la grilla pantalla actuando como un acelerador de la corriente de electrones, permite obtener intensidades más elevadas de placa con tensiones anódicas más reducidas. Asimismo, la grilla pantalla cuando está derivada propiamente a masa en lo que a RF se refiere, se desempeñará disminuyendo la energía de placa a grilla, aislando efectivamente la capacitancia interna.

En un tipo moderno de válvula pentodo de potencia, la capacitancia grilla/placa se puede reducir a un valor tan pequeño como 1/100 de la de un triodo similar. Pero aún una capacitancia tan reducida puede representar un problema, debido a la alta ganancia de potencia de un amplificador de esta clase. En el diseño del amplificador lineal de la fig. 13, dicho problema ha sido resuelto de una manera satisfactoria. Existe, principalmente, a raíz de que una cantidad tan considerable de potencia anódica se puede desarrollar con una pequeña tensión de entrada de grilla y por la dificultad mecánica en lograr un blindaje completo alrededor de las válvulas y de sus zócalos.

Otro factor que debe ser tenido en cuenta, es la predilección de los radioaficionados en general por amplificadores lineales de válvula única y provistos de un circuito de salida con sección en "pi", que permite una adaptación más flexible con varios tipos de antena, a la vez que una adecuada supresión de armónicas. A una configuración de esta naturaleza es difícil aplicarle los métodos comunes de neutralización, aunque es bueno señalar que

el sistema de neutralización de grilla y el inductivo por línea de baja impedancia, han sido empleados con éxito. Pero tal problema se puede solucionar de una manera mucho más ventajosa y sencilla, excitando el circuito de grilla en baja impedancia, sin circuitos sintonizados en la entrada del amplificador lineal. Esto se traduce en un aumento de la potencia de excitación requerida, pero con un diseño cuidadoso se sobrepasa esta dificultad, ya que la mayoría de los amplificadores de RF en Clase A empleados en los excitadores comerciales de BLU, proporcionarán suficiente potencia de salida como para excitar adecuadamente un amplificador lineal como el de la fig. 13.

1.4. Amplificadores lineales de RF cátodo a masa

Es indudable que para el radioaficionado que dispone únicamente de un pequeño transmisor o excitador de BLU, con una válvula 6AG7 ó 6CL6 a la salida, que en el mejor de los casos no entregan más de 4 ó 5 W PaP o algún equipo comercial tal como un viejo 10A, 20B, HW7, HW8 o un SB10, los circuitos de amplificadores lineales en configuración grilla a masa (CGM), que demandan altos niveles de excitación, comprendidos entre 100 y 150 W, no revisten interés alguno; aunque sean simples y poco complicados para llevar a la práctica.

Teniendo en mente esta idea, de ayudar a los radioaficionados que se hallan en tal situación, me dispuse a realizar una investigación general sobre amplificadores de RF cátodo a masa. Decidí construir un tablero de madera a la manera de los años 30 con circuitos sintonizados de entrada y salida, con bobinas intercambiables, según la banda de operación, como muestra la fotografía de la fig. 5, la cual no solamente resulta sumamente explicativa, sino que hará recordar con nostalgia los años pasados a más de un radioaficionado veterano.

En lugar de dos válvulas en contrafase, como utilicé en esa oportunidad, con un circuito sintonizado de salida con un capacitor variable a estator dividido, necesario para la neutralización, (ver esquema de la fig. 1), se podría haber empleado una válvula mayor o dos medianas en paralelo con un circuito sintonizado convencional en placa, asimismo con un capacitor variable a estator dividido y neutralización

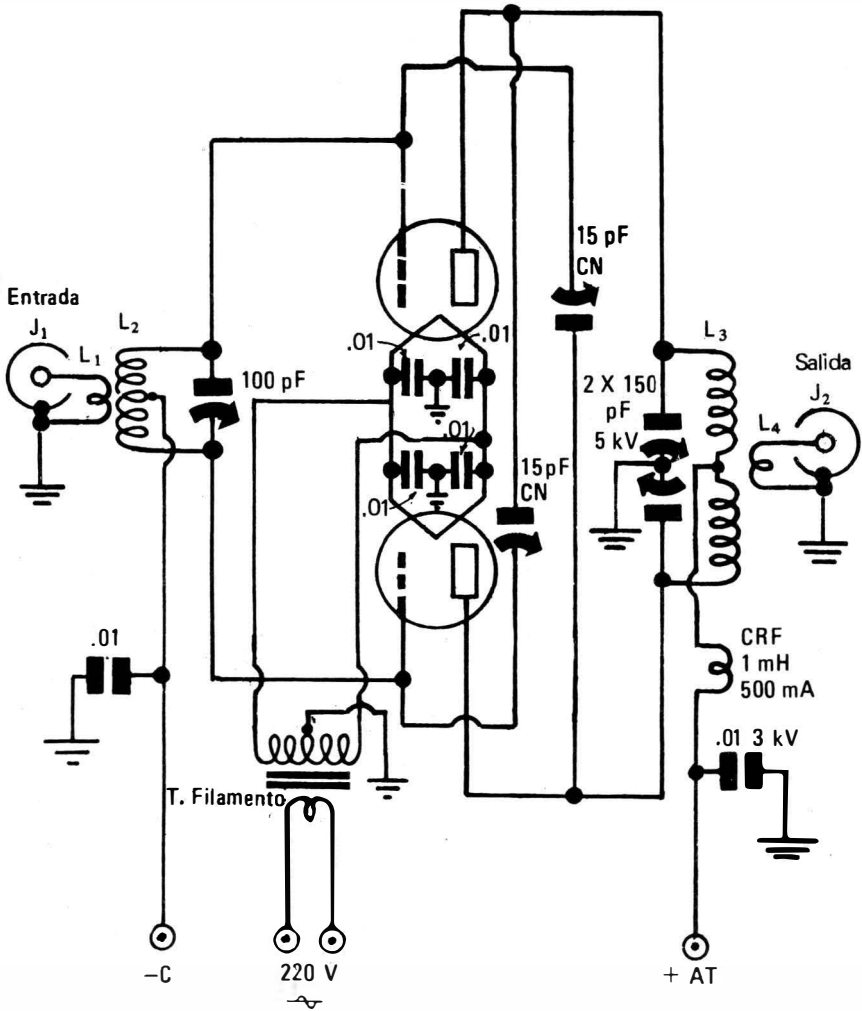


Fig. 1.— Amplificador lineal de RF, filamento a masa, dos válvulas en configuración contrafase con circuito anódico sintonizado en serie. Nótese el sistema de neutralización con capacitores variables CN en disposición cruzada. Se emplea un capacitor variable a estator dividido en el circuito sintonizado de placas.

en ánodo, como se indica en la fig. 2, o por qué no, una o dos válvulas en paralelo con un circuito de placa en configuración "pi" con un circuito sintonizado de grilla con capacitor variable a estator dividido, requerido para la neutralización en grilla, como muestra la fig. 3, ya que con los circuitos amplificadores de las figs. 1 y 2, se requerirá cambiar bobinas al pasar de una banda a otra; empero, con el de la fig. 3, una bobina con derivaciones adecuadas y llave de conmutación de bandas, permitirá más flexibilidad y comodidad. Todo resulta entonces, cuestión de conveniencia personal y de los componentes con que cuenta el radioaficionado constructor.

1.5. Válvulas triodo en amplificadores lineales de RF

Las válvulas triodo en circuitos amplificadores lineales de RF cátodo a masa se caracterizan por la poca excitación que demandan, aun funcionando en Clase B. En operación en Clase AB la excitación requerida aún es menor y si se trata de amplificación en Clase A, no se necesita potencia alguna; únicamente tensión.

Desde el momento en que disponía de un transmisor/excitador tipo 10B con una válvula 6CL6 a la salida, capaz de entregar unos 5 W útiles PaP en BLU, opté por hacer funcionar el amplificador lineal de RF en Clase AB. La fig. 4 muestra el esquema clásico que utilicé para los cuatro juegos diferentes de triodos que disponía para las pruebas, a saber: un par de vetustas válvulas 210 de alrededor de 45 años de edad; dos válvulas 203A provenientes de un sobrante de guerra, de unos 28 años de fabricación; un par de válvulas 100 TH manufacturadas entre 1936/38, provenientes de la estación LU4CZ que perteneciera al Teniente (RE) Richard Zorraquín, ya fallecido hace varios años y finalmente dos válvulas 811A nuevas, sin uso, que aparecieron milagrosamente entre los elementos de transmisión de la estación LU8BF del autor. No obstante, tipos tales como los 35T, 35TG, T20, T40, 8003, etc., funcionarán satisfactoriamente sin problemas, si se dispone de un transformador de filamento adecuado para cada caso.

Quizás el tema que requiera mayor explicación es el de

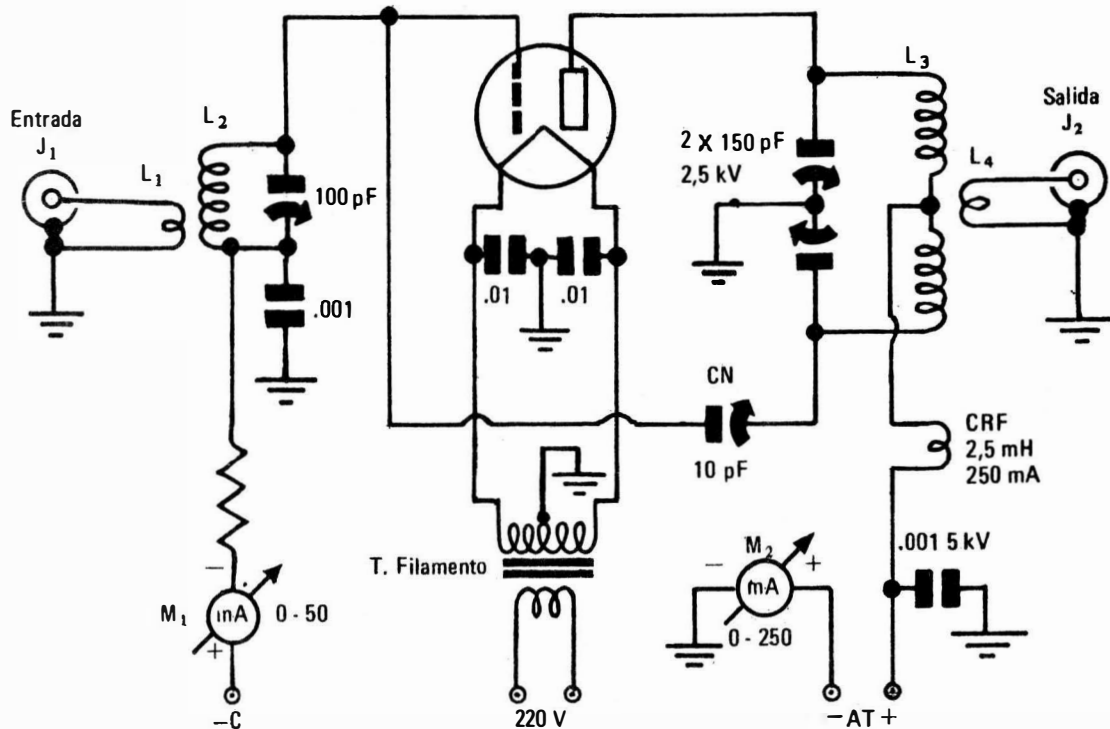


Fig. 2.- Amplificador lineal de RF, filamento a masa, con una sola válvula que emplea neutralización en placa. El capacitor variable del circuito sintonizado anódico debe ser del tipo a estator dividido al igual que en el caso anterior.

la neutralización. Con la generación más joven, pareciera un tópico que tiene sus dificultades, aunque sea un proceso sencillo, que una vez logrado en la frecuencia más elevada de operación, servirá para las bandas más bajas de trabajo. Y sin embargo, la neutralización en un amplificador de RF cátodo a masa, resulta indispensable para el desempeño normal del mismo. En consecuencia, se le dedicarán unos párrafos adicionales.

1.6. Neutralización del amplificador de RF

Creo que el procedimiento que describo a continuación es el más adecuado. El amplificador final de RF solamente tendrá aplicada la tensión de filamento. *No debe haber tensión de placa (ni de grilla pantalla, si se trabaja con tetrodos) aplicada.* Se acopla al circuito sintonizado de salida algún indicador de RF (aro de Hertz, lámpara neón, voltímetro de RF, etc.). Se aplica la excitación de manera normal en el circuito sintonizado de entrada. Si el amplificador no está neutralizado, habrá una indicación de RF en el circuito sintonizado anódico, cuando es ajustado a resonancia.

El capacitor variable de neutralización CN deberá ajustarse lentamente hasta que desaparezca todo indicio de RF en el circuito sintonizado de placa. Luego de cada variación en CN, será necesario volver a resintonizar los circuitos sintonizados de grilla y placa a fin de restablecer la resonancia.

El éxito de la operación dependerá de la sensibilidad del indicador de RF. El aro de Hertz o la lámpara neón por ejemplo, no son muy sensibles. Mucho mejor un indicador como el descrito en la fig. 9, o de lo contrario, el instrumento de baja escala (0-25 mA por ejemplo) en serie con la conexión de grilla, se desempeñará como un excelente indicador.

Con una excitación lo suficientemente intensa como para producir una indicación normal en dicho instrumento, luego de haberse ajustado el circuito sintonizado de grilla a resonancia, se mueve el capacitor variable de placa a través de resonancia, siempre sin tensión alguna de placa (y de grilla pantalla si la hay). Si el amplificador de RF no está bien neutralizado, habrán variaciones en la corriente de grilla.

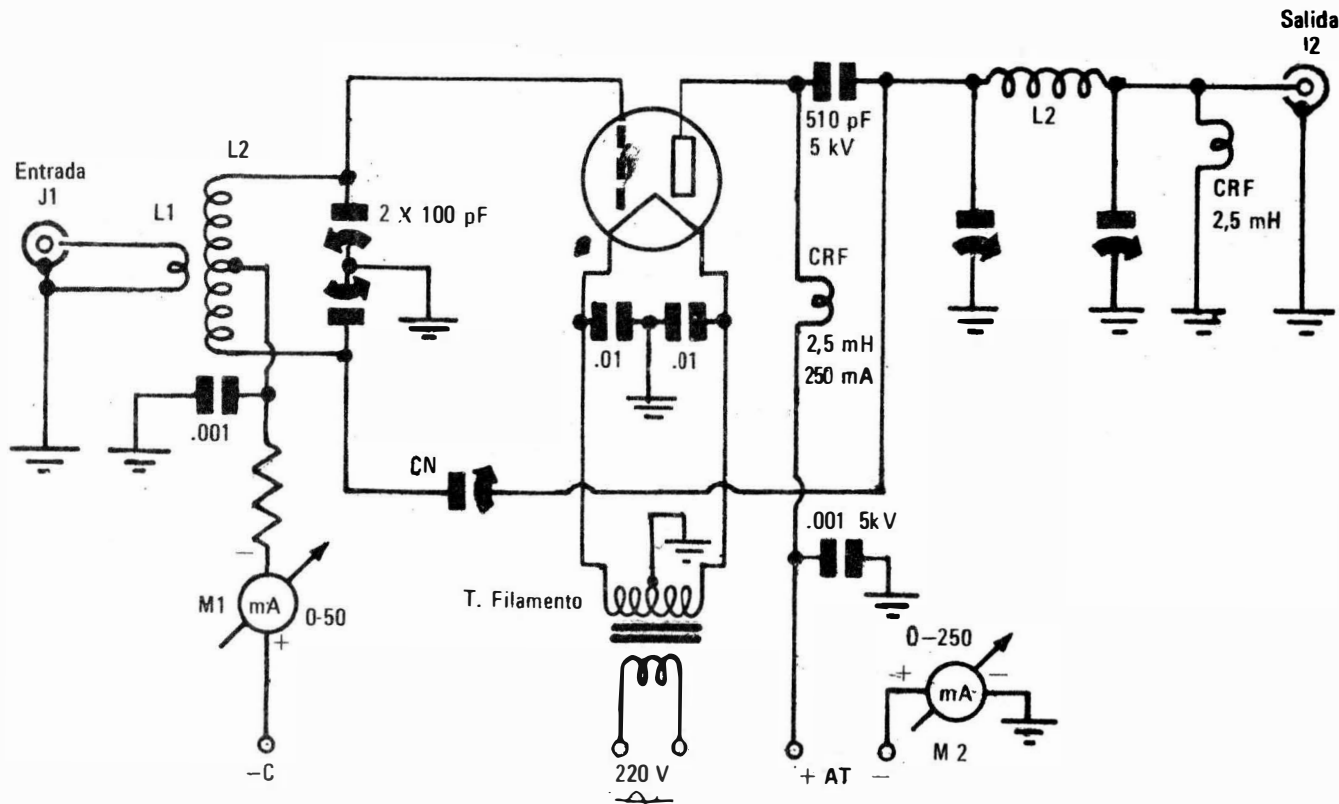


Fig. 3.— Aquí, como se utiliza un circuito sintonizado de placa en disposición “pi” no se puede emplear neutralización en placa, pero sí en grilla. En este caso, es el capacitor variable del circuito sintonizado de grilla que debe ser del tipo a estátor dividido. Se pueden usar varias válvulas en paralelo, en lugar de la única representada, con el fin de lograr mayor potencia de salida.

En consecuencia, habrá que mover lentamente CN, reajustando a resonancia ambos circuitos sintonizados de grilla y placa, hasta que el instrumento no indique variación alguna en la corriente de grilla, al mover en todo su recorrido el capacitor variable de placa. Muchas veces puede suceder que las variaciones, especialmente si son muy marcadas, sean producidas por oscilaciones parásitas. En este caso, si no hay RF en el circuito sintonizado anódico, habrá que verificar el paso final buscando estas oscilaciones parásitas con un MACG, especialmente dentro del margen 100 a 130 Mhz.

El objeto de la neutralización es llevar al mínimo la tensión de RF de la etapa excitadora realimentada desde el circuito sintonizado de la grilla del amplificador final hasta el circuito sintonizado anódico del mismo, a través de la capacitancia interna grilla/placa de la válvula amplificadora.

El circuito de la fig. 1 muestra el sistema de neutralización en placa usado para un amplificador final de RF con dos válvulas en contrafase, mediante el empleo de dos capacitores variables de neutralización CN. Es el sistema utilizado en el esquema de la fig. 4 con dos válvulas 100TH del autor. En cambio, se pueden emplear una o más válvulas en paralelo, con un circuito sintonizado de placa, utilizando el sistema de neutralización en placa. En este caso, según muestra el circuito de la fig. 2, el capacitor variable del circuito sintonizado anódico deberá ser forzosamente del tipo a estator dividido. Finalmente, se podrán emplear una, dos o más válvulas en paralelo, con un circuito sintonizado anódico en configuración "pi", que es el más favorecido en estos días. Entonces, se deberá acudir a la neutralización en grilla, pero el circuito sintonizado de grillas deberá tener un capacitor variable a estator dividido, tal como se exhibe en el esquema de la fig. 3.

En el caso práctico de la fig. 4 que muestra las dos válvulas 100TH más en disposición contrafase, usé un par de capacitores compensadores variables pequeños de vidrio, tipo pistón, atornillables, de los empleados comúnmente en FME/FUE. Al principio tuve mis dudas si soportarían los 1500 V

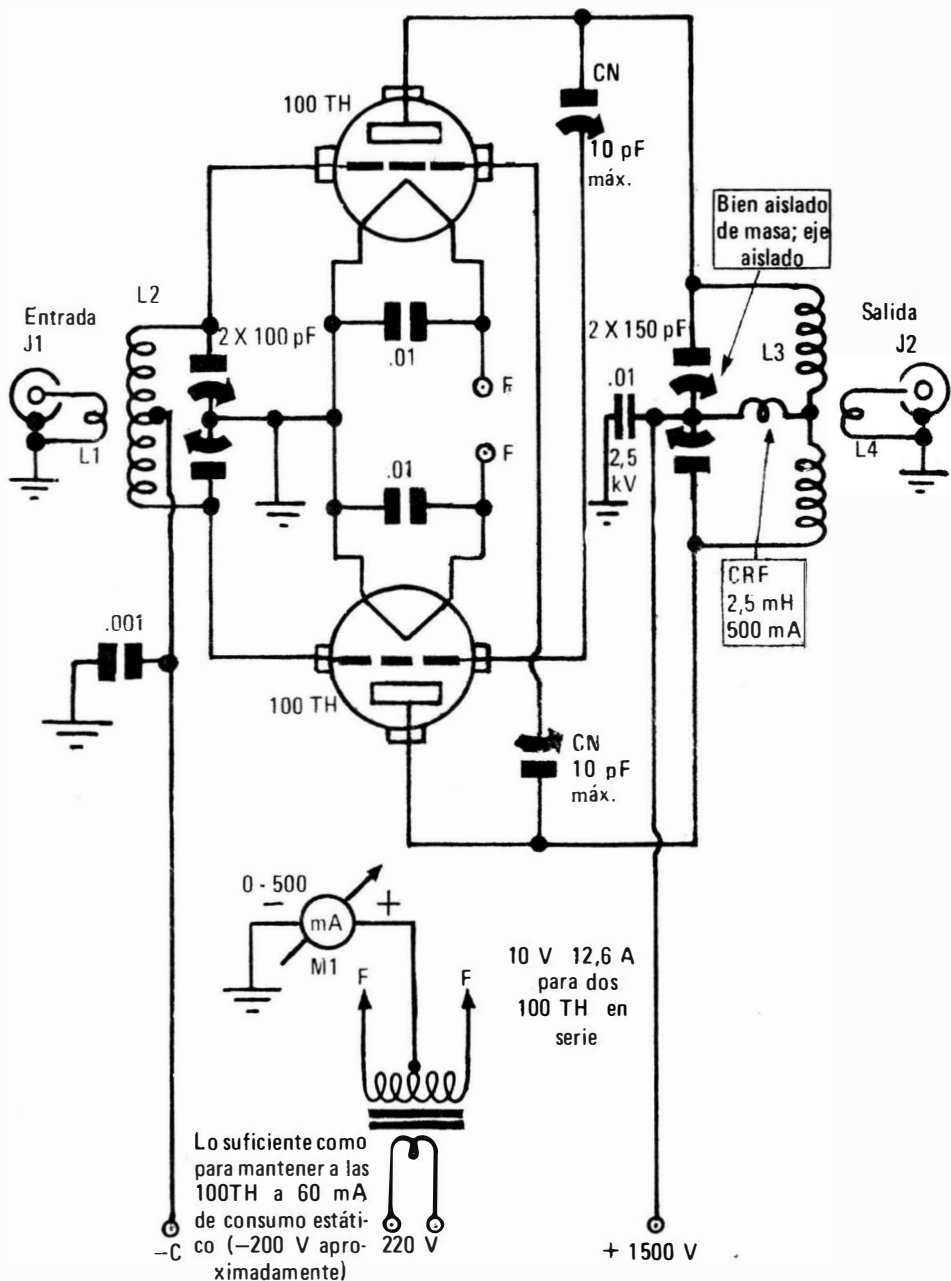


Fig. 4.- Típico circuito de amplificador lineal de RF, filamento a masa, que emplea con dos válvulas 100TH. Se usa el sistema de neutralización cruzada. Los capacitores variables CN tienen 10 pF de valor máximo. Se dispusieron los filamentos en serie para usar un transformador de filamento de 10 V a 12 A que se disponía, ya que estas válvulas requieren 5 V a 6.3 A cada una. Se ajusta la tensión negativa de polarización de grillas a un valor lo suficientemente elevado como para mantener a las dos válvulas 100TH a 60 mA de consumo estático (unos 200 V negativos aproximadamente). A pesar de que solamente se dispusieron de 1500 V para la AT, los resultados fueron muy satisfactorios.

en placas, pero hasta el momento en que se escribe esta obra, no han habido problemas derivados de su uso.

1.7. Resultados obtenidos con las válvulas 203A, 100TH y 811A

Fue perfectamente posible en la práctica llevar las dos válvulas 203A, excitándolas con el 10B, con 1500 V en placas, a cerca de 200 W útiles de salida (400 W·PaP) sin que se advirtiera aplastamiento alguno en la forma de onda exhibida por el osciloscopio. En la fig. 6 se muestra la fotografía del amplificador lineal experimental con mis

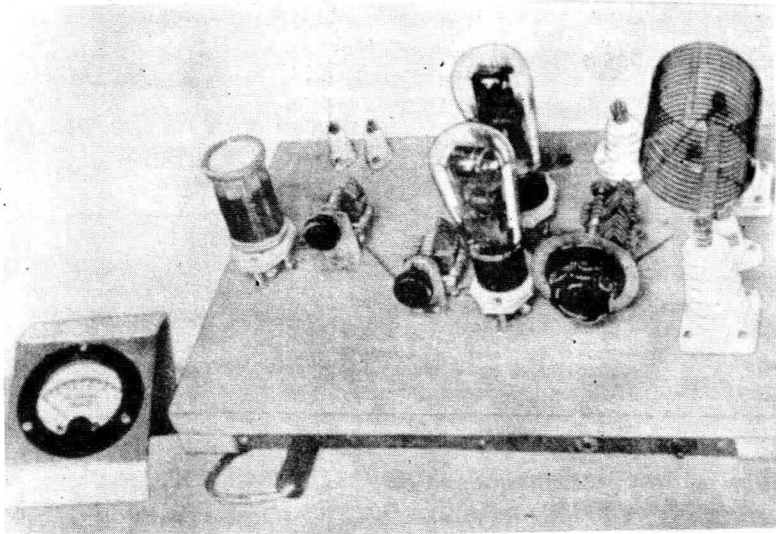


Fig. 5.- El tablero de madera experimental para usar con los amplificadores lineales de RF descritos en este capítulo, a la usanza de los años heroicos (1925/1938). Se muestran dos vetustas válvulas 210 de mi colección privada.

dos válvulas 203A en contrafase con el tablero de madera. Empero, las placas presentaban un punto rojo intenso, indicio de que se estaba excediendo la disipación de ánodo de las válvulas, lo que obligó a disminuir la tensión de placas

a menos de 1250 V, mediante el sencillo expediente de intercalar un inductor de filtro extra en la sencilla fuente de alimentación económica de la fig. 8, a fin de no acortar innecesariamente la vida útil de estas válvulas, verdaderas piezas de museo.

Con los tipos 811A y 100TH fue perfectamente posible llegar a los 300 W útiles de salida (600 W PaP) sin que se advirtieran modificaciones en la forma de onda mostrada

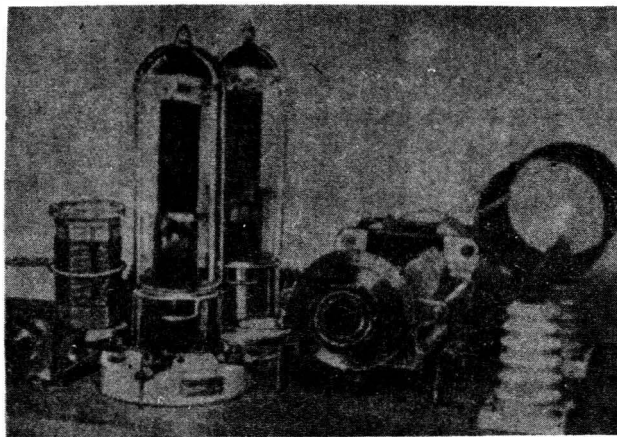


Fig. 6.- El mismo tablero de madera experimental mostrando dos válvulas 203A en lugar de las anteriores. Solamente necesité cambiar los zócalos. Los componentes restantes son los mismos.

por el osciloscopio. Las válvulas 811A pertenecen a un grupo de triodos de muy elevado factor de amplificación y de polarización cero de grilla. Esto significa que, en el circuito de la fig. 4, la conexión del punto medio de la bobina de grillas se puede derivar en forma directa a masa, con un pequeño inductor de RF de 2,5 mH en serie. Esto es correcto, cuando las citadas válvulas funcionan con 1250 V en ánodos. Esta misma situación es válida si se trabaja con válvulas tipo 203Z, TZ20, TZ40, RK31 ó 838. Empero, en el caso de las 811A con 1500 V en placas, se debe proporcionar a las mismas una pequeña tensión negativa de 4,5 V en el circuito de grillas, para que la corriente estática no aumente más allá de los 35 mA.

Hay varias maneras de hacerlo, pero la más efectiva y simple consiste en ubicar un diodo zéner de 4,5V y de 10 W conectado en forma inversa en serie con el punto medio del transformador de filamento. El cátodo (k) del diodo zéner va conectado al punto medio del transformador de filamento mientras que el ánodo va a masa. Dispóngase de un capacitor fijo de mica o cerámica de 0,01 μ F y de 3 kV de aislación entre el punto medio de dicho transformador de filamento y masa. Así, la corriente de reposo de las dos válvulas 811A permanecerá en un valor bajo. Obsérvese que aún es posible hallar viejas válvulas 811 que se podrán emplear como reemplazantes directos de las 811A, pero con la diferencia de que requieren -9 V de polarización negativa de grillas. En este caso, el diodo zéner deberá ser de 9,1 V.

Los diodos zéner utilizados como reguladores de la tensión de polarización negativa de las válvulas de un amplificador lineal de RF para BLU lamentablemente no son solamente muy difíciles de hallar sino que también son muy costosos, cuando pasan de los 2 W de disipación. El diseño de la fig. 36 muestra cómo se puede emplear un diodo zéner de 1 W de disipación en combinación con un transistor común de audio del tipo de 50 ó 90 W que se puede adquirir por poco dinero, y con un resistor de carbón de $\frac{1}{2}$ W, para lograr el mismo resultado que con un diodo zéner de alta disipación.

El circuito de la fig. 36a usa un transistor de germanio o silicio tipo PNP mientras que el de la fig. 36b emplea un transistor tipo PNP. El régimen de tensión del diodo zéner debe ser aproximadamente 0,3 V menos que la tensión de polarización negativa deseada en caso de un transistor de germanio y de 0,7 V en el caso de un transistor de silicio. En el circuito de la figura 36a el transistor se puede montar atornillado directamente al chasis, empleando éste como disipador térmico, pero el de la figura 36b requerirá una arandela de mica de aislación entre el cuerpo del transistor (colector) y el chasis, debido a que el colector debe estar aislado del chasis.

En ambos circuitos se deben disponer algunos canutos de ferrito en el conductor de conexión al punto medio del transformador de filamento para impedir las oscilaciones parásitas.

Siempre una tensión reducida de polarización negativa en circuitos de amplificadores lineales, especialmente cuando se emplea una fuente de alimentación con un circuito doblador de mala regulación para la AT anódica, como lo es en el caso de la presentada en la fig. 8, será muy beneficiosa para mantener la corriente de reposo en un valor bajo durante los períodos de espera. En la práctica, con las válvulas 811 dicho valor será de -9 V y con las válvulas 811A de $-4,5$ V. En estas dos situaciones, aprovechando el diseño de la fig. 36 a se podrán usar diodos zéner comunes de 9,1 y de 4,5 V de 1 W de disipación.

Con las válvulas 100TH el caso es bien distinto, ya que necesitan unos 200 V negativos para polarización de grillas. En este caso, se puede obtener una potencia útil de salida considerablemente más elevada que los 300 W útiles de RF (600 W PaP) logrados en las pruebas, si se hubiera podido aplicar unos 3000 V efectivos en las placas de las mismas, pero por razones de economía, estaba obligado a un máximo de 1500 V como se verá más adelante.

En honor a la verdad, en mi estación LU8BF no se realizó durante el desarrollo de estas experiencias, una prueba de doble tono con los triodos, pero la forma de onda exhibida en el osciloscopio (árbol de Navidad horizontal) aparecía sin deformación alguna y los informes de los corresponsales de las estaciones comunicadas siempre fueron excelentes. Desde el momento en que estaba repitiendo lo que muchas veces había hecho anteriormente con un amplificador lineal de RF con válvulas 572B, no tenía razón de dudar de la linealidad del amplificador de RF experimental aquí descrito.

En el caso de las válvulas 811A, al comienzo de las pruebas utilicé baterías para obtener la polarización negativa de grilla, terminando con el diodo zéner de 4,5 V a 10 W, ya que una fuente fija de polarización negativa de grillas de buena regulación es requisito esencial para esta clase de operación lineal. A propósito, la linealidad es una característica que lamentablemente no viene incluida con la compra de una válvula. Es una condición muy difícil de lograr. Además de los parámetros de funcionamiento de la válvula, la linealidad depende de factores externos, tales como la polarización negativa de grilla, excitación, AT de placa y carga anódica. Estos factores están íntimamente relacionados entre sí y

por lo tanto, no es de extrañar que resulte trabajoso muchas veces aproximarse tan siquiera a la linealidad. Nótese que empleo la palabra *aproximarse*, ya que es posible acercarse pero no llegar por completo a esa condición tan deseada.

Volviendo al tema, con las válvulas 203A y 100TH se requirió armar una fuente fija de polarización negativa de grillas con un transformador de filamento de 6,3 V a 220 V y otro idéntico dispuestos ambos en forma invertida y dos válvulas reguladoras gaseosas a cátodo frío VR105, asimismo conectadas en disposición invertida, la que aparece en el esquema de la fig. 10.

Unas palabras de advertencia: las válvulas 811A (probablemente las 811 también) requirieron *siempre* supresores antiparásitos en la placa de cada válvula, debido a la presencia de una fuerte oscilación de esa naturaleza del orden de los 120 Mhz. Dichos supresores se construyen con inductores de 5 espiras de alambre de cobre desnudo de 1,63 mm de diámetro, sobre una forma de 12,7 mm de diámetro, autosoportada, con resistores de carbón de 47 ohms y de 2 W de disipación cada uno, en el interior de las bobinas, espaciando las espiras hasta cubrir los cuerpos de los resistores. Sin estos supresores antiparásitos, las válvulas 811A funcionan en forma *incontrolada*, resultando imposible estabilizar el amplificador lineal de RF. En cambio, resulta notable mencionar el hecho de que con las válvulas 100TH no hay oscilaciones parásitas y el amplificador lineal de RF resulta bien estable. Por supuesto, ello se explica en razón de la excelencia del diseño de construcción de las mismas, que permite su uso en frecuencias del orden de los 40 Mhz sin problemas, aunque se trate de una válvula triodo que apareció en el mercado especializado hace más de 35 años! Naturalmente, otra distribución física de los componentes sobre el chasis o tablero, podría dar distintos resultados, especialmente con las válvulas 203A, pero realmente no soy el primer experimentador que encuentra problemas con el funcionamiento de las válvulas 811A.

1.8. Amplificador lineal con tetrodos o pentodos

Si se desean hacer otras pruebas, contando con el tablero

de madera a la usanza antigua, resulta muy sencillo cambiar zócalos y emplear distintas válvulas, utilizando los mismos circuitos sintonizados de entrada y salida.

La fotografía de la fig. 6 muestra el mismo tablero de madera de la fig. 5; empero, ahora las válvulas 203A reemplazan a las vetustas 210 que se usaron en las primeras experiencias y a las cuales fue imposible aplicarles más de 500 V en placas sin que se temiera la desintegración de las mismas, y ello no podía permitirse, ya que son parte de la colección de válvulas antiguas de mi estación LU8BF y completamente imposible su reemplazo.

Ahora bien, cambiando los zócalos, se pueden emplear un par de tetrodos o pentodos con polarización fija negativa para las grillas, con capacitancias mucho más pequeñas para los capacitores variables de neutralización CN₁ y, por qué no, sin ninguna para ciertos tipos de válvulas tetrodo o pentodo. Así se podría experimentar con un par de válvulas 4-65A, 4-125A, RK20, 860, etc. Pero, es mejor no extenderme más en detalles, ya que las pruebas que pueden realizarse en este campo son tantas, que solamente describirlas ocuparía un buen espacio.

1.9. El amplificador lineal Clase X

No obstante, no quiero dejar de mencionar el trabajo de otro experimentador inglés G2MA, que diseñara un circuito bastante poco común de amplificador lineal de RF y que proporciona resultados magníficos.

Según es sabido, para hacer funcionar un amplificador lineal cátodo a masa, es indispensable una fuente fija de polarización negativa de grilla de tensión bien regulada. Hace unos pocos años, era inconcebible pensar en un sistema de polarización negativa de grilla en base a un resistor de escape de grilla. Empero, en Inglaterra un radioaficionado D. D. Marshall desarrolló un circuito amplificador de RF con válvula *fijadora*.

Resulta interesante resaltar el hecho, de que un circuito con válvula fijadora también puede utilizarse como un amplificador lineal de RF para BLU. En efecto, cuando no hay señal en el circuito de entrada, no hay excitación en

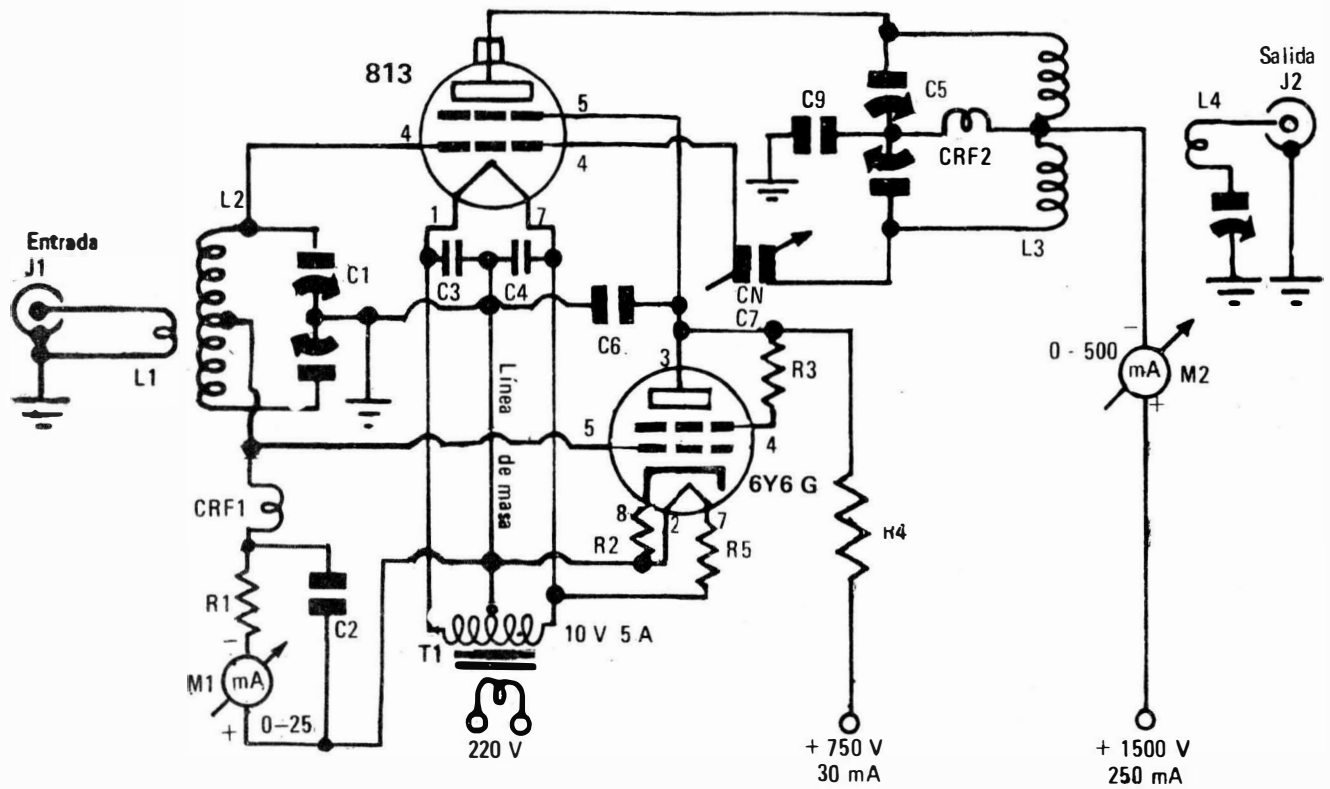


Fig. 7.- Circuito experimental del amplificador lineal de RF Clase X; se trata de una modificación del diseño original de E. D. Marshall (G2MA) y que requiere una válvula de esclusa 6Y6G o 6Y6GT para su correcto funcionamiento. Es muy fácil de armar, requiere muy pocos componentes y funciona en forma muy satisfactoria.

el tetrodo o pentodo amplificador de potencia y no hay tensión negativa en el resistor de grilla y la válvula fijadora mantiene la AT de grilla pantalla prácticamente en cero volt. Cuando se aplica una débil señal de BLU en la grilla de control del tetrodo, se produce una pequeña tensión negativa de polarización. Esta tensión comienza a permitir que la válvula fijadora conduzca y el tetrodo empieza a amplificar la señal de entrada. Con señales de excitación más intensas, se lleva al punto de corte la válvula fijadora, lo que dicho en otras palabras, es como si la misma no figurara más en el circuito y el tetrodo en consecuencia, puede amplificar en forma normal la señal con polarización negativa mediante el resistor de grilla. La válvula fijadora sigue la señal de BLU, actuando como un *circuito de esclusa* para el amplificador.

Este tipo de amplificador lineal no necesita fuente fija de polarización negativa, ni tensión regulada de grilla pantalla, lo que lo hace sumamente atractivo para el radioaficionado de escasos medios económicos.

Con algunas modificaciones el circuito original de D. D. Marshall¹, los resultados fueron muy satisfactorios, cuando se lo ensayó en mi estación LU8BF. La versión mía aparece en la fig. 7. Realmente no se puede manifestar que este amplificador lineal sea Clase B, A o aún AB, ya que la tensión negativa de polarización es diferente para cada nivel de señal. Por ello, la denominación de "amplificador lineal Clase X" que debe haber llamado la atención de mis lectores.

El secreto del éxito del amplificador lineal Clase X reside en que la tensión de excitación, la polarización negativa de grilla y la tensión de grilla pantalla siguen la misma variación en forma prácticamente lineal. El resultado es un amplificador lineal de potencia de RF que, comparativamente, funciona mucho mejor que un amplificador lineal con un par de triodos en Clase AB con 28 dB de compresión, que muchos radioaficionados usan hoy en día. Además; se elimina la necesidad de una fuente fija de polarización que proporcione una tensión negativa bien regulada y se puede alimentar

¹ Marshall, D. D. "The G2MA Linear Amplifier", *The Radio Communication Handbook* (Fourth Edition), págs. 10-61. The Radio Society of Great Britain, editores, Londres, 1972.

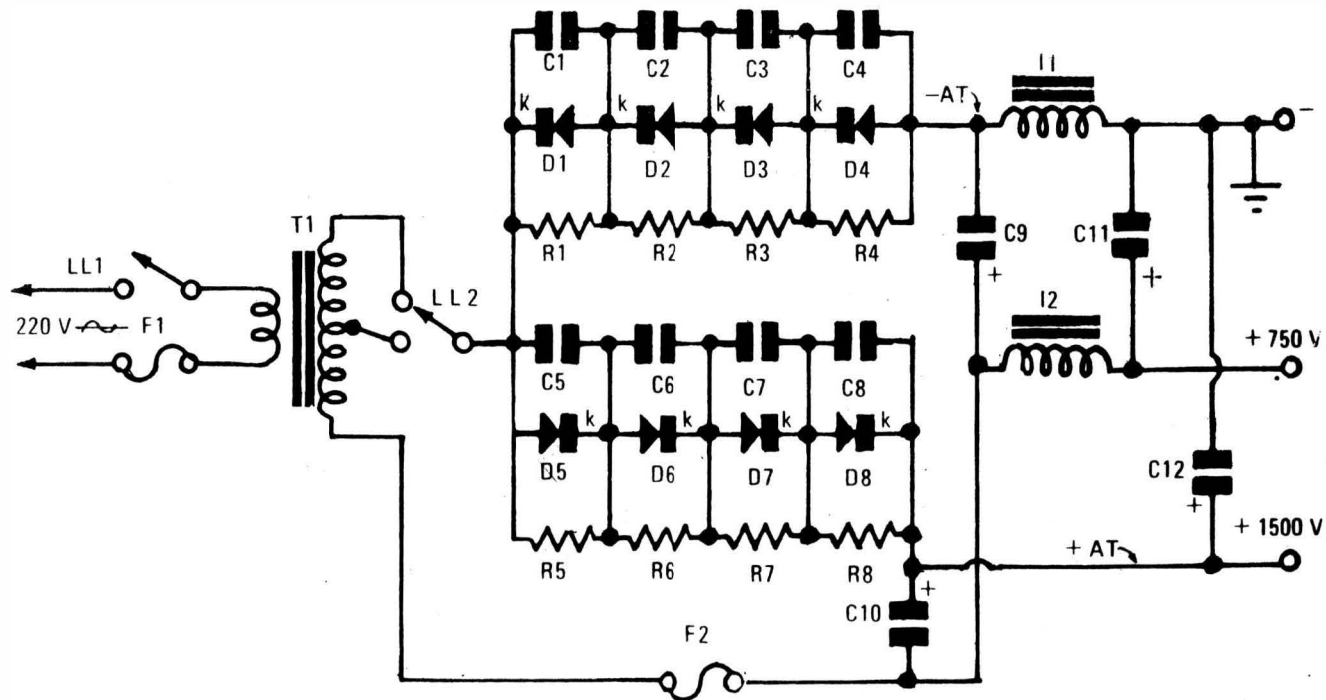


Fig. 8.— Sencilla fuente de alimentación económica que proporciona una AT de 1500 V y 750 V, construída en base a un transformador de alimentación de un televisor. Se requiere que entregue 700 V efectivos en el secundario de AT a 350 mA.

al amplificador lineal con una fuente de alimentación de pobre regulación de tensión para la AT anódica. Por último, es un amplificador de RF de cátodo a masa que demanda muy poca excitación.

Al construir este tipo de amplificador lineal, habrá que hacer un capacitor fijo de neutralización CN con dos trozos de alambre de cobre plateado desnudo N° 10. La neutralización se realiza, doblando parte de los alambres, uno con relación al otro. Si el amplificador lineal Clase X funcionará únicamente en 3,5 y 7 Mhz, muy posiblemente no se requiera neutralización. Empero, en 14 Mhz y frecuencias más elevadas la incorporación de CN al circuito resultará necesaria.

Los valores para los resistores R2 y R4 fueron determinados en base al método experimental de "probar y cambiar" tan preconizado por algunos de mis colegas autores de artículos técnicos, con su secuela de "volver a probar". Entonces, muy bien pudiera ser que se requiriera otro conjunto de valores, pero podrán servir los mencionados como punto de partida.

El amplificador lineal Clase X no es una excepción al principio que establece que debe utilizarse la tensión más elevada de ánodo, si se desea obtener la máxima salida. No obstante, cuando se emplea una fuente de alimentación común de AT para placa y grilla pantalla, es menester incorporar un resistor de alambre de muy alta disipación para disminuir la AT aplicada a la grilla pantalla y si la fuente de alimentación es de 1500 V o mayor, la pérdida de potencia en dicho resistor resulta excesiva. Se puede evitar la incorporación del mencionado resistor, si se emplea una derivación en la fuente de alimentación, por medio de un inductor de filtro extra, tal como se sugiere en la sencilla fuente de alimentación de 1500 V de la fig. 8.

Para máxima salida el amplificador lineal Clase X tendrá que ser ajustado de la misma manera como se hace con un amplificador lineal convencional, utilizando la prueba de señal de doble tono y un osciloscopio². Pero resultados tolerables se pueden obtener, con una salida algo menor, disponiendo la excitación de tal manera que el instrumento

² Moreno Quintana (h) L. M. *Manual de Radiotransmisión Amateur*, Hobby SRL, editores, Buenos Aires, 1966.

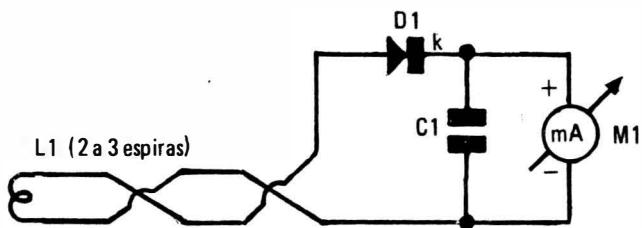


Fig. 9.- Sencillo pero sensible dispositivo para los ajustes de neutralización.

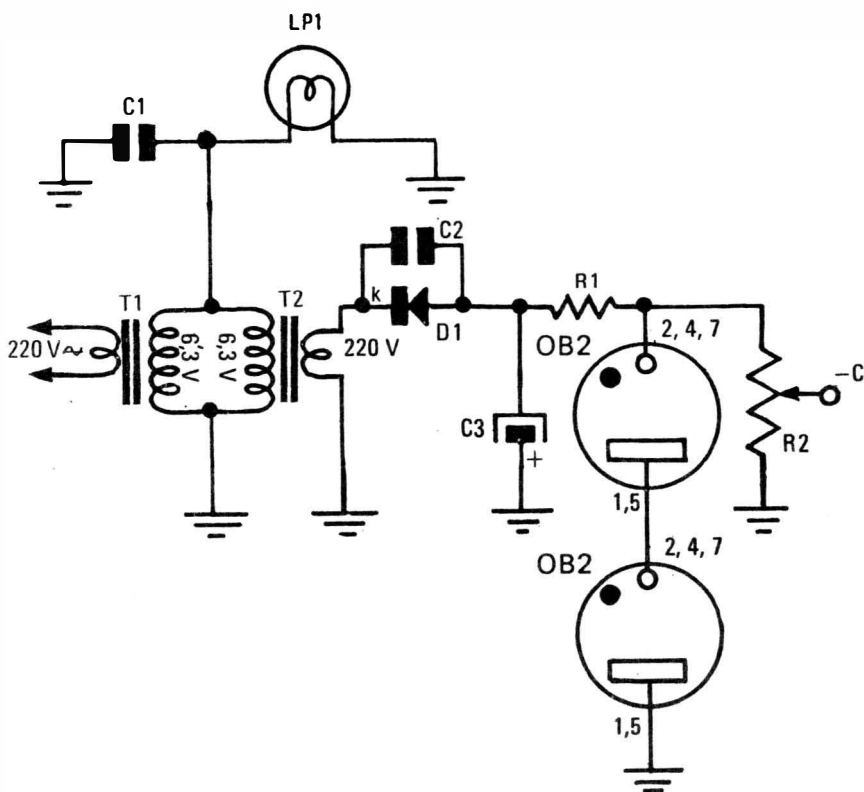


Fig. 10.- Sencilla fuente fija de alimentación de tensión negativa de polarización de grilla de salida regulada. Puede proporcionar entre 70 y 200 V negativos, mediante una adecuada combinación de diferentes tipos de válvulas reguladoras tipo VR. La combinación ilustrada permite obtener -200 V regulados a la salida para las dos válvulas 100 TH del amplificador lineal de RF.

de grilla indique 5 mA con picos de modulación vocal normal. En ausencia de un generador de audio, un silbido sostenido algún tiempo ante el micrófono servirá. Paso seguido, se aumentará en forma gradual la carga, reajustando siempre el consumo mínimo, hasta llegar a un punto donde la corriente de placa cesa de aumentar; se dejarán el capacitor variable de ánodo y el de carga y el acoplamiento inductivo en un punto situado precisamente antes de que se produzca esa situación, ya que es el punto indicado de operación. Se deberá tomar nota del valor de la intensidad de placa, que deberá estar en las proximidades de los 300 mA y cuando el amplificador lineal se lo emplea con modulación normal, el instrumento no deberá registrar picos más elevados de $1/3$ a $1/2$ parte del valor obtenido con modulación de tono único. Por ejemplo, si dicho valor es de 300 mA, el instrumento de placa no deberá sobrepasar valores mayores de 100 a 150 mA como máximo. En lo que se refiere a la grilla supresora, es normal que dicho electrodo tome unos 10 mA en esas condiciones de operación.

Como prueba inicial, una vez terminados los ajustes descritos en los párrafos anteriores, se deberá solicitar a un radioaficionado no muy cercano al QTH, que verifique la señal buscando deformación o "desparramo". Si los resultados de dicha verificación son positivos, entonces se disminuirá el acoplamiento, hasta que desaparezcan los productos de deformación. Asimismo, se requerirá bajar un poco el nivel de la señal de excitación. Aunque el método descrito permitirá colocar una señal limpia en el "aire" sin equipo de verificación en la estación, deja mucho que desear y es preferible al menos inicialmente, realizar la prueba con una señal de doble tono y un osciloscopio.

El amplificador lineal Clase X, permitirá fácilmente obtener una entrada de 225 W de potencia útil, lo que representan 450 W PaP, que evidentemente constituye una señal respetable en la banda de operación, con el mínimo de componentes y de trabajo. ¿Qué no se posee una válvula 813? No preocuparse. Válvulas 803 se pueden hallar aún como sobrantes de guerra en buenas condiciones y a precios accesibles. Una válvula 4-250A también será muy apropiada para el caso.

1.10. Fuente de alimentación sencilla y económica

Se ha dejado la fuente de alimentación para lo último, ya que se trata de un diseño muy sencillo que proporciona unos 1500 V sin mayores problemas y que se puede armar fácilmente en poco tiempo de trabajo, si se dispone de los pocos elementos requeridos.

Con el amplificador lineal Clase X, la citada fuente de alimentación es sumamente interesante, ya que permitirá (como se manifestara anteriormente) eliminar el resistor de potencia de alambre de grilla pantalla de la válvula 813 o similar.

El circuito se basa en el uso de un transformador robusto de alimentación, tapas americanas, rescatado de un televisor en desuso de tipo antiguo. Se emplea un circuito rectificador doblador de onda completa, con toma para la grilla pantalla en la primera sección. Se utilizan ocho diodos 1N4007 de 1000 V TIP y de 1 A cada uno. Con un secundario total de 700 V efectivos en el transformador, la tensión de pico es de 1000 V; de esa forma se tienen 2000 V de tensión inversa de pico. Al colocar cuatro diodos de 1000 V TIP cada uno, se dispone de un amplio margen de seguridad. Los capacitores fijos de filtro al aceite C9, C10 y C11, deben tener cada uno 10 μF a 1000 V como *mínimo* de aislación, mientras que C12 tendrá 25 μF a 2500 V de aislación. Posiblemente también 10 μF serían suficientes para este último capacitor fijo. Se pueden utilizar varias unidades de alta capacitancia y de 450 V de aislación, del tipo aislado con terminales, disponiéndolas en paralelo con resistores de 150 Kohms, carbón, de 2 W cada una, y éstas en serie. Si se usan tres unidades, de por ejemplo 40 μF y de 450 V de aislación cada una, se tendrán 13 μF a una aislación de 1350 V de trabajo, que es más que suficiente para el caso de C9, C10 y C11. En el caso de C12 se requerirán cinco unidades de 100 μF a 450 V de aislación, lo que daría un total efectivo de 20 μF a 2250 V de aislación. Los resistores necesarios para ser dispuestos en paralelo con cada unidad y cada grupo capacitor electrolítico/resistor en serie con las restantes, además se desempeñarán como resistores de sangrado y ayudarán a mejorar la regulación de la fuente de alimentación.

Los dos inductores de filtro proceden también de un equipo

de sobrante de guerra y pueden tener entre 4,5 a 12 Hy con unos 300 a 400 ohms de resistencia óhmica a la corriente, y una aislación adecuada para 2000 V como mínimo. Evidentemente, cuando se trabaja con un amplificador lineal de RF a triodos, no se necesitará el inductor de filtro I2 ni el capacitor fijo C11 de la derivación de AT de 750 V, lo que simplificará aún más la parte constructiva.

Para las primeras pruebas y para cuando se está comunicando con un corresponsal cercano, resulta aconsejable disponer de la facilidad de poder aplicar la mitad de la totalidad de la AT anódica que puede proporcionar la fuente de alimentación. Tal facilidad está dada por la llave LL2 que selecciona entre el punto medio del secundario de AT del transformador o del secundario entero. De tal manera, se pueden efectuar los ajustes en forma más sencilla, se evita el gasto excesivo de corriente eléctrica y se puede disminuir a la mitad la potencia útil de salida.

La fuente de alimentación de la fig. 8 proporciona unos 1750 V, con un consumo de reposo de la válvula 813 de 75 mA (corriente de placa más la intensidad tomada por la válvula fijadora 6Y6G). Dicha tensión de salida es más elevada en los amplificadores que utilizan triodos descriptos anteriormente, que tienen un consumo estático de unos 50 mA. Con una carga de por ejemplo 250 mA, la AT disminuye a unos 1400 V, pero con el ciclo de trabajo de la modulación vocal, la AT efectiva de salida será de 1500 V o más.

LISTA DE VALORES

(Amplificadores lineales, cátodo a masa figs. 7, 8, 9 y 10)

CIRCUITO FIG. 7

C1	.....	100 pF, variable, dieléctrico de aire, a eje, estator dividido, 500 V aislación
C2, C6	.....	0,001 μ F, cerámica, 600 V
C3, C4	.....	0,01 μ F, cerámica o mica, 1000 V
C5	.....	150 pF, variable, dieléctrico de aire, a eje, estator dividido, 2500 V aislación mínimo

<i>C7</i> (CN)	ver texto
<i>C8</i>	25 pF, variable, miniatura, dieléctrico de aire, a eje
<i>C9</i>	0,002 μ F, cerámica o mica, 5000 V aislación
<i>R1</i>	10 Kohms, 10 W, alambre
<i>R2</i>	150 ohms, 1 W
<i>R3</i>	100 ohms, 1 W
<i>R4</i>	15 Kohms, 50 W, alambre
<i>CRF1</i>	1 mH, 100 ohms, inductor de RF
<i>CRF2</i>	2,5 mH, 250 mA, 125 ohms, inductor de RF
<i>M1</i>	0-50 mA instrumento de grillas
<i>M2</i>	0-500 mA instrumento de placas
<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 10 V, 5 A, 2500 V aislación efectiva

Notas: *L2/C1* y *L3/C5* deben resonar a la frecuencia deseada de funcionamiento.

L1 y *L4* son pequeños eslabones de acoplamiento inductivo de 2 a 3 espiras, según los casos.

La válvula 6Y6G lamentablemente no puede ser reemplazada por ningún tetrodo similar como 6V6G, 6L6G, etc. Únicamente podrá ser usada la válvula 6Y6GT.

CIRCUITO FIG. 8

<i>C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8</i>	0,01 μ F, cerámica o mica, 1000 V aislación
<i>C9, C10, C11</i> . . .	10 μ F, al aceite, 1000 V aislación
<i>C12</i>	25 μ F, al aceite, 2500 V aislación
<i>F1</i>	220 V, 5 A, fusible de entrada
<i>F2</i>	1 A, fusible de AT
<i>LL1</i>	220 V, 3 A, llave unipolar de corte
<i>LL2</i>	1 polo, 2 posiciones, llave selectora de tensiones, sobre porcelana
<i>I1, I2</i>	5 Hy, 300 a 400 ohms, 2000 V aislación, inductor de filtro
<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 350-0-350 V, 350 mA, transformador de placas
<i>D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 y D8</i>	1N4007, 1000 V TIP a 1 A, diodo de silicio
<i>R1, R1, R3, R4, R5, R6, R7 y R8</i>	470 Kohms, $\frac{1}{2}$ W

CIRCUITO FIG. 9

<i>CI</i>	0,002 μ F, cerámica o mica
<i>DI</i>	1N34, 1N34A, 1N270, etc., diodo de germanio
<i>MI</i>	0-1 mA instrumento de medida

CIRCUITO FIG. 10

<i>CI</i>	0,001 μ F, cerámica, 400 V
<i>C2</i>	0.01 μ F, cerámica o mica, 400 V
<i>C3</i>	30 μ F, 250 V aislación, electrolítico
<i>R1</i>	25 ohms, 10 W, alambre
<i>R2</i>	1 Kohms, 5 W, alambre con brida corrediza
<i>T1, T2</i>	Primario 220 V a secundario 6,3 V, 1 A, transformador de filamento
<i>LP1</i>	6,3 V, 250 mA, lamparita piloto
<i>DI</i>	1N4003, diodo de silicio, 200 V TIP, 1 A

1.11 El amplificador lineal cátodo a masa LU8BF con válvulas 6146B

Para finalizar con este tema de los amplificadores lineales para BLU, cátodo a masa, procederé a la descripción detallada de un amplificador lineal típico de RF para BLU que presentara con gran éxito en una publicación semanal³.

En este amplificador lineal elegí los tipos de válvulas 6146B, las cuales pertenecen a un grupo en el cual el aumento de potencia obtenible (con una complicación importante en el circuito del amplificador) llegando las grillas en la región de corriente de grilla, esto es, Clase AB2, no supera los 10 W con relación a la potencia lograda en Clase AB1. Esto ciertamente no es una novedad; hay varios tipos de válvulas diseñadas para televisión para circuitos de desviación horizontal como el europeo TT21, que son capaces de proporcionar tanta salida operando en Clase AB1 como en Clase AB2.

³ Moreno Quintana (h) L. M. "Amplificador Lineal de RF para BLU", *Radio-Práctica*, N° 1308.

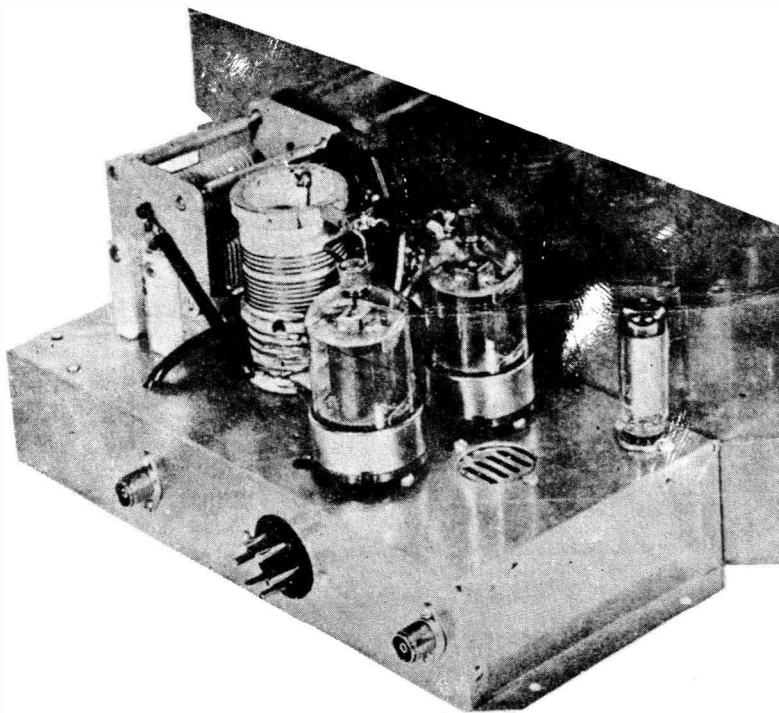


Fig. 11.— Aspecto fotográfico que ofrece el amplificador lineal de RF LU8BF visto por su parte trasera. De izquierda a derecha: capacitor variable C6, bobina L1, inductor de RF CRF2, llave LL1, válvulas 6146B y reguladora gaseosa tipo VR.

Con la excepción del circuito de grillas de control de las válvulas 6146B, el esquema de la fig. 13 es convencional. El circuito anódico de las válvulas amplificadoras lineales tiene una configuración común, de circuito sintonizado en paralelo, en el cual el potencial de AT para las placas de las válvulas 6146B se introduce mediante un inductor de RF marcado CRF2 en el circuito del amplificador lineal, de un valor de 1 mH a 500 mA; para bloquear el paso de la AT al circuito sintonizado anódico L1/C6, se ha dispuesto un capacitor fijo C5, de 510 pF y de 1500 V de aislación, lo que permite derivar directamente a masa el rotor del

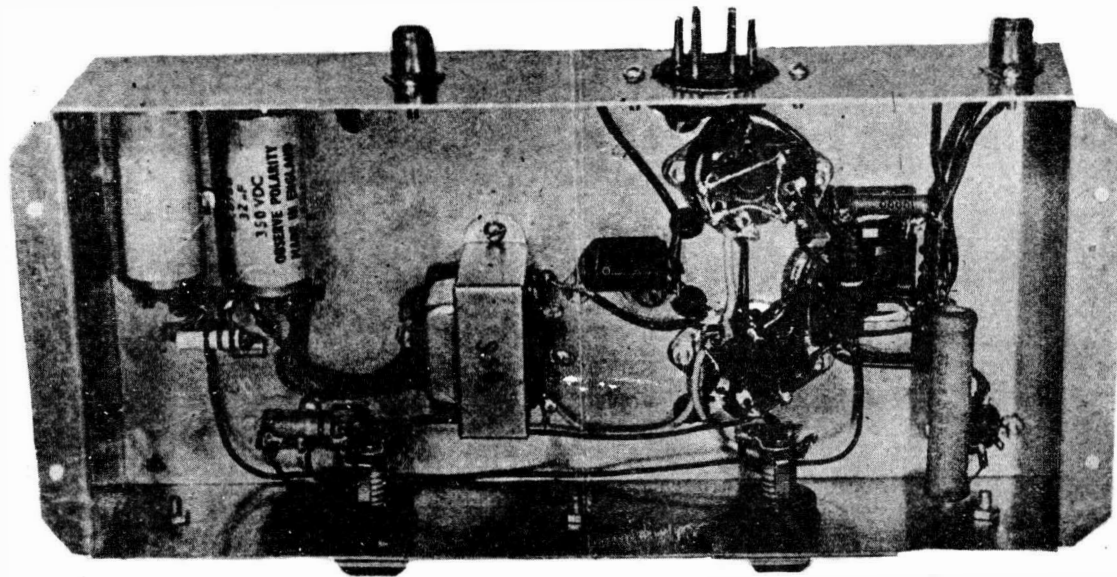


Fig. 12.— Aspecto fotográfico del amplificador lineal de RF LU8BF visto por su parte inferior para mostrar la ubicación y conexionado de los principales componentes. De izquierda a derecha, resistores R5 y R6, lamparita piloto LP2, capacitores fijos C8 y C9, transformador T1, capacitores fijos C3 y C4, zócalos válvulas 6146B, resistor R2, inductor de RF CRF1 y zocalo válvula VR.

capacitor variable C6 y un terminal de la bobina de placas L1.

La salida a la línea de transmisión asimétrica coaxil de baja impedancia, se efectúa mediante un receptáculo coaxil hembra para chasis J2, tipo SO239, por medio de una llave LL1 montada sobre porcelana, que permite seleccionar posiciones adecuadas directamente sobre L1. Ya se volverá más adelante sobre este tema.

A fin de obtener un funcionamiento correcto en Clase AB1, la tensión de grillas pantalla de las válvulas 6146B debe ser regulada, ya que debe ser constante, a pesar de las amplias variaciones en el consumo de dichos electrodos, a medida que las válvulas varían en su rango dinámico de operación. La variación total de las válvulas 6146B en paralelo cae justo dentro de la capacidad de un regulador de tensión construido en base a válvulas reguladoras gaseosas tipo VR, siempre y cuando sea ajustado el consumo total al máximo permitido que es de 30 mA, cuando no hay señal aplicada a las válvulas del amplificador lineal.

De acuerdo al examen del esquema de la fig. 13, se advierte que la tensión regulada para las grillas pantalla de las válvulas 6146B se obtiene de una sola fuente común de alimentación, que proporciona las tensiones de placas y grillas pantalla, ésta última a través de dos válvulas reguladoras gaseosas tipo VR. La tensión total anódica es del orden de los 800 V, mientras que la de grillas pantalla es de 180 V, mediante una combinación en serie de una válvula OB2 (VR105) y OC2 (VR75). En la fotografía de la fig. 11 se observa una sola válvula VR, pero fue necesario agregar otra más posteriormente.

La pequeña fuente de alimentación que proporciona la tensión negativa de polarización para las grillas de control de las válvulas 6146B, se hace con la ayuda de un pequeño transformador T1 de filamento conectado en disposición invertida al secundario de 6,3 V de uno de los transformadores de la fuente de alimentación. Se utiliza el primario de 220 V para alimentar un rectificador de silicio D2 de 220 V, 100 mA y de 400 V de tensión inversa de pico (1N4004), con una sencilla configuración de filtro en "pi" formada por el resistor R7 de 1 Kohms, 1 W tipo carbón y los capacitores electrolíticos C23 y C24 de 32 μ F y de 350 V de aislación, conectados en disposición invertida, esto es, con el terminal

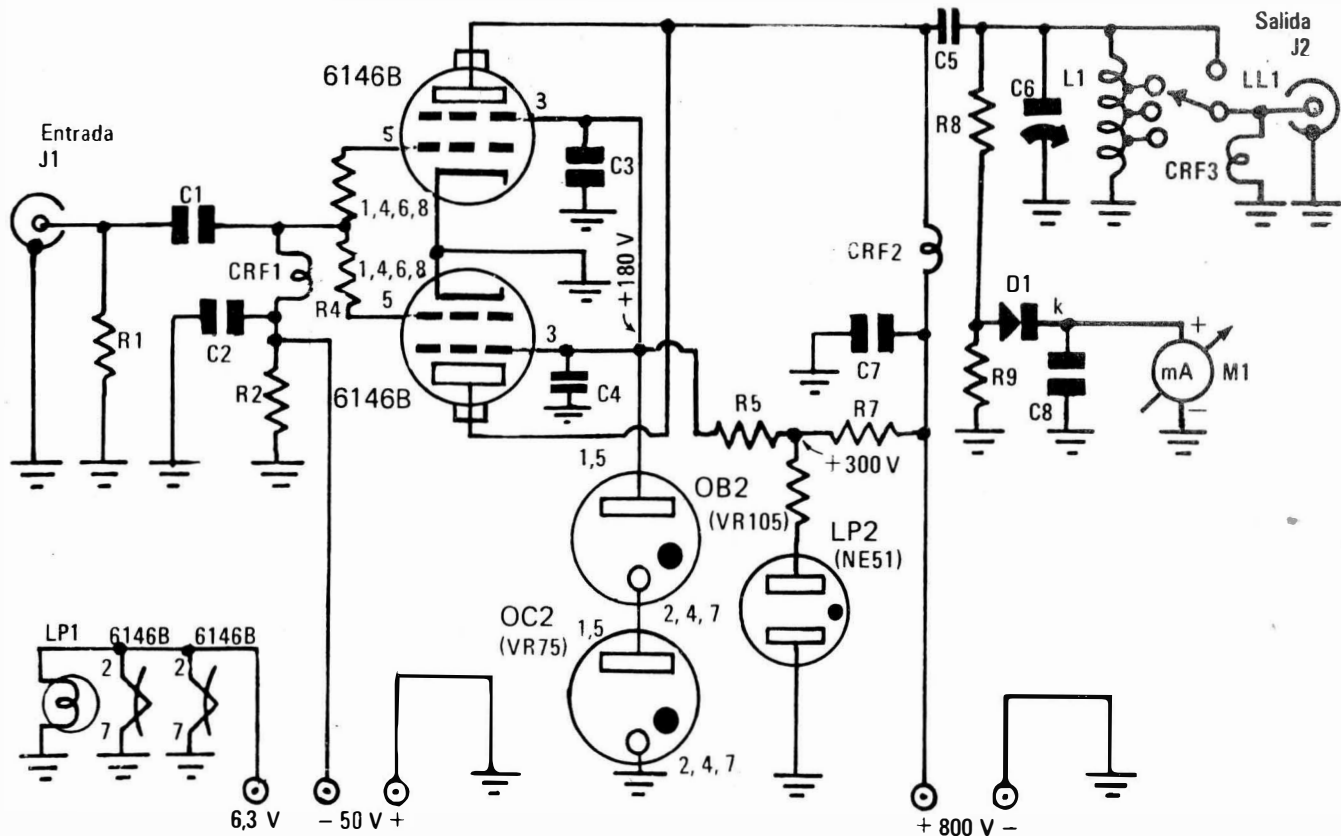


Fig. 13.- Esquema del amplificador lineal de RF LU8BF descrito. Se trata de un circuito amplificador en base a dos válvulas 6146B que funcionan en Clase AB1 como amplificadoras lineales de RF, cátodo a masa.

positivo a masa. El empleo de un potenciómetro de alambre R24 de 25 Kohms y de 2,5 W de disipación, permite ajustar la tensión negativa de grillas de polarización bajo la condición de *ausencia de señal* en grillas de control, de tal manera que el consumo en reposo anódico de cada válvula 6146B sea de aproximadamente la mitad de la disipación de placa establecida por el fabricante. Con 800 V en placas de dichas válvulas, el prototipo mío consume unos 50 mA para las dos válvulas 6146B, esto es, 25 W para cada válvula.

1.12. Circuito de grillas

Como se mencionara anteriormente, el circuito de grillas presenta la interesante característica de carecer de circuito sintonizado, reemplazándose el mismo por un resistor R1 de carbón (no inductivo), de unos 4 W de disipación y de un valor aproximado de 100 ohms. Se lo construye con dos resistores de 51 ohms, carbón, de 2 W de disipación cada uno, conectados en serie, que cargan las grillas de control de las válvulas 6146B. Empero, con un valor tan bajo para el resistor de grillas habrá que tener en cuenta los siguientes puntos:

a) El excitador de BLU deberá ser capaz de proporcionar suficiente tensión de RF con dicho resistor en el circuito, a fin de excitar al amplificador lineal en forma satisfactoria.

b) Desde el momento en que un valor tan reducido para dicho resistor de grillas elimina cualquier tendencia a hacer inestable el amplificador lineal, debido a pequeñas capacitancias internas grilla/placa, no se requiere neutralización en el amplificador lineal, incluso funcionando éste en frecuencias del orden de los 28 Mhz.

c) El pequeño valor de impedancia de grillas previene cualquier posibilidad de oscilaciones parásitas. Aún sin instalar supresores parásitos, el amplificador lineal examinado resulta completamente estable en todas las bandas de funcionamiento.

d) Por medio del resistor R1 de 100 ohms en el circuito de grillas de control de las válvulas 6146B, se carga el amplificador de RF Clase A del excitador de BLU, mejorándose

su linealidad. Además, si por cualquier motivo se llegara a sobreexcitar el amplificador lineal, con la presencia de corriente de grillas, aún habrá un reducido cambio en la impedancia total de grillas. Esto asimismo deja dividendos al mejorar las características de rendimiento del excitador de BLU.

No obstante, todas estas ventajas no son gratis y para lograrlas, el excitador de BLU deberá ser capaz de proporcionar *por lo menos* una potencia útil de 6 W, a fin de poder desarrollar el pico de 35 V en grillas de control con el resistor R1 de 100 ohms, que se desempeña como carga. En mi caso particular, empleé para todas las pruebas un excitador comercial de BLU marca "Central Electronics" modelo 20A y no tuve problemas de clase alguna en este respecto, pero hay muchos excitadores de BLU que tienen una válvula 6AG7 ó 6CL6 en la etapa amplificadora final Clase A. Con estos tipos de válvulas se puede esperar unos 4 W de potencia útil de RF de BLU. En estos casos, a fin de poder excitar el amplificador lineal descrito en forma satisfactoria, el valor del resistor R1 deberá aumentarse a 150 ohms (dos resistores de 75 ohms, carbón, de 2 W de disipación cada uno, conectados en serie), lo que no presenta dificultad alguna, ni se traducirá en efectos perniciosos en el funcionamiento normal de la unidad.

Durante las pruebas iniciales, llegué a emplear valores de hasta 500 ohms, sin notar modificación alguna en el funcionamiento del amplificador lineal, aún en 28 Mhz. Esto muestra a las claras las ventajas y flexibilidad del diseño de la fig. 13 para el poseedor de un pequeño excitador de BLU casero o de manufactura comercial.

El amplificador lineal examinado fue originalmente diseñado para ser usado como amplificador de banda única. Sin embargo, empleando una llave LL1 y una bobina de placas L1 con derivaciones apropiadas, es posible utilizar la unidad en varias bandas con buenos resultados. En operación multibanda, con mi prototipo, no he tropezado con problemas de inestabilidad, siendo el funcionamiento completamente normal.

1.13. Consideraciones técnicas acerca del circuito LU8BF

Con el fin de lograr un resultado satisfactorio, el valor máximo del capacitor variable de ánodos C6 deberá ser de 220 pF como mínimo. Esto permitirá mantener un adecuado Q para el circuito sintonizado, a fin de que las válvulas 6146B queden estabilizadas. La bobina L1 (que aparece claramente en la fotografía de la fig. 11) se extrajo de un equipo de sobrante de guerra, un transmisor vetusto ARC-5 que cubría el rango comprendido entre 4,0 a 5,5 Mhz, de la cual fueron variadas el número de espiras, permitiendo un correcto funcionamiento en 3,5 Mhz.

Con el objeto de permitir a los radioaficionados interesados en construir el amplificador lineal LU8BF, una base sólida por donde comenzar, se pueden efectuar los siguientes cálculos para determinar la correcta elección de valores adecuados para L1 y C6, según las diferentes bandas de operación, de acuerdo al valor máximo para la intensidad de la corriente de placas:

Ep	800 V
Eg2	180 V
Ip máxima (por válvula) (señal única)	110 mA

Entonces, se tiene:

- a) La potencia de entrada (P1) por válvula será igual a

$$\frac{800 \times 110}{1000} = 88 \text{ W}$$

- b) La intensidad de corriente máxima de placa por válvula será de (Ep máx.):

$$3,1416 \times 110 = 345,5 \text{ mA}$$

- c) De las curvas características de placa de la válvula 6146 (Manual RCA TT5 págs. 184/185, edición en inglés, 1962) se observa que este consumo máximo de placa se produce cuando la tensión de grilla es cero y en este punto, la tensión efectiva mínima de ánodo es de aproximadamente 45 V.

d) En consecuencia, la potencia de salida será aproximadamente igual (calculando un 75% de eficiencia, que es lo normal en este caso) a:

$$\frac{0,75 (800 - 45) \times 110}{1000} = 62,28 \text{ W por válvula}$$

o sea, de $62,28 \times 2 = 124,5 \text{ W}$ en total.

e) La disipación de placa para cada válvula será de:

$$88 - 62,28 = 25,72 \text{ W}$$

f) La resistencia de carga de placa efectiva para una sola válvula será igual a:

$$\begin{aligned} (E_p - \text{Efectiva mínima placa}) \times 1000 + 0,5 I_p &= \\ = \frac{(800 - 45) \times 1000}{150} &= 5033 \text{ ohms} \end{aligned}$$

Para dos válvulas en paralelo, la resistencia efectiva de carga será entonces igual a:

$$\frac{5033}{2} = 2516 \text{ ohms}$$

g) Para que el diseño de un circuito sintonizado sea óptimo, el Q del mismo deberá ser de 12. Entonces, la reactancia del capacitor variable del circuito sintonizado a resonancia será de:

$$X_c = \frac{R_{ec}}{Q} = \frac{2516}{12} = 209 \text{ ohms}$$

h) A una frecuencia de 3,5 Mhz por ejemplo, el valor efectivo para resonancia de dicho capacitor variable será igual a:

$$C_{(pF)} = \frac{1000000}{2 \times 3,1416 \times f \times X_c} =$$

$$C_{(\text{pF})} = \frac{1000000}{6,28 \times 3,5 \times 209} = 217,6 \text{ pF}$$

i) Conociendo el valor requerido para C6, será fácilmente posible determinar el valor de inductancia necesario:

$$L_{(\mu\text{H})} = \frac{25330}{f^2 \times C} =$$

$$L_{(\mu\text{H})} = \frac{25330}{(3,5)^2 \times 217,6} =$$

$$L_{(\mu\text{H})} = \frac{25330}{12,25 \times 217,6} = 9,5 \mu\text{H}$$

j) Con el objeto de cubrir enteramente la banda de 80 m, el capacitor variable tendrá que ser capaz de llegar a una capacitancia máxima de 220 pF. En la práctica, se podrá utilizar un capacitor variable de un valor máximo comprendido entre 220 a 240 pF. Si no es posible hallar uno de este tipo, se podrá emplear otro de menor capacitancia máxima, por ejemplo, 150 pF, cubriendo el resto de capacitancia con capacitores fijos, incluyendo las capacitancias ofrecidas por las válvulas y las distribuidas propias del circuito. Esto sería una buena solución para el caso de que el amplificador lineal funcione únicamente en bandas de 14, 21 y 28 Mhz, con ocasionales incursiones en 3,5 Mhz, La aislación entre placas de C6 debe ser de 1500 V como mínimo.

1.14. Puesta en marcha y funcionamiento

Si se examina la fotografía de la fig. 11 que muestra el amplificador lineal visto por su parte trasera, se podrá apreciar a la izquierda de dicha fotografía los componentes del circuito sintonizado de placas de las válvulas 6146B.

Completamente a la izquierda aparece el capacitor variable C6, un tipo de 220 pF, de 1500 V de aislación, montado con pequeños aisladores de porcelana sobre el chasis; luego se encuentra la bobina L1, ubicada en forma vertical, con el capacitor fijo C5 en la parte superior de la misma y, situada entre la bobina mencionada L1 y las dos válvulas 614B, se halla la llave LL1, ubicada sobre el panel delantero, que selecciona las derivaciones hechas en la bobina de placas L1, en las espiras 2, 3 y 4, contadas desde la base de la misma. Estas derivaciones para L1 serán satisfactorias para adaptación con una línea asimétrica coaxil de 70 ohms

CONSTRUCCION DE LA BOBINA L1

L1 (3,5/7/14/21/28 Mhz) 14 espiras de alambre de cobre plateado de 1,29 mm de diámetro (alambre N° 16), espaciadas en tres secciones como muestra la fig. 15, de 39, 18 y 14 mm, con una longitud total del bobinado de 69 mm, sobre una forma de porcelana de 4,4 cm de diámetro interior; derivaciones a la 2, 3 y 4 espiras.

de impedancia característica (cable coaxil RG-11/U). A propósito de esta bobina L1, la fig. 15 muestra cómo se debe construir la misma, devanando 14 espiras de alambre de cobre plateado o esmaltado N° 16 (1,29 mm de diámetro), espaciadas en tres secciones, con una longitud total del bobinado de 6,9 cm, sobre una forma de porcelana de 44 mm de diámetro interior.

Si se dispone de una línea bifilar abierta o de dieléctrico de polietileno hasta la antena, dejando un trozo de línea asimétrica coaxil de 70 ohms, desde la salida del amplificador lineal (receptáculo J2) hasta el eslabón de acoplamiento de la unidad de acoplamiento de antena, se continúa desde dicha unidad a la antena por medio de una línea bifilar equilibrada. Dicha disposición tiene la ventaja de que permite insertar un medidor para la ROE para ajustes en el sistema antena/línea de transmisión.

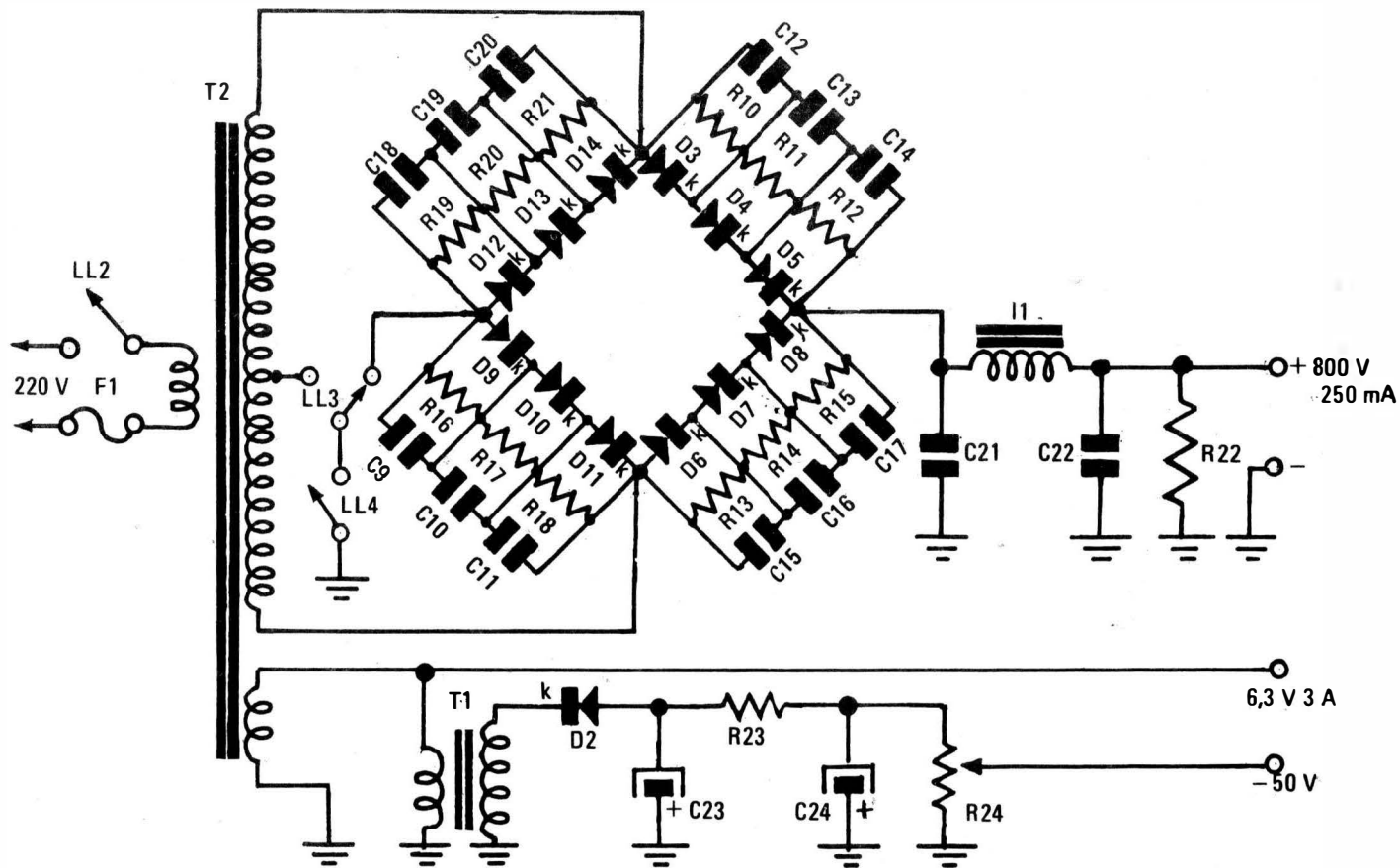


Fig. 14.- Fuente de alimentación para el amplificador lineal de RF LU8BF.

Al hacer funcionar el amplificador lineal, habrá que tener bien en cuenta que la operación de las válvulas 6146B con la tensión de grilla pantalla aplicada, sin estar la AT anódica conectada, provocará irreparable daño a dichas válvulas del amplificador lineal, aunque sea por poco tiempo. Entonces, es sumamente recomendable utilizar una fuente de alimentación única para el amplificador lineal, que proporcione la AT para las placas y grillas pantalla al mismo tiempo; estas últimas con el regulador de tensión formado por la combinación de válvulas tipo VR. Al aplicar tensión de filamento, cerrando la llave LL2, se conecta al mismo tiempo la tensión negativa de polarización de grillas, proveniente de la pequeña fuente de alimentación fija, que se ha construido en el mismo chasis del amplificador lineal. Esta es una buena técnica.

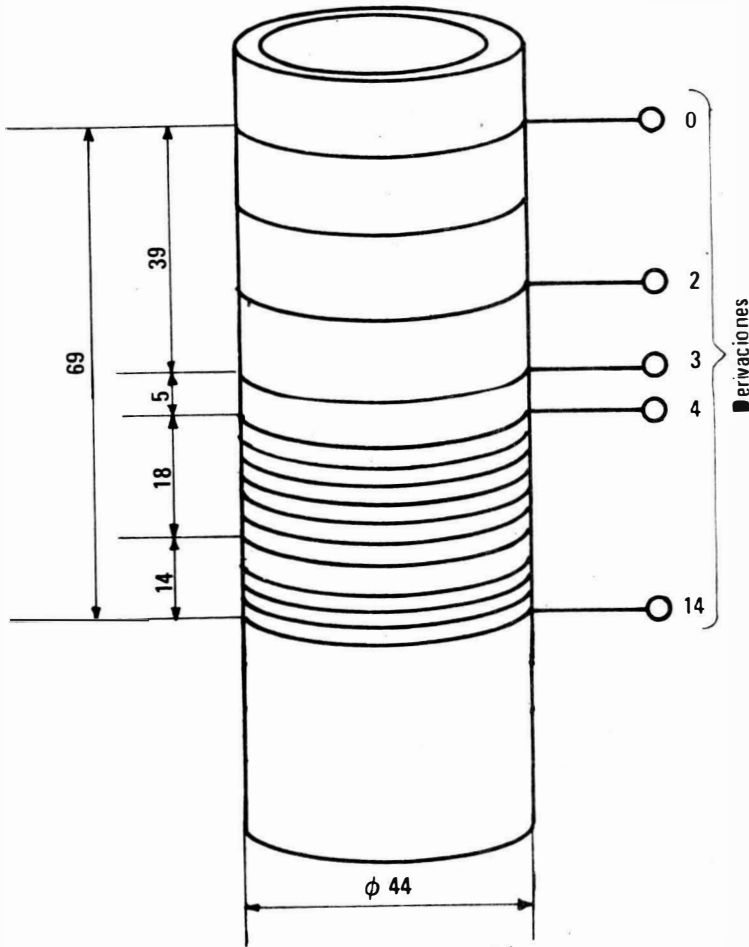
Cerrando la llave LL4, se aplica AT al amplificador lineal. Se puede escoger, mediante la llave LL3, de un potencial de AT de 800 V (posición *alta* de LL3) o de 400 V (posición *baja* de LL3), lo que permitirá realizar los ajustes con mayor flexibilidad, e inclusive cuando se comunica con un correspondiente relativamente cercano y no se necesita toda la potencia de salida, lo que permitirá ahorrar corriente eléctrica.

La fuente de alimentación utiliza un transformador T2 con un secundario de 800 V efectivos con punto medio, a 250 mA. Un transformador de alimentación de los que se empleaban en televisores podrá servir, siempre y cuando entregue entre 800 y 900 V efectivos en su secundario de AT. El circuito rectificador es de configuración en puente, con cada rama formada por tres diodos de silicio 1N4007, protegidos adecuadamente con resistores de carbón de 470 Kohms, 1 W y capacitores fijos de 0,01 μ F a 600 V de aislación, contra transitorios y para equalizar las características eléctricas del circuito rectificador.

Se podrá conectar un instrumento de 0-1 mA entre el extremo del inductor de RF CRF1 y la fuente fija de polarización de grillas, a fin de tener una indicación visual en todo momento de la existencia de corriente de grilla. Sin embargo, no es una medición esencial, ya que el diseño del amplificador lineal examinado, aunque calculado para funcionamiento en Clase AB1, resulta bastante tolerante a excursiones reducidas en la región de corriente de grilla.

Consecuentemente, no se podrá advertir deformación si ésto sucede.

La indicación máxima de intensidad anódica exhibida por un instrumento de placas, dependerá de la constante de tiempo del miliamperímetro en cuestión, características de energía de la forma de onda vocal, etc. El mejor procedimiento para ajustar el amplificador lineal en forma correcta, es utilizando



Nota: Todas las dimensiones están dadas en milímetros

Fig. 15.- Forma de construir la bobina L1 del circuito sintonizado de placas de las válvulas 6146B del amplificador lineal de RF LU8BF.

un osciloscopio y la prueba de doble tono⁴. Con mi prototipo, se producen variaciones comprendidas entre 125 y 150 mA con niveles promedio vocal y esto es normal dentro del límite de un funcionamiento correcto. La intensidad máxima de placas con tono fijo a la entrada es de 220 mA (condición de sintonía).

1.15. Construcción del amplificador lineal LU8BF

El amplificador lineal examinado ha sido construido usando un chasis de aluminio de 1,5 mm de grosor, que mide 26,5 por 12,5 cm. provisto de un panel frontal del mismo material de 32 por 15 cm, que se puede apreciar en la fotografía de la fig. 11.

Sobre el particular, las fotografías de las figs. 11 y 12, permitirán observar con lujo de detalles no solamente la construcción de la unidad, sino también la distribución de los componentes sobre el chasis. Por ejemplo, se han perforado tres agujeros de 28 mm de diámetro para acomodar los zócalos de las válvulas 6146B en las esquinas de un hipotético triángulo equilátero. Solamente se emplean dos, mientras que el tercero aparece cubierto por un trozo de aluminio perforado, ya que en futuras pruebas permitirá agregar una tercera válvula 6146B con lo que se espera se podrá aumentar la potencia de salida útil en un 30%.

El inductor de RF, marcado CRF2 en el esquema, de placas 6146B, es un tipo de 1 mH, 500 mA, que se aprecia colocado entre los zócalos de las válvulas finales en la parte superior del chasis en la fotografía de la fig. 11. Está montado sobre un aislador de porcelana del tipo pasante de 3 cm de altura y está cubierto en parte por las válvulas 6146B. En la parte trasera del chasis se han montado dos receptáculos coaxiales hembra SO-239 para la entrada y salida del amplificador lineal, marcados respectivamente J1 y J2. En el medio de los mismos, se advierte una ficha macho tipo Amphenol de 6 patas destinada a las conexiones de la fuente de alimentación del amplificador lineal. En este sentido es preferible por razones de seguridad, que la ficha hembra se halle

⁴ Ver llamada 2, pág. 30.

conectada con la manguera que va a la fuente de alimentación, ubicando la ficha macho en el chasis del amplificador lineal.

Las válvulas tipo VR se han ubicado al costado del chasis opuesto al del circuito sintonizado de placas, ya que las mismas no deben estar sujetas a la influencia de campos electromagnéticos de RF, ya que de lo contrario, su funcionamiento será seriamente afectado.

Dos lamparitas piloto, utilizando ojos de buey, han sido emplazadas en el panel frontal, en la parte inferior del chasis. Una, de color verde, indica que la tensión de filamento y de polarización negativa de grillas están aplicadas, mientras que la restante, de color rojo, una lamparita neón NE51, se enciende mediante la AT de grillas pantalla, por medio de un resistor de 100 Kohms, carbón, de 1/2 W de disipación, marcado R6 en el esquema de la fig. 13.

LISTA DE VALORES

(Amplificador lineal LU8BF, cátodo a masa fig. 15)

<i>C1, C3, C4, C8, C9, C10, C11,</i>	
<i>C12, C13, C14, C15, C16, C17</i>	
<i>C18, C19, C20</i>	0,01 μ F, cerámica, 600 V
<i>C2</i>	0,1 μ F, papel, 600 V
<i>C5</i>	510 pF, mica, 1500 V
<i>C6</i>	220 pF, variable a eje, dieléctrico de aire, 1500 V aislación
<i>C7</i>	0,001 μ F, mica, 1000 V
<i>C21, C22</i>	8 μ F, al aceite, 1500 V
<i>C23 C24</i>	32 μ F, electrolítico, 350 V
<i>R1</i>	100 ohms, 4 W, carbón (ver texto)
<i>R2</i>	6.8 Kohms, 1 W
<i>R3, R4</i>	100 ohms. 1/2 W
<i>R5</i>	2,5 Kohms, alambre, 10 W
<i>R6</i>	100 Kohms. 1/2 W
<i>R7</i>	5 Kohms, alambre, 15 W
<i>R8</i>	10 kohms, 1 W
<i>R9, R23</i>	1 Kohms, 1 W

<i>R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21</i>	270 Kohms, 1 W
<i>R22</i>	50 Kohms, alambre, 75 W
<i>R24</i>	25 Kohms, potenciómetro de alambre, 2,5 W sin llave
<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 6,3 V, 1 A, conectado en disposición invertida
<i>T2</i>	Primario 220 V a secundario 400-0-400 V, 250 mA y 6,3 V, 3 A, 3000 V aislación
<i>D1</i>	1N34A, 0A95, etc.
<i>D2</i>	1N4004, 400 V TIP, 1 A
<i>D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D13, D14</i> ..	1N4007, 1000 V TIP, 1 A
<i>LP1</i>	Lamparita piloto 6,3 V, 250 mA
<i>LP2</i>	Lamparita neón NE 51
<i>CRF1</i>	1 mH, 125 mA
<i>CRF2, CRF3</i>	1 mH, 250 mA
<i>LL1</i>	Llave conmutadora, 4 posiciones, 5 contactos, sobre porcelana
<i>LL2, LL4</i>	Llave unipolar de corte 220 V, 3 A
<i>LL3</i>	Llave conmutadora, 1 polo, 2 posiciones, sobre porcelana
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239
<i>M1</i>	Instrumento 0-1 mA
<i>II</i>	Inductor de filtro 5 Hy, 200/300 ohms, 250 mA

De la fotografía de la fig. 12 se puede observar perfectamente la posición de los elementos principales en la parte inferior del chasis y del conexionado interno del amplificador lineal. El único componente que *no* debe ser soldado definitivamente en su lugar, es el resistor R2 de 6,8 kohms, ya que si durante las pruebas preliminares la tensión negativa de polarización de grillas es demasiado alta (evidenciada esta situación por un consumo en reposo de placas muy bajo) dicho resistor deberá tener un valor más reducido, por ejemplo, 5,6 ó 4,7 Kohms. Por el contrario, si la tensión negativa

de polarización de grillas es muy baja, dicho resistor podrá tener un valor más elevado, como 8,2 Kohms. En la práctica resulta mucho más sencillo ajustar al valor requerido la tensión negativa de polarización de grillas, para que el consumo de las válvulas 6146B sea de 50 mA en reposo (sin señal) mediante el potenciómetro de alambre de 25 Kohms, marcado R24 en el esquema de la fig. 13.

Finalmente, se deberá verificar la tensión de alimentación que reciben las grillas pantalla de las válvulas 6146B, de manera que la intensidad de las mismas no exceda 30 mA a través de las válvulas tipo VR. Esto depende del resistor de alambre R7, que debe ser un tipo de 5 Kohms, de 15 W de disipación, provisto de bridas corredizas, para permitir su ajuste al valor deseado.

Obsérvese que no se han empleado instrumentos de medición fijos en el amplificador lineal descrito; durante las

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO TÍPICAS DE DOS VALVULAS
6146B COMO AMPLIFICADORAS LINEALES DE RF CLASE AB1
PARA SEÑALES DE BLU

Ep	800/850 V
Ip	50/220 mA
Eg1	-50 V
Eg2	180 V
Pot. exc.	0/5 W
Pot. sal.	0/90 W (a 75% eficiencia)
Pot. entrada PaP	176 W

pruebas preliminares, los consumos de placas y grillas de las válvulas 6146B fueron verificados por medio de un multímetro de 20 Kohms por volt. Al llegar a los valores correctos, se tomó nota de la indicación proporcionada por el sencillo medidor de salida relativa de RF que aparece conectado sobre el circuito de salida en "pi" de las válvulas 6146B, formado por los resistores R8 y R9, el diodo D1 y el capacitor fijo de paso C8, en conjunción con el instrumento M1 de 0-1mA. Este sistema permite el ajuste de la unidad

CARACTERISTICAS DINAMICAS DE DOS VALVULAS 6146B COMO AMPLIFICADORAS LINEALES CLASE AB1 PARA SEÑALES DE BLU			
Condición	Ig (mA)	Ip (mA)	Salida RF (W)
Consumo en reposo	1 a 2	50	0
Salida pico máxima, tono o silbido	3	220	132
Picos normales de modulación vocal	2	150	90
Modulación vocal normal	1,5	50/125	0/75

descripta de tal manera que se obtenga la máxima salida de RF, teniendo cuidado de no sobrepasar la disipación de placas de las válvulas utilizadas.

El amplificador lineal LU8BF examinado aquí proporcionará una buena señal de RF en BLU de acuerdo a la potencia de entrada aplicado al mismo, sin problemas. Aunque se hubiera podido lograr una pequeña mejora en la eficiencia empleando amplificación en Clase AB2, ello no obstante significará un aumento en los productos de deformación; por otra parte, 4 ó 5 W PaP de potencia de excitación en BLU no son difíciles de obtener de un excitador típico.

CAPITULO II

2.1. Generalidades sobre amplificadores lineales CGM para BLU

A medida que se aumenta la frecuencia de operación (tratándose de amplificadores de RF) incrementa asimismo la importancia de la neutralización. En FME un alambre recto de conexión presenta una cierta inductancia y dos superficies cualesquiera metálicas pueden presentar una capacitancia lo suficientemente importante como para afectar el funcionamiento normal del amplificador.

Si bien trabajando en FE tales inductancias y capacitancias son pequeñas y se las puede despreciar la mayor parte de las veces en la práctica, en FME son considerables y deben ser tenidas en cuenta. En efecto, a una frecuencia de 100 Mhz o superior, casi todas las combinaciones de alambres y superficies metálicas pueden constituir un circuito sintonizado que produzca oscilaciones parásitas capaces de alterar el funcionamiento del amplificador de RF.

Por ésto, la neutralización no solamente se hace necesaria, sino que también resulta más difícil, especialmente cuando se utilizan triodos, dadas sus relativamente elevadas capacitancias interelectrónicas.

Un circuito amplificador de grilla a masa, permite el empleo de un triodo en FME, ya que proporciona una efectiva neutralización sin necesidad de un capacitor de neutralización. Por ello, este tipo de configuración resulta tan usado en las regiones muy altas del espectro radioeléctrico y asimismo, como amplificador lineal de BLU.

No solamente se pueden emplear triodos en este circuito CGM, sino también tetrodos y pentodos, haciéndoles funcionar como triodos de alto μ con sus grillas auxiliares y supresora conectadas a la grilla de control. Así, por ejemplo, tipos 6JB6, 6JE6, 6KD6, 6LQ6 y 6LF6. Pero no tipos

6DQ6 o 6HF5, ya que estos tienen las placas deflectoras (G3) unidas internamente al cátodo en el interior de la ampolla de vidrio.

Un circuito básico de amplificador lineal de RF CGM se representa en la fig. 16. La señal de entrada se aplica entre cátodo y grilla y se toma la salida entre la placa y la grilla de control. Esta resulta al mismo potencial de masa en lo que a RF se refiere, en virtud del capacitor fijo conectado entre dicho electrodo y masa.

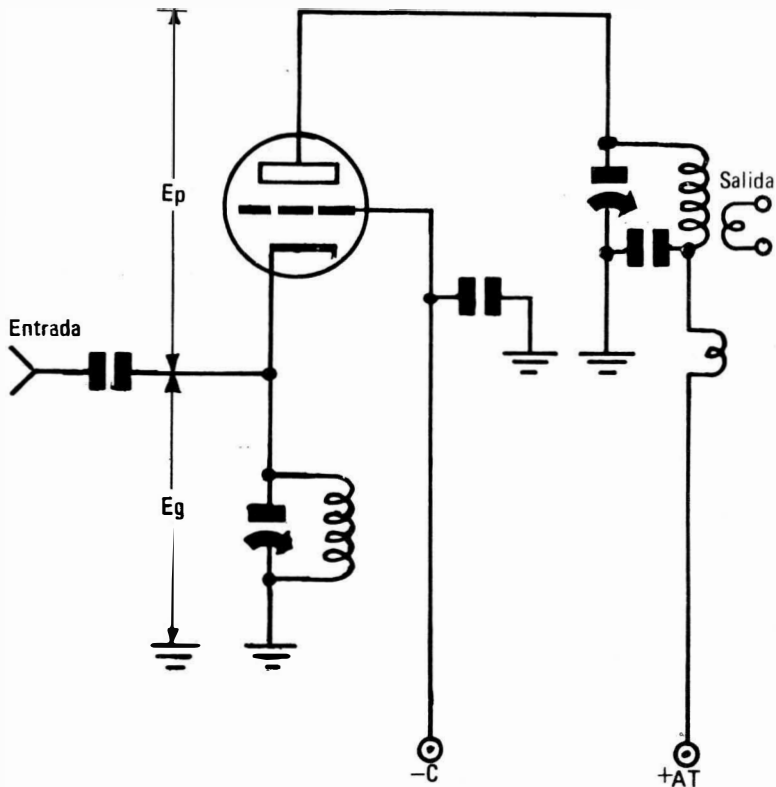


Fig. 16.- Circuito básico de un amplificador lineal de RF configuración grilla a masa (CGM).

La grilla de control conectada a masa separa la placa del cátodo, desempeñándose como la grilla pantalla de un tetrodo. Además, la verdadera capacitancia interna entre placa

y cátodo es considerablemente menor que la capacitancia entre la placa y la grilla de control de una válvula amplificadora dispuesta en CGM, de manera que la realimentación entre la entrada y la salida encuentra una alta impedancia. Por ello, los triodos empleados en este tipo de circuito CGM no requieren por norma general ser neutralizados.

Se puede disponer de un tetrodo en un circuito CGM, dándole a la grilla pantalla un potencial adecuado, desempeñándose como un blindaje adicional, disminuyendo además los requisitos de excitación. Al igual que la grilla de control, la grilla pantalla está derivada a masa por un capacitor fijo, en lo que a RF se refiere. Empero, el circuito demanda una AT bien regulada para la grilla pantalla, lo que aumenta la complejidad del mismo, sin muchas diferencias prácticas.

La impedancia de entrada del amplificador lineal CGM consiste en una capacitancia en paralelo con una resistencia equivalente, representando la potencia suministrada por la fuente de excitación de la grilla y a la carga. Esta resistencia tiene un valor de unos pocos cientos de ohms.

La impedancia de salida, despreciando las capacitancias interelectrónicas, es igual a la resistencia de placa de la válvula, al igual que en el caso convencional del amplificador lineal cátodo a masa.

El amplificador lineal CGM se caracteriza por una comparativa baja impedancia de entrada y una relativa alta potencia requerida para su excitación. Empero, descontando la potencia de excitación necesaria para el funcionamiento normal del amplificador, el resto de la misma pasa al circuito de salida y entra a formar parte de la potencia de salida.

2.2. Excitación

En efecto, un inconveniente de este tipo de circuito CGM es que la potencia de excitación requerida es varias veces mayor que la que se necesita para impulsar a un amplificador lineal de circuito más convencional, como en el caso del amplificador lineal cátodo a masa. Eso sucede, ya que ambas corrientes, la de placa y grilla, circulan por el circuito de cátodo a masa. La potencia de excitación debe ser igual a

$$P_{exc.} = E_g (I_g + I_p)$$

Como la señal de salida se desarrolla entre la placa y cátodo, la potencia de excitación entra a formar parte del circuito de salida. En efecto, la tensión de excitación se suma a la de placa para determinar en conjunto la potencia total que pasa a la placa, esto es, $P_o (sal.) = I_p (E_p + E_g)$. Esta es una ventaja digna de ser considerada.

Otra ventaja que ofrece el amplificador lineal CGM es, como se manifestó anteriormente, la baja impedancia que presenta en la entrada, del orden comprendido entre los 50 a 200 ohms.

2.3. Circuito de filamento

En el amplificador lineal CGM, el cátodo debe estar aislado en lo que a RF se refiere, de masa. Con algunas válvulas de calentamiento indirecto, la baja capacitancia filamento a cátodo puede proporcionar muchas veces la aislación necesaria para mantener a la RF fuera del circuito de corriente alternada de filamento. Pero con muchos tipos de válvulas, especialmente de calentamiento directo, cuya intensidad de filamento es elevada, se presentan dificultades en la práctica. En estos casos se pueden emplear inductores de filamento independientes. Actualmente, la técnica moderna aconseja utilizar un inductor hecho en forma bifilar sobre una forma de ferrita. También se puede apelar a un circuito sintonizado, formando el inductor con un conductor aislado que corre por el interior de un caño de cobre, como muestra la fig. 17. En este caso, un capacitor variable sirve para cubrir una o dos bandas de operación. Si se desea funcionamiento multi-banda, se puede usar un circuito de entrada en configuración "pi" con una bobina provista de derivaciones apropiadas.

2.4. Circuito práctico de amplificador lineal CGM

Examínese un circuito CGM especialmente adecuado para un amplificador lineal de cierta potencia de salida, para señales

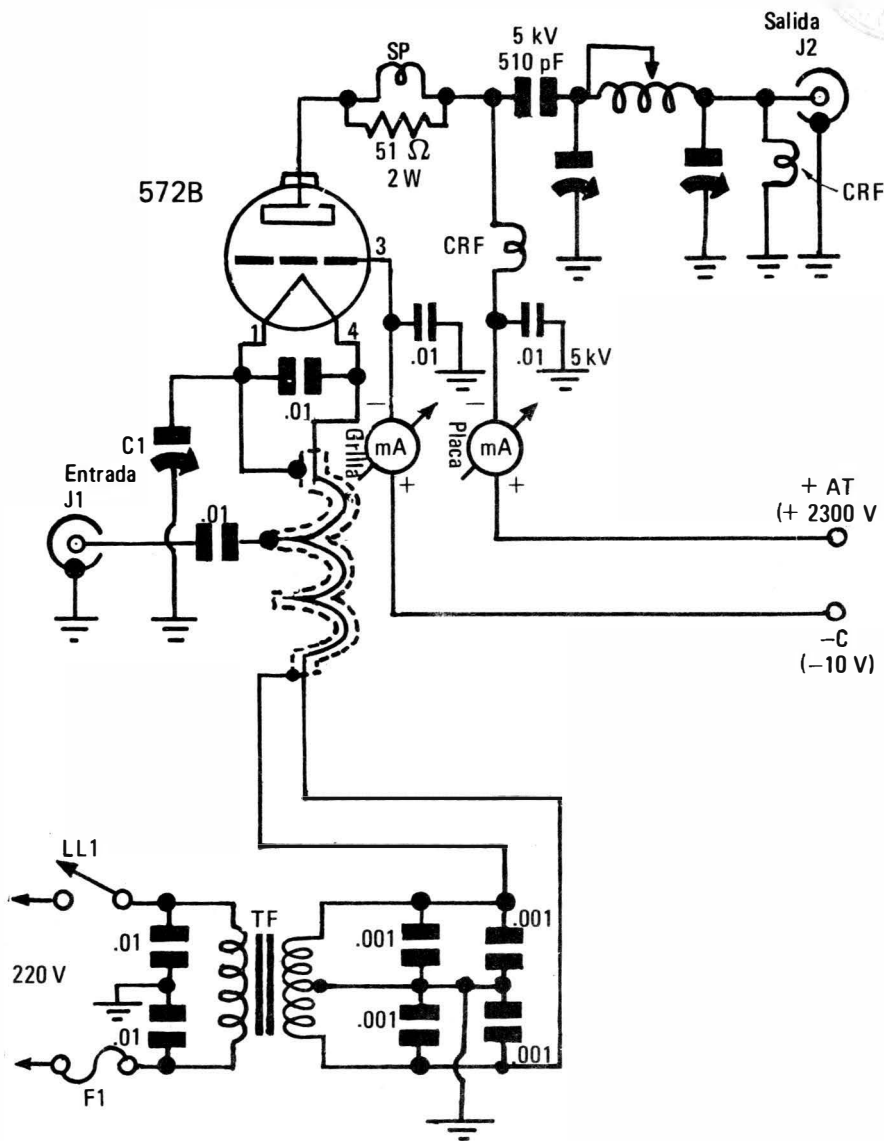


Fig. 17.- Amplificador lineal de RF, CGM con una válvula 572B. El empleo de un circuito sintonizado en la entrada permite no solamente una mejor adaptación de las impedancias del excitador y del amplificador lineal de RF, sino también disminuir los productos de deformación que se generan en el amplificador cuando se trabaja con señales de BLU.

de BLU, que emplea un triodo tipo 572B. Primero, la salida deberá estar separada completamente de la entrada, por lo que cada sección estará alojada en compartimientos individuales. Las conexiones que llevan AT y filamento, deberán estar provistas de capacitores fijos pasantes, a través de los blindajes. Segundo, el problema que representa el filamento, que debe estar a un alto potencial de RF con relación a masa y al mismo tiempo suministrar la tensión de filamento adecuada, se resuelve utilizando un devanado bifilar en forma de inductor que ofrece una alta reactancia a la RF y junto con el capacitor variable C1 forma un circuito sintonizado de alta impedancia, el que mantiene a los dos polos del circuito de filamento al potencial de RF. Así se mantiene el filamento al potencial de RF y se evita que la fuente de filamento ponga a ésta a masa.

Dicho inductor de filamento en la práctica se hace con un trozo de caño de cobre de 4,1 mm de diámetro, haciendo correr un trozo de alambre de cobre aislado por su interior, dependiendo su diámetro de la intensidad de la corriente de filamento; para una o dos válvulas 572B en paralelo, un trozo de alambre de cobre esmaltado de 2 mm de diámetro es adecuado. Ambos extremos del filamento se mantienen al mismo potencial de RF debido al alto acoplamiento que proporciona el devanado bifilar. El conductor interior debe estar aislado del externo a fin de evitar un cortocircuito para la tensión de filamento de baja frecuencia. Es mejor no confiar en el esmalte del alambre de cobre y colocar a éste un forro aislante de tela, jamás plástico. El transformador de filamento TF tiene derivación central y funciona al potencial de masa en lo que a RF se refiere.

El supresor parásito está formado por un inductor pequeño de 3 espiras de alambre de cobre plateado de 1,63 mm de diámetro, devanadas sobre un resistor de 51 ohms, carbon, de 2 W de disipación.

En funcionamiento, la intensidad de grilla debe ser prácticamente nula, 1 ó 2 mA, de acuerdo a la excitación y a la carga de antena. Jamás debe pasar los 10 mA. En condición de funcionamiento en BLU fluctuará levemente de acuerdo con la modulación vocal. La intensidad de placa en reposo estará por los 35 mA, de acuerdo a la tensión negativa de polarización de grilla. En los picos llegará a un promedio

de los 90 mA, lo que significan 125 W de salida en los puntos máximos de modulación vocal. En el ajuste con tono único (silbido) el pico máximo será de 150 mA. La corriente de placa deberá fluctuar con modulación vocal entre 40 y 110 mA con 2300 V en ánodo. El asunto se pone interesante cuando se emplean dos válvulas 572B en paralelo, ya que la potencia útil de salida es del orden de $\frac{1}{2}$ kW en CC y de los 300 W PaP en BLU durante picos máximos de modulación vocal, a un 60% de eficiencia.

2.5. Válvulas recomendadas para amplificadores lineales CGM

La tabla adjunta de la fig. 18 muestra varios tipos de válvulas de transmisión recomendados por mi experiencia con el tema para amplificadores lineales CGM, para BLU. Se las detalla según su disipación de placa. Se establecen las condiciones de funcionamiento típicas, con los requerimientos de excitación en condición dinámica, potencia de entrada PaP y potencia útil de salida (pico máximo) y de tono único (silbido) esto es, condición de sintonía u OC a 60% de eficiencia. Los tipos 4CX250B o 4CX300B deben estar dispuestos con las grillas de control unidas a los cátodos, tal como recomendara en un artículo⁵, para evitar daños a las válvulas en el circuito CGM (ver 2.29).

2.6. Ventajas e inconvenientes de amplificadores lineales de RF CGM

La mayoría de las válvulas de transmisión tipo triodo poseen una estructura de grilla y conexiones internas dispuestas de tal manera, que se logra una capacitancia cátodo (o filamento) a placa de un valor sumamente bajo, cuando la grilla de control está derivada directamente a masa, desempeñándose la misma como un blindaje efectivo entre cátodo (o filamento) y placa, de manera similar como la grilla

⁵ Moreno Quintana (h), L. M. "Un Eficiente Amplificador Lineal", *Radio-Práctica*, Nos. 1247/1248, 20/27 de julio de 1974.

**TIPOS DE VALVULAS RECOMENDADAS PARA AMPLIFICADORES DE RF LINEALES CGM
(CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO TÍPICO)**

TIPO	Disipación de placa (W)	Ep (V)	Ip (mA)	GI (V)	Igl (mA)	Excitación (W)	Potencia de entrada (W) (PaP)	Potencia de salida máxima tono o silbido (W al 60%)	Notas
6JE6 (X4)	30	850	80/800	-25	-	50	680	408	(1), (2)
6LQ6 (X4)	30	900	160/800	-25	-	50	720	432	(1), (2)
811A (X2)	65	1250	54/350	0	112	50	437,5	262,5	
811A (X4)	65	1250	108/700	0	112	100	875	525	
203A (X2)	100	1500	60/350	-45	100	75	525	315	
8003 (X2)	100	1350	70/500	0	100	55	675	405	
4-125A (X1)	125	2000	20/210	0	110	40	420	252	(2)
805 (X2)	125	1500	148/400	-5	70	50	600	360	
813 (X2)	125	2500	40/450	0	100	100	1125	675	(2)
803 (X2)	125	2500	75/450	0	80	110	1125	675	(2)
572B (X2)	160	2300	75/300	-2	-	100	690	414	
4XC250B (X2)	250	2500	35/300	0	30	150	825	495	(3)
4-400A (X2)	400	2500	80/270	0	200	38	675	405	(2)
3-400Z (X1)	400	3000	100/333	0	120	32	999	599,4	
3-500Z (X1)	500	3000	100/370	0	115	30	1110	666	

Notas: (1): Requiere -25 V polarización. (2): Todas las grillas auxiliares unidas a la grilla de control. (3): Grilla supresora a masa; grilla de control unida al cátodo.

Fig. 18.

pantalla de una válvula tetrodo o pentodo de potencia funciona en esos tipos de válvulas.

Si se dispone de un triodo de esta clase en un circuito amplificador de RF CGM, tomándose las precauciones usuales para evitar las capacitancias distribuidas y el acoplamiento inductivo indeseable entre los circuitos de entrada y salida, se tendrá un amplificador lineal de potencia de RF muy estable, ideal para funcionar con señales de BLU, que no requiere neutralización.

En efecto, en FME donde muchas veces es difícil obtener una neutralización satisfactoria con circuitos convencionales, particularmente cuando se desea cubrir un margen de frecuencias amplio, el circuito CGM es el único medio que permite utilizar un triodo de potencia en un amplificador lineal de RF.

A causa de la gran cantidad de degeneración inherente al circuito CGM, se requerirá mucha más excitación que si la misma válvula fuera empleada en un circuito amplificador lineal común de cátodo a masa. Sin embargo, exceptuando las pérdidas normales por calor, la potencia adicional de excitación no se pierde, ya que aparece en el circuito de salida y se agrega a la carga. No obstante, se necesitará una etapa excitadora de cierta potencia para un amplificador lineal de RF CGM de determinada salida.

Prácticamente, con la excepción de las válvulas triodo de polarización cero, caracterizadas por un factor de amplificación muy elevado (y sobre las cuales volveré enseguida) los triodos de transmisión requieren para funcionar en un amplificador lineal de RF Clase B una tensión relativamente elevada de polarización negativa de grilla, que varía entre 50 y 300 V negativos, según los tipos de que se trate. Al respecto, la tabla de la fig. 53 resulta sumamente útil. Esto es ciertamente una desventaja, ya que es necesario usar una fuente fija de polarización negativa de grilla, cuya salida debe incluir una (o varias) válvula reguladora gaseosa tipo VR, de tal manera que dicha tensión negativa permanezca invariable. Pero, la existencia de numerosos triodos de polarización cero de grilla (805, 809, TZ20, TZ40, 811, 811A, RK-31, 833, 203Z, 572B, 3-400Z, 3-500Z, 3-1000Z, etc.) permite eliminar la necesidad de una fuente del tipo de la mencionada, cuando se emplea cualquiera de estos tipos de válvulas triodo de muy alto mu.

Resumiendo, la grilla de control se desempeña como un eficiente blindaje entre cátodo (o filamento) y placa, permitiendo eliminar la neutralización. La pequeña capacitancia entre placa y cátodo (o filamento) permite un mínimo de acoplamiento interno en frecuencias inferiores a 30 Mhz, cuando se utilizan válvulas tetrodo o pentodo de diseño antiguo o de sobrante de guerra, conectadas con sus grillas unidas entre sí y derivadas directamente a masa, funcio-

DIODOS ZENER EN AMPLIFICADORES LINEALES DE RF

Los diodos zéner parecen representar problemas para los radioaficionados, especialmente cuando desean determinar las conexiones correctas para uno de ellos. Cuando se emplea un VOM en la escala de ohms, la polaridad es generalmente la contraria a la indicada por el instrumento en las puntas de prueba (+ o punta roja es - y - o punta negra es +). Esto solamente se puede verificar con otro VOM o comprobando un diodo zéner que se sabe está marcado correctamente.

Es importante verificar previamente las conexiones de un diodo zéner antes de instalarlo, porque muchos fabricantes marcan sus productos diferentemente de otros y algunos diodos de este tipo que se pueden adquirir en plaza a precio reducido, están en el mercado especializado a esos precios ya que tienen marcas incorrectas.

La fig. 28 ilustra el símbolo y la representación gráfica de un diodo zéner tipo 1N3993, de 3,9 V y 10 W de disipación.

nando como triodos de alta mu, lo que permite el uso de válvulas tipo 803, 813, 814, 837, 850, 860, 865, 4/125A, 4/250A, 4/400A, etc., como se verá más adelante en esta obra, en 3.1 y siguientes.

2.7. Potencia de realimentación

Una buena cantidad de la potencia de excitación aparece en el circuito de placa del amplificador lineal de RF CGM



DISIPACION DE LOS DIODOS ZENER EN AMPLIFICADORES LINEALES DE RF

El régimen de disipación de un diodo zéner debe ser tal que permita pasar con seguridad la intensidad total de la corriente de cátodo de la válvula (o válvulas) empleadas en el amplificador lineal de RF.

Si por ejemplo, las cuatro válvulas 6JE6/6LQ6 del circuito de la fig. 22 toman una intensidad de pico de 100 mA por válvula, desde el momento en que el diodo zéner es de 12 V, aplicando la ley de Ohm se tiene que:

$$E \times I = \text{watts} = 12 \times 0,4 = 4,8 \text{ W}$$

Empleando diodos de este tipo es bueno que la relación entre consumo máximo y mínimo de seguridad sea del orden de 1 a 2, esto es, servirá para este caso un diodo zener de 10 W de disipación.

y se la denomina potencia de realimentación. En un amplificador de este tipo, ya sea empleando un triodo o tetrodo⁶, es deseable disponer de una cierta cantidad de potencia de realimentación, con relación a la potencia pico de excitación de grilla, para que actúe como un resistor amortiguador en paralelo con el circuito de excitación, a fin de disminuir el efecto de carga de grilla. Para obtener la mejor linealidad, la relación de potencia de realimentación con la potencia de excitación deberá ser de por lo menos 10 a 1.

Bajo el punto de vista práctico, un amplificador lineal de RF CGM presenta las siguientes ventajas e inconvenientes

1) La capacitancia de salida de la etapa CGM disminuye aproximadamente a la mitad del valor que tendría si la válvula (o válvulas) fuera empleada en un circuito amplificador de RF convencional neutralizado.

2) Se disminuye en forma considerable la tendencia a la producción de oscilaciones parásitas en una etapa CGM, debido a que el efecto de blindaje de la grilla de control

⁶ Moreno Quintana (h), L. M. "Amplificadores de RF Grilla a masa para BLU", *Radio-Práctica*, N° 1302.

derivada a masa, que se halla interpuesta entre placa y cátodo (o filamento) es muy efectivo dentro de un margen muy amplio de frecuencias.

3) La capacitancia de realimentación de la etapa CGM, es la capacitancia placa a cátodo (o filamento) que comúnmente es mucho menor que la capacitancia grilla a placa. En consecuencia, la neutralización es por regla general innecesaria. Si se requiere la misma, los capacitores de neutralización serán de valor muy pequeño.

4) La potencia de excitación requerida, que es considerable, permite emplear un transceptor de manufactura comercial de tipo corriente como excitador de un amplificador lineal de RF CGM sin usar atenuadores ni tener que modificar los parámetros de funcionamiento del excitador, en la mayor parte de las veces, debido a la baja impedancia de salida del mismo y la reducida impedancia de entrada de la etapa CGM. Por otra parte, la potencia de excitación (descontadas las pérdidas propias del circuito CGM) va a añadirse al circuito de salida como parte integrante de la potencia útil de salida.

5) El cátodo (o filamento) de una etapa amplificadora de RF CGM resulta "vivo" con relación a la RF. Esto significa que dicho circuito de filamento tiene que ser alimentado a través de una impedancia adecuada desde el transformador de filamento o que el secundario del mismo tenga una baja capacitancia y esté aislado en forma apropiada de la tensión de RF, cuando ésta esté presente.

6) Resulta imposible modular un amplificador lineal de RF CGM al 100% a no ser que la etapa excitadora sea modulada también en forma proporcional. Pero el amplificador lineal de RF CGM se presta muy bien para funcionar como amplificador lineal clase B en servicio de MA o BLU.

7) Cuando se ajusta una etapa amplificadora de RF CGM se debe siempre recordar que el circuito sintonizado de entrada está dispuesto en serie con el circuito sintonizado de salida en forma efectiva, en lo que se refiere a la potencia de salida. En consecuencia, no se puede aplicar tensión de excitación normal al amplificador lineal de RF CGM *a menos de que haya tensión y consumo anódico* presentes en la etapa. Si se aplica excitación normal en ausencia de

tensión y consumo de placa, se puede dañar la estructura de la grilla de control de la válvula (o válvulas) de salida.

2.8. Examen de circuitos amplificadores lineales de RF CGM

Hace ya varios años que se utilizó por primera vez el amplificador lineal de RF CGM con éxito para señales de BLU. Uno de los primeros circuitos prácticos empleaba válvulas tipo 837, un tetrodo entonces muy común como sobrante de guerra. Dicho circuito era de una sencillez única, con un tetrodo con todas sus grillas unidas entre sí y derivadas a masa, como muestra la fig. 19. El circuito sintonizado de entrada, resonante a la frecuencia de operación, empleaba

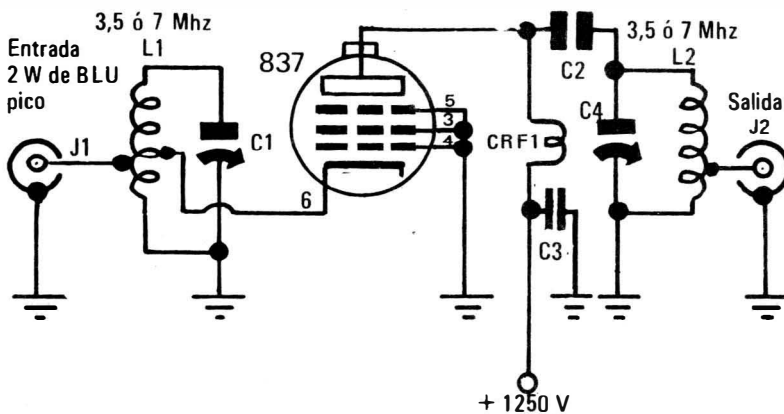


Fig. 19. – El más simple amplificador lineal de RF CGM para BLU.

derivaciones en la bobina para proporcionar caminos de baja impedancia de entrada al paso excitador y al cátodo de la válvula 837 que además tenía la necesaria aislación cátodo a filamento como para evitar el empleo de impedancias en el circuito de filamento para aislar la tensión de RF presente en él.

Este circuito fue también utilizado con válvulas 807 ó 1625, que en aquellos años, en virtud de constituir sobrantes de guerra, se las podía adquirir a precios sumamente reducidos.

Pero como estos tetrodos (y las versiones más modernas 2E26, 6146A y 6146B no son excepción) tienen la grilla supresora unida internamente al cátodo, había que extraer los culotes de las mismas con sumo cuidado, modificar las conexiones y volver a pegar las bases en las ampollas de vidrio, lo que constituía una tarea delicada. Muchas veces se finalizaba con estas válvulas destruidas en forma involuntaria, ya que para un funcionamiento normal del amplificador lineal de RF CGM es necesario que la válvula tetrodo o pentodo empleada posea conexión independiente de grilla supresora, la que da forma al haz de electrones que va a la placa, ya que de lo contrario al aplicar parte de la señal de entrada en dicho electrodo, se produciría un acoplamiento capacitativo interno entre la grilla supresora y la placa, a pesar de que las restantes grillas se hallan derivadas a masa, lo que provocaría una violenta inestabilidad.

La fig. 20 muestra un posterior desarrollo del circuito original de la fig. 19. Aquí se usa una etapa excitadora CGM precediendo a otra etapa amplificadora final CGM con dos válvulas en paralelo, en cascada. En los años 1950 a 1960 se utilizaban válvulas 6AG7, 837 o aún 1625 modificadas, con estos circuitos, con resultados muy satisfactorios. Actualmente, con numerosos tipos de válvulas amplificadoras para proveer el barrido horizontal en televisión, se puede emplear uno de estos sencillos circuitos CGM para construir un amplificador lineal de RF para BLU con un mínimo de componentes y que resulta muy adecuado en su funcionamiento para señales de BLU, sin exhibir inestabilidad alguna.

Los tipos de válvulas que interesan son los que tienen la máxima disipación de placa y que, por supuesto, *tienen conexión independiente de grilla supresora*, la que da forma al haz de electrones que va a la placa, para evitar la violenta inestabilidad que resultaría si parte de la señal de entrada se aplicara a través de un acoplamiento capacitativo interno entre dicho electrodo y placa, a pesar de estar las grillas de control y pantalla derivadas a masa. Dentro de estos tipos, tienen interesantes posibilidades para la clase de circuito examinado, la 6JB6 (22 W de disipación anódica), 6JE6/6LQ6 (30 W), 6KD6 (33 W) y 6LF6 (40 W). Con una sola válvula 6LF6 con una AT de 900 V y -5 V de

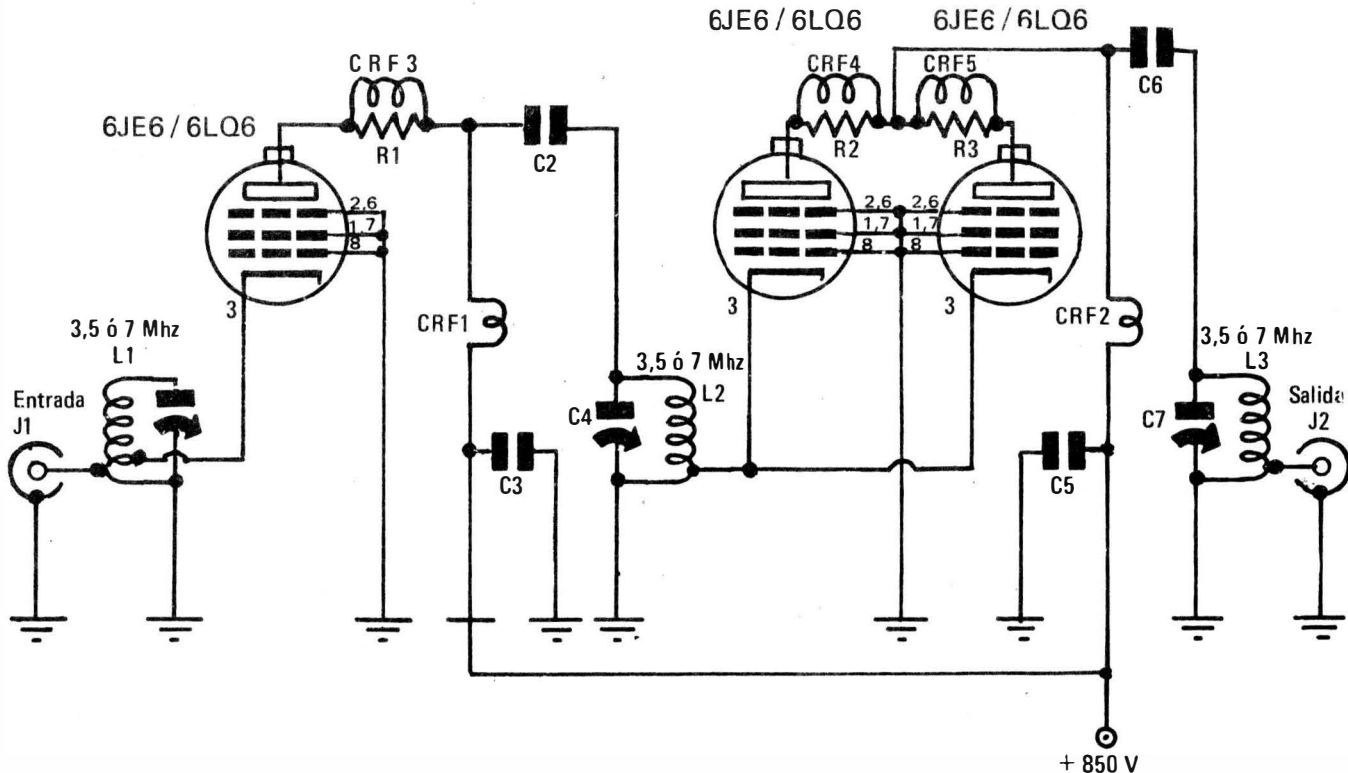


Fig. 20.- Desarrollo del circuito de la fig. 19. Aquí una etapa excitadora CGM impulsa a otra etapa amplificadora CGM en cascada, con dos válvulas en paralelo. Obsérvese que se utilizan válvulas tetrodo, con sus grillas conectadas todas entre sí y derivadas a masa, funcionando como triodo de alto mu. Para poder funcionar correctamente, con estos circuitos, dichas válvulas deben poseer conexión independiente de la grilla supresora.



polarización, a fin de disminuir al mínimo el consumo de reposo de la válvula, es posible obtener una potencia de entrada de 135 W (esto es, 270 W PaP) en los picos de modulación vocal normal, lo que serían aproximadamente 80 W útiles de potencia de salida...! El circuito de la fig. 21 es convencional y aunque Hawker, un radioaficionado inglés que lo presentara como propio⁷, su somero examen revela que es ni más ni menos el mismo circuito de la fig. 19 con una válvula más moderna. En otras palabras, en otras partes también se cuecen habas y de las gordas.

No se proporcionan los valores para los circuitos sintonizados de entrada y salida, ya que ellos dependerán de la frecuencia deseada de funcionamiento, pero téngase en cuenta el utilizar mucha capacitancia en ambos circuitos sintonizados y de emplear capacitores fijos de paso para la RF de baja inductancia. No es necesario preocuparse por la elevada intensidad circulante en un circuito sintonizado de alta C, ya que la eficiencia es elevada y el funcionamiento enteramente satisfactorio. Asimismo, nada impide el uso de más de una válvula en paralelo para obtener mayor salida.

Precisamente el circuito amplificador lineal de RF CGM de la fig. 22 hace uso de este principio, al disponer de cuatro válvulas modificadas tipo 1625, de acuerdo con lo visto anteriormente, y fue publicado en el *Radio Amateur's Handbook* de la American Radio Relay League, edición en inglés, hace ya 18 años y no obstante, con ligeras modificaciones se lo puede usar nuevamente con válvulas más modernas, más adecuadas y por supuesto, mucho más efectivas, habiendo sido las elegidas las 6EJ6/6LQ6, con las cuales es posible llegar a 680 W PaP de entrada en los picos normales de modulación vocal, esto es, 340 W de potencia de entrada, a unos 100 mA por válvula de consumo anódico, lo que se traduce en unos 204 W útiles de potencia de salida, lo que constituye una buena señal en cualquier banda de operación, con el mínimo de componentes y el máximo de economía.

De acuerdo con la disposición de la fig. 22, el circuito "pi" de salida solamente podrá trabajar con eficiencia plena en las bandas de 80, 40 y 20 m, debido a los altos valores

⁷ Hawker, P. "Technical Topics", *Radio Communication*, diciembre, 1972.

de capacitancia interna de salida de las cuatro válvulas 6JE6/6LQ6 en paralelo. El inductor de placas L1 es uno de tipo variable de contacto deslizante rescatando de los restos de un vetusto BC-458 de sobrante de guerra. En 3,5 Mhz se requerirá todo el inductor; en 7 Mhz aproximadamente la mitad y en 14 Mhz la cuarta parte.

Desde el momento en que la entrada de las válvulas empleadas es de baja impedancia, se elimina la necesidad de un

REEMPLAZANDO DIODOS ZENER EN AMPLIFICADORES LINEALES DE RF

Luego de finalizar el armado de un amplificador lineal de RF CGM de 1 kW, cuya AT era provista por medio de una fuente de alimentación que usaba un circuito doblador de tensión, me encontré con que la regulación de tensión era muy pobre. Durante períodos de reposo (sin modulación vocal) la AT anódica hacía aumentar la disipación de placa de las válvulas en forma considerable. Aun entre palabras, incrementaba la corriente estática y las válvulas mostraban puntos rojos en sus placas. Era necesario aplicar una pequeña tensión negativa de polarización de grillas.

Pero, los diodos zener reguladores ideales para el caso, de disipación mayor de 1 W, no solamente son componentes muy costosos sino también difíciles de hallar en plaza. Pero, al verificar las características de diodos comunes de potencia de silicio, hallé que la barrera de tensión a través de sus juntas permanece más o menos constante a pesar de cambios en la corriente. Aunque este tipo de diodo de potencia no ha sido diseñado para trabajar como regulador, en la práctica realiza este trabajo en forma satisfactoria.

Seis de esos diodos de potencia de silicio comunes, conectados en serie con el cátodo o filamento de las válvulas del amplificador lineal de RF CGM hicieron disminuir la corriente de reposo de 120 mA a 75 mA. Se puede obtener más tensión negativa de polarización empleando un mayor número de diodos. Los seis diodos del ejemplo proporcionaron 4,5 V. Hay que tener en cuenta que los diodos de potencia deberán estar conectados en la forma que muestra la fig. 29 esto es, con el cátodo (k) hacia masa, justamente al *revés* de lo que sucede con un diodo zener en un circuito semejante.

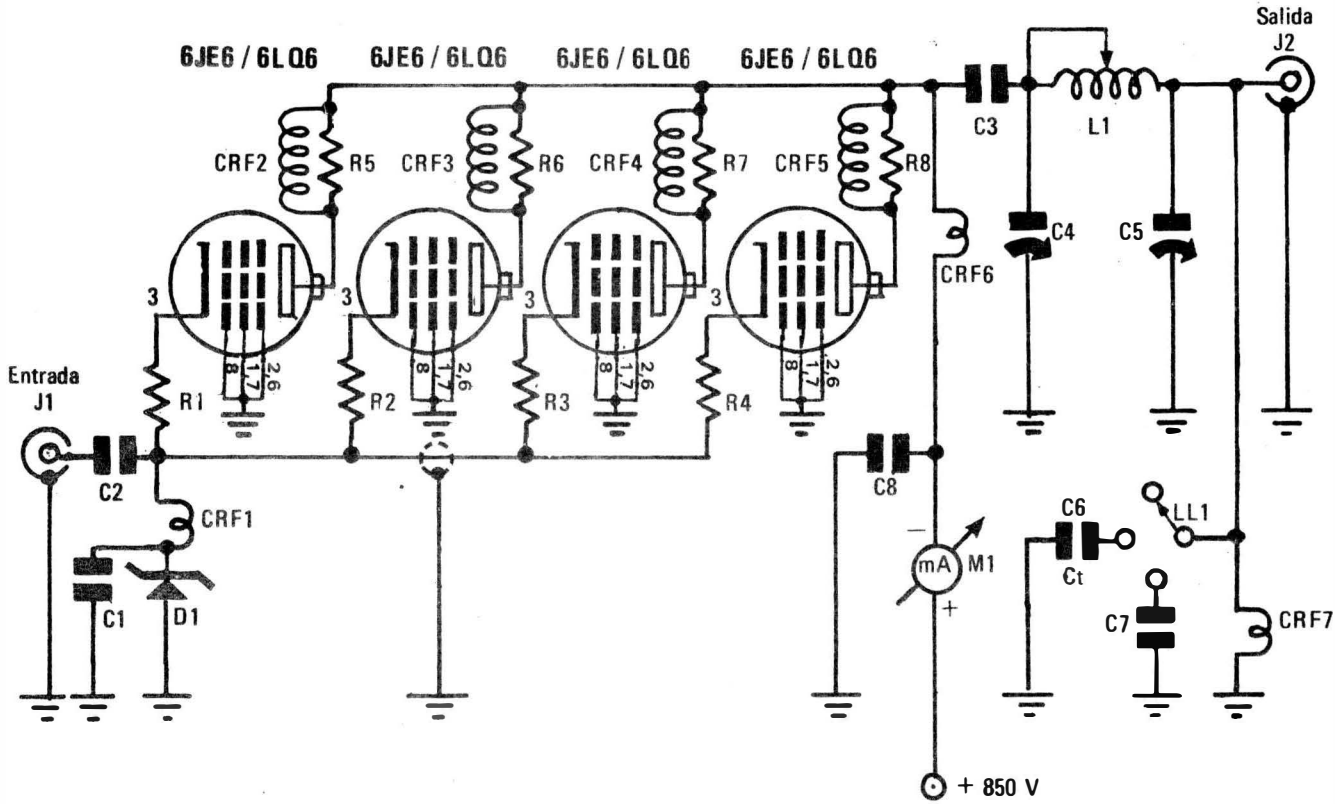


Fig. 22.- Amplificador lineal de RF CGM con cuatro válvulas 6JE6/6LQ6 en paralelo. Es ideal para funcionar en las bandas comprendidas entre 3,5 y 14 Mhz. Proporciona más de 200 W útiles de RF en los picos máximos de modulación vocal en BLU (400 W PaP).

circuito sintonizado de cátodos. Además, debido a la elevada aislación filamento/cátodo de las válvulas 6EJ6/6LQ6 (del orden de los 100 V), es posible mantener separadas la tensión de filamento de la de RF sin acudir a sistemas especiales de aislamiento, lo que en otras palabras significa que no se requieren inductores de RF en el circuito de filamento.

El capacitor fijo C2 en serie con la entrada a cátodos, de 0,01 μ F y de 1000 V de aislación, debe ser un tipo de muy buena calidad. Su presencia evitará de que si por cualquier eventualidad llegara a haber AT en el circuito de entrada a la salida del excitador, ella resultará aplicada al diodo zéner D1, que no solamente es un componente costoso sino que se podría dañar.

Por otra parte, hay que tener la precaución de no aplicar la AT en las placas de las válvulas sin que esté conectada la conexión de entrada para los retornos de masa de cátodos, ya que de lo contrario, la AT aparecería entre cátodo y filamento con las graves consecuencias del caso.

Con una polarización de grillas de alrededor de -12 V dados por el diodo zener de 12 V, 10 W, con la grilla pantalla formando parte de masa, conjuntamente con la grilla de control y la grilla supresora, con unos 850 V de AT anódica, el consumo estático de cada válvula 6JE6/6LQ6 debe ser menor de 15 mA, con un total de 60 mA como máximo. En condición de sintonía (tono único o silbido) se podrá llegar a cerca de 800 mA sin problemas, si la fuente de alimentación tiene la capacidad necesaria. Por supuesto, esta condición solamente deberá mantenerse por unos pocos segundos, los necesarios únicamente para poder ajustar el amplificador lineal de RF. En los picos normales de modulación vocal, el consumo máximo por válvula será de 100 mA, con un total de 400 mA, lo que representa una potencia de entrada de 340 W (esto es, 680 W PaP) y una potencia útil de salida al 60% de eficiencia de 204 W. Esto significa que la fuente de alimentación deberá ser capaz de entregar 850 V a unos 500 mA a plena carga sin problemas. En lo que se refiere a excitación, dichas válvulas necesitarán entre 25 a 30 W útiles de potencia de entrada para poder excitar a pleno el amplificador lineal de RF CGM examinado.

Los resistores R1, R2, R3 y R4 en serie con los circuitos de cátodo de cada válvula resultaron ser necesarios para evitar

algunos problemas de inestabilidad que curiosamente no se presentaron con la primera unidad que armé, pero si en dos unidades posteriores. Asimismo, para lograr un funcionamiento normal sin inestabilidad de clase alguna, cada válvula 6JE6/6LQ6 requiere un supresor parásito anódico que pueden ser construídos devanando 5 espiras de alambre de cobre plateado de 1,63 mm de diámetro, sobre una forma de 12,7 mm de diámetro, autosoportadas, con los resistores de 100 ohms, 1 W de disipación, tipo carbón, R5, R6, R7 y R8, en el interior de cada bobinado, espaciando las espiras hasta cubrir el cuerpo de cada resistor.

Finalmente, la llave LL1 permitirá agregar al circuito de salida dos valores diferentes de capacitancia para permitir compensar cargas reactivas en la banda de 3,5 Mhz.

Más adelante en 2.13 describiré un amplificador lineal de RF CGM muy semejante al examinado en estos párrafos, pero con cinco válvulas 6JE6A/6JE6C en forma exhaustiva. Si el lector está interesado en construir este amplificador lineal de RF CGM, recomiendo su lectura, ya que se tratan otros temas que por falta de espacio en este subtítulo no se pueden agregar aquí.

2.9. Amplificador lineal de RF CGM con válvulas 803 de alta potencia de salida

El circuito de la fig. 26 muestra un amplificador lineal de RF CGM especial para operar con señales de BLU y capaz de proporcionar 1 kW de potencia de entrada. esto es, 2 kW PaP, con un mínimo de componentes y de una sencillez única.

Dicho amplificador lineal de RF CGM utiliza dos válvulas 803 que se pueden obtener en plaza a bajo precio, ya que son tipos que han sido empleados frecuentemente en los transmisores de radiodifusión en nuestro país y buena parte de ellos han sido fabricados localmente. Se trata de válvulas tipo pentodo de potencia diseñadas para funcionar en la parte inferior del rango de FE. En frecuencias comprendidas entre 3,5 y 7 Mhz, debido a sus características de diseño, las válvulas 803 no requieren inductor de RF en el circuito

de filamento para mantener separada la tensión de filamento de la de RF. Empero, si se llegara a reemplazar las mismas por tipos más modernos y especialmente diseñados para funcionar en el margen superior de FE, como por ejemplo 813, 7094, 4/250A ó 4/400A, entonces la situación sería bien distinta y se requeriría forzosamente dicho inductor de RF en el circuito de filamento.

Las válvulas 803 requieren aproximadamente 100 W de potencia útil de excitación, lo que cualquier tranceptor de manufactura comercial puede proporcionar sin inconvenientes. Entonces, dichas válvulas pueden entregar unos 600 W útiles de salida de RF, tanto en BLU como en MA u OC. Para 1 kW de entrada (2 kW PaP) se necesitan entre 110 a 120 W útiles de excitación.

LISTA DE VALORES

CIRCUITO FIG. 19

<i>L1/C1, L2/C4</i>	Resonantes a la frecuencia de operación
<i>C2</i>	510 pF, cerámica, 2000 V
<i>C3</i>	0,001 μ F, cerámica, 2000 V
<i>CRF1</i>	2,5 mH, 120 ohms, 100 mA
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239

CIRCUITO FIG. 20

<i>L1/C1, L2/C4, L3/C7</i>	Resonantes a la frecuencia de operación
<i>C2, C6</i>	510 pF, cerámica, 2000 V
<i>C3, C5</i>	0,001 μ F, cerámica, 2000 V
<i>CRF1, CRF2</i>	2,5 mH, 120 ohms, 250 mA
<i>CRF3, CRF4, CRF5</i>	5 espiras de alambre de cobre esmaltado 1,63 mm de diámetro, sobre una forma de 12,7 mm de diámetro, autosoportado, con los resistores de 100 ohms, 1 W, carbón, en el interior de cada bobinado, espaciando las espiras hasta cubrir el cuerpo de cada resistor

<i>R1, R2, R3</i>	100 ohms, 1 W
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239

CIRCUITO FIG. 21

<i>L1</i>	Eslabón de entrada, 2 a 3 espiras
<i>L2/C1, L3/C7/C9</i>	Resonantes a la frecuencia de operación
<i>C2, C3, C4</i>	0,002 μ F, cerámica, 600 V
<i>C5</i>	510 pF, cerámica, 2000 V
<i>C6</i>	0,001 μ F, cerámica, 2000 V
<i>CRF1</i>	5 espiras de alambre de cobre esmaltado 1,63 mm de diámetro, sobre una forma de 12,7 mm de diámetro, autosoportada, con el resistor de 100 ohms, 1 W, carbón, en su interior, espaciadas las espiras hasta cubrir el cuerpo del resistor
<i>CRF2, CRF3</i>	2,5 mH, 100 ohms, 250 mA
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239

CIRCUITO FIG. 22

<i>L1, C4, C5</i>	Resonantes a la frecuencia de operación 3,5/14 Mhz)
<i>C1</i>	0,01 μ F, cerámica, 600 V
<i>C2</i>	0,01 μ F, mica plateada, 1000 V
<i>C3, C8</i>	510 pF, cerámica, 3000 V
<i>C6</i>	330 pF, mica, 2500 V
<i>C7</i>	680 pF, mica, 2500 V
<i>R1, R2, R3, R4</i>	10 ohms, 1 W
<i>R5, R6, R7, R8</i>	100 ohms, 1 W
<i>D1</i>	Diodo zéner. 12 V, 10 W
<i>CRF1</i>	65 espiras de alambre de cobre esmaltado 0,51 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de lucita de 12,7 mm de diámetro y 10 cm de longitud, cubriendo el bobinado unos 7,5 cm de largo
<i>CRF2, CRF3, CRF4,</i>	5 espiras de alambre de cobre esmaltado, 1,63 mm de diámetro, sobre una forma de 12,7 mm de diámetro, autosoportada,

	con el resistor de 100 ohms, 1 W, carbón, en su interior, espaciando las espiras hasta cubrir el cuerpo del resistor
<i>CRF6</i>	2,5 mH especial (National R-175A o similar)
<i>CRF7</i>	1 mH, 200 ohms, 500 mA
<i>M1</i>	0-800 mA, instrumento de medición
<i>LL1</i>	3 posiciones, 1 polo, sobre porcelana, llave de conmutación
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239

CIRCUITO FIG. 26

<i>LI/C5</i>	Resonantes a la frecuencia de operación (3,5 ó 7 Mhz)
<i>C1, C8</i>	0,01 μ F, cerámica, 1000 V
<i>C2, C3</i>	0,001 μ F, mica, 1000 V
<i>C4, C6</i>	0,002 μ F, mica o cerámica, 400 V
<i>C7</i>	0,001 μ F, cerámica, 400 V
<i>R1, R2</i>	47 ohms, 2 W
<i>R3</i>	10 Kohms, 2 W
<i>R4</i>	2,2 Kohms, 1 W
<i>R5</i>	25 Kohms, potenciómetro s/llave
<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 10 V, 10 A, 2500 V aislación mínimo
<i>D1</i>	1N34A
<i>M1</i>	0-500 mA, instrumento de medición
<i>M2</i>	0-1 mA, instrumento de medición
<i>CRF1, CRF2</i>	1 mH, 100 ohms, 500 mA
<i>CRF3, CRF4</i>	6 espiras de alambre de cobre plateado 1,29 mm de diámetro, sobre una forma de 12,7 mm de diámetro, autosoportada, con el resistor de 47 ohms, 2 W, carbón, en su interior, espaciadas las espiras hasta cubrir el cuerpo del resistor
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239

CIRCUITO FIG. 27

<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 2200-0-2200
---------------------	---

	V, 400 mA, 5000 V aislación efectiva
<i>II</i>	5 Hy, 300 ohms, 400 mA, 5000 V aislación efectiva
<i>LL1</i>	220 V, 5 A, llave bipolar de corte
<i>LL2</i>	220 V, 3 A, llave unipolar de corte
<i>C1, C2, C3, C4, C5,</i> <i>C6, C7, C8</i>	0,01 μ F, cerámica, 1000 V
<i>C9, C10, C11, C12, C13,</i> <i>C14, C15, C16</i>	30 μ F, electrolítico subpanel con chicotes aislados, 500 V aislación efectiva
<i>R1, R2</i>	10 ohms, 25 W, alambre
<i>R3, R4, R5, R6, R7,</i> <i>R8, R9, R10</i>	270 Kohms, $\frac{1}{2}$ W
<i>R11, R12</i>	35 Kohms, 50 W, alambre
<i>D1, D2, D3, D4, D5,</i> <i>D6, D7, D8</i>	1N4007, 1000 V TIP, 1 A
<i>F1</i>	220 V, 6 A, fusible de entrada
<i>F2</i>	220 V, 2 A, fusible de AT

En el circuito de la fig. 26, las dos válvulas 803 funcionan como triodos de alto μ , con sus grillas unidas entre sí y derivadas a masa, con polarización cero. El blindaje interno de las válvulas citadas comienza a exhibir signos de deterioro al llegar a los 15 Mhz y se tropezará con problemas de inestabilidad más allá de los 10 Mhz, a no ser que se tomen precauciones especiales para que las grillas de control funcionen bien cerca del potencial de masa de RF. Operando entre 3,5 y 7 Mhz, se puede omitir sin ningún problema el inductor de RF de filamento, lo que se traduce en una mayor simplicidad y economía. Esto, como se ha manifestado anteriormente, no se podrá hacer con válvulas más modernas como los tipos 813, 7094 ó 4/250A, por ejemplo, en los cuales es necesario separar la tensión de excitación de RF de la de filamento.

El tipo de amplificador lineal de RF CGM Clase B examinado, presenta una tendencia a generar oscilaciones parásitas en la región de los 100/130 Mhz, donde la inductancia inherente a los caminos de retorno de masa comienza a afectar el funcionamiento. Las variaciones en la técnica de

retornos de masa pueden a veces eliminar las oscilaciones parásitas, pero son aconsejables los supresores parásitos en las placas de las válvulas 803. Estos están contruídos con inductores de 6 espiras de alambre de cobre esmaltado o plateado de 1,29 mm de diámetro, devanado sobre resistores de carbón de 47 ohms y de 2 W de disipación, tipo carbón, cada uno.

2.10. Construcción del amplificador lineal de RF de alta potencia de salida

El amplificador lineal de RF descrito está armado en un chasis de aluminio que mide 25,4 por 48,2 por 10 cm. Las fotografías de las figs. 23, 24 y 25 pueden dar una idea adecuada de la forma de construcción de la unidad. El capacitor variable de ánodos C5 de 250 pF y de 5000 V

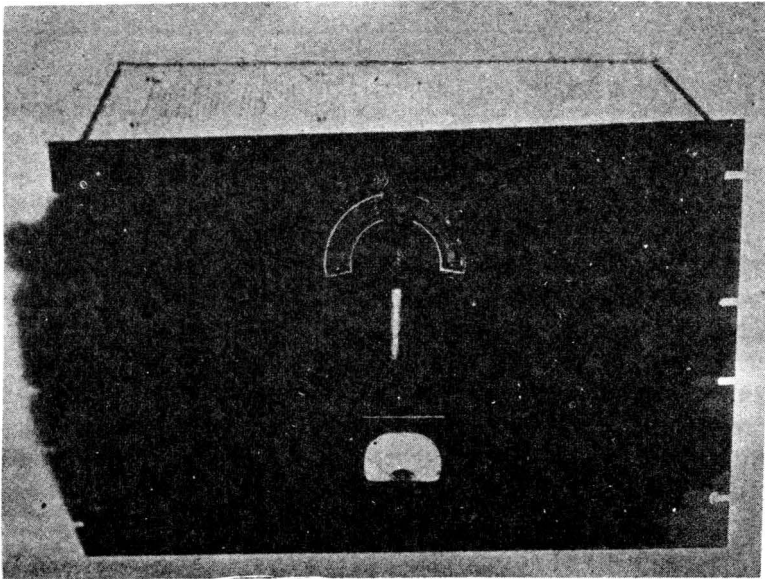


Fig. 23.- Vista del amplificador lineal de RF CGM con dos válvulas 803 conectadas como triodos de alto μ . El dial calibrado corresponde al capacitor variable de placas C5 y el instrumento inferior es M1. Aún no se había instalado el instrumento M2 cuando se tomó esta fotografía.

de aislación efectiva, está montado en el centro de la parte superior del chasis, con las válvulas 803 dispuestas sobre un subchasis en un costado, con los zócalos descendiendo del nivel del chasis, para que los capacetes de las placas de ambas válvulas estén al mismo nivel de altura del capacitor variable C5, según ilustra la fotografía de la fig. 24.

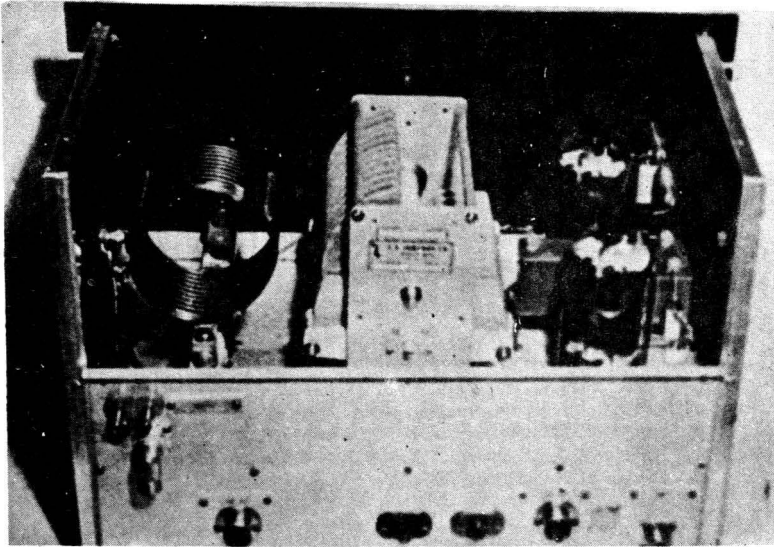


Fig. 24.- Vista fotográfica del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 803 por su parte posterior con el blindaje extraído. De izquierda a derecha aparecen la bobina de placas L1/L2, el capacitor variable C5, que es un tipo de 250 pF y de 5000 V de aislación, las dos válvulas 803 y los capacitores fijos de mica C6 y C7 y el inductor de RF de placas de AT en el medio de las válvulas.

El inductor de RF de 2,5 mH y de 500 mA marcado CRF2 (un tipo National R-175A) está ubicado entre las dos válvulas 803, lo mismo que los dos capacitores fijos de mica de $0.001 \mu\text{F}$ y de 5000 V de aislación C4 y C6. Abajo del capacitor variable C5 va el instrumento M1 de 0 500 mA de cátodos, en la parte inferior del chasis. También se montan en la parte inferior del chasis, según la fotografía de la fig. 25, el transformador de filamento T1 de 10 V y 10 A, que según se aprecia es de tipo abierto. Asimismo, también se ubican allí los zócalos en el subchasis y demás componentes del circuito de filamento.

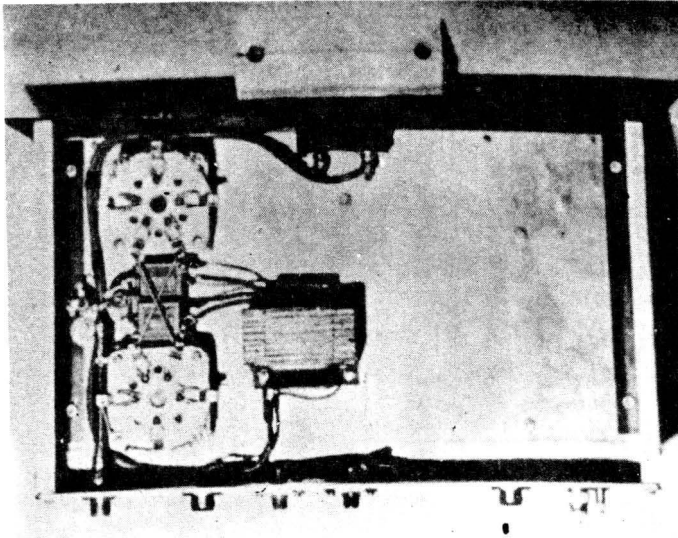


Fig. 25.— Vista fotográfica inferior del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 803. De izquierda a derecha se aprecian el transformador de filamento T1, el instrumento M1 más abajo en el centro, los dos zócalos de las válvulas 803, los capacitores fijos de mica C3 y C4 del circuito de filamento y los jacks de entrada y salida J1 y J2.

Las patitas N° 2, 3 y 4 de cada zócalo están derivadas a los manguitos espaciadores metálicos que sostienen los zócalos en el subchasis, que lógicamente están al mismo potencial de masa. El amplificador lineal está cubierto completamente por un blindaje hecho con chapa perforada de aluminio de 1 mm de espesor, con agujeros en la parte superior donde se hallan las válvulas 803 y en la parte trasera, para permitir la libre circulación del aire por el interior del gabinete metálico de la unidad.

2.11. Puesta en marcha y funcionamiento

Normalmente, la corriente de reposo de ambas válvulas 803 estará comprendida entre 30 y 75 mA, dependiendo de la AT anódica, incrementando a 450 mA el consumo, con plena excitación, a 2500 V de AT.

Se deberá aplicar plena excitación (con fines de ajuste

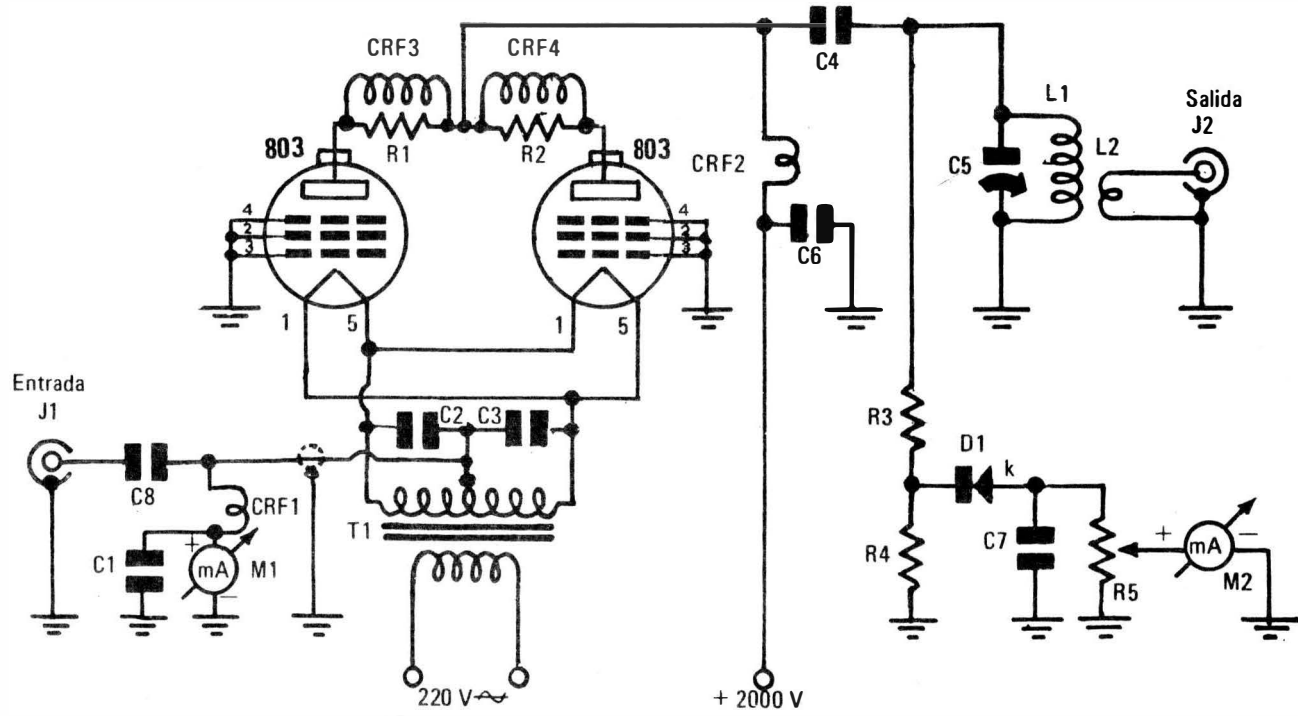


Fig. 26.- Circuito del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 803 funcionando como triodos de alto μ . Mayor sencillez para 2 kW PaP imposible! Si bien se muestra un circuito sintonizado inductivo de salida, nada impide el uso de un circuito sintonizado en "pi" para cubrir las dos bandas de operación de 3,5 y 7 Mhz. Empero, esta configuración demandará el empleo de un capacitor variable de carga.

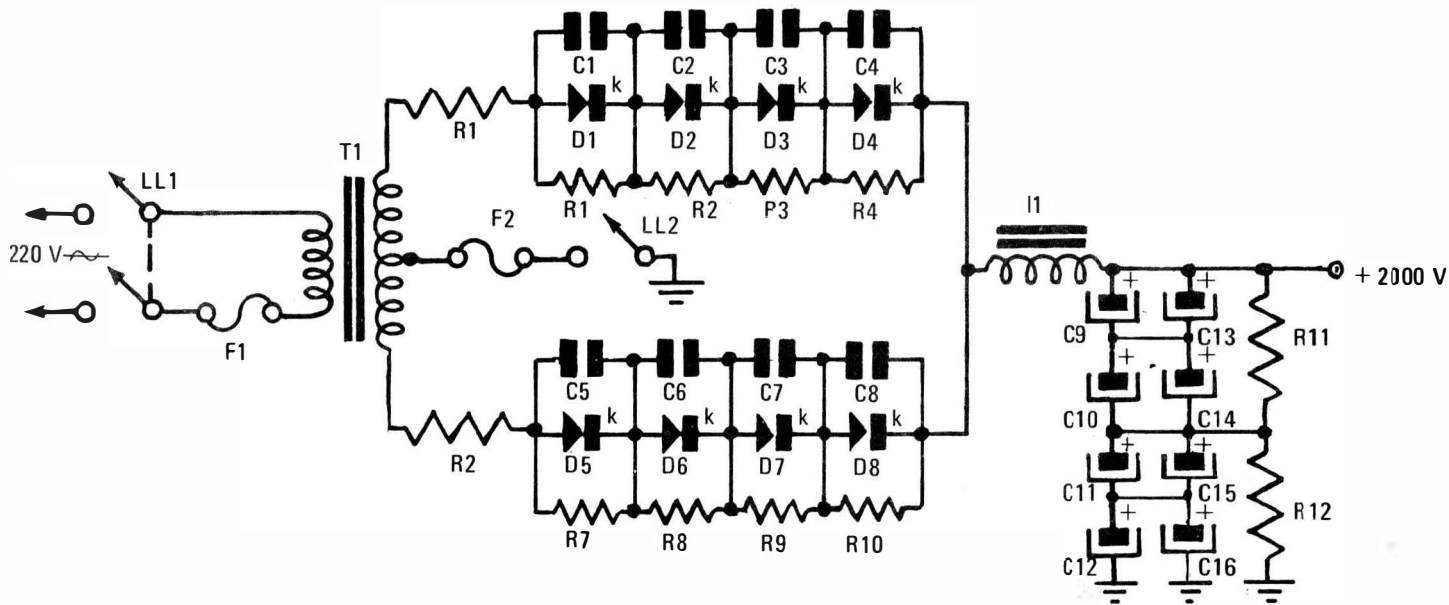


Fig. 27.- Fuente de alimentación para el amplificador lineal de RF CGM con válvulas 803. T1 es un transformador de placas cuyo secundario entrega 2200-0-2200 V a 400 mA a plena carga. Los capacitores electrolíticos de 30 μF por 450 V de aislación deben ser del tipo subpanel con terminales aislados.

y sintonía) únicamente con la AT conectada a las placas y con una antena adecuada, cargando el amplificador lineal en forma normal. De lo contrario, se dañarán las estructuras metálicas de las grillas de control de las válvulas 803. Repitiendo en otras palabras, *no se debe aplicar excitación, sin estar conectada la AT anódica y la antena.*

El instrumento M1 indica la corriente de placas más la de grillas pantalla. La indicación verdadera por consiguiente, será de unos 40 mA menos de lo que indica dicho miliamperímetro.

A 1 kW de potencia de entrada, esto es, 2 kW PaP, la potencia útil de salida será aproximadamente de 600 W, lo que sin lugar a dudas será una de las señales más intensas en las bandas de 80 ó 40 m.

La sintonía se puede realizar en forma muy rápida, sin daño alguno para la unidad, mediante el sencillo dispositivo que indica la salida relativa de RF. Se deberá ajustar C5 hasta lograr la mayor indicación posible en la aguja del instrumento M2. El control variable R3 (potenciómetro de 25 Kohms), permitirá ubicar la aguja del instrumento a mitad de escala, a plena salida del amplificador lineal, lo que posibilitará comprobar si hay diferencias de salida en ambas bandas de operación.

Finalmente, la fig. 27 muestra una fuente de alimentación que puede proporcionar entre 2000 a 2300 V de salida a cerca de 400 mA de carga, ideal para este amplificador lineal de RF CGM examinado. Se trata de un circuito rectificador de onda completo con un transformador de placas T1 que proporciona 2200-0-2200 V a 400 mA en su secundario y de una aislación efectiva de 5000 V.

2.12. Amplificador lineal de RF CGM con válvulas de televisión

Existe una mayoría numerosa de radioaficionados que no desean invertir dinero en la adquisición de válvulas y elementos especiales para armar un amplificador lineal de RF y que sin embargo, les gustaría disponer de una de estas unidades para combatir al QRM (o producirlo). Es indudable que en esta situación, un amplificador lineal de RF sencillo,

diseñado en base a válvulas amplificadoras horizontales para televisión, será muy interesante.

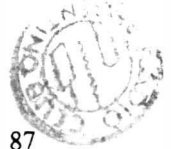
Según se mencionara anteriormente (ver 2.8) hace ya algunos años que se conoce el amplificador lineal CGM, que examinado críticamente, resulta de una sencillez única, empleando tetrodos o pentodos de potencia, con todas sus grillas unidas entre sí y derivadas a masa, funcionando como triodos de alto μ . Por ejemplo, en el *Handbook* de la American Radio Relay League, edición 1958 en idioma inglés, en la parte destinada a BLU, describe un amplificador lineal de este tipo, de excelente resultado, con un mínimo de costo y de gran sencillez⁸, con válvulas 807 ó 1625.

Empero, como los tipos 807 ó 1625 tienen la grilla supresora unida internamente al cátodo, había que extraer los culotes de las válvulas con sumo cuidado, modificar las conexiones y volver a pegar las bases en las ampollas de vidrio, lo que constituía una tarea delicada. Muchas veces se terminaba con dichas válvulas destruidas en forma involuntaria.

Actualmente, con numerosos tipos de válvulas amplificadoras horizontales para televisión, se puede rediseñar un amplificador lineal de aquella época, de igual sencillez, con un mínimo de componentes y que resulta muy satisfactorio en su funcionamiento, sin exhibir inestabilidad alguna. Los tipos de válvulas que interesan son los que tienen la máxima disipación de placa y que por supuesto, *tienen conexión independiente de grilla supresora*, la que da forma al haz directivo de electrones que va a la placa, ya que de lo contrario al aplicar parte de la señal de entrada en dicho electrodo, se produciría un acoplamiento capacitativo interno, entre la grilla supresora y la placa, a pesar que las restantes grillas se hallan derivadas a masa, lo que provocaría una violenta inestabilidad.

Dentro de tales tipos, tienen posibilidades interesantes para la clase de circuito que me interesa, la 6JB6 (22 W de disipación de placa), 6JE6A (30 W), 6LQ6 (30 W) y 6KD6 (33 W). Los tipos 6JE6A y 6LQ6 tienen el mismo tipo de base y son intercambiables directamente. Una válvula

⁸ A.R.R.L., *The Radio Amateur's Handbook*, Edición 35ª, en inglés, pág. 317, West Hartford, Connecticut, EE.UU., 1958.



recién llegada, la 6MJ6 destinada a reemplazar a la 6JE6A/C y a la 6LQ6, tiene terminales dobles, tipo de alta perveancia, a haces-electrónicos, con base novar y una ampolla del tipo T-12. Las rigurosas pruebas de control hechas por sus fabricantes, aseguran que la válvula 6MJ6 puede soportar una disipación de placa de 200 W durante períodos de hasta 40 segundos, lo que la hace sumamente atractiva para circuitos de amplificadores lineales de RF CGM como el examinado.

Como resulta que disponía de algunos tipos 6JE6A, decidí utilizarlos en un circuito semejante al del tiempo comentado que empleaba originalmente válvulas 807 ó 1625 modificadas.

Si se examina una válvula 6JE6A ó 6JE6C, se verá que a pesar de que las características eléctricas del Manual no dicen mucho, por el simple hecho de tener una placa de generoso tamaño físico, es capaz de una buena disipación de energía. A pesar de que es un pentodo, posee la necesaria aislación entre cátodo y placa que se requiere para funcionar sin neutralización en un circuito CGM. Se conectan entre sí las grillas de control, pantalla y supresora y se las deriva a masa, de tal manera que las válvulas funcionan como triodos de alto mu.

2.13. El circuito del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 6JE6A/6JE6C

Con el circuito de la fig. 33 se puede utilizar cualquier número de válvulas 6JE6A/6JE6C ó 6LQ6, desde una a diez, sin problemas, dependiendo de la potencia de salida máxima deseada, de las características de la fuente de alimentación y del tamaño que se le quiere dar al amplificador lineal.

Me decidí por cinco válvulas 6JE6A que deben ser de la misma marca de fábrica, para evitar pequeñas diferencias entre los tipos mencionados, en paralelo, en el amplificador lineal CGM. Con cinco válvulas se puede obtener una potencia de entrada máxima de 500 W en condiciones de sintonía (ajuste), con 1000 V en placas a 500 mA de consumo máximo, lo que representan 1kW PaP de entrada en BLU. Este es un régimen sumamente conservativo, ya que en la práctica, si la fuente de alimentación lo permite, se pueden

llevar dichas válvulas 6JE6A (y especialmente las 6JE6C) a cerca de 800 mA.

Con modulación vocal normal, durante picos máximos de voz, se podrán obtener entre 120 a 138 W útiles de salida en antena al 60% de eficiencia, lo que representan 240 a 276 W PaP.

Durante las primeras pruebas intenté hacer funcionar directamente el amplificador lineal descrito con los cátodos al potencial de masa. Empero, el consumo en reposo de las cinco válvulas 6JE6A era de unos 200 mA, lo que resultaba excesivo bajo todo punto de vista. Intenté polarizar la unidad descrita por medio de un resistor de alambre, de un valor comprendido entre 200 y 500 ohms, ubicado entre el inductor de RF CRF1 y masa, en el lugar que ocupa el diodo zéner D1, con cierto éxito, pero éste es un sistema deficiente de polarizar un amplificador de potencia de corriente anódica variable. Muy superior resultó el sistema ilustrado en el circuito de la fig. 33, que dispone del diodo zéner D1 de 12 V, 10 W, el cual puede ser reemplazado por 15 diodos conectados en serie de 100 V TIP y de 1 A cada uno, lo que provoca una caída de tensión del orden de los 11 V, que es *constante* y hace disminuir en consecuencia el consumo estático de las cinco válvulas 6JE6A a unos 65 mA, lo que representa un valor satisfactorio.

Aquí se podría pensar que es posible polarizar directamente las grillas de control de la unidad, utilizando capacitores fijos para pasar a masa la RF, pero si bien he visto este sistema en otros circuitos, yo me enfrenté con problemas de inestabilidad al querer usarlo. Mucho mejor, el empleo del diodo zéner⁹.

Otro de los problemas con que me tuve que enfrentar es que el circuito sintonizado de salida "pi" de configuración usual de la fig. 33 funciona bien en frecuencias del orden comprendido entre 3,5 y 15 Mhz, pero ya en 21 Mhz y por supuesto en frecuencias más elevadas, la capacitancia placa a masa es del mismo valor que la del capacitor variable de sintonía C3 y se halla en paralelo con él, resultando una pobre eficiencia. En efecto, el resto de la bobina L1 era

⁹ Ver el artículo de I. Schaltz sobre un amplificador lineal en 73 de octubre de 1973, pág. 33.

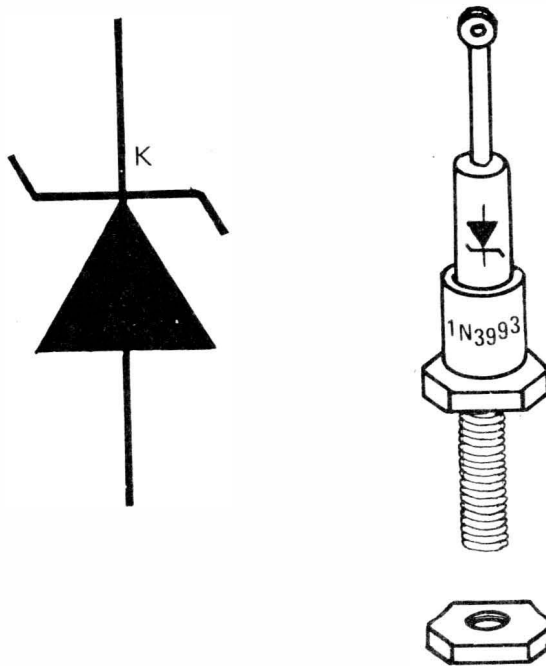


Fig. 28. Ilustración de un diodo zéner de alta disipación.

de dos espiras únicamente, resultando muy calientes en 21 Mhz por RF y siendo imposible pensar en lograr resonancia en 28 Mhz por falta de inductancia ¹⁰.

Finalmente, hallé que, después de una cierta experimentación, la disposición que aparece dentro del recuadro superior de la fig. 33, con el capacitor variable de sintonía

¹⁰ Las capacitancias internas de las válvulas 6JE6, 6JE6A y 6LQ6 comparativamente con las del tipo 6146B son las siguientes:

Válvula	F _{ent.} (pF)	C _{gp} (pF)	C _{sal} (pF)
6146B	13	0,22	8,5
6JE6	21	0,56	11,0
6JE6A	22	0,56	11,0
6LQ6	22	0,56	11,0

C3 en serie con la capacitancia placa a masa, es lo más indicado para trabajar en 21 y 28 Mhz. Con dicho arreglo, el capacitor variable C3 se convierte en la combinación en serie de la capacitancia placa a masa de las cinco válvulas y del propio capacitor variable. Por supuesto, habrá que aislar tanto el rotor como el estator de C3, pero ésto no ofrece problemas mecánicos ni eléctricos complicados. Se apreciará que el funcionamiento en ambas bandas de frecuencia elevada es sumamente satisfactorio, requiriendo aproximadamente

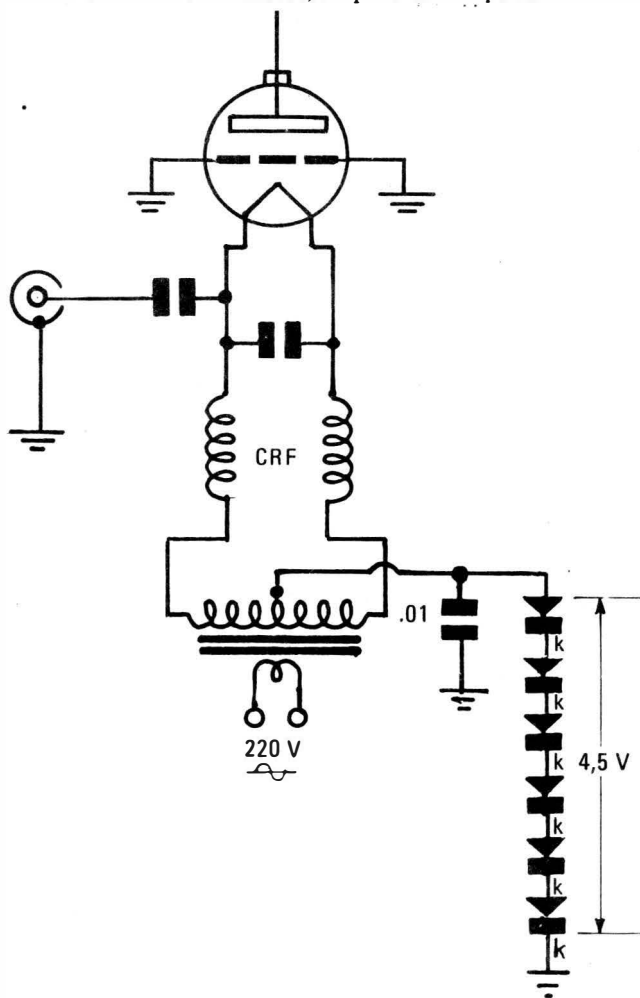


Fig. 29.- Conexión de diodos comunes en lugar de un diodo zéner de alta disipación, en un amplificador lineal de RF CGM.

5 espiras de L1 en 21 Mhz y 4 espiras en 23 Mhz, sin exceso de calor debido a la RF.

2.14. Construcción del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 6EJ6A/6JE6C

De acuerdo con lo que revelan las fotografías de las figs. 30, 31 y 32, se aprecia que se ha empleado un subchasis para montar los zócalos de las cinco válvulas 6JE6A marca IEC, como asimismo varios de los componentes más importantes de la unidad descripta.

Dicho subchasis es de aluminio de 1.5 mm de espesor, midiendo 18 por 12 por 5 cm. Los zócalos han sido dispuestos en forma de semicírculo con el inductor de placas CRF2

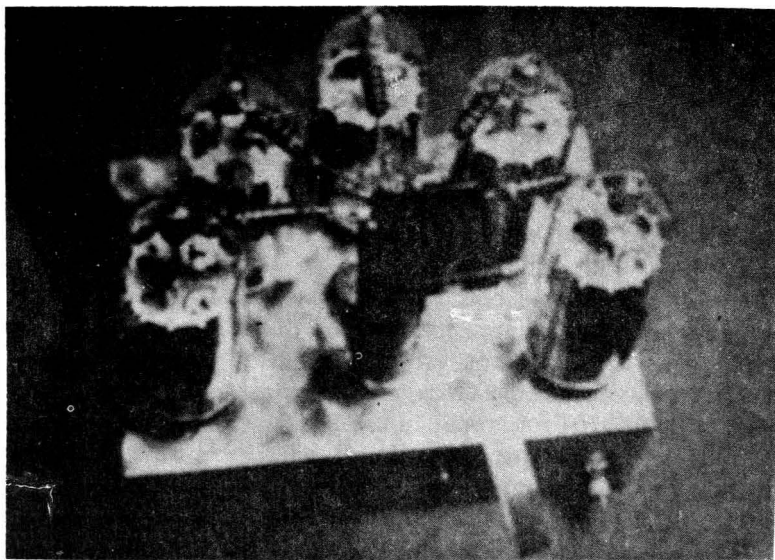


Fig. 30.- Aspecto del subchasis del amplificador lineal de RF CGM con cinco válvulas 6JE6A en paralelo. Las válvulas aparecen en posición de semicírculo, con el inductor CRF2 en el centro. El capacitor fijo de mica que aparece en la parte superior de CRF2 es C2. Obsérvense los supresores parásitos en la conexión de placa de cada válvula 6JE6A.

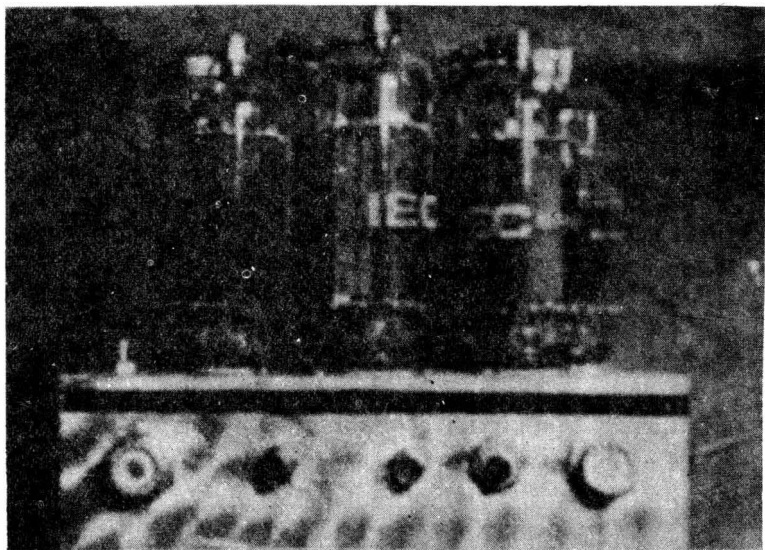


Fig. 31.— Aspecto trasero del subchasis con las válvulas 6JE6A marca IEC. Los receptáculos coaxiales de ambos extremos son J1 y J2.

en el centro, con el capacitor fijo C2 partiendo de la parte superior y una conexión hecha con un trozo de fleje de cobre lo une con el circuito sintonizado en "pi". El citado semicírculo tiene dimensiones tales que los centros de los zócalos de los extremos están a unos 2,5 cm de distancia de los costados respectivos del subchasis. Esto permite a cada válvula 6JE6A tener una separación con respecto a la más próxima, que permita el pasaje de una corriente de aire entre las ampollas de vidrio, sin que las conexiones internas del subchasis que llevan RF sean largas.

Obsérvese que el inductor de placas CRF2 también está a unos 2,5 cm de distancia del extremo del subchasis correspondiente. Los zócalos están orientados de tal manera, que el terminal correspondiente a la patita N° 3 de cada uno de ellos (cátodo) enfrente siempre el centro del semicírculo.

En la parte trasera del subchasis (ver fotografía de la fig.

31) se han instalado los receptáculos coaxiales hembra SO-239 marcados J1 y J2, receptáculo para la conexión al relevador de control y salidas para el resto de los componentes de la unidad.

La fotografía de la fig. 32 muestra la parte inferior del subchasis. Inmediatamente se advierte la ubicación del relevador K1, sobre la pared izquierda del subchasis, cerca de un zócalo y del frente. Por supuesto, no hay necesidad absoluta de montar dicho relevador en tal posición, siempre y cuando el mismo está ubicado en una posición tal, que la longitud de la conexión entre el receptáculo de salida J2 y el circuito sintonizado en "pi" sea lo más corta posible, con el fin de disminuir a un mínimo el acoplamiento entre

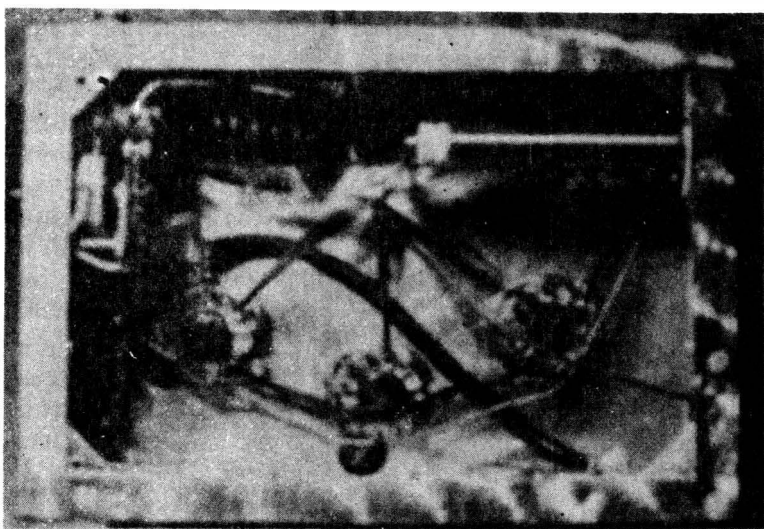


Fig. 32.— Vista inferior del subchasis. Se puede apreciar la parte inferior de varios zócalos de las válvulas 6JE6A. Todas las conexiones de cátodos se hacen con trozos de fleje de cobre de igual longitud y se agrupan en un aislador pilar de porcelana ubicado en el centro, de donde se conecta el inductor de cátodos CRF1 que aparece a la izquierda. A la derecha se aprecia la ubicación del relevador K1.

la línea de salida y el resto del circuito del amplificador lineal de RF.

Se usa un trozo corto de cable asimétrico coaxil desde el relevador K1 al receptáculo de entrada J1. El diodo zéner D1 se podrá disponer en cualquier lugar conveniente respetando su polaridad con el ánodo a masa.

Merece especial mención el conexionado del circuito de entrada, que va a todos los cátodos. Se monta en una posición equidistante un pequeño aislador pilar de porcelana. A él van a dar todas las conexiones de cátodos de las cinco válvulas 6JE6A, con conexiones *de la misma longitud* y lo más cortas posible, hechas con trozos de fleje de cobre de 3 mm de ancho. Sobre el mismo aislador pilar de porcelana va conectado el inductor de RF CRF1 que se halla sostenido por un tornillo ubicado en la pared derecha del subchasis, opuesto al relevador K1.

Otro punto sumamente importante es la conexión a masa de las grillas de control, pantalla y supresora de cada válvula 6JE6A. Todas estas conexiones se hacen en forma directa, obligando a los terminales metálicos de contacto a doblarse (patitas N° 1, 2, 6, 7 y 8) para ser soldadas directamente sobre el blindaje de soporte o aro metálico de presión de cada zócalo, por la parte inferior. Resulta esencial para el funcionamiento correcto del amplificador lineal de RF descrito que cada una de estas grillas esté derivada a masa por medio de la conexión *más corta* que sea posible hacer; de lo contrario, se tropezará con problemas de inestabilidad.

El inductor de cátodos CRF1 está hecho en forma casera utilizando alambre de cobre esmaltado de 0,51 mm de diámetro y bobinando a espiras juntas, esto es, sin espaciarse, hasta cubrir una longitud de 7 cm de una forma de lucita o poliestireno de 12,7 mm de diámetro y 10 cm de largo.

Los supresores parásitos, que resultan necesarios para un funcionamiento correcto de la unidad descrita, están hechos con los inductores CRF3, CRF4, CRF5, CRF6 y CRF7, que llevan cada uno 5 espiras de alambre de cobre plateado de 1,63 mm de diámetro, con un diámetro de 12,7 mm, con los resistores R1, R2, R3, R4 y R5 de 100 ohms, 1 W, carbón, en el interior de los inductores. Las espiras se alargan hasta cubrir la longitud de cada resistor, como se puede apreciar en la fotografía de la fig. 30.

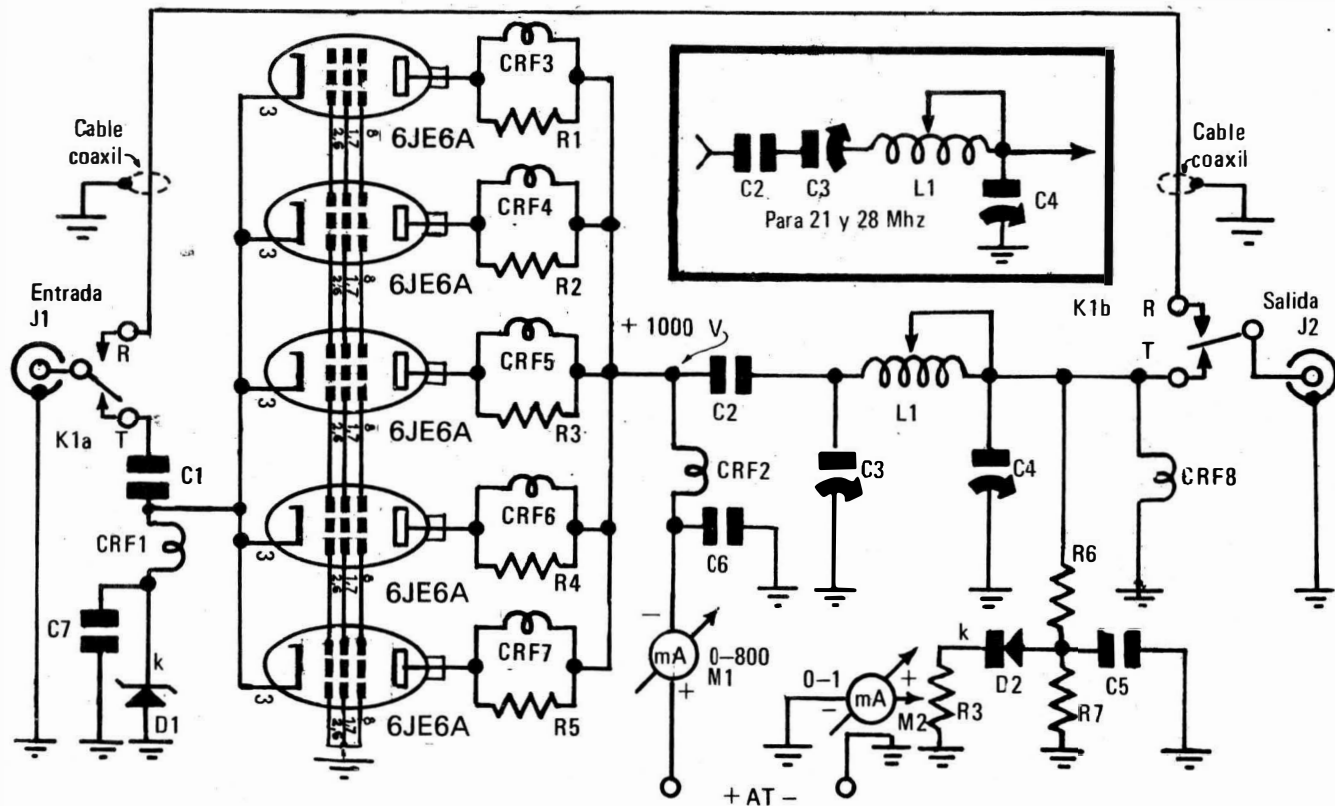


Fig. 33.- Circuito del amplificador lineal de RF CGM con cinco valvulas 6JE6A/6JE6C en paralelo.

El inductor de placas de RF marcado CRF2 también es casero y existen dos maneras de construirlo. La primera es utilizar una forma de lucita o cerámica de unos 20 mm de diámetro y 10 cm de largo. Se deben bobinar con alambre de cobre esmaltado de 0,51 mm de diámetro cinco secciones formadas por 11, 16, 27, 33 y 43 espiras cada una, separadas entre sí por espacios de 1 cm (ver fig. 35). En total se requieren 130 espiras y la longitud del bobinado completo, incluyendo los espacios libres entre las secciones del inductor será de 9,5 cm. La sección de 11 espiras es la superior que va conectada a C2 y la de 43 espiras la inferior, donde se aplica la AT.

El otro sistema requiere dos inductores de RF separados para CRF2 pero es más sencillo para construirlo. El primer inductor se hace sobre una forma similar a la utilizada anteriormente, de 20 mm de diámetro y 10 cm de largo, bobinando a espiras juntas alambre de cobre esmaltado de 0,51 mm de diámetro hasta cubrir enteramente la forma, dejando únicamente espacios libres de $\frac{1}{2}$ cm en ambos extremos. El segundo inductor en serie con el primero es un Ohmite Z-50. Se lo puede hacer empleando alambre de cobre esmaltado de 0,51 mm de diámetro sobre una forma de 12,7 mm de diámetro, devanando 44 espiras y espaciadas hasta ocupar una longitud del bobinado de 35 mm. En su defecto, se puede utilizar un trozo de mininductor B&W N° 3004 de 35 mm de largo, que proporcionará unos 7,8 μ H de inductancia requeridos. El capacitor fijo C6 *deberá ir conectado al final del inductor Z-50 y no entre los dos inductores*. Este capacitor fijo tiene un valor de 0,001 μ F y 3 kV de aislación efectiva de trabajo.

El circuito sintonizado final para operación en las bandas comprendidas entre 3,5 y 14 Mhz inclusive, está formado por una bobina L1 de aproximadamente 11 μ H con contacto cortocircuitante variable extraída de un equipo vetusto de sobrante de guerra BC-375 o BC-191. C3 es un capacitor variable a eje de 50 pF de valor máximo y de una aislación entre placas de 2,5 kV como mínimo, que se desempeña como capacitor variable de sintonía. En cambio, C4 es un capacitor variable extraído de un viejo receptor de radio-difusión, de dos secciones en tándem de 365 pF cada una, conectadas en paralelo, lo que da un total efectivo de 730 pF.

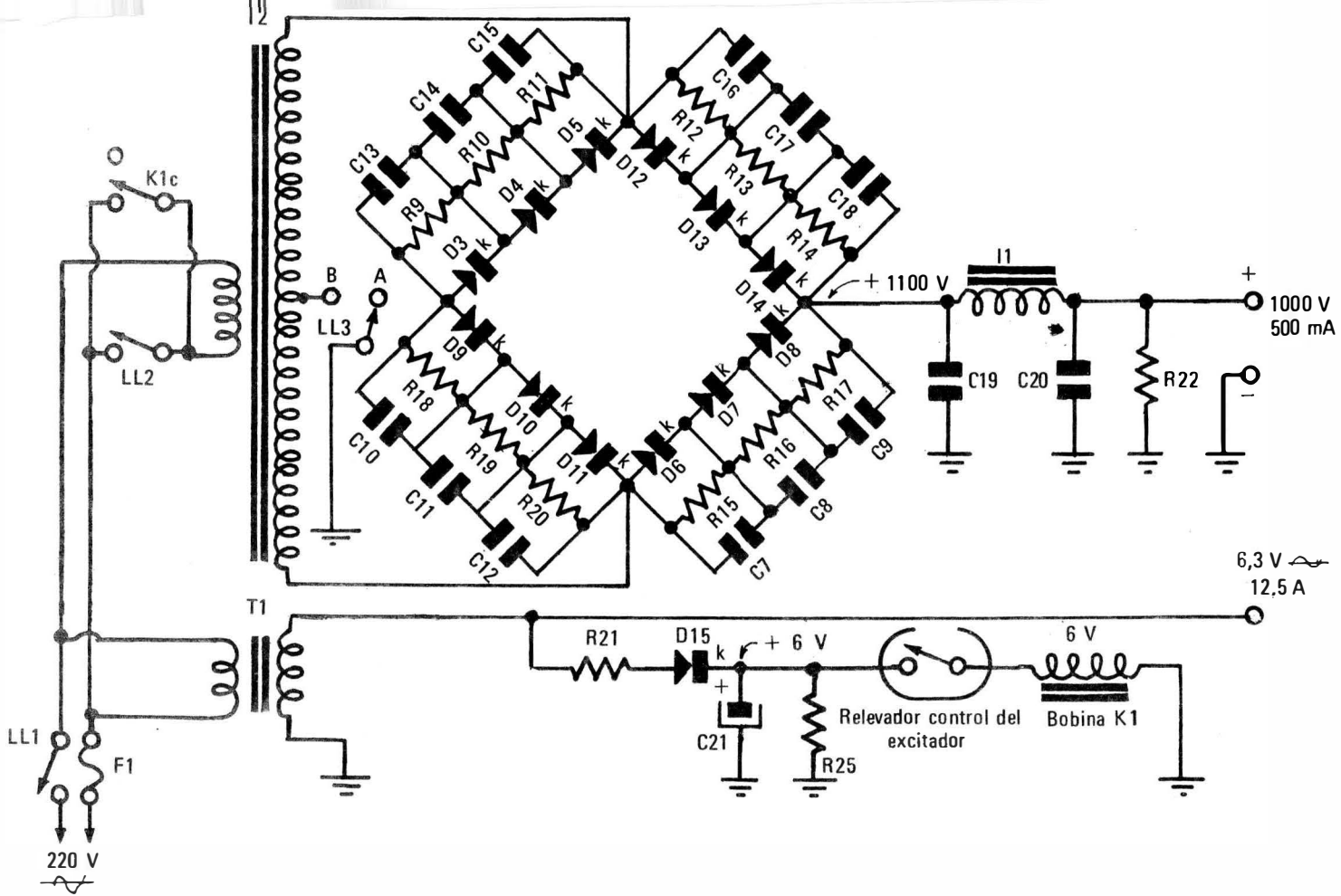


Fig. 34.- Fuente de alimentación para el amplificador lineal de RF CGM con cinco válvulas 6JE6A/6JE6C en paralelo.

Empero, si se trabaja únicamente en 21 y 28 Mhz, la bobina L1 se puede hacer con 5 espiras de caño de cobre de 6,35 mm de diámetro, con una longitud total de 12,7 cm, sobre una forma de 50 mm, autoportada. Entonces, si C3 tiene el mismo valor anterior de 50 pF, C4 requerirá únicamente 365 pF, esto es, una sola sección del capacitor variable utilizado en el caso anterior.

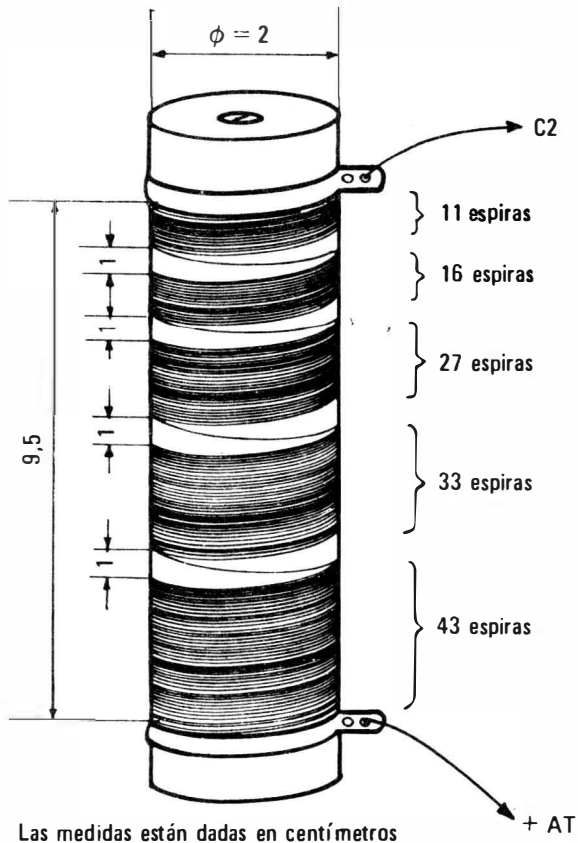


Fig. 35. Forma de construir el inductor de placas CRF2 para las válvulas 6JE6A/6JE6C.

DIODOS ZENER Y TRANSISTORES DE AUDIO EN AMPLIFICADORES LINEALES

Los diodos zéner utilizados como reguladores en la tensión negativa de polarización de las válvulas de un amplificador lineal de RF para BLU CGM, no solamente son componentes costosos sino que también son difíciles de hallar en plaza, cuando se trata de tipos de más de 5 ó 10 W de disipación.

El diseño de la fig. 36 a muestra cómo se puede emplear un diodo zéner de 1 W de disipación de tipo común en combinación con un transistor corriente de audio de 50 ó 90 W de disipación que se puede adquirir por poco dinero y con un resistor de carbón de $\frac{1}{2}$ W de disipación, para obtener el mismo resultado que con un diodo zéner de alta disipación.

El circuito de la fig. 36 a usa un transistor de audio de germanio o silicio tipo PNP, mientras que el de la fig. 36 b emplea un transistor tipo NPN. El régimen de tensión del diodo zéner debe ser aproximadamente 0,3 V menos que la tensión negativa de polarización deseada en el caso de un transistor de germanio, mientras que será de 0,7 V si se trata de un transistor de silicio.

En el circuito de la fig. 36 a el transistor se puede montar atornillado directamente al chasis, oficiando éste de disipador térmico, pero el de la fig. 36 b requerirá una arandela de mica aisladora entre el cuerpo del transistor (colector) y chasis, debido a que el colector debe estar aislado de masa.

En ambos circuitos se deben utilizar varios canutos de ferrito en el conductor de conexión al punto medio del transformador de filamento para impedir las oscilaciones parásitas.

Siempre una reducida tensión negativa de polarización de grilla en los amplificadores lineales de RF CGM para BLU, especialmente cuando se usa una fuente de alimentación para proveer la AT anódica, que utiliza un circuito doblador de tensión de pobre regulación, será muy beneficiosa para mantener la corriente de reposo en un valor bajo durante los períodos de espera.

En la práctica, con cuatro válvulas 572B se debe utilizar aproximadamente unos -4 V para que el consumo anódico en reposo no exceda los 100 mA, con 2300 V en placas. Para dos válvulas 811 dicho valor debe ser de -9 V, especialmente cuando la AT excede los 1250 V y para dos válvulas 811A se requerirán $-4,5$ V con 1500 V en ánodos. En tal situación, empleando el diseño de la fig. 36, se podrán usar diodos zéner de 1 W de disipación de 3,9; 9,1 y 4,5 V.

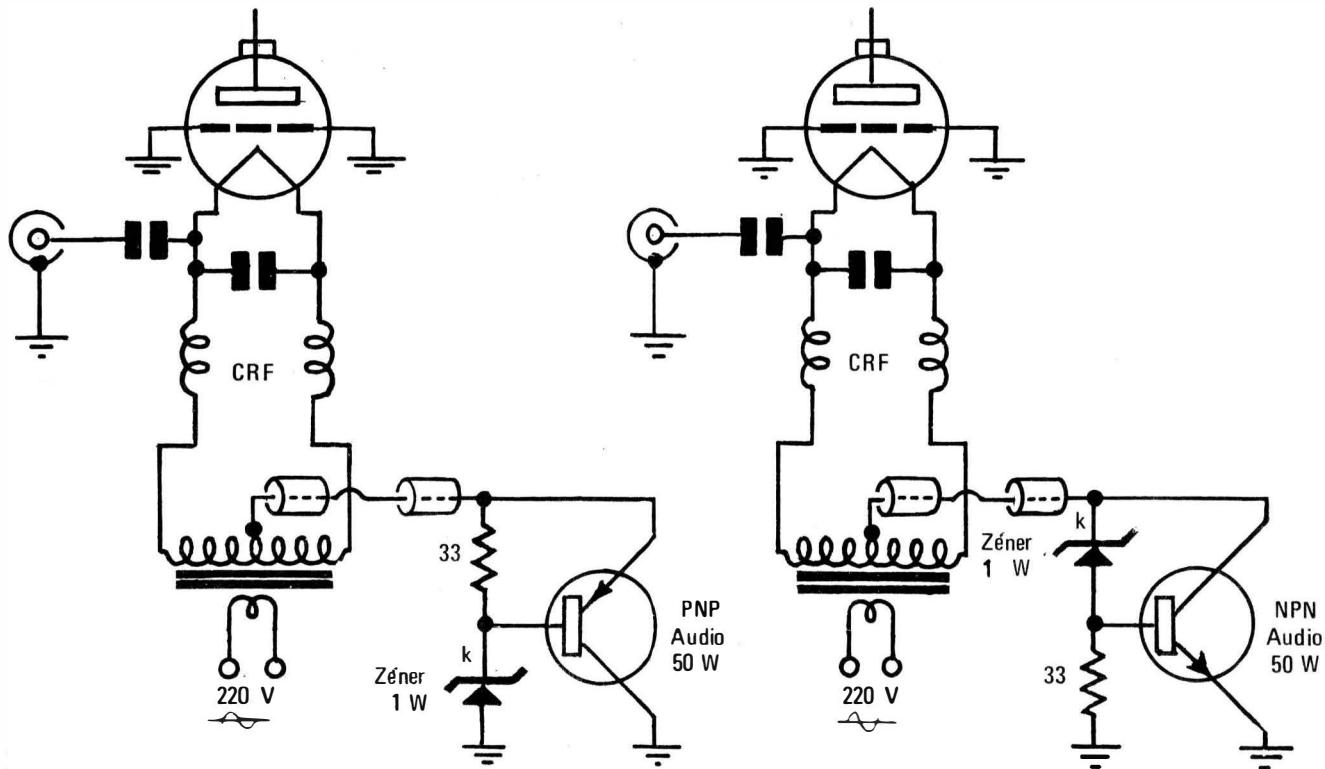


Fig. 36.- Forma de utilizar diodos zéner de baja disipación en un amplificador lineal de RF en combinación con un transistor de audio de 50 ó 90 W de tipo común y un resistor de carbón común.

El inductor CRF8 de 2,5 mH y de 500 mA, representa un seguro de vida para el operador, ya que si por cualquier eventualidad llegara C2 a cortocircuitarse, éste comenzará a quemarse, lo que alertará al operador sobre el particular. Es preferible tener un poco de humo y que la AT no se encuentre aplicada al circuito sintonizado final y a la línea de transmisión!

2.15. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación, cuyo circuito aparece en la fig. 34, ha sido diseñada en base a un transformador de placas T2 de 1000 V efectivos con punto medio (500–0–500 V) a 500 mA y de una aislación de trabajo de 3 kV. Posiblemente se puedan utilizar en su reemplazo dos transformadores idénticos del tipo empleados en receptores de televisión, con sus bobinados secundarios de AT en paralelo y con la fase adecuada, a fin de suministrar no solamente la AT requerida sino también la intensidad máxima que demanda el amplificador lineal descripto. Empero, tuve la suerte de disponer de un transformador de placas de las características señaladas que proporciona 1000 V al rectificador en puente. A la salida del mismo, la AT disponible es de 1300 V con 65 mA de consumo estático drenado por las cinco válvulas 6JE6A, valor que disminuirá a 1100 V aproximadamente cuando dichas válvulas toman la intensidad máxima en condición de sintonía. Si a la salida del filtro hay 1000 V, en esta situación se dispondrá de 500 W de potencia de entrada, esto es, 1 kW de potencia PaP en BLU, lo que habla bien a las claras de las posibilidades del amplificador lineal de RF CGM examinado.

El circuito rectificador en puente se construye apelando a doce diodos de silicio (D3 a D14 inclusive) de 1000 V TIP a 1A cada uno, tipo 1N4007. En cada rama del circuito puente se emplean tres de estos diodos en serie, protegidos contra transitorios y ecualizados por medios de capacitores fijos de 0,01 μ F a 600 V (C7 a C18 inclusive) y resistores de 270 Kohms, 1 W de carbón (R9 a R20 inclusive). Cada

rama tiene una capacidad máxima de 3000 V, más que suficiente para la salida de AT del transformador de placas utilizado.

El filtraje necesario se logra con un circuito en "pi" constituido por dos capacitores fijos al aceite de $8 \mu\text{F}$ y de 1500 V de aislación de trabajo (C19 y C20) y un inductor de filtro de 8 Hy a 500 mA y de 400 ohms de resistencia óhmica a la corriente, marcado H, y de 1500 V de aislación efectiva.

El transformador de filamento T1 es necesario ya que las cinco válvulas 6JE6A consumen 12.5 A. Esto significa que todo el conexionado del circuito de filamento deberá ser hecho con alambre de cobre esmaltado de 1.63 mm de diámetro como mínimo, protegido además con forro aislante de tela para evitar caídas innecesarias de tensión, que no solamente disminuyen la vida útil de las válvulas, sino que también provocan reducciones en la potencia de salida.

2.16. Funcionamiento del amplificador de RF CGM con válvulas 6JE6A/6JE6C

Una llave LL1 sirve para aplicar tensión general de filamento, cerrando el circuito del bobinado primario del transformador de filamento T1. Si el excitador está en posición recepción, los contactos C, T del relevador de control interno del mismo estarán abiertos y en consecuencia, a pesar de haber 6 V de salida en el cátodo de D15, el relevador K1 permanecerá inactivo, esto es, en posición de descanso (recepción). Estando la llave LL2 abierta, no habrá AT aplicada al amplificador lineal de RF y no funcionará. Si se cierra la llave LL2, habrá que accionar manualmente el relevador K1 para que la antena sea conectada al amplificador lineal de RF, lo mismo que su circuito de entrada quede conectado al excitador, si es que se desean efectuar pruebas con la unidad descripta. Una llave LL3 dispuesta en el punto medio de T2 resulta muy útil y sirve para que la AT aplicada a las válvulas 6JE6A sea de unos 500 V (baja) o de 1000 V (alta), lo que permitirá realizar los ajustes del amplificador lineal de RF en forma más descansada para las válvulas del mismo.

Posibilita además el empleo de menor potencia, con el consiguiente ahorro de energía eléctrica, cuando se está comunicando con correspondientes relativamente cercanos.

Ahora bien, todas las funciones de control las efectúa automáticamente el relevador de control K1, de tres polos, dos posiciones, de contactos robustos de 10 A, con bobina alimentada por 6 V de corriente continua, que se extraen del bobinado secundario de T1 con un pequeño diodo de silicio D15, un tipo 1N4003 de 200 V TIP, un resistor de protección R21, de 25 ohms, tipo alambre, un capacitor tipo C21, tipo electrolítico de 250 μ F y 25 V de aislación de trabajo y un resistor R23 de sangrado. La alimentación de la bobina de K1 resulta controlada a su vez por el relevador de conmutación del excitador. En los equipos "Swan" 260 y 270B se dispone de dichos terminales en la parte posterior del chasis, marcados R, C, T. Se debe usar el juego C, T que en los períodos de transmisión resultan cortocircuitados. De esta manera, cada vez que se acciona la llave *oprimir para hablar* del micrófono del excitador, se aplican 6 V de corriente continua a la bobina del relevador K1. Este, por medio de la sección K1a pasa la antena, que está conectada a J1, a la entrada de cátodos de las válvulas 6JE6A; la sección K1b conmuta a su vez la conexión de antena de J1 a la salida del circuito sintonizado en "pi" de placas 6JE6A; y finalmente, la sección K1c en paralelo con LL2, cierra el circuito primario del transformador de placas T2.

De esta manera, el operador solamente tiene que cerrar LL1 (con LL2 abierta) para que el amplificador lineal de RF sea controlado automáticamente por medio del excitador quedando la posibilidad de emplearlo con baja o alta AT según la posición de la llave LL3.

2.17. Ajuste y puesta en marcha

Es tarea muy sencilla el ajustar a máxima salida el amplificador lineal de RF descrito contando con el indicador de salida relativo de RF que se ha incluido a la salida del mismo.

Colóquese el potenciómetro R8 aproximadamente a un

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO TÍPICAS DE CINCO VALVULAS
6JE6A/6JE6C COMO TRIODOS DE ALTO MU (todas las grillas
unidas entre sí y derivadas a masa) EN UN AMPLIFICADOR
LINEAL DE RF CGM

Ep	1000 V
Ip	65/230 mA
Eg1	0 V (a masa)
Eg2	0 V (unida a g1)
Eg3	0 V (unida a g1)
Pot. exc.	± 40 W
Pot. sal. máx.	138 W (a 60% eficiencia)
Pot. ent. PaP	230 W

poco más de la mitad de su recorrido. Sin cerrar aún LL1, ajústese en forma normal el excitador. Cíérrese LL1, espérese a que las válvulas 6JE6A tomen su temperatura de trabajo y luego llévase el excitador a posición de sintonía. Rápidamente, con el capacitor variable de carga C4 colocado aproximadamente en la mitad de su recorrido, búsquese una indicación positiva en el instrumento M2, accionando sobre el capacitor variable de sintonía C3. Repítase el procedimiento, esta vez con ambos capacitores variables a la vez, retocando siempre en último término C3, hasta lograr la indicación máxima de salida. Céntrese el potenciómetro R8 de manera que la aguja de M2 quede en la mitad de la escala. Entonces, al cambiar de banda se tendrá una idea del rendimiento y salida relativa en forma comparativa. El instrumento M1 en condición de sintonía deberá indicar cerca de 500 mA. No se mantenga mucho más de 20 segundos la operación de ajuste. Es preferible cortar AT, dejar descansar un poco el amplificador lineal de RF y el excitador, volver a aplicar AT y proseguir el ajuste durante cortos intervalos, para evitar mantener más de 20 segundos por vez ambos equipos en condición de sintonía.

Con modulación vocal en el excitador, el instrumento M1 no deberá sobrepasar los 250 mA, en los picos máximos de voz. Un valor de 200 mA es correcto para los picos normales de modulación vocal. Al dejar de hablar, el consumo

en reposo deberá ser de unos 65 mA, que es la corriente estática tomada por las cinco válvulas 6JE6A.

2.18. Recomendaciones finales

El amplificador lineal de RF examinado es una unidad que funciona con una relativamente baja tensión anódica,

CARACTERISTICAS DINAMICAS DE CINCO VALVULAS 6J1 6A/6J1 6C
DESEMPEÑANDOSE COMO TRIODOS DE ALTO MU' COMO
AMPLIFICADORAS DE RF PARA SEÑALES DE BLU
(Todas las grillas unidas, entre sí y a masá)

Condición	I _g (mA)	I _p (mA)	Salida RF (W)
Consumo en reposo	3 a 4	65	0
Salida pico máxima, tono o silbido	8 (máx)	500	300
Picos normales de modulación vocal	-	230	138
Modulación vocal normal	1 a 2	65/200	0/120

pero con un relativamente alto consumo de placas, ideal para ser utilizado con un transceptor de FE de BLU de manufactura comercial "Swan" 240, 260, 270 ó 270B, como también un "SBE" 33 ó 34.

De acuerdo con las pruebas realizadas por un cierto período de tiempo, llegué a la conclusión de que se requiere entre 40 a 50 W útiles de salida en el excitador para lograr máxima salida del amplificador lineal de RF descrito en todas las bandas de operación. Los informes recogidos antes de entregar el prototipo que construí a su dueño, fueron excelentes en todo sentido. Un pequeño problema de inestabilidad, que se me presentó en otra unidad armada asimismo con el mismo diseño, a pesar de los supresores parásitos de placas, fue resuelto con el agregado de cinco pequeños resistores de 10 ohms, carbón y de 1 W de disipación en serie con la conexión de cada cátodo.

El empleo de un ventilador cerca de las ampollas de vidrio de las válvulas 6JE6A/6JE6C, podría decirse es prácticamente obligatorio, si se desea que éstas trabajen a una temperatura más baja y que la vida útil de las mismas resulte prolongada.

Nuevos tipos de válvulas similares a la 6JE6A y 6JE6C acaban de hacer su aparición; como se trata de versiones de mayor disipación de ánodo, resultan muy recomendables si se dispone de una fuente de alimentación que pueda

LISTA DE VALORES

(Amplificador lineal CGM con cinco válvulas
6JE6A/6JE6C fig. 33)

<i>C1, C5, C7, C8, C9,</i>	
<i>C10, C11, C12, C13,</i>	
<i>C14, C15, C16, C17,</i>	
<i>C18</i>	0,01 μ F, cerámica, 600 V
<i>C2</i>	510 pF, cerámica, 5000 V
<i>C3</i>	50 pF, variable a eje, 2500 V
<i>C4</i>	730 pF, variable a eje, dos secciones en tándem de 365 pF cada una, conectadas en paralelo
<i>C6</i>	0,001 μ F, cerámica, 3000 V
<i>C19, C20</i>	8 μ F, al aceite, 1500 V
<i>C21</i>	250 μ F, electrolítico, 25 V
<i>R1, R2, R3, R4, R5</i>	100 ohms, 1 W
<i>R6</i>	10 Kohms, 2 W
<i>R7</i>	2,2 Kohms, 1 W
<i>R8</i>	2 Kohms, potenciómetro sin llave
<i>R9, R10; R11, R12,</i>	
<i>R13, R14, R15, R16,</i>	
<i>R17, R18, R19, R20</i>	270 Kohms, 1 W
<i>R21</i>	25 ohms, 10 W, alambre
<i>R22</i>	50 Kohms, 75 W, alambre
<i>R23</i>	1 Kohms, 2 W
<i>CRF1</i>	Aproximadamente 65 espiras de alambre de cobre esmaltado de 0,51 mm de diámetro

	sin espaciar, sobre una forma de lucita de 12,7 mm de diámetro y 10 cm de longitud, cubriendo el bobinado unos 7,5 cm de largo
<i>CRF2</i>	130 espiras de alambre de cobre esmaltado de 0,51 mm de diámetro, devanadas en cinco secciones desiguales de 11, 16, 27, 33 y 43 espiras cada una, separadas entre sí por 1 cm, sobre una forma de cerámica o lucita de 20 mm de diámetro y 9,5 cm de longitud
<i>CRF3, CRF4, CRF5, CRF6, CRF7</i>	5 espiras de alambre de cobre plateado de 1,63 mm de diámetro, con un diámetro de 12,7 mm con los resistores en el interior de los inductores, espaciando el bobinado hasta cubrir el cuerpo de cada uno de ellos
<i>CRF8</i>	2,5 mH, 500 mA
<i>K1</i>	3 polos, 2 posiciones, contactos para 10 A, bobina para 6 V cc, relevador de control
<i>M1</i>	0-800 mA
<i>M2</i>	0-1 mA
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239
<i>D1</i>	12 V, 10 W, diodo zéner
<i>D2</i>	1N34A
<i>D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11, D13, D14</i>	1N4007, 1000 V TIP, 1 A
<i>D15</i>	1N4003, 200 V TIP, 1 A
<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 6,3 V, 12,5 A, 3000 V aislación efectiva
<i>T2</i>	Primario 220 V a secundario 500-0-500 V, 500 mA, 3000 V aislación efectiva
<i>H1</i>	8 Hy, 500 mA, 400 ohms, 1500 V aislación efectiva
<i>LL1</i>	220 V, 15 A, llave unipolar de corte
<i>LL2</i>	220 V, 3 A, llave unipolar de corte
<i>LL3</i>	1 polo, 2 posiciones, llave conmutadora sobre porcelana
<i>F1</i>	220 V, 15 A, fusible de entrada

proporcionar mayor consumo, lo que posibilitará una mayor potencia de salida. Me refiero al tipo 6LF6 de 40 W de disipación de placa y el 6MJ6, que durante las pruebas de control soporta hasta 200 W de disipación en ánodo por períodos de hasta 20 segundos.

2.19. Amplificador lineal de RF CGM con válvula 811A

Este amplificador lineal de RF de tamaño reducido nació de la necesidad de disponer de mayor potencia, para poder combatir el QRM excesivo, cuando lo único que se disponía en ese momento era un excitador de BLU con una sola válvula de salida 6HF5 en Clase AB1, la que no podía proporcionar más de 30 W útiles en el mejor de los casos.

Después de pensar un poco, hacer cálculos y manejar ideas, supe que podría llegar exitosamente a la construcción de un pequeño amplificador lineal de RF de reducidas dimensiones (el chasis que contiene el Pequeño Lineal mide 30 cm de ancho por 25 cm de largo y 7,5 cm de profundidad) capaz de suministrar una potencia de entrada PaP de 438 W en BLU con una tensión anódica de 1250 V, utilizando dos válvulas 811A en un circuito tipo CGM, trabajando en Clase B.

El Pequeño Lineal es capaz de un funcionamiento altamente satisfactorio dentro de las bandas de 10 a 80 m; incluye un medidor de salida relativa de RF que permite su ajuste en forma rápida y además incorpora un relevador de cambio de antena, que en los períodos de descanso desconecta de masa el punto medio del transformador de filamento, lo que permite su enfriamiento. Dicho relevador K1 se puede accionar por una tensión de 10 V de corriente continua proveniente del excitador; por un par de contactos sobrantes del relevador general de comando del excitador (marcado transceptor) o por medio de la llave LL4, lo que permitirá realizar comparaciones con y sin el amplificador lineal de RF en funciones, a las que son tan adeptos los radioaficionados que poseen amplificadores lineales.

En el caso de que no se dispongan de los 10 V de corriente continua en el excitador, será posible alimentar la bobina

del relevador K1 por medio de un pequeño rectificador de silicio 1N4002 de 100 V TIP a 1 A, un resistor y un capacitor electrolítico, tal como se representa en la fig. 42.

En uso móvil, una fuente de alimentación que proporcione únicamente 850 V (tal como la de un transceptor "Swan") podrá servir, ya que a pesar de trabajar el amplificador lineal de RF con una AT anódica reducida, se podrá aumentar más aún el consumo de las válvulas 811A. En este caso, se podrá disponer el conexionado del circuito de filamento en serie, para ser alimentado directamente por 12 V, de la batería del automóvil.

2.20. Examen del circuito del Pequeño Lineal

El Pequeño Lineal utiliza un par de válvulas 811A en disposición CGM. Clase B. Se escogió el tipo citado, porque son relativamente baratas, son triodos de alto μ y que operan con polarización cero, no requiriendo en consecuencia, una fuente de polarización fija de tensión negativa de grillas y además, pueden proporcionar cerca de 500 W PaP de entrada, con una potencia de excitación tan reducida como 25 W en todas las bandas de operación.

No obstante, se pueden utilizar otros tipos de válvulas similares como el TZ-40, pero ésta es una válvula de 7,5 V en filamento, por lo que habrá que emplear un transformador T1 de esa tensión. Un tipo muy superior al 811A es el 572B (160 W de disipación anódica versus 65 W de la 811A). Con dos válvulas 572B se podrá duplicar fácilmente la potencia de salida disponible, pero será menester aumentar la AT anódica a 2300 V y disponer de 500 mA, lo que obligaría a rediseñar toda la fuente de alimentación. Además, los requisitos de excitación serían mayores, de aproximadamente 100 W, en la clase de circuito que se está examinando.

Muchas partes del amplificador lineal de RF podrán ser rescatadas de televisores en desuso, sobrantes de guerra o del cajón de repuestos de la estación. Por ejemplo, la llave de conmutación de bandas LL5 que debe ser robusta, de contactos generosos y montada sobre porcelana, proviene de una vieja unidad de sintonía TU-7B. El relevador K1

también lo hallé entre los restos de un vetusto transmisor ARC-5.

El circuito de filamento se mantiene sobre el potencial de masa en lo que a RF respecta, por medio de un inductor de filamento CRF1, alimentado directamente por un trozo de cable coaxil asimétrico desde el receptáculo coaxil hembra J1 a través del relevador K1.

El inductor de RF de placas CRF4 está bobinado sobre una forma de lucita, manteniéndose las espiras en su lugar en ambos extremos por medio de grampas con tornillos. El capacitor variable de sintonía C8 proviene del mismo viejo transmisor ARC-5 y el capacitor variable de carga C10 es uno de doble sección en tándem de un vetusto receptor de radiodifusión que viera tiempos mejores, con sus dos secciones dispuestas en paralelo.

La bobina de placas está formada por tres secciones diferentes L1, L2 y L3, con un diámetro más reducido que las similares en amplificadores lineales similares, pero el Q es correcto y trabaja bien. El contacto libre disponible de la llave LL5, de conmutación de bandas, se puede usar en 80 m para agregar una capacitancia extra (C9) en casos en que la resistencia de carga sea desacostumbradamente baja o reactiva.

El relevador de antena, sobrante de guerra, de contactos robustos como mínimo aptos para 10 A, de tres polos, dos posiciones, proviene, como se dijo, de un transmisor ARC-5. Dos polos (K1b y K1c) se usan para conectar la antena del excitador al amplificador lineal de RF y el tercer polo (K1a) interrumpe la conexión de masa del punto medio del transformador de filamento T1, lo que lo mantiene mucho más frío.

Para los que disponen de un excitador que puede proporcionar 10 V para la bobina de dicho relevador K1, ya sea por ejemplo el "SBE" 33, hallarán dicha tensión de control en el terminal N° 7 del conector macho octal posterior de dicho equipo comercial. Se deberá utilizar un conector de dos terminales que estén aislados del chasis del Pequeño Lineal. Si se usa otro tipo de excitador, tal como un "Swan" 260 ó 270, la tensión de la bobina se puede obtener de una disposición como la ilustrada en la fig. 42, aprovechando los bobinados secundarios de 5 y 6,3 V del transformador

de alimentación T2. El control del relevador será realizado por los terminales al efecto en la parte trasera marcada C-T, que en transmisión están en cortocircuito entre sí. La llave LL4 permitirá realizar pruebas de comparación con y sin el amplificador lineal.

El sencillo indicador de salida relativa de RF proporciona un medio rápido y efectivo para el ajuste del amplificador lineal de RF a máxima salida. El potenciómetro R3 de 25 Kohms sirve para mantener la aguja del instrumento M1 en la parte central de la escala, tal como se detalla en el subcapítulo 3.6.

La fuente de alimentación está construida en base a un transformador de alimentación T2. Si se desea aprovechar la potencia máxima de salida del Pequeño Lineal, será necesario utilizar un transformador hecho al efecto, que proporcione en su bobinado secundario de AT 1000 V efectivos (500-0-500 V) capaz de suministrar 350 mA a plena carga. Más económico consiste emplear un transformador de alimentación de un viejo televisor en desuso. El que yo rescaté es uno provisto de tapas americanas, en apariencia robusto y de buen aspecto, que proporciona 900 V efectivos (450-0-450 V) a 300 mA a plena carga y cuenta además con secundarios para 5 y 6,3 V. Lamentablemente, las dos válvulas 811A exigen 6,3 V a 8 A, razón por la cual se requerirá un transformador independiente de filamento, de la aislación necesaria para el caso. Convendrá encargarlo para 6,3 V, 10 A y 3000 V de aislación efectiva de trabajo, con punto medio.

Se emplea un circuito rectificador en puente con ocho diodos de silicio D2 a D9, tipo 1N4007, de 1000 V TIP, 1 A cada uno, protegidos por capacitores fijos de 0,01 μ F a 1000 V de aislación y resistores de 270 Kohms, carbón, de ½ W de disipación en paralelo con cada diodo rectificador, como aparece en la parte inferior derecha del circuito de la fig. 39. Con un tipo de fuente de alimentación como la descrita, no se requiere inductor de filtro, lo que no solamente elimina un componente costoso sino que además permite disminuir el tamaño de la misma.

2.21. Construcción del Pequeño Lineal

Las fotografías de las figs. 37 y 38 dan una buena idea del sistema de construcción que he seguido para armar el amplificador lineal de RF descrito. Se trata de un chasis de aluminio de 30 por 25 por 7,5 cm, cuyas partes superior e inferior fue cortada completamente, dejando unas pestañas de 1,5 cm igual que en la parte inferior, que se emplean para fijar las tapas de aluminio perforado con tornillos tipo Parker. En los costados habrá que dejar un poco más de metal, para tener sitio suficiente para fijar los soportes de goma con sus respectivos tornillos, como se aprecia en la fotografía de la fig. 39.

Este sistema de construcción de chasis abierto provee una ventilación muy buena, a la vez que resulta fácilmente llevado a la práctica. Para poder montar los zócalos de las dos válvulas 811A es necesaria la construcción de un subchasis interior, que se hace con parte de la tapa de aluminio superior, en forma de L en dos piezas, de 7,5 cm de ancho, tal como lo ilustra la fig. 40. En ella, aparecen todas las dimensiones requeridas, en milímetros. Deberá ponerse especial cuidado en la construcción de este subchasis, ya que el tamaño de las válvulas es tal, que apenas quedan unos pocos milímetros disponibles entre las ampollas de vidrio de las mismas y la pared del chasis. Es muy importante que los terminales de filamento de cada válvula (patitas N° 1 y 4) de los zócalos de las válvulas 811A se enfrenten de un zócalo al otro, para que cada filamento de las válvulas se halle en un plano vertical con relación a la línea horizontal de reposo del Pequeño Lineal. De lo contrario, luego de un cierto tiempo de funcionamiento, el filamento dilatado por el calor, podría tocar la placa, con las desagradables consecuencias del caso.

Hay dos capacitores fijos que requieren una elevada aislación de trabajo. Me refiero a C6 y C7. El primero, de 510 pF y de 5000 V de aislación, fue extraído de la fuente de alimentación de muy alta tensión de un televisor, al cual ya se le había sacado el transformador de alimentación. El segundo, de 0,001 μ F y de 3000 V de aislación, debió ser adquirido en un comercio especializado. Como ambos desempeñan una importante misión, se deberá poner especial

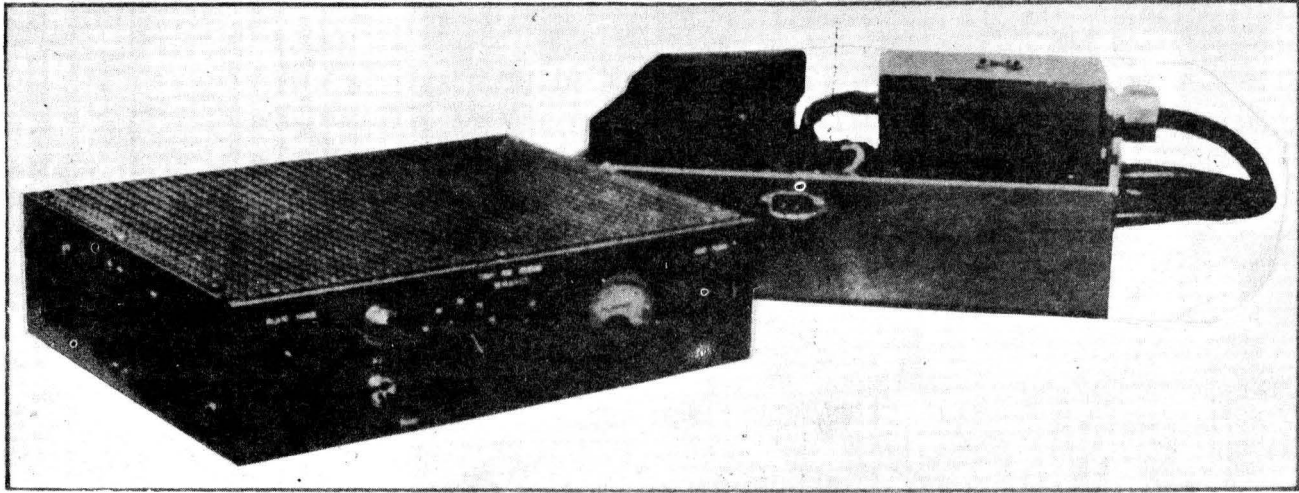


Fig. 37.— Aspecto fotográfico del Pequeño Lineal y de su fuente de alimentación. Como se aprecia, el método particular de construcción ha permitido hacer algo realmente compacto y de aspecto agradable. Los controles sobre el frente del amplificador lineal, de izquierda a derecha, corresponden a C8, LP1 con LL4 abajo, LL5, R3, M1 y C10.

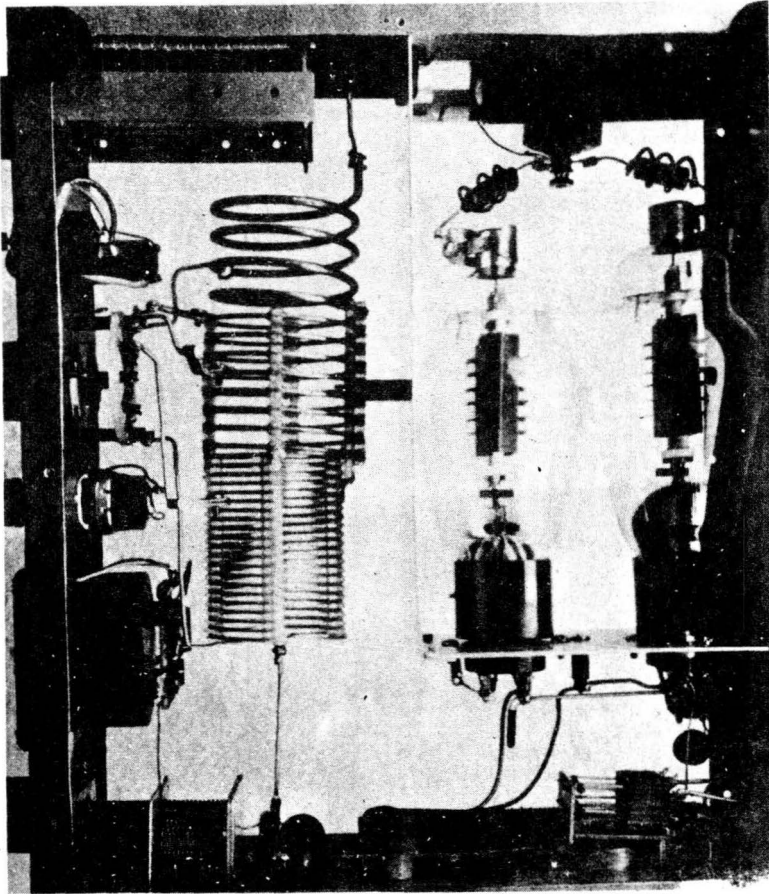


Fig. 38.- Fotografía superior del Pequeño Lineal desprovisto de sus tapas superior e inferior para poder mostrar la ubicación y montaje de sus componentes principales. La bobina de placas (L1, L2 y L3) aparece a la izquierda, con C8 en la parte superior y C10 en al inferior, al lado de CRF1 y del relevador K1. Las válvulas de salida 811A aparecen montadas sobre el subchasis interior, en posición horizontal, con los supresores parásitos en los capacitores de placa

cuidado en que estén en perfectas condiciones. El inductor de RF de salida CRF5, de 2,5 mH y de 500 mA tiene un rol primordial, ya que si por cualquier eventualidad C6 se cortocircuitara, el citado inductor se desempeñaría como un fusible y comenzaría a quemarse. Es preferible

tener un poco de humo antes de que exista la posibilidad de que la AT resulte aplicada en el circuito sintonizado de salida y en la línea de transmisión, lo que podría provocar un accidente mortal. En consecuencia, no hay que omitir dicho inductor. Es un seguro de vida para el operador y su familia.

El inductor de RF de placas CRF4 también es casero y se lo construye empleando como forma una barra de lucita o poliestireno de 19 mm de diámetro y 12,5 cm de longitud. Se bobinan a espiras juntas, esto es, sin espaciar, usando alambre de cobre esmaltado de 0,40 mm de diámetro, hasta cubrir 10 cm de longitud del bobinado. Para fijar ambos extremos del inductor, se utilizan tornillos fijados directamente sobre la forma de lucita, como se puede apreciar en la fotografía de la fig. 38.

Para armar las tres secciones de la bobina del circuito sintonizado de placas (L1, L2 y L3), primeramente cada una de ellas fue cortada al número requerido de espiras, luego se soldaron cada extremo de las secciones con la ayuda de un soldador de 275 W, donde tocan los espaciadores de plástico que sostienen a su vez los bobinados y finalmente, se aplicaron unas gotas de cemento sobre los mencionados espaciadores de plástico, quedando una única bobina de aspecto sólido. Su ubicación exacta en el interior del chasis es importante para el funcionamiento correcto del Pequeño Lineal. La mencionada bobina se mantiene en su lugar por medio de un aislador pilar de porcelana ubicado cerca del subchasis de las válvulas 811A, de manera que las conexiones de las derivaciones a la llave LL5 sean realmente cortas y directas, como se aprecia en la fotografía de la fig. 38. Deberá tenerse cuidado que al soldar cada derivación sobre la bobina de placas no se vaya a cortocircuitar espiras entre sí, por lo que será mucho más conveniente hacer este trabajo, antes de colocar la bobina de placas en su sitio definitivo. Luego, será muy sencillo cortar cada derivación a la altura requerida para llegar a cada terminal de la llave LL5. Un esquema pictórico de estas conexiones, para facilitar la labor del constructor, aparece en la fig. 41. Más adelante se volverá al tema de las derivaciones sobre la bobina de placas, ya que será menester

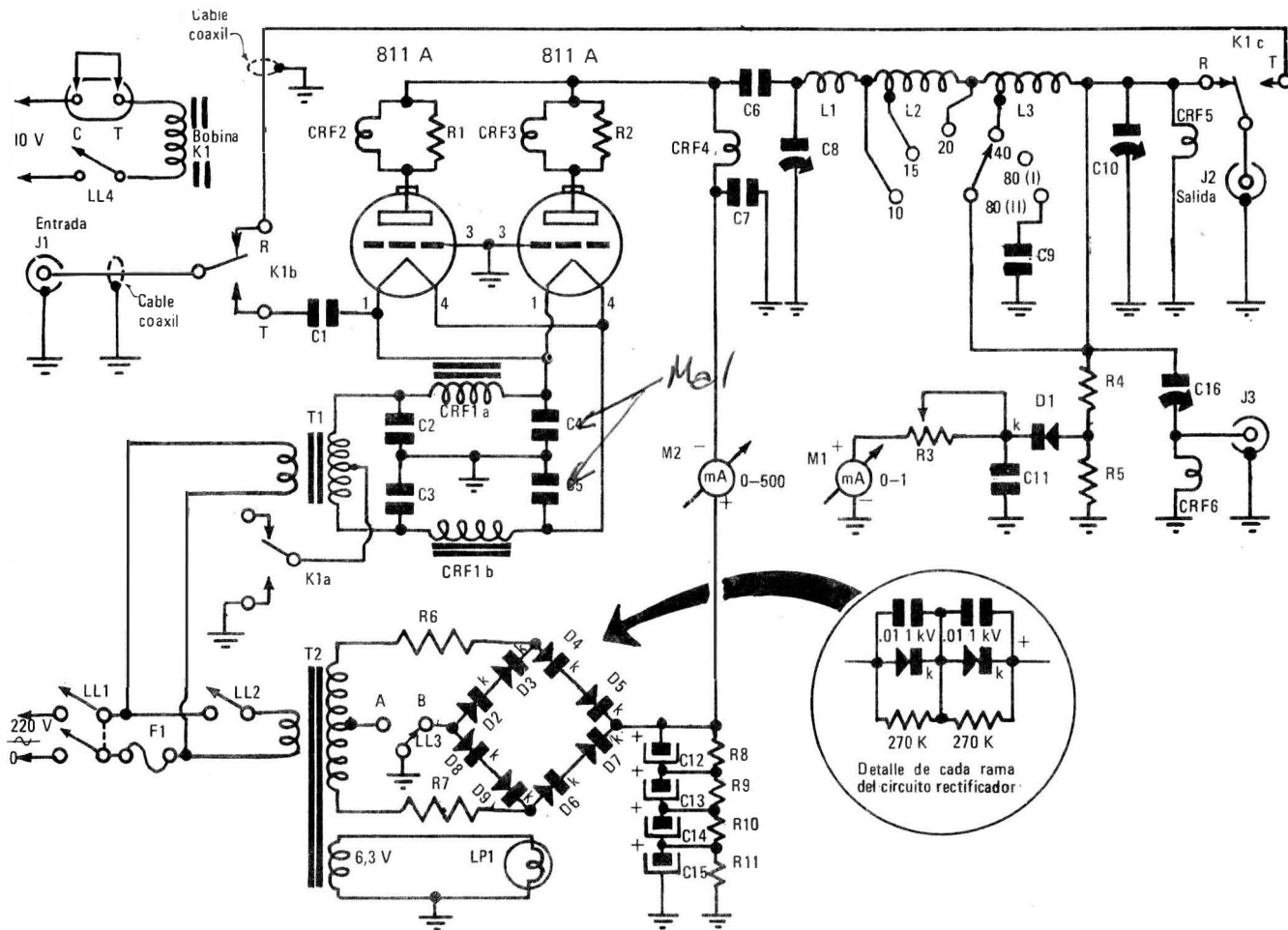


Fig. 39.- Diseño del Pequeño Lineal. Se utilizan dos válvulas 811A en CGM. Clase B. Se incluye el circuito de la fuente de alimentación.

comprobar si cada derivación corresponde realmente a la banda de operación respectiva.

El inductor de RF del circuito de filamento CRF1 también es casero y se lo construye utilizando una forma de ferrita de 12,7 mm de diámetro y de unos 15 cm de longitud. Se cortan dos trozos de alambre de cobre esmaltado de 1,63 mm de diámetro y se van bobinando lado por lado a espiras juntas, al mismo tiempo, sobre la forma de ferrita, hasta cubrir una longitud del bobinado de 13,6 cm. La fotografía de la fig. 38 muestra el aspecto final del citado inductor. Téngase en cuenta, que dicho inductor debe dejar pasar una intensidad de filamento de 8 A. Al terminar el bobinado habrá que dejar terminales de longitud conveniente para conectar el inductor de filamento al resto del circuito. Se podrán emplear grampas plásticas para mantener el bobinado en su lugar. Dos pequeñas escuadras en L pegadas con cemento en cada extremo de la forma de ferrita mantienen al inductor en su sitio. Antes de hacer el bobinado sobre la forma de ferrita convendrá cubrir a ésta con cinta aisladora, lo que facilitará la tarea. Se puede apreciar la ubicación de CRF1 en la parte inferior

LISTA DE VALORES

(Amplificador lineal CGM con dos válvulas 811A fig. 39)

<i>C1, C2, C3, C4, C5,</i>	
<i>C11</i>	0,01 μ F, cerámica, 1000 V
<i>C6</i>	510 pF, cerámica, 5000 V
<i>C7</i>	0,001 μ F, cerámica, 3000 V
<i>C8</i>	150 pF, variable a eje, 2500 V
<i>C9</i>	Ver texto
<i>C10</i>	730 pF, variable a eje (tándem de 2 \times 365 pF con sus secciones en paralelo)
<i>C12, C13, C14, C15</i>	100 μ F, electrolítico, 450 V, tipo subpanel con terminales aislados
<i>C16</i>	25 pF, trimer variable, cerámica, NPO
<i>R1, R2</i>	100 ohms, 2 W

<i>R3</i>	25 Kohms, potenciómetro sin llave
<i>R4</i>	22 Kohms, 2 W
<i>R5</i>	470 ohms, ½ W
<i>R6, R7</i>	30 ohms, alambre, 10 W
<i>R8, R9, R10, R11</i>	330 Kohms, 2 W
<i>K1</i>	3 polos, 2 posiciones, contactos para 10 A, bobina 12 V cc
<i>CRF1</i>	28 espiras en forma bifilar de alambre de cobre esmaltado de 1,63 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de ferrita de 12,7 mm de diámetro y 15 cm de longitud
<i>CRF2, CRF3</i>	2½ espiras de alambre de cobre plateado de 1,29 mm de diámetro, largo 19 mm, con un diámetro de 12,7 mm, con los resistores <i>R1</i> y <i>R2</i> como forma inicial
<i>CRF4</i>	90 µH, 500 mA. Se bobinan a espiras juntas alambre de cobre esmaltado de 0,40 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de lucita de 19 mm de diámetro y 12,5 cm de longitud
<i>CRF5</i>	2,5 mH, 500 mA
<i>CRF6</i>	1,1 µH
<i>M1</i>	0-1 mA, instrumento de medición
<i>D1</i>	1N34A
<i>D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9</i>	1N4007, 1000 V TIP, 1 A
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239
<i>J3</i>	Receptáculo audio tipo RCA
<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 6,3 V, 10 A, con punto medio, 3500 V aislación efectiva
<i>T2</i>	Primario 220 V a secundario 450-0-450 V, 350 mA, 6,3 V, 2 A y 5 V, 3 A, 3500 V, aislación efectiva
<i>F1</i>	220 V, 15 A, fusible de entrada
<i>LL1</i>	220 V, 15 A, llave de corte bipolar
<i>LL2, LL4</i>	220 V, 3 A, llave de corte unipolar
<i>LL3</i>	1 polo, 2 posiciones, sobre porcelana, llave selectora de tensiones
<i>LL5</i>	1 polo, 6 posiciones, contactos muy robustos, sobre porcelana, llave selectora de bandas

derecha, debajo de los zócalos de las válvulas 811A, al extremo izquierdo del relevador K1.

Los componentes del indicador de salida relativa de RF (D1, C11, R4 y R5) se montan sobre un trozo con agujeros de fórmica, extraído de un material de anclaje para circuitos de estado sólido. Dicho trozo de material aislante perforado mide 2 por 5 cm y está ubicado en la parte trasera del instrumento M1, sostenido por los terminales del propio miliamperímetro.

Todo el circuito de filamento, desde el secundario del transformador T1, pasando por el inductor CRF1 hasta llegar a los terminales respectivos de los zócalos de las válvulas 811A, está hecho con alambre de cobre esmaltado de 1,63 mm de diámetro, protegido con un forro aislante de tela, con el objeto de evitar innecesarias caídas de la tensión de filamento. Está de más manifestar, que dichos conductores y los correspondientes a AT y masa, deben ser lo más cortos posible. Esto es, que la fuente de alimentación no debe estar muy lejos del amplificador lineal de RF.

El capacitor fijo C7 de elevada tensión de aislación y los capacitores fijos del circuito de filamento C4 y C5

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO TIPICO DE DOS VALVULAS 811A
COMO AMPLIFICADORAS LINEALES DE RF CGM CLASE B
PARA SEÑALES DE BLU

Ep	1250	1500	V
Ip	54/350	32/313	mA
Egl	0	- 4,5	V
Pot. exc.	± 50	± 50	W
Pot. sal. útil máx.	262,5	281,7	W
Pot. ent. PaP	524	563	W

están montados sobre el zócalo posterior, donde se enchufa la ficha con los cables múltiples que provienen de la fuente de alimentación.

La parte más crítica de la fuente de alimentación es, como se manifestó anteriormente, el transformador de alimentación T2. El transformador de alimentación que yo em-

plé provino de un vetusto televisor; posee un secundario de AT de 900 V (450-0-450 V), 6,3 V y 5 V, estos dos últimos bobinados secundarios no se utilizan. No obstante, se conectá

CARACTERISTICAS DINAMICAS DE DOS VALVULAS 811A CGM
COMO AMPLIFICADORAS LINEALES DE RF CLASE B
PARA SEÑALES DE BLU

Condición	I _g (mA)	I _p (mA)	Salida RF (W)
Consumo en reposo	1 a 2	54	0
Salida pico máxima, tono o silbido	10 (máx)	350	262,5
Picos normales de modulación vocal	—	280	210
Modulación vocal normal	0,5	54/200	0/150

al bobinado de filamento de 6,3 V una lamparita piloto LPI que indica cuando está conectada la AT.

El citado transformador T2 que yo empleara, no entrega más de 300 mA a plena carga, y el haber sacrificado varios watts, significó que después del rectificador en puente, la AT disponible sin carga fuera únicamente de 1200 V, disminuyendo a algo más de 1000 V con carga. Sin duda alguna, el uso de un transformador especial para T2 de 1000 V efectivos (500-0-500 V) a 350 ó 400 mA en el secundario de AT, permitiría disponer de más de 1400 V sin carga, lo que permitiría alimentar al amplificador lineal de RF con una AT de unos 1250 V y obtener así la máxima potencia de salida. La elección, por supuesto, depende del constructor.

Una vez finalizado el armado del Pequeño Lineal, verifíquense todas las conexiones, incluyendo las del relevador K1 y las de la manguera de cables múltiples que van a la fuente de alimentación con un óhmetro, a ver si no se ha cometido un error. Dicha precaución podrá significar el ahorro de varios componentes importantes que podrían resultar dañados.

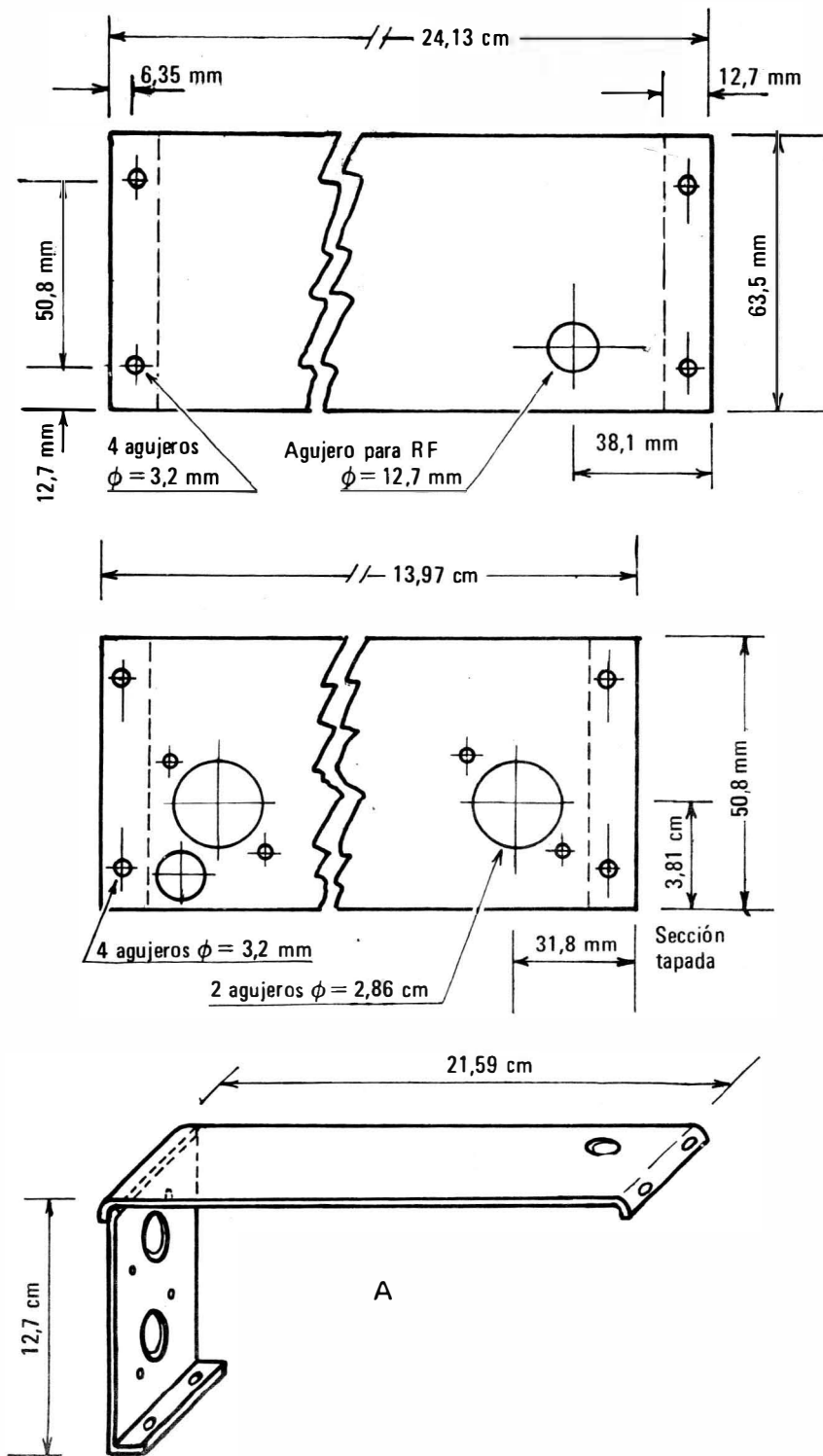


Fig. 40.- Esquema de la forma de construir el subchasis en dos partes con todas las dimensiones necesarias.

CONSTRUCCION DE LA BOBINA DE PLACAS 811A

La inductancia del circuito sintonizado en "pi" está formada por tres secciones L1, L2 y L3 para las bandas comprendidas entre 3,5 a 28 Mhz.

- L1 4 espiras de alambre de cobre plateado de 2,59 mm de diámetro, con una longitud del bobinado de 20 mm, derivación (10 m) a 2½ espiras del lado de C8, sobre una forma de 44 mm de diámetro, que luego se retira.
- L2 8 espiras de alambre de cobre plateado de 2 mm de diámetro, con una longitud del bobinado de 50,8 mm, derivación (15 m) a 4½ espiras y (20 m) a 7½ espiras del lado de C8 respectivamente, sobre una forma de 50,8 mm de diámetro (Air Dux 1604).
- L3 21 espiras de alambre de cobre plateado de 1,63 mm de diámetro, con una longitud del bobinado de 66,6 mm, derivación (40 m) a 17½ espiras del lado de C8, sobre una forma de 44,4 mm de diámetro (Air Dux 1408).

2.22. Ajuste y puesta en marcha del Pequeño Lineal

Antes de conectar la fuente de alimentación a la red de canalización eléctrica domiciliaria, hay que recordar que la AT es muy elevada y en consecuencia, sumamente peligrosa. Se recomienda entonces, tomar todas las medidas de precaución posibles.

Conéctese a la salida de J2 una carga resistiva de 50 ohms, capaz de disipar por lo menos 300 W de RF. Cerciórese de que la llave LL4 está en posición *abierta* y que la llave LL3 está en posición *baja*.

Luego que se ha cargado en forma normal el excitador, ciérrense las llaves LL2 y LL4. Céntrese el potenciómetro R3 del indicador de salida relativa de RF, colóquese momentáneamente el excitador en sintonía y muévase el capacitor variable C8 hasta obtener una indicación positiva en el instrumento M1. Repítase el procedimiento, esta vez también con el capacitor variable C10, retocando nuevamente a máxima

salida con el capacitor variable C8, hasta que se logre la indicación máxima en el instrumento M1.

Para verificar si el amplificador lineal de RF funciona propiamente en cada banda de operación, las placas móviles del capacitor variable de carga C10 deben hallarse en una posición tal, luego del ajuste, que sea considerablemente menor que completamente introducidas dentro de las placas fijas. Si este no es el caso, se puede corregir la situación alterando la posición de la derivación sobre la bobina de placas, añadiendo una espira más.

Después que se ha logrado una carga adecuada, se podrá llevar la llave LL3 a la posición *alta* y se repetirá el proceso de ajuste. Dicha llave permite hacer el ajuste inicial con algo menos de 500 V en placas de las válvulas 811A (posición baja). También dicha posición es efectiva para comunicados en donde no se necesita la potencia total de salida disponible del Pequeño Lineal.

Si se coloca el potenciómetro R3 en una posición tal, que la aguja del instrumento M1 quede exactamente en la mitad de la escala, a máxima salida, en la banda preferida de operación, servirá muy bien como referencia cuando se cambia de banda de trabajo.

2.23. Otras consideraciones

Una vez que el Pequeño Lineal está en funcionamiento normal, se deberá verificar si no hay generación de oscilaciones parásitas producidas por el mismo, especialmente en las bandas de 14 y 21 Mhz. En mi prototipo las había, lo que me obligó a incorporar los supresores parásitos, formados por CRF2 y CRF3 y los resistores de 100 ohms, 2 W de disipación, tipo carbón, R1 y R2. Dichos inductores están hechos con 2½ espiras de alambre de cobre plateado de 1,29 mm de diámetro, con una longitud del bobinado de 19 mm, con un diámetro interior de 12,7 mm, con los mencionados resistores como formas. No se debe dejar de colocar dichos supresores, *ya que sin ellos, el amplificador lineal de RF resulta incontrolable.*

En condiciones normales de funcionamiento, las dos válvulas 811A tienen un consumo estático de 60 mA aproxima-

damente. Se las deberá cargar lo más que se pueda con la antena. Durante períodos de modulación vocal, se deberán registrar picos máximos comprendidos entre 280 y 300 mA.

Se puede obtener aún mayor salida de RF del Pequeño Lineal, aplicando 1500 V en las placas de las válvulas 811A. En este caso, para poder mantener el consumo estático de las mismas en 60 mA, habrá que proporcionar una pe-

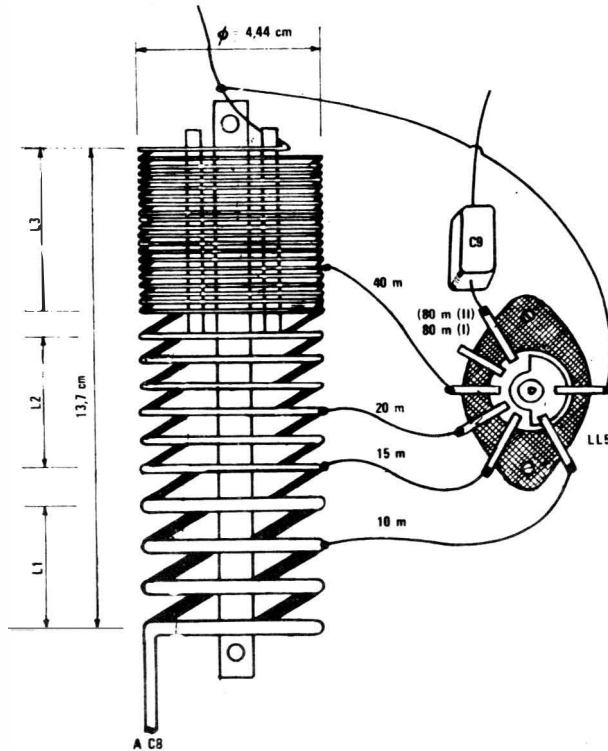


Fig. 41.- Esquema pictórico de la bobina de placas 811A y de las derivaciones a la llave LL5.

queña tensión de polarización de grillas de $-4,5$ V. Para ello, se puede utilizar un diodo zéner de $5,1$ V y de 10 W de disipación ubicado entre el punto medio del transformador de filamento T1 y masa. En este caso, el transformador T2

deberá tener un bobinado secundario de AT de 600-0-600 V eficaces.

La pregunta que algunos lectores de mente inquieta se harán es la de cómo se llegó a determinar la posición exacta de cada derivación de la bobina de placas para cada banda de operación. Con la ayuda de un MACG de cierta precisión, ubicado en el centro de cada banda, se comienza primero por los 10 m. Se ajustan los capacitores variables C8 y C10 de tal manera que estén a mitad de sus respectivos recorridos. Se inserta el MACG dentro de la bobina de placas (parte de L1) y se toma una derivación sobre distintas posiciones de dicha bobina, hasta que se obtenga indicación de resonancia. Luego, se hace igual operación con 15 m y así sucesivamente hasta 80 m. Las derivaciones van a la llave LL5.

Desde el momento en que el único método eficaz de saber si el amplificador lineal de RF está funcionando en forma correcta es con un osciloscopio, se ha incorporado un sencillo circuito para ese objeto, consistente en un divisor capacitativo formado por C16 y un pequeño inductor de RF de 1.1 μ H CRF6. Se lleva desde J3 una conexión por medio de un trozo corto de cable asimétrico coaxial RG-58/U a las placas deflectoras verticales del osciloscopio. Aumentando el valor de capacitancia de C16, se incrementará el nivel de señal que se aplica al citado instrumento.

2.24. Un amplificador lineal de RF CGM con válvulas 813

Es posible obtener prácticamente $\frac{1}{2}$ kW de potencia PaP con un par de válvulas 813 en BLU a un precio razonablemente bajo, ya que estos tipos de válvulas aún se pueden comprar procedentes de sobrantes de guerra a un costo reducido, con sus zócalos. en un amplificador lineal de RF que permitirá aumentar considerablemente la potencia de salida útil en la estación, especialmente cuando se tropieza con problemas de QRM en la frecuencia de operación, lo que permitirá al corresponsal seguir copiando las señales sin perder partes de la transmisión.

Un par de válvulas 813 trabajando en Clase AB1 permiten

lograr con 2500 V en placas y 750 V en grillas pantalla en un amplificador lineal de RF con señales de BLU, prácticamente 455 W de potencia útil de salida (casi 1 kW de potencia PaP) y en Clase AB2 650 W de potencia útil de salida (1,3 kW de potencia PaP), excitándolas por intermedio de sus grillas de control. Pero, trabajando de ambas formas requerirán una AT para grillas pantalla bien regulada, que debe ser de 750 V a 50 mA en Clase AB1 y alrededor de 100 mA en Clase AB2, lo que significa una fuente de diseño especial, lo que no solamente complicaría el diseño del amplificador lineal de RF sino que asimismo incidiría en su costo total. Mucho más sencillo y económico resulta la operación en un circuito CGM, aplicando la excitación directamente en el circuito de filamento, utilizando un inductor de filamento para separar la RF, conectando todas las grillas auxiliares (pantalla y supresora) con la grilla de control y luego derivándolas a masa. En esta forma, las válvulas 813 se desempeñan como triodos de alto μ , con un resultado muy satisfactorio y sin mayores complicaciones.

Un circuito CGM no solamente permite la utilización de triodos en frecuencias elevadas y muy elevadas, sino que además proporciona una neutralización efectiva sin necesidad de un sistema exterior de neutralización. Un circuito básico CGM se ilustra en la fig. 45. La excitación está aplicada entre cátodo y masa. La grilla de control resulta al mismo potencial de masa en lo que a RF se refiere, en virtud del capacitor fijo conectado entre dicho electrodo y masa.

La grilla de control conectada a masa separa la placa del cátodo, desempeñándose como la grilla pantalla de un tetrodo. Además, la verdadera capacitancia entre placa y cátodo es considerablemente menor que la capacitancia entre placa y grilla de control de una válvula amplificadora de RF dispuesta en CGM, de manera que la realimentación entre la salida y la entrada encuentra una alta impedancia. Por ello, los triodos empleados en este tipo de circuito no requieren en general ser neutralizados.

Se puede disponer un tetrodo en un circuito CGM, dando a la grilla pantalla un potencial positivo adecuado, desempeñándose ésta como un blindaje adicional. Al igual que la

grilla de control, la grilla pantalla está derivada a masa por medio de un capacitor fijo, en lo que a RF se refiere. Empero, el circuito demanda una AT bien regulada para la grilla pantalla y esta situación, si bien es efectiva, en la práctica no es económica y complica el circuito. Es mejor bajo el punto de vista del radioaficionado, unir todas las grillas auxilia-

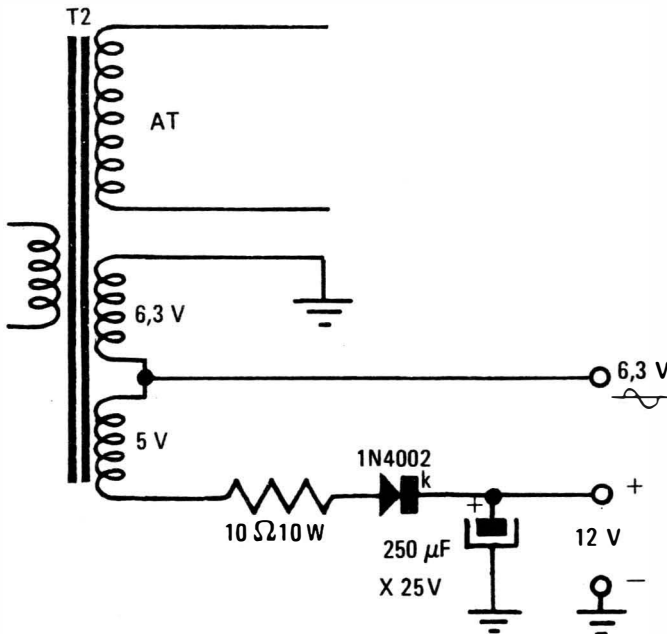


Fig. 42.- Manera de utilizar los bobinados secundarios de 6,3 V y 5 V del transformador T2 para obtener 11,5 V para alimentar la bobina del relevador de control K1.

res del tetrodo con la grilla de control y derivarlas todas a masa, desempeñándose dicho tetrodo como un triodo de alto μ .

2.25. Excitación

Como se ha visto anteriormente, un inconveniente del circuito CGM es que la potencia de excitación requerida es varias veces mayor que la necesaria para impulsar un circuito convencional de amplificador cátodo a masa, porque ambas intensidades, la de placa y la de grilla circulan por

el circuito de cátodo a masa. La potencia de excitación debe ser igual a $P_{exc} = E_g (I_g + I_p)$.

Como la señal de salida se desarrolla entre la placa y el cátodo, la potencia de excitación entra a formar parte del circuito de salida. En efecto, la tensión de excitación se suma a la de placa para determinar en conjunto la potencia total que pasa a la placa:

$$P_o (\text{salida}) = I_p (E_g + E_p)$$

Esta es una ventaja digna de ser considerada. Otra ventaja del circuito CGM es la baja impedancia que presenta la entrada del mismo, del orden comprendido entre 50 a 200 ohms.

En suma, con un circuito de este tipo se puede llevar a la práctica un amplificador lineal de RF de costo reducido en comparación con otros amplificadores lineales de RF de potencia similar; requiere muy pocos componentes y su construcción es sencilla, sin mayores problemas y los resultados son altamente satisfactorios. Además, el requisito de alta potencia de excitación facilita enormemente el uso de un transeptor comercial, tan popular hoy en día, en las estaciones de radio aficionados, trabajando a régimen normal, sin necesidad de mayores ajustes en el excitador.

2.26. Construcción del amplificador lineal de RF CGM con válvulas 813

De acuerdo con las fotografías de las figs. 43 y 44, el amplificador lineal ha sido construido en un gabinete metálico de 33 por 27 por 40 cm. Debido a las dimensiones del mismo no fue posible incorporar la fuente de alimentación en la unidad, por lo que debió emplearse un chasis auxiliar a tal efecto.

Las válvulas 813 están montadas en forma horizontal de tal manera que el filamento de cada una de ellas se halla contenido en el plano vertical, tal como recomienda el fabricante. Los zócalos de dichas válvulas están ubicados en un subchasis, como se puede observar del examen de las citadas fotografías, que mide unos 20 por 12 cm y que

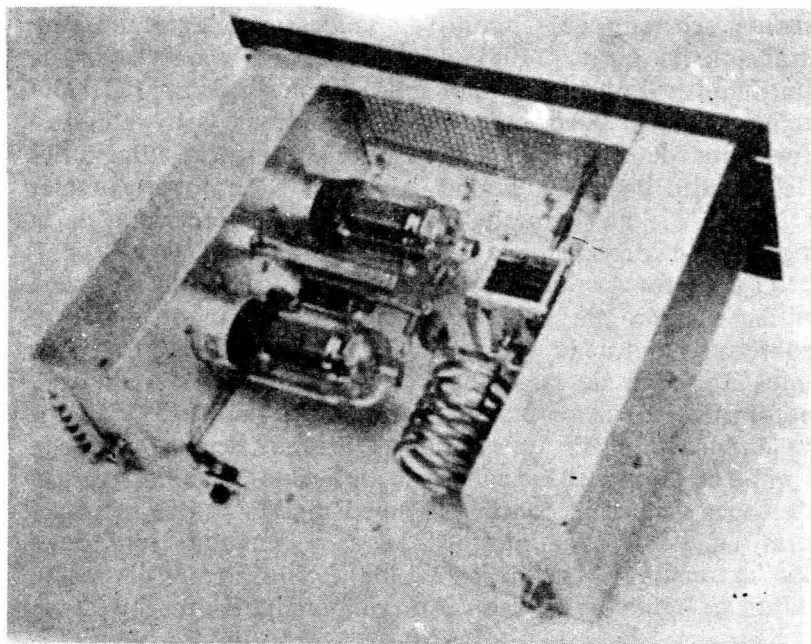


Fig. 43.- Aspecto fotográfico que muestra el amplificador lineal de RF CGM con válvulas 813 visto por el frente.

además alberga el inductor de filamento, colocado en forma paralela a la línea media que pasa por el centro de los zócalos. Estos a su vez, están dispuestos de tal forma que las válvulas 813 necesitan ser enchufadas y quedan con sus culotes por lo menos a mitad del nivel del subchasis. Esto se logra por medio de espaciadores metálicos que rodean a los tornillos de sujeción de los zócalos. A veces es difícil obtener este tipo de espaciador. En tal situación, úsese un trozo de longitud adecuada de caño de duraluminio de 6,35 mm de diámetro para construir los mismos.

A la izquierda del mencionado subchasis aparece el transformador de filamento T1, de 10 V a 10 A, con punto medio, y se pueden apreciar los capacitores fijos C1 y C2 de cerámica, de 0,01 μ F a 1000 V de aislación efectiva, y más hacia el frente del instrumento M1 de 0-500 mA, que indica la intensidad de la corriente de placas, están los capacitores variables de placas C20 y de carga C21.

Es necesario que el circuito de entrada esté completamente separado del circuito de salida, para lograr un funcionamiento normal. Ello se consigue con la instalación de un blindaje constituido por una chapa agujereada de aluminio, que se puede apreciar está colocada entre el transformador de filamento T1 y los componentes integrantes del circuito de salida, bobina L1, y los capacitores variables C20 y C21, en la parte izquierda de la fotografía de la fig. 43 y a la derecha en la fotografía de la fig. 44.

El inductor de filamento se construye devanando en forma bifilar alambre de cobre esmaltado de 2 mm de diámetro sobre una barra de ferrita de 12,7 mm de diámetro y de unos 18,5 cm de largo. Se cortan dos trozos de un largo apropiado de dicho alambre de cobre esmaltado y se los va bobinando lado por lado al mismo tiempo, sobre la forma de ferrita. Al finalizar el bobinado se aplica un par de capas de barniz contra la humedad. Dos pequeñas escuadras en L de aluminio pegadas con cemento líquido en los extremos de dicha forma de ferrita sirven de sostén de dicho inductor. Su valor está comprendido entre 5 y 10 μ H

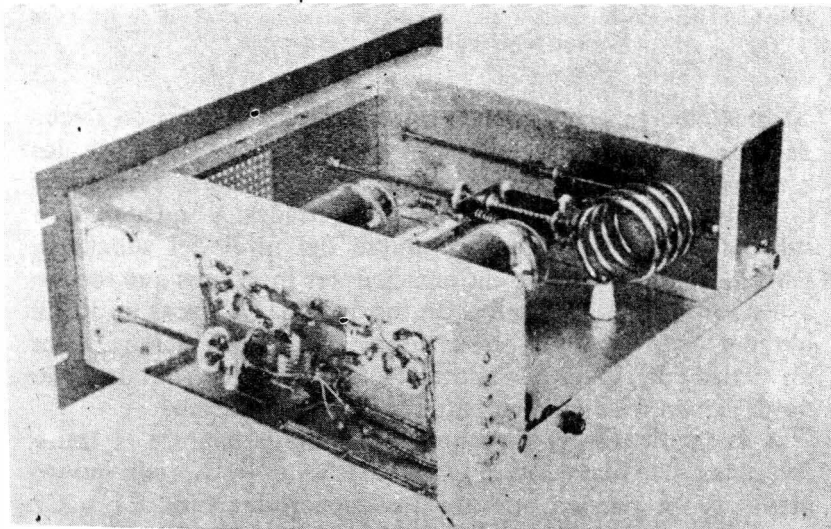


Fig. 44.— Aspecto fotográfico que ofrece el amplificador lineal de RF CGM con válvulas 813 visto por su parte trasera.

y no es crítico, siendo su construcción perfectamente posible por el radioaficionado.

La bobina L1 es un inductor comercial marca Barker & Williamson tipo 850A que ya tiene adosada en un extremo la llave selectora de bandas, de robusta construcción y adecuada para las tensiones en juego. Con una capacitancia

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO TÍPICAS DE DOS VALVULAS
813 COMO TRIODOS DE ALTO MU (todas las grillas unidas
entre sí y derivadas a masa) EN UN AMPLIFICADOR
LINEAL DE RF CGM

Ep	.....	2500 V
Ip	.....	40/265 mA
Eg1	.....	0 V (a masa)
Eg2	.....	0 V (unida a g1)
Eg3	.....	0 V (unida a g1)
Pot. exc.	.....	± 100 W
Pot. sal. máx.	.....	437,2 W (a 66% de eficiencia)
Pot. ent. PaP	.....	1125 W

mínima de 50 pF y máxima de 150 pF en C20 se puede llevarla a resonancia en todas las bandas comprendidas entre 10 y 80 m inclusive. Los valores de inductancia respectivas son 0,8; 1,0; 1,75; 6,5 y 13,6 μ H, requeridos para obtener resonancia en 10, 15, 20, 40 y 80 m con los valores de capacitancia de 50; 55; 70; 80 y 150 pF respectivamente. No obstante, hay quienes han empleado con éxito una bobina con contacto cortocircuitante continuo proveniente de una unidad BC-375E de sobrante de guerra y una llave TU-7B también de la misma procedencia, la que es robusta y adecuada para este trabajo.

Los capacitores variables del circuito de salida en "pi" son C20 de sintonía y C21 de carga. Para el primero es necesario un capacitor variable como mínimo de 200 pF, si es posible 250 pF, de capacitancia mínima, con una aislación efectiva entre placas de 5000 V, esto es, alrededor de 28 mm de separación de aire entre sus placas. Con relación a C21, se podrá usar un tándem triple de 495 pF por sección, dispuestas en paralelo, del tipo de los capacitores variables de sintonía empleados en receptores de

CARACTERISTICAS DINAMICAS DE DOS VALVULAS 813 CGM DESEMPEÑÁNDOSE COMO TRIODOS DE ALTO MU COMO AMPLIFICADORAS LINEALES DE RF PARA SEÑALES DE BLU (Todas las grillas unidas entre sí y a masa)			
Condición	I _g (mA)	I _p (mA)	Salida RF (W)
Consumo en reposo	1 a 2	40	0
Salida pico máxima, tono o silbido	5 (máx.)	500	742,5
Picos normales de modulación vocal	0,5	40/240	0/396

radiodifusión. Cuando el amplificador lineal está funcionando con una carga apropiada dispuesta en la salida, como debe ser, la separación entre placas de este tipo de capacitor variable será más que suficiente como para que no hayan problemas de chispas entre las placas del mismo.

El inductor de placas CRF1 debe hacerse bobinando 300 espiras de alambre esmaltado de cobre de 0,25 mm de diámetro, en secciones desiguales de 165, 65, 35, 20 y 15 espiras, sin espaciar, sobre una forma cerámica de 25,4 mm de diámetro y 14 cm de longitud, con separaciones de 3,2 mm entre las secciones. Los inductores de RF de tipo común, de secciones múltiples iguales son inadecuados para circuitos de salida en "pi" y *no deben ser utilizados*. Un inductor de RF común, de 2,5 mH y de 500 mA, marcado CRF3 en el esquema de la fig. 46, se halla dispuesto entre la salida y masa. No debe ser omitido, ya que constituye un seguro de vida para el operador, en caso de que el capacitor fijo de bloqueo de AT C19 quedara por cualquier razón en cortocircuito. Es preferible tener un poco de humo, que no estar expuesto a un golpe eléctrico que podría ser fatal. Con referencia a este capacitor fijo de bloqueo C19, debe ser un tipo de un valor comprendido entre 470 y 510 pF, de una aislación efectiva de trabajo de 5000 V y por supuesto, de muy buena calidad. C22 en cambio, que es un capacitor fijo de paso, debe tener un valor de 0,001 μ F y de una aislación efectiva de trabajo igual al

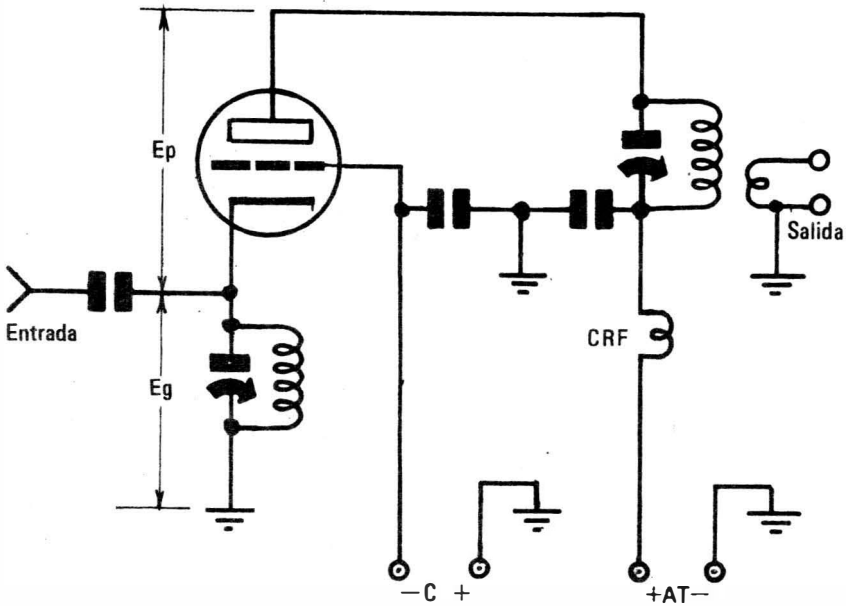


Fig. 45.- Esquema básico de un amplificador lineal de RF CGM que se discute en el texto.

del anterior, considerando las elevadas AT de funcionamiento del amplificador lineal de RF.

Se aprecia en las fotografías de las figs. 43 y 44, un pequeño ventilador marca Rotron, que permite la introducción de aire forzado cerca de las ampollas de vidrio de las válvulas 813. En la forma en que están dispuestos los componentes del amplificador lineal de RF, la instalación de un ventilador tal como el empleado en mi prototipo, resulta un acto indispensable, no solamente por la cantidad de calor generado por ambas válvulas 813 en funcionamiento, sino también por la cercanía de ellas a los restantes elementos de la unidad. Con un gabinete metálico mayor y quizás con una mejor ventilación interior, podría prescindirse del citado ventilador, pero mi experiencia en la materia me ha demostrado que sin dicho componente, la vida útil de las válvulas resulta mucho más corta y que la pequeña suma invertida en dicho ventilador compensa con creces la prolongación de la vida útil de las válvulas de la unidad. A pesar de que las mismas se pueden aún obtener de sobrantes de guerra, cada vez son

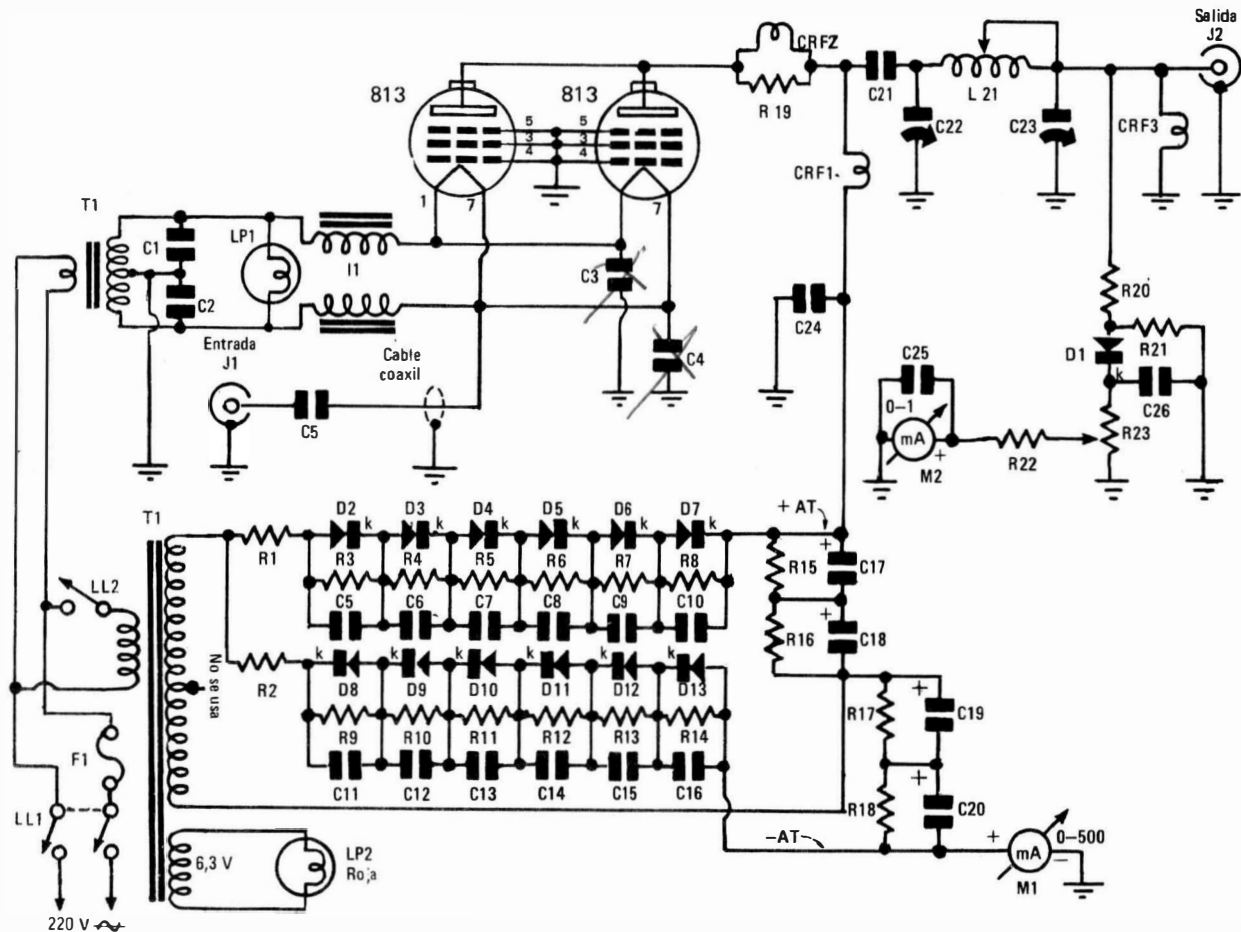


Fig. 46.- Esquema del amplificador lineal de RF CGM con dos válvulas 813 que se desempeñan como triodos de alto mu, con todas sus grillas auxiliares unidas a la grilla de control y derivadas a masa. Se logran buenos resultados a un 66% de eficiencia.

más escasas y su precio bastante elevado si hay que adquirirlas nuevas, lo que da aún mayor peso a la razón mencionada.

2.27. Fuente de alimentación

Con relación a la fuente de alimentación, para un trabajo normal con las válvulas 813, se requieren entre 2250 y 2500 V a plena carga, con 265 mA en los picos normales de modulación vocal. El transformador de alimentación tiene un secundario de AT de 900 V efectivos lado a lado (450–0–450 V) con un punto medio, a 350 mA como máximo y adecuado para la tensión efectiva de trabajo. Esto es, se requiere una aislación mínima de 5000 V, ya que se lo emplea en un circuito doblador de tensión. Con 900 V efectivos de corriente alternada, es dable esperar $900 \times 2,82$ (factor de tensión alternada de pico para un circuito doblador) = 2560 V. En la práctica, a la salida de la fuente de alimentación se logran alrededor de 2600 V los que disminuyen a unos 2350 V a plena carga, esto es, en los picos de modulación vocal. El devanado de 6,3 V se lo destina a alimentar

LISTA DE VALORES

(Amplificador lineal CGM con dos válvulas
813, fig. 46)

<i>C1, C2, C3, C4, C5, C6,</i>	
<i>C7, C8, C9, C10, C11,</i>	
<i>C12, C13, C14, C15, C16</i>	
<i>C25, C26</i>	0,01 μ F, cerámica, 100 V
<i>C17, C18, C19, C20</i> . . .	100 μ F, electrolítico con terminales aislados, tipo subpanel, 600 V
<i>C21</i> . . . . .	.510 pF, cerámica, 7500 V
<i>C22</i>	250 pF, variable con eje, dieléctrico de aire, separación placas 28 mm, 5000 V
<i>C23</i>	495 pF por sección, tándem triple variable, con las secciones en paralelo

<i>C24</i>	0,001 μF , cerámica, 5000 V
<i>R1, R2</i>	50 ohms, 25 W, alambre
<i>R3, R4, R5, R6, R7, R8,</i> <i>R9, R10, R11, R12, R13,</i> <i>R14</i>	270 Kohms, 0,5 W
<i>R15, R16, R17, R18</i>	25 Kohms, 25 W, alambre
<i>R19</i>	100 ohms, 2 W
<i>R20</i>	10 Kohms, 2 W
<i>R21</i>	2,2 Kohms, 1 W
<i>R22</i>	6,8 Kohms, 1 W
<i>R23</i>	2 Kohms, potenciómetro s/llave
<i>CRF1</i>	300 espiras de alambre de cobre esmaltado de 0,25 mm de diámetro, devanadas en secciones desiguales de 165, 65, 35, 20 y 15 espiras, sobre una forma de 25,4 mm de diámetro y 14 cm de largo, con separaciones de 3,2 mm entre las secciones
<i>CRF2</i>	7 espiras de alambre de cobre plateado de 1,29 mm de diámetro, sobre un resistor de 100 ohms, 2 W, carbón, espaciadas el largo del cuerpo del resistor
<i>CRF3</i>	2,5 mH, 500 mA
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239 para chasis
<i>D1</i>	1N218 o similar
<i>D2, D3, D4, D5, D6, D7,</i> <i>D8, D9, D10, D11, D12,</i> <i>D13</i>	1N4007, 1000 V TIP, 1A
<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 10 V, 10 A con punto medio, 5000 V aislación
<i>T2</i>	Primario 220 V a secundario 450-0-450 V, 350 mA y 6,3 V, 2 A, 5000 V aislación
<i>I1</i>	5 a 10 μF (ver texto)
<i>M1</i>	0-500 mA
<i>M2</i>	0-1 mA
<i>LP1</i>	12,6 V, 1 W
<i>LP2</i>	6,3 V, 250 mA

una lamparita piloto LP2 enchufada en un ojo de buey color rojo, indicador de la AT aplicada.

Los rectificadores de silicio son todos del tipo 1N4007, de 1000 V TIP y de 1 A cada uno, marcados D2 a D13 inclusive en el circuito del amplificador lineal de RF examinado. Están protegidos por resistores ecualizadores de 270 Kohms, de carbón y de $\frac{1}{2}$ W de disipación cada uno y por capacitores fijos de $0,01 \mu\text{F}$; de 1000 V de aislación como protección contra transitorios. Los resistores de alambre R1 y R2 en serie con cada rama del circuito doblador, proporcionan una defensa adecuada cuando se aplica AT con los capacitores electrolíticos sin carga. Cuatro de estos capacitores electrolíticos (C15, C16, C17 y C18) de $100 \mu\text{F}$ y de 600 V de aislación cada uno, tipo subpanel de terminales aislados, dan una capacitancia total de unos $25 \mu\text{F}$ a la salida de la fuente de alimentación.

Los resistores de alambre R15, R16, R17 y R18 se desempeñan como ecualizadores de dichos capacitores electrolíticos y además, como resistores de sangrado. El circuito doblador de tensión adolece de una pobre regulación de tensión y estos resistores mejoran la situación. A primera vista, pareciera que me hubiera olvidado de instalar un inductor de filtro, pero la verdad es que en un circuito de esta clase, no es necesario.

No se omita el fusible F1 de 15 A y la llave LL1 tipo bipolar de corte, ya que se tratan de precauciones de seguridad mínimas y es elemental que queden cortadas ambas ramas de la línea de canalización eléctrica domiciliaria, cuando la unidad no está en funcionamiento.

2.28. Ajuste y puesta en marcha

La forma más rápida de ajustar este amplificador lineal de RF es sencilla. Se aplica la excitación (se requieren alrededor de 100 W útiles de RF o sean 200 W PaP para poder impulsar la unidad descripta) y AT a las válvulas 813. El instrumento M1 indicará una intensidad de corriente que se debe llevar *inmediatamente* a un mínimo mediante el ajuste de C20; este valor será de unos 40 mA cuando el ampli-

ficador tenga carga mínima. Luego, se irá aumentando la carga, con el capacitor variable C21, debiéndose retocar nuevamente C20 a *mínimo* consumo. Mediante ajustes sucesivos se podrá llegar a cargar la unidad hasta cerca de 450 mA con una señal de tono único (silbido sostenido), sin peligro para la integridad física de las válvulas 813, siempre y cuando esta situación no se mantenga por más de 20 segundos, válida para fines de ajuste únicamente.

Al aplicar modulación vocal al excitador, el consumo de ambas válvulas 813 variará entre 40 a 265 mA, lo que representa una potencia de entrada comprendida entre 0 y 662,5 W, esto es, una potencia útil de salida entre 0 y 437,2 W al 66% de eficiencia. Esto significa una potencia PaP de 874,4 W en funcionamiento vocal. La potencia PaP en OC será de 1125 W.

El instrumento M2, un tipo de 0-1 mA, en el circuito de la fig. 46, resulta muy útil para ajustar la salida del amplificador lineal de RF a máxima salida. Si se deja el potenciómetro R23 en un sitio de su recorrido donde la indicación dinámica llegue a la mitad de la escala con el punto de ajuste a máxima señal de 450 mA, el mismo servirá nuevamente para tener una idea de las distintas salidas de RF en las diferentes bandas de operación y también, para ajustar en forma rápida el amplificador lineal de RF a máxima salida.

Si se emplea la unidad descrita en conjunción con un transceptor comercial de BLU, será menester instalar un sistema de conexión y desconexión automático del mismo. La fig. 47 muestra una sencilla manera de realizarlo, mediante un relevador de tipo tripolar inversor, cuya bobina resulta controlada por el transceptor comercial del BLU de la estación. De esta forma, no solamente el amplificador lineal de RF entrará automáticamente en acción con el transceptor en posición transmisión, sino que por medio de la llave de control LL3 se podrán efectuar pruebas de comparación con el correspondiente, con o sin el amplificador lineal de RF, lo que permitirá apreciar lo que significa el dispositivo descrito para el radioaficionado cuando hay problemas de QRM en la frecuencia de trabajo.

Las válvulas 813 podrán ser reemplazadas por tipos 803 ó 4/250A. con las modificaciones del caso.

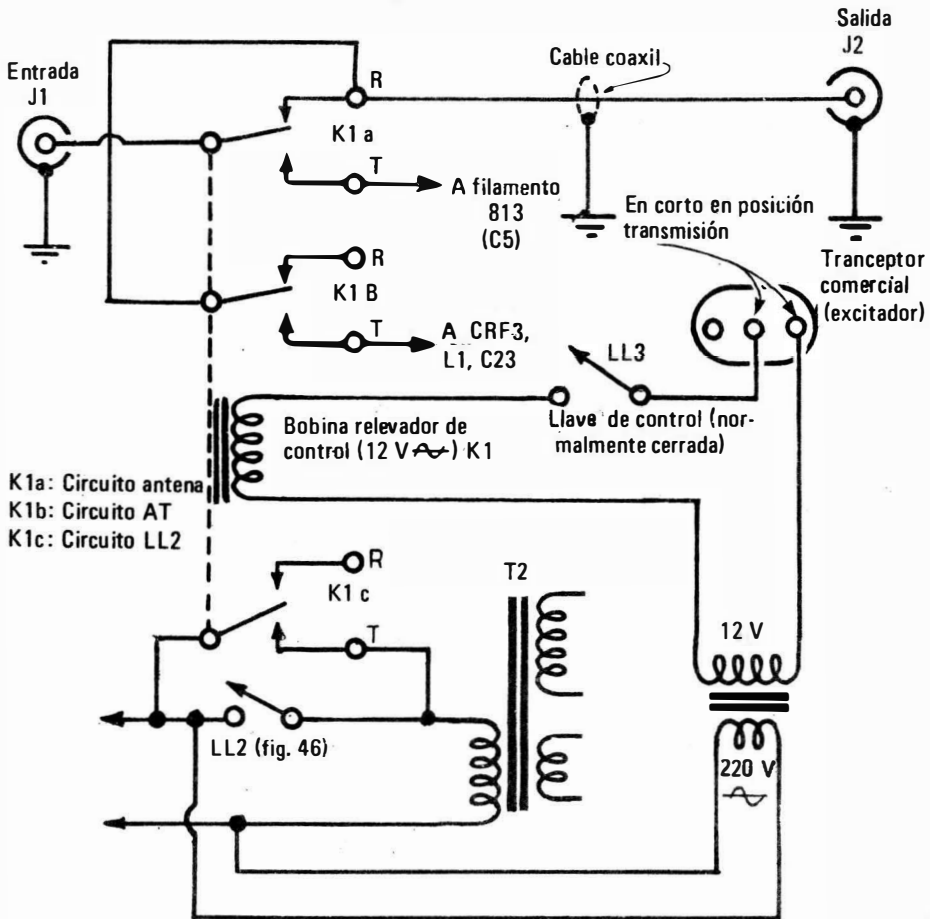


Fig. 47.- Sistema de conexión y desconexión automática del amplificador lineal de RF CGM mediante un relevador tripolar inversor, controlado por el tranceptor que oficia de excitador. Mediante la llave LL3 se pueden hacer comparaciones directamente con y sin el amplificador lineal de RF; déjese siempre calentar unos momentos el filamento de las válvulas 813 antes de cerrar LL3, aunque éstas sean de calentamiento directo.

2.29. Eficiente amplificador lineal de RF con válvulas 4X150A o 4CX250B

Siempre la atención del radioaficionado está dirigida hacia

un circuito de amplificador lineal de RF CGM, que le permite obtener la salida máxima permitida por la Reglamentación en vigor, sin tener que acudir a capacitores variables al vacío, circuitos sintonizados con llaves de conmutación de bandas especial, fuentes de tensión regulada, etc., y que no obstante ofrezca simplicidad de construcción y compatibilidad con el moderno tipo de tranceptor comercial de BLU que se emplea preferentemente hoy en día en la estación del radioaficionado.

Creo sinceramente que el circuito que presento en estas páginas tiene muchas ventajas y pocos inconvenientes. Se trata de una adaptación de un trabajo previo de W. Orr¹¹ aparecido en una de las últimas ediciones de su *Radio Handbook*. Se trata realmente de un circuito versátil que puede construirse empleando preferentemente válvulas 4X150A, 4CX250B o 4CX300B, o sean, tipos radiales de gran eficiencia, que permiten el armado de un amplificador lineal de RF verdaderamente compacto.

El resultado final es realmente satisfactorio ya que el prototipo ha probado estar libre de parásitos y ser muy estable en funcionamiento, careciendo de los defectos más comúnmente hallables en los equipos de construcción casera, aparte de que no es crítico con relación a la disposición de sus componentes integrantes. En el armado de mi prototipo, la distribución la hice de acuerdo al tamaño del gabinete disponible, bastante pequeño en realidad para los fines que deseaba darle y sin embargo, no hubo necesidad de neutralizarlo o de volver a redistribuir partes del mismo, además de que la calidad de la señal puesta "en el aire" muchos radioaficionados han expresado elogiosos comentarios.

Por ello, deseo presentar este amplificador lineal de RF como algo realmente positivo en este campo, tema que ha sido bastante tocado por los autores de artículos técnicos no solamente en el exterior, sino dentro de nuestra propia literatura especializada.

2.30. Examen del circuito

Según se aprecia por el examen del esquema de la fig. 50,

¹¹ Editors and Engineers Ltd., *Radio Handbook*, Summerland, California, EE.UU.

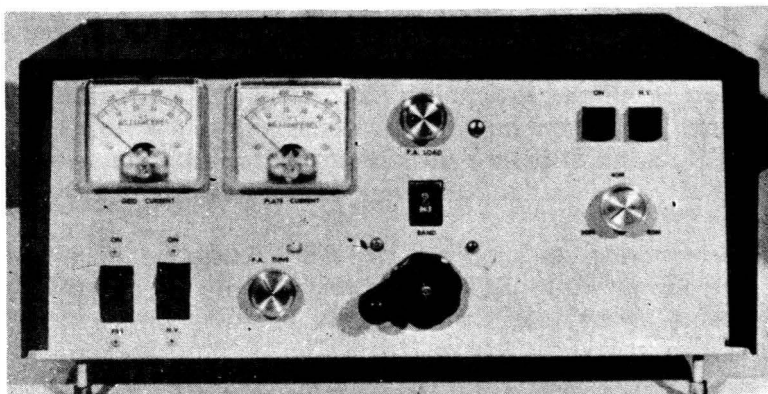


Fig. 48.— Aspecto fotográfico frontal del amplificador lineal de RF con válvulas 4CX250B; a la izquierda M1 y M2, debajo de ellos LL1 y LL2 y la perilla de ajuste de C17. En el centro arriba, perilla de C18 y abajo la unidad de sintonía del ex-BC-375 y a la derecha arriba LP1 y LP2 y más abajo la llave LL3.

las válvulas tetrodo cerámicas radiales finales 4CX250B están dispuestas de tal manera que se desempeñan como triodos de alto μ . Las grillas de control están conectadas con los cátodos (patitas N° 2, 4, 6 y 8). Esto es necesario, ya que si se las hace funcionar en una disposición convencional Clase B CGM, las grillas de control se destruirían a los pocos minutos de trabajo. En cambio, en esta manera, la corriente de grillas es prácticamente nula y la intensidad anódica en reposo (consumo estático) es muy baja, de unos 35 mA. Es verdad que el amplificador lineal de RF requiere alrededor de 150 a 180 W útiles de excitación, pero dicha potencia se agrega a la potencia de salida y más bien esto es una ventaja, no un inconveniente, ya que permite utilizar el transceptor comercial de BLU que se desempeña como excitador a pleno régimen, sin tener que apelar a un atenua-

por ser resistivo o bien, efectuar reajustes en la sintonía del mismo. Un "Swan" 350 ó 500 o bien un "Drake" TR3 o TR4 son ideales para ser empleados como excitadores. Mi "Swan" 500 requiere estar ajustado a 400 mA de carga en las válvulas finales 6HF5; esto traducido en potencia serían alrededor de 180 W útiles de salida, necesarios para impulsar a pleno al amplificador lineal de RF descrito.

A fin de presentar una carga más óptima al excitador de BLU, se ha dispuesto un circuito sintonizado de entrada individual para cada operación, conmutable mediante la llave LL3.

La requerida aislación de RF del circuito de filamento se obtiene mediante un inductor de filamento II, construido en forma casera, con un núcleo de ferrita y unas cuantas

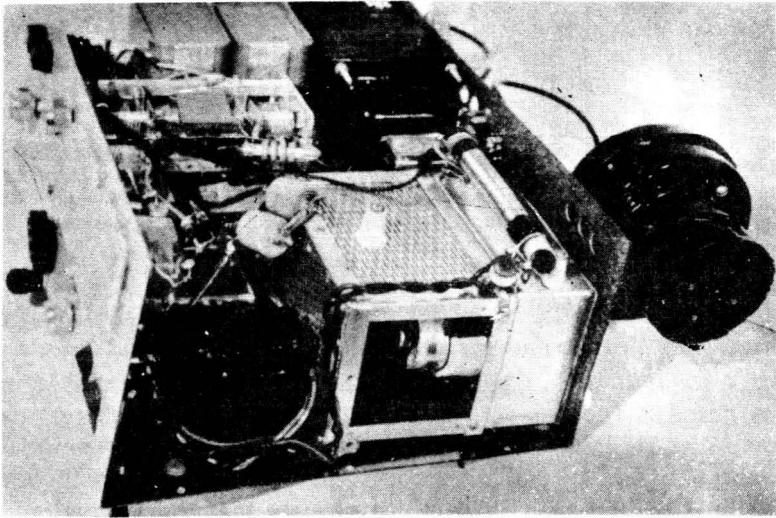


Fig. 49.— Aspecto fotográfico lateral del amplificador lineal de RF con válvulas 4CX250B. Se aprecia la ubicación de C31, C32 y T2 al fondo; más adelante C18 y CRF5. Adelante, el compartimiento blindado que alberga las válvulas finales cerámicas radiales (al que se le ha extraído una parte del blindaje para que se pueda apreciar la ubicación de ellas). Arriba de dicho compartimiento un aislador pasapilar para AT y el capacitor fijo C13 formado por dos unidades similares en serie; a la derecha el inductor de filamento II y afuera el soplador de aire. Debajo de las dos unidades que forman C13 se halla el transformador T1.

espiras de alambre de cobre esmaltado de 2 mm de diámetro, en forma bifilar, aunque siempre queda el recurso para el radioaficionado perezoso de emplear uno de tipo comercial tal como el B&W modelo FC15A.

Se utiliza polarización en el amplificador lineal de RF descripto. La misma se obtiene mediante un resistor de cátodo R1 de 33 Kohms, tipo carbón. Cuando la unidad se halla en reposo, la intensidad anódica es, bajo el punto de vista práctico, muy reducida (alrededor de 35 mA). Cuando la misma se halla en función, un relevador K1 cortocircuita dicho resistor R1, controlado por el circuito OPH (oprimir para hablar) del micrófono, o por el VOX (control vocal). Cuando no hay excitación, las válvulas 4CX250B permanecerán en condición estática, sin corriente de grillas y apenas algo de intensidad de placas, gracias al resistor R1.

El circuito sintonizado final L6/C17 con su capacitor variable de carga (disposición en "pi") C18, representa un serio problema. Lo resolví apelando a una unidad de sintonía de un viejo equipo de sobrante de guerra tipo BC-375. En casos difíciles se puede adquirir una unidad de sintonía B&W provista de llave conmutadora de bandas para 1 Kw modelo 850A, en lugar de L6/C17. Empero, es una solución costosa. En cambio C18 es un problema mucho más sencillo para solucionar, ya que un viejo tándem de tres secciones en paralelo, de 495 pF por sección, se desempeñará satisfactoriamente como capacitor variable de carga. En 3,5 Mhz se podrá agregar asimismo en paralelo un capacitor fijo de mica de 510 pF.

El capacitor fijo de acoplamiento C13 del circuito de placas en "pi" marcado 0,001 μ F y de 5000 V de aislación se lo llevó a la práctica empleando dos unidades cerámicas de mayor capacitancia y aislación, dispuestas en serie y extraídas de televisores en desuso.

En serie con la conexión anódica de cada válvula 4CX250B se ha dispuesto un supresor parásito formado por los inductores CRF1, CRF2 y los resistores R2 y R3, aunque no hubo necesidad alguna de proceder al ajuste de los mismos, ya que en la práctica, el amplificador lineal de RF descripto no exhibió tendencia alguna a la autooscilación.

La fuente de alimentación, como es de suponer en estos tiempos modernos y disponiendo de un espacio reducido,

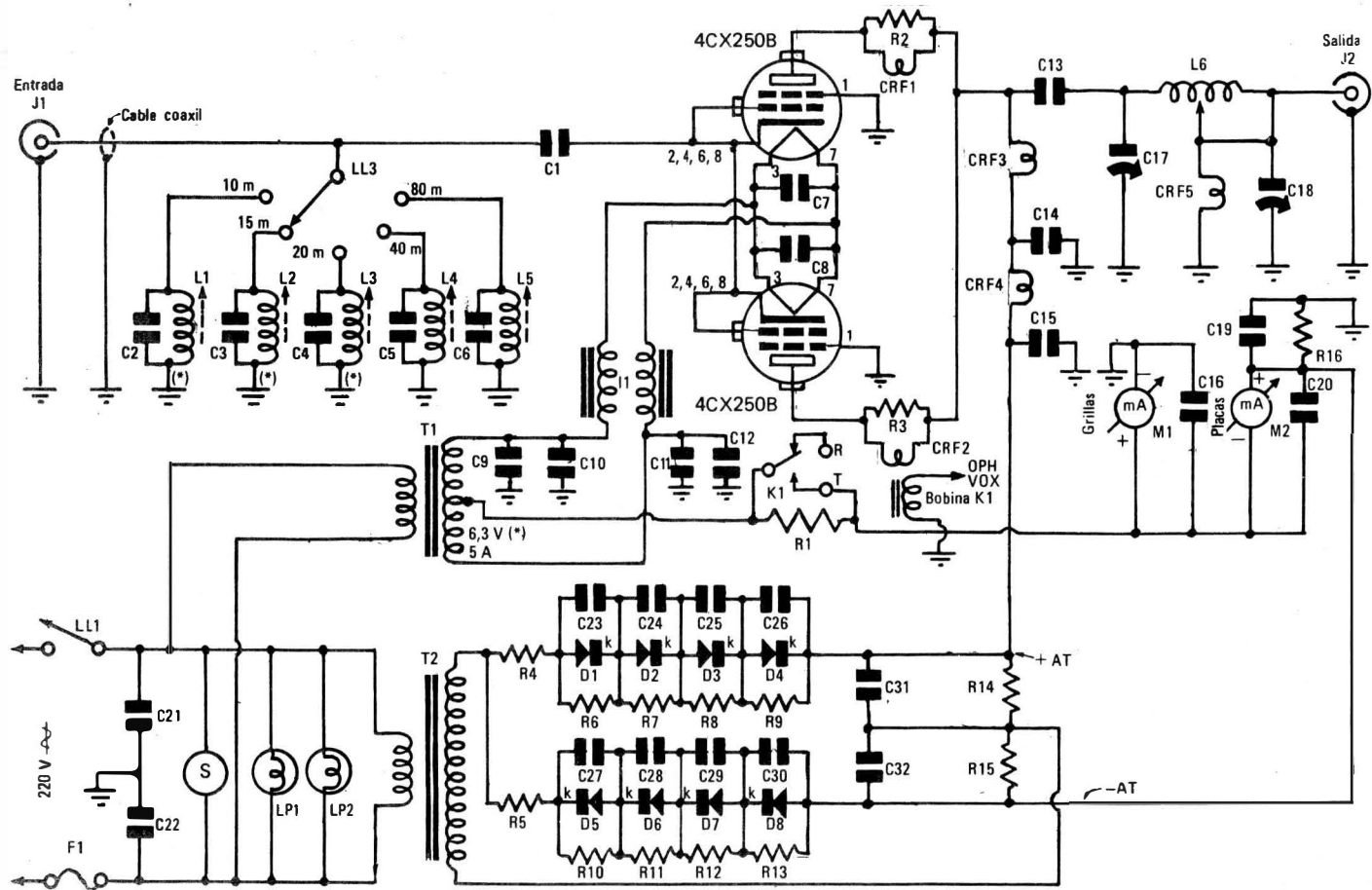


Fig. 50.- Esquema del amplificador lineal de RF con válvulas 4CX250B. Aquí las válvulas cerámicas radiales tienen sus grillas de control conectadas a sus cátodos; de lo contrario, en disposición usual Clase B CGM, ésta: se destruirían a los pocos minutos de funcionamiento. Se pueden emplear asimismo válvulas 4X150A (con un régimen más reducido de salida) o 4CX300B (con un régimen más elevado de salida).

es del tipo estado sólido usando un circuito doblador de configuración típica, con el empleo de ocho rectificadores de silicio 1N4007 de 1000 V TIP a 1 A cada uno. El transformador de placas T2 es un recuerdo de un viejo transmisor de MA. Es robusto, tiene tapas americanas, proporciona unos 900 V efectivos de extremo a extremo (no se requiere punto medio) y en funcionamiento no parece calentar en

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO TÍPICAS DE DOS VALVULAS
4CX250B COMO TRIODOS DE ALTO MU (grillas de control
unidas al cátodo y grillas pantalla derivadas a masa)
EN UN AMPLIFICADOR LINEAL DE RF CGM

Ep	1000	1500	2000	V
Ip	35/250	35/250	35/250	mA
Eg1	0	0	0 ¹	V
Eg2	0	0	0 ²	V
Ig1	1 a 2	1 a 2	1 a 2	mA
Ig2	6	9,5	15	mA
Pot. exc.	± 150	± 150	± 150	W
Pot. sal. máx. . . .	150	225	300 ³	W
Pot. ent. PaP. . . .	500	750	1000	W

¹ Unida a cátodo.

² A masa.

³ A 60% eficiencia.

exceso. Aunque a primera vista, 4 μ F pareciera ser poca capacitancia en el circuito de filtro de la fuente de alimentación, los resultados fueron satisfactorios. Empero, con mayor espacio en el gabinete que alberga el amplificador lineal de RF y empleando capacitores electrolíticos de tipo sub-panel provistos de terminales aislados en lugar de los dos de tipo al aceite usados aquí, se podrá aumentar esa capacitancia sin ningún problema.

CARACTERISTICAS DINAMICAS DE DOS VALVULAS 4CX250B CGM DESEMPEÑANDOSE COMO TRIODOS DE ALTO MU COMO AMPLIFICADORAS LINEALES DE RF PARA SEÑALES DE BLU (Grillas de control unidas a los cátodos y grillas pantalla a masa)			
Condición	I _g (mA)	I _p (mA)	Salida RF (W)
Consumo en reposo	1	35	0
Salida pico máxima, tono o silbido	3 (máx.)	300	720
Picos normales de modulación vocal	—	180	422
Modulación vocal normal	0,5	35/150	0/360

2.31. Construcción del amplificador lineal de RF con válvula 4X150A o 4CX250B

El amplificador lineal de RF examinado en estas páginas ha sido armado en dos chasis de aluminio grueso unidos a su vez al panel frontal por tornillos tipo Parker. La parte de RF, que mide 10 por 15 por 5 cm, contiene las válvulas 4CX250B y el circuito asociado con ellas. El blindaje perforado, construido sobre una lámina de aluminio, cubre una altura de 10 cm sobre el chasis de la sección de RF, lo que hace una altura total de 15 cm. Una vez ubicada en su sitio, la sección de RF descansa sobre un costado y está unida al panel trasero con una junta de corcho a fin de impedir la salida del aire, ya que se utiliza enfriamiento a aire forzado, provisto por un soplador de tipo turbina de caja cerrada de alta velocidad ubicado en la misma parte trasera del gabinete, como se aprecia claramente en la fotografía de la fig. 49.

El chasis para la fuente de alimentación mide 12,5 por 23 por 3,5 cm y es del mismo material empleado para el chasis restante. Allí se ubican los rectificadores de silicio, los resistores de carbón y los capacitores fijos asociados con los mismos y el resto de los pequeños componentes

de la mencionada fuente de alimentación. Los dos capacitores fijos de aislación al aceite C31 y C32 están montados en el costado con el transformador de placas T2 directamente detrás de ellos. Dos pequeñas escuadras de aluminio en L aseguran dicho transformador a la parte trasera del gabinete. Se logra un contacto eléctrico eficaz entre el transformador y el chasis de la fuente de alimentación con un trozo de malla de blindaje de generoso diámetro. Empero, como no hay sitio para montar en el chasis los resistores de alambre R4, R5, R14 y R15, es preciso ubicar a estos arriba del chasis, como se aprecia en la fotografía.

Todo el resto de los componentes que no han sido mencionados como por ejemplo, capacitor variable de sintonía C17, de carga C18, transformador de filamento T1 y el relevador K1, están montados directamente sobre el gabinete de acero que alberga el amplificador lineal de RF.

Como se aprecia por el examen de las figs. 48 y 49, la distribución de los elementos no es crítica, pero toma algo de tiempo el cálculo previo de dicha distribución, ya que el espacio disponible no es muy grande. A primera vista se advierte que resulta imposible montar el soplador de aire en el interior del gabinete.

2.32. Enfriamiento y ventilación de válvulas radiales

Tratándose de válvulas radiales con aislación de vidrio o cerámica, el tema del enfriamiento y ventilación adquiere una importancia considerable. A pesar de que el tema ha sido tratado en extenso en varios artículos técnicos, es necesario tener en cuenta que *no es suficiente con soplar aire a las válvulas*. Una cierta inversión económica muy aconsejable es la de adquirir los zócalos y chimeneas de cerámica para aire tipo SK620 (zócalo) y SK626 (chimenea) de Eimac para las válvulas radiales del amplificador lineal de RF. Haciendo presurizada la parte inferior del compartimiento de RF y forzando al aire a salir a través de las pequeñas aletas de las placas, se obtendrá un resultado adecuado en cuanto al enfriamiento y ventilación se refiere. Por otra parte, no es recomendable tratar de tomar la temperatura que hay en los ánodos de las válvulas, ya que la AT existente

en esos puntos hace la tarea sumamente arriesgada por la posibilidad de un choque eléctrico que podría ser mortal.

Para llevar a cabo el trabajo de ventilación se recomienda el empleo de un soplador de aire tipo turbina de alta velocidad, como el ilustrado en la fotografía de la fig. 49. Los ventiladores de funcionamiento silencioso quizás sean más compactos y presentan un nivel más bajo de ruido, pero los mismos no se desempeñarán correctamente cuando tengan que trabajar en contra de una cierta cantidad de aire a presión,

CONSTRUCCION DE LAS BOBINAS

- | | | |
|----|--------------|---|
| L1 | (28 Mhz) | 4 espiras de alambre de cobre esmaltado de 1,29 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de 12,6 mm de diámetro con núcleo de ferrita <i>extraído</i> (0,15 μ H) |
| L2 | (21 Mhz) | 4½ espiras de alambre de cobre esmaltado de 1,29 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de 12,6 mm de diámetro, con núcleo de ferrita <i>extraído</i> (0,17 μ H) |
| L3 | (14 Mhz) | 6 espiras de alambre de cobre esmaltado de 1,63 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de 12,6 mm de diámetro, con núcleo de ferrita <i>extraído</i> (0,31 μ H) |
| L4 | (7 Mhz) | 6½ espiras de alambre de cobre esmaltado de 1,63 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de 12,6 mm de diámetro, con núcleo de ferrita (0,4 μ H) |
| L5 | (3,5 Mhz) | 13 espiras de alambre de cobre esmaltado de 1 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de 12,6 mm de diámetro, con núcleo de ferrita (13 μ H) |
| L6 | (3,5/28 Mhz) | Unidad de sintonía de un equipo de sobrante de guerra BC-375 o inductor B&W para 1 kW con brazo móvil cortocircuitante y llave conmutadora de bandas (modelo 850A) |

Nota: Todas las bobinas L1 a L5 inclusive se construyen con formas National modelo XR-50 con núcleo de ferrita, de 12,6 mm de diámetro interior.

como la que existe en el compartimiento inferior del chasis de RF.

El aire caliente deja los ánodos de las válvulas 4CX250B y entra al resto del gabinete, debiendo por lo tanto proporcionársele una salida al exterior. Tal función la realizan los tres agujeros de 12,6 mm de diámetro cada uno en la parte posterior del gabinete, que se aprecian en la parte superior del inductor de filamento II en la fotografía de la fig. 49. Asimismo, cerca de los resistores de alambre R4, R5, R14 y R15 en la parte inferior del gabinete, se han hecho más agujeros similares con el mismo objeto.

2.33. Fuente de alimentación y circuito de filamento

La fuente de alimentación se ha construido en base a un transformador de placas T2, que, como se mencionara anteriormente, proporciona unos 900 V en su secundario de extremo a extremo. Con los ocho rectificadores de silicio 1N4007 dispuestos en un circuito doblador, se obtienen alrededor de 2400 V de AT, en la salida de la fuente de alimentación. Los resistores de sangrado R14 y R15, aparte de ofrecer un margen de seguridad y de ecualizar la caída de tensión a través de los capacitores fijos de filtro C31 y C32, mantienen un cierto grado de regulación de la tensión de salida.

Las válvulas cerámicas radiales 4CX250B, así también como las 4CX300B y las de vidrio 4X150A, demandan una tensión de 6,0 V en el circuito de filamento. El exceso de tensión en dicho circuito disminuirá considerablemente su vida útil. Se puede utilizar un resistor de alambre en serie para disminuir la tensión del transformador T1 de 6,3 a 6,0 V o rehacer el secundario de dicho transformador. Con cierta dosis de paciencia y tiempo es posible deshacer y volver a hacer el secundario de un transformador de 6,3 V, 5 A. Si se decide a realizar dicha tarea, tendrá que asegurarse de que realmente el punto medio del secundario corresponde exactamente al centro eléctrico del mismo, ya que de lo contrario el transformador calentará en exceso. Si se dispone de un viejo transformador de filamento como para llevar a cabo la experiencia, se verá que la misma no es tan difícil como parece.

Por supuesto, es necesario que los transformadores T1 y T2 sean independientes, de manera que las tensiones de filamento y de placa sean separadas, a fin de que las válvulas puedan tener su tiempo de calentamiento previo antes de aplicárseles AT.

2.34. Instrumentos de control

Dos instrumentos de medición se utilizan con el amplificador lineal de RF descrito, a fin de poder verificar en todo momento las intensidades de las corrientes de grillas y placas. Ambos instrumentos (unidades de 0-50 y 0-1000

LISTA DE VALORES

(Amplificador lineal CGM con dos válvulas
4CX250B fig. 50)

<i>C1, C7, C8, C10,</i>	
<i>C12, C16, C19, C20,</i>	
<i>C21, C22</i>	0,01 μ F, cerámica, 1000 V
<i>C2</i>	200 pF, mica, 2500 V
<i>C3, C4</i>	470 pF, mica, 2500 V
<i>C5, C6</i>	0,001 μ F, mica, 1250 V
<i>C9, C11</i>	0,001 μ F, cerámica, 600 V
<i>C13</i>	0,001 μ F, cerámica, 5000 V
<i>C14, C15</i>	0,001 μ F, cerámica, 6000 V
<i>C17</i>	250 pF, variable con eje, dieléctrico de aire, 5000 V
<i>C18</i>	495 pF por sección, tándem triple variable con las secciones en paralelo
<i>C23, C24, C25, C26,</i>	
<i>C27, C28, C29, C30</i>	0,002 μ F, cerámica, 1000 V
<i>C31, C32</i>	8 μ F, al aceite, 1500 V
<i>R1</i>	33 Kohms, 2 W
<i>R2, R3</i>	47 ohms, 2 W
<i>R4</i>	50 ohms, 25 W, alambre

<i>R5</i>	50 ohms, 50 W, alambre
<i>R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13</i>	270 Kohms, ½W
<i>R14, R15</i>	75 Kohms, 50 W, alambre
<i>R16</i>	50 ohms, 10 W, alambre
<i>II</i>	B&W modelo FC 15A
<i>CRF1, CRF2</i>	3 espiras de alambre de cobre plateado de 1,63 mm de diámetro, sobre la longitud de los cuerpos de los resistores <i>R2</i> y <i>R3</i>
<i>CRF3</i>	200 mH, 1 A
<i>CRF4</i>	1,75 mH, 250 mA
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO-239 para chasis
<i>M1</i>	0-50 mA
<i>M2</i>	0-1000 mA
<i>LL1, LL2</i>	220 V, 6 A, llave unipolar de corte
<i>LL3</i>	1 polo, 5 posiciones, llave de conmutación de bandas, sobre porcelana, contactos robustos
<i>LP1, LP2</i>	220 V, 5 W, lamparita piloto miniatura
<i>K1</i>	1 polo, 2 posiciones, relevador "oprimir para hablar", bobina 6,3 V c.a.
<i>D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8</i>	1N4007, 1000 V TIP, 1 A
<i>S</i>	Soplador de aire 220 V c.a. tipo caja cerrada de alta velocidad
<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 6,3 V, 5 A adaptado a 6,0 V, 5 A (ver texto) con punto medio
<i>T2</i>	Primario 220 V a secundario 900 V, 500 mA, 5000 V aislación

mA respectivamente) están dispuestos en el retorno del negativo general de la tensión de salida, lo que coloca al polo negativo de AT por encima del potencial de masa. Un resistor R16 de alambre, se desempeña como un dispositivo de seguridad, si llega a abrirse la bobina móvil del instrumento M2.

2.35. Circuito sintonizado de entrada catódico

En el circuito de entrada se han dispuesto circuitos in-

dependientes para cada banda de operación. Los mismos se construyen utilizando bobinas con núcleo de ferrita de 12,6 mm de diámetro interior. En los circuitos sintonizados correspondientes a 14, 21 y 28 Mhz se retiran por completo dichos núcleos internos. Un capacitor fijo de mica de buena calidad se halla soldado en paralelo con cada bobina. Por supuesto, antes de que funcione el amplificador lineal de RF, cada circuito sintonizado deberá ser ajustado a resonancia con el auxilio de un MACG, cuidando de que la llave conmutadora LL3 se halle en la posición adecuada con el objeto de evitar indicaciones erróneas. Una vez que las bobinas se han montado en torno a la llave LL3, el conjunto es ubicado dentro de una pequeña caja de aluminio provista de tapa, que se asegura con tornillos Parker al panel frontal.

2.36. Ajuste y puesta en funcionamiento

Antes de que se intente conectar la unidad examinada a un excitador, se debe asegurar de que el amplificador lineal de RF no exhibe ninguna clase de inestabilidad o tendencia a autooscilación. Esto se lleva a cabo, conectando una carga artificial¹² de una potencia de disipación de RF adecuada, aplicando AT, moviendo el contacto de cortocircuito de la bobina L6, los capacitores C17 y C18 a través de todo su recorrido y observando los instrumentos M1 y M2 con atención. Si el constructor ha tenido suerte, el instrumento M1 quedará en cero, mientras que M2 indicará unos 35 MA, sin fluctuaciones de clase alguna. Si se halla indicación positiva de algún parásito, se puede probar comprimiendo las espiras de los inductores de RF antiparásitos CRF1 y CRF2, en los ánodos de las válvulas finales. Si se encuentra que el amplificador lineal de RF es estable en todas las bandas de operación, se lo podrá conectar al excitador. Empero, será necesario disponer de un medidor de potencia relativa a la salida del amplificador lineal de RF. La sintonía del mismo se realiza al igual que la operación

¹² Moreno Quintana (h), L. M. *Manual de Radiotransmisión Amateur*, ob. cit., Capítulo X, págs. 344/346.

similar hecha con el excitador; se deberá hallar el punto de resonancia *lo más rápidamente posible*. Con un poco de práctica los ajustes de sintonía y carga se podrán hacer en pocos segundos. Con el medidor de potencia relativa conectado a la salida de la unidad, es una tarea muy sencilla ajustar rápidamente la misma *a máxima salida*. Cuando se lo ha sintonizado propiamente, la corriente de grillas debe ser muy reducida, de 1 a 2 mA como mínimo y de 2 a 3 mA como máximo. Jamás se debe permitir que esta corriente de grillas exceda de 10 mA y por supuesto, la condición ideal de funcionamiento sería cero. Los ajustes de excitación y carga de antena por otra parte, tienen mucha influencia sobre la corriente de grillas. Una carga excesiva de antena puede llegar a producir una intensidad negativa de grillas, mientras que un estado de sobreexcitación se traducirá en una corriente elevada de grillas. Bajo condiciones normales de funcionamiento en BLU, la intensidad de grillas fluctuará levemente (1 a 2 mA) en los picos de modulación vocal. La corriente anódica indicará picos máximos aproximadamente de $1/3$ a $1/2$ del máximo logrado bajo condición de ajuste con tono único (silbido sostenido), que con las válvulas 4CX250B será de 300 mA, lo que significa que los picos de modulación vocal deben oscilar entre 100 y 150 mA según las características de la modulación vocal del operador y del micrófono utilizado en el excitador. Gritar ante el micrófono con el fin de obtener mayores indicaciones en M2 únicamente se traducirá en deformación, sobremodulación y otros problemas típicos de un mal operador.

En lugar de las válvulas 4CX250B o 4CX300B, se pueden emplear válvulas radiales 4X150A de vidrio, que provenientes de sobrantes de guerra aún se pueden obtener a precio reducido. Empero, con este tipo el régimen máximo de placas de AT es de 1250 V, lo que significa que el transformador T2 deberá tener un secundario de 500 V efectivos de extremo a extremo; asimismo, la potencia útil de salida será aproximadamente la mitad. El uso de versiones más modernas de válvulas radiales (4CX250B o 4CX300B) no solamente permite aplicar hasta 2500 V en ánodos, sino que también los niveles de calentamiento máximo permisibles de las citadas válvulas radiales son más elevados, lo que en otras palabras permite una ventilación no tan eficiente de las mismas.

Luego de un pequeño período de pruebas se **podrán** anotar aparte las posiciones correctas del brazo móvil de la bobina L6 y de los capacitores variables C17 y C18, lo que simplificará el proceso de ajuste al cambiar de una banda a otra de operación.

Es de señalar el hecho de que el amplificador lineal de RF descrito no presenta la misma carga al excitador que la antena. Esto significa que será necesario un pequeño retoque en los controles del excitador de BLU al conectar el amplificador lineal de RF o desconectarlo de la antena, para dejar en marcha únicamente al excitador de BLU.

CAPITULO III

3.1. Empleando válvulas antiguas de transmisión en amplificadores lineales de RF para BLU

Si Usted ha sido radioaficionado activo por más de quince o veinte años, es más que seguro que en un cajón o caja de su cuarto de radio, se encuentren varias válvulas de transmisión, antiguas o de sobrante de guerra, cuyo delito es haber sido sobrepasadas por válvulas modernas.

Esas válvulas que están allí arrumbadas y llenas de polvo se pueden volver a poner en funcionamiento en amplificadores lineales de RF para BLU en eficiencias elevadas aprovechando las ventajas que ofrece un circuito amplificador CGM.

Ahora, el radioaficionado lector se ha sentido picado por la curiosidad y ya lo veo examinando su colección de válvulas antiguas o de sobrante de guerra, que creyó legaría a un museo de radio. Esas válvulas generalmente son triodos (habrán algunos tetrodos también) de diversas potencias y tamaños, caracterizadas por presentar grandes ampollas de vidrio, fornido filamento y capaces de trabajar con altas tensiones de placa. La mayoría de ellas, nunca vieron servicio activo en frecuencias superiores a 20 Mhz.

La pregunta elemental que se formula el radioaficionado veterano es ¿Cómo hacer para emplear esas válvulas en amplificadores lineales de RF para BLU? Si son válvulas vetustas, como por ejemplo 203A, 852, 204A, etc., no habrán problemas para obtener la información necesaria consultando la tabla de la fig. 53 o alguna edición antigua de los *Hand-books* de la ARRL. Pero, si se trata de válvulas con nomenclaturas extrañas, las cosas se ponen más difíciles.

Pero ánimo, amigo lector radioaficionado veterano! Aquí, en esta obra le enseñaré, basado en mi experiencia de más de treinta años de actividad y en mi carencia absoluta del complejo de "superioridad técnica" que pareciera atacar



Fig. 51.— Se muestra la primitiva familia de válvulas de transmisión de la Eimac. La primera válvula de la serie, la 150T apareció en 1934 y la última, la 35T en 1936. En la parte superior, de izquierda a derecha, tipos 300T, 500T y un rectificador de 2000 V. En la parte inferior, también de izquierda a derecha, tipos 50T, 150T y 35T. Todos estos tipos son triodos de baja C aptos para ser utilizados incluso en 30 Mhz, y más aún.

virulentamente a otros colegas, cómo se puede hacer funcionar válvulas vetustas de transmisión en un amplificador lineal de RF para BLU, aunque se carezca de información sobre las características de las mismas. Finalmente, presentaré un circuito práctico, en el cual, he hecho funcionar con orgullo no muy disimulado, válvulas 203A, TZ40 y 805 sin problemas, por supuesto basándome en un amplificador de RF para BLU CGM. Aún válvulas “críticas” como las 100TH fun-

cionan a plena satisfacción, lográndose más de 300 W útiles de salida (600 W PaP) con 1500 V en placas, que es el límite máximo de lo disponible en AT por razones de economía, como se verá en detalle más adelante. Por supuesto, que con 3000 V en ánodos de las 100TH se podría llegar a 500 W de salida útiles (1000 W PaP) sin problemas.

3.2. Consideraciones requeridas para válvulas tipo triodo

Las especificaciones requeridas para válvulas tipo triodo de construcción moderna en amplificadores lineales de RF para BLU establecen que únicamente tipos de alto μ (y preferiblemente aquéllos que trabajan con polarización cero, como por ejemplo TZ40, 811, 811A, RK31, 203Z, 809, 805, 838, 572B, etc.) trabajarán satisfactoriamente. No hay ninguna duda que dichos tipos de válvulas triodo son mucho más adecuados para funcionar en un amplificador lineal de RF, pero la verdad es que válvulas con cualquier rango de amplificación pueden funcionar en forma adecuada. En concreto, hace ya algún tiempo se pensó que las válvulas triodo de bajo μ (211, 812, 812A, 100TL, etc.) eran las más apropiadas para amplificadores lineales, ya que aceptarían amplias excursiones de la tensión de grilla antes de comenzar a drenar intensidad de grilla.

Empero, las técnicas modernas, que se centralizan sobre amplificadores lineales de RF CGM, hacen caso omiso del factor de amplificación del triodo empleado. La gran cantidad de realimentación negativa inherente al circuito CGM tiende a anular los productos de deformación que resultan de la súbita transición de la condición de ausencia de intensidad de grilla a corriente plena de grilla. Además, el hecho de que la excitación de RF sea aplicada a través de la válvula (o válvulas) del amplificador lineal de RF conduce a mantener una carga enclavada sobre la etapa excitadora que aminora aún más el efecto de transición. En consecuencia, no debe importar el hecho de que si la válvula o válvulas de transmisión que se disponen tienen bajo o alto factor de amplificación.

En efecto, se pueden poner a funcionar esas válvulas sin

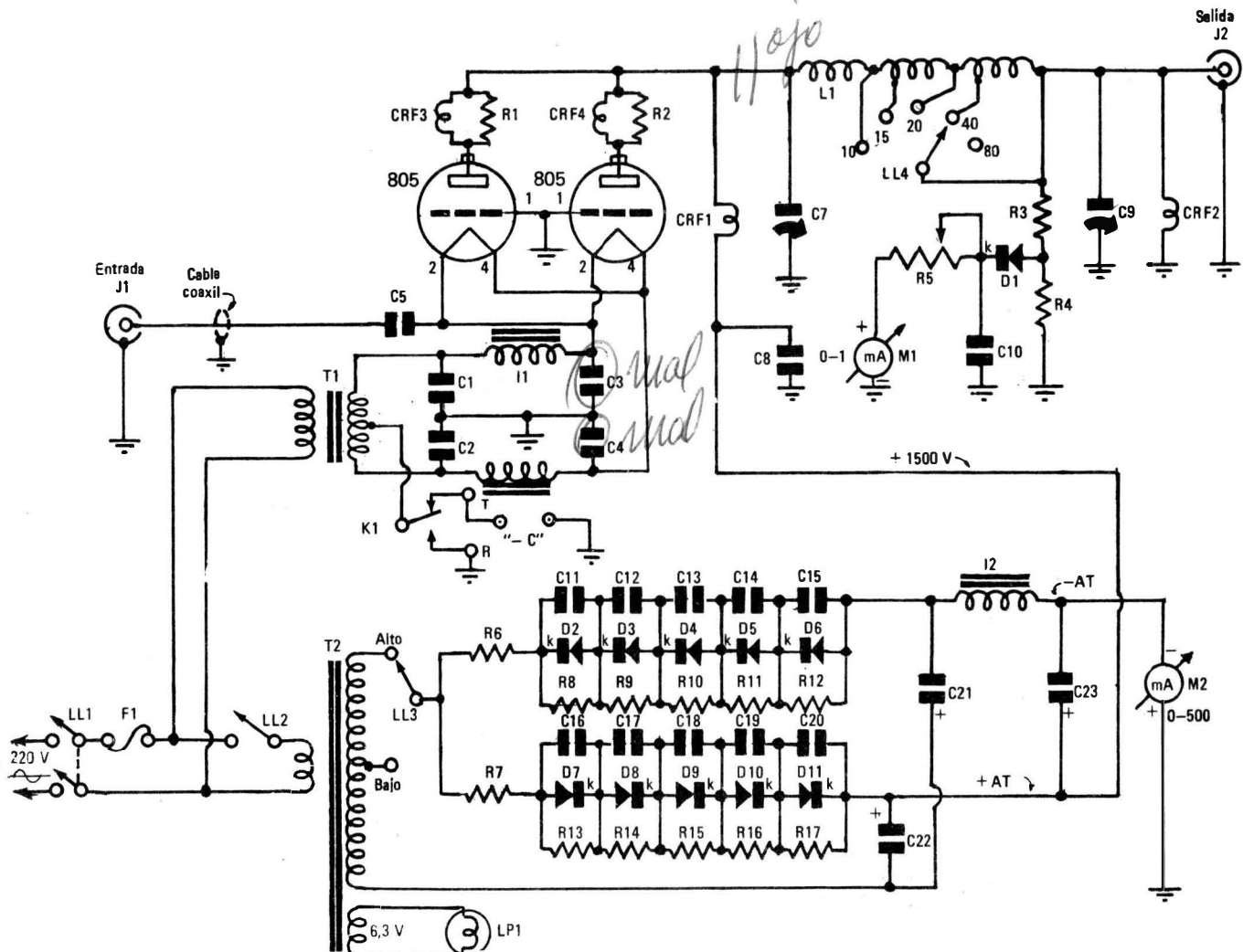


Fig. 52.- Circuito del amplificador lineal de RF CGM de tipo experimental descrito en el texto. Se muestran

**CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE VALVULAS TRIODO COMO AMPLIFICADORAS
LINEALES EN CLASE B**

TIPO	Disipación de placa		Filamento			Capacitancias internas (pF)			Ep	Ip ¹	-C ²	μ	Salida útil máxima	Resistencia de carga de placa	NOTAS
	(W)	(V)	(A)	G/P	G/F	P/F	(V)	(mA)	(V)	(Mu)	(W)	(Ω)			
210	15 18	7,5	1,25	8,0	5,0	4,0	400 650	30 34	- 50 - 80	8	7,2 13,2	6666 8333	Medio μ; útil hasta 7,5 Mhz		
801	20	7,5	1,25	6,0	4,5	1,5	750	40	- 90	8	18	9375	Versión moderna tipo 210; placa de carbón		
800	35	7,5	3,1	2,5	2,7	1,0	1250	44	- 80	15	33	14204	Medio μ; útil hasta 30 Mhz		
811A	45 65	6,3	4,0	5,6	5,9	0,7	1250 1500	130 157	- 0 - 4,5	160	97,5 141,3	4800 5000	Muy alto μ; polarización 0; indicada para circuito CGM; útil hasta 60 Mhz ⁵		
812A	45 65	6,3	4,0	5,5	5,4	0,7	1250 1500	130 155	- 40 - 48	29	97,5 139,5	4807 4838	Alto μ; útil hasta 30 Mhz		
WE304A	50	7,5	3,25	2,5	2,0	0,6	1250	60	-110	11	45	10416	Medio μ; útil hasta 30 Mhz		
50T	75 90	5,0	6,0	2,0	2,0	0,2	1500 2500	75 50	-120 -200	12	67,5 75	10000 25000	Medio μ y baja C; útil hasta 16 Mhz		
203A	100	10,0	3,25	15,0	8,0	7,0	1000	85	- 50	25	51	5882	Alto μ y alta C; útil hasta 5 Mhz		
211 ⁴	100	10,0	3,25	15,0	8,0	7,0	1000 1500	150 110	- 80 -120	12	90 99	3333 6818	Medio μ y alta C; útil hasta 5 Mhz		
838	100	10,0	3,25	7,8	6,0	4,0	1250	175	- 0	27	131,2	3591	Alto μ; polarización 0; indicada para circuito CGM; útil hasta 7,5 Mhz		
845	100	10,0	3,25	12,1	5,0	5,0	1250	120	-145	5	90	5208	Bajo μ y alta C		
852	100 120	10,0	3,25	3,25	3,2	3,0	2000 3000	75 55	-160 -240	12	90 99	13333 27272	Medio μ y baja C; útil hasta 60 Mhz		
8003	100	10,0	3,25	11,7	5,8	3,4	1350	250	-100	-	202,5	2700	Versión moderna del tipo 203A		
100TH	100	5,0	6,3	2,9	2,0	0,4	3000	107,5	- 65	40	193,5	13953	Alto μ y baja C; útil hasta 60 Mhz		
805	125	10,0	3,25	6,0	7,5	9,0	1500	200	- 0	-	180	3750	Alto μ; polarización 0; indicada para circuitos CGM; útil hasta 30 Mhz		
HF200	150 175	10,5	3,4	5,8	5,2	1,2	1500 2500	150 100	- 85 -130	18	135 150	5000 12500	Medio μ; útil hasta 45 Mhz		
572B ⁴	140 160	6,3	4,0	6,9	6,0	0,8	1500 2400	182 110	- 2 - 8,2	170	163,8 158,4	4120 10909	Muy alto μ; polarización muy baja; indicada para circuito CGM; útil hasta 60 Mhz ⁵		
810	175	10,0	4,5	8,7	4,8	12,0	2250	225	- 60	10	303,75	5000			

(Continúa)

**CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE VALVULAS TRIODO COMO AMPLIFICADORAS
LINEALES EN CLASE B (Continuación)**

TIPO	Disipación de placa	Filamento			Capacitancias internas (pF)			Ep	Ip ¹	-C ²	μ	Salida útil máxima ³	Resistencia de carga de placa	NOTAS
	(W)	(V)	(A)	G/P	G/F	P/F	(V)	(mA)	(V)	(Mu)	(W)	(Ω)		
WE212D/ WE212E	200	14,0	6,0	19,0	19,0	12,0	1750	180	-100	16	189	4861	Medio μ y alta C; útil hasta 3,5 Mhz	
204A	250 275	11,0	3,85	17,0	8,0	3,0	2000 3000	187 133	- 80 -120	24	224,4 239,4	5347 11278	Alto μ y alta C; uso general hasta 5 Mhz	
300T	300 325	7,5	11,0	4,0	3,5	1,5	1500 2500	300 200	- 90 -150	16	270 300	2500 6250	Medio μ; útil hasta 60 Mhz	
833A	350	10,0	10,0	12,3	6,3	8,5	3000	335	- 70	35	603	4477	Medio μ	
849	350 375	11,0	5,0	33,5	17,0	3,0	1500 2500	300 225	- 75 -120	19	270 337,5	2500 5555	Util hasta 5 Mhz	
831	400 420	11,0	10,0	4,0	3,8	1,5	2500 3500	240 190	-165 -225	14,5	360 399	5208 9210	Medio μ y baja C; útil hasta 30 Mhz	
500T	500 525	7,5	20,0	4,5	4,0	1,5	2000 3000	375 277	-130 -200	14	450 498,6	2666 5415	Medio μ; útil hasta 60 Mhz	
851	750	11,0	15,5	55,0	30,0	7,0	2000	550	- 85	20	660	1818	Util hasta 2,5 Mhz	
WE251A	750 775	10,0	16,0	8,0	10,0	6,0	2000 3000	500 415	-185 -280	10,5	600 747	2000 3614		

(Continúa)

CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE VALVULAS TRIODO COMO AMPLIFICADORAS LINEALES EN CLASE B (Continuación)

Significado de las abreviaturas empleadas: $-C$: Tensión de polarización negativa (siempre de fuente fija externa). **CGM**: Circuito de grilla a masa. E_p : Tensión de placa. G/F : Capacitancia interna grilla a filamento. G/P : Capacitancia interna grilla a placa. I_p : Intensidad anódica. **mA**: miliamperes. μ (μ): Factor de amplificación. P/F : Capacitancia interna placa a filamento. **W**: Watts.

- ¹ Consumo máximo anódico durante picos de modulación vocal normal.
- ² Tensión medida entre grilla y punto medio del transformador de filamento, que debe estar derivado a masa.
- ³ Pico máximo de modulación vocal a 60% de eficiencia.
- ⁴ Estos parámetros también comprenden a los tipos 211D, 211E, WE242A, 261A y 276A.
- ⁵ En configuración grilla a masa.
- ⁶ El tipo 572B tiene una grilla de estructura débil. En CGM las grillas deben ser derivadas a masa por medio de resistores de alambre de 25 a 35 ohms cada uno.

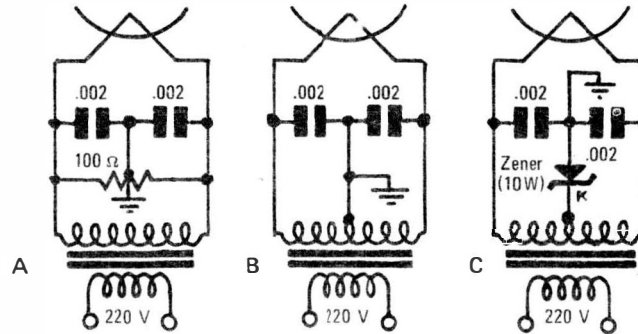


FIGURA 53

conocer el mu. Lo que interesa es saber qué tensión de polarización negativa de grilla, con la tensión anódica que se intenta hacer funcionar la válvula, se debe aplicar, para mantener la disipación de placa a un nivel aceptable. Es menester recordar que la mayoría de las válvulas de transmisión que provienen de sobrante de guerra necesitan para su operación normal una elevada tensión anódica y que se logrará un funcionamiento lineal *únicamente* cuando la tensión de placa está bien cerca del límite máximo.

Se puede determinar este importante parámetro de operación, si se dispone de una fuente de alimentación de tensión negativa de polarización de grilla de salida variable. Además, se requerirá un voltímetro que cubra un rango similar al provisto por la citada fuente.

3.3. Determinando los parámetros de funcionamiento

Supóngase que se ha llegado el punto en que se ha terminado de construir el amplificador lineal de RF CGM y que deben comenzarse las pruebas para determinar los parámetros de funcionamiento. Inicialmente, se deberá fijar la tensión de polarización de grilla al potencial máximo negativo que permita la fuente de tensión variable; luego, se debe aplicar AT anódica. Si todo está correcto, no pasará intensidad de placa; poco a poco se irá disminuyendo la tensión negativa de polarización, manteniendo una vigilancia visual de la placa de la válvula (o válvulas). A medida que se aleja la tensión negativa de polarización del valor de corte, comenzará a circular la intensidad anódica. El aumento de la intensidad de la corriente de placa provocará que la misma comience a mostrar color. Este es el momento en que se debe emplear el discernimiento que se posee. Si la válvula tiene placa de carbón, una mancha de color rojo mate en el centro de la misma, es la indicación de parar. Si la placa es de tungsteno, es permisible un rojo algo más intenso alrededor del centro de la misma. En cambio, si dicho electrodo es de tántalo, el color rojo incandescente puede cubrir casi toda la placa.

Cuando la reducida tensión negativa de polarización de grilla (y la resultante intensidad anódica) han provocado

el color de la placa. que se ha decidido aceptar, desconéctese rápidamente la AT de placa. Vuélvase a aplicar por un momento únicamente y mídase la tensión de grilla. Nuevamente aplíquese la AT anódica solamente el tiempo necesario como para medir la intensidad de placa. Conociendo el valor de la tensión e intensidad anódicas, se puede determinar por medio de la fórmula $P = E \times I$ la potencia de entrada de placa. Si no es mayor el resultado que la mitad de la disipación anódica establecida por el fabricante, se tendrá entonces un conjunto de parámetros adecuados para comenzar la experimentación con el amplificador lineal de RF.

3.4. Fuente de alimentación fija de polarización negativa de grilla

El próximo paso consiste en la construcción definitiva de una fuente de alimentación fija de tensión negativa de polarización de grilla que proporcione el valor determinado según los párrafos anteriores. La ilustrada en la fig. 10 es sumamente sencilla y se la lleva a la práctica utilizando dos transformadores de filamento de 6.3 V conectados en disposición invertida, empleándose un diodo rectificador de silicio 1N4003 y unos pocos elementos más completan la misma. Un par de válvulas reguladoras gaseosas tipo VR dispuestas en forma invertida, permiten obtener una tensión de salida del orden de los -200 V regulados, ya que esta tensión de salida debe ser fija sin variaciones.

Si se piensa utilizar dos o más válvulas en paralelo, con el objeto de lograr mayor potencia útil de salida, la corriente de grilla aumentará en forma proporcional, al igual que la corriente de placa.

Luego de instalar la fuente de alimentación fija de tensión negativa de grilla regulada, vuélvase a verificar que la disipación anódica en reposo se mantiene al mismo nivel que se ha fijado anteriormente.

3.5. Diseñando el amplificador lineal de RF

Cuando se dispone de válvulas de transmisión antiguas

o de sobrante de guerra, al construir el amplificador lineal de RF habrá que extremar la búsqueda de componentes adecuados para las mismas, o en su defecto, construirlos en forma casera. Por ejemplo, está el problema de los zócalos. La mayor parte de estas válvulas requieren zócalos que no se podrán hallar más, ni aún en los negocios de desarme del ramo. En consecuencia, apelando a un trozo de lucita o de poliestireno y a enchufes banana hembras adecuados, habrá que construir los mismos, por ejemplo cuando debí hacer un zócalo para una vieja válvula Western Electric tipo 212-D del año 1921 que aún estaba en perfectas condiciones de funcionamiento y que hoy en día presta admirables servicios en la estación de un amigo colega. A propósito, esta válvula es un tipo de 250 W de disipación anódica, mucho más fácilmente montable que la viejísima Radiotron hecha por la General Electric UV-204A y que requiere enchufes especiales para la conexión de placa (capacete superior) y de grilla y filamento (en la parte inferior), asimismo de 250 W de disipación anódica.

Téngase en cuenta, que los contactos de filamento deben ser apropiados para una elevada intensidad de corriente; en consecuencia, las superficies de contactos eléctrico deben ser amplias y las conexiones firmes; de lo contrario, habrán problemas.

3.6. Pruebas iniciales de sintonía y ajuste

Para las pruebas iniciales de sintonía y ajuste del amplificador lineal de RF, lo mejor es utilizar una carga de salida artificial. Aquí habrá que consultar la literatura especializada y sugiero el libro *Manual de Radiotransmisión Amateur*¹³ en cuyas páginas 344 a 346 no solamente se hallará la descripción de una unidad práctica de alta disipación, sino también su conexión y ajuste al transmisor. Por supuesto, la carga artificial que se emplee debe ser apropiada para el régimen de salida. Solamente en la última parte de las pruebas se requiere la irradiación de una señal.

De acuerdo con los párrafos que anteceden, se ha deter-

¹³ Ver llamada 12, pág. 152.

minado y fijado los valores de polarización de grilla y de AT anódica. Ahora se debe establecer la cantidad adecuada de excitación (indicada por el instrumento que mide la intensidad de grilla) y la corriente de placa óptima de carga.

Aplíquese una excitación moderada a la grilla, lo suficiente únicamente como para hacer resonante el circuito sintonizado de salida. Ahora, aumentese la excitación y trátase de cargar el circuito sintonizado de placa, recordando mantener la excitación siempre a un nivel moderado. Si se conoce el valor de la corriente de grilla de la válvula o válvulas para operación en Clase C, manténgase el mismo *a menos de la mitad de su valor*. Ajustese el circuito sintonizado de placa en forma progresiva, en pequeños incrementos. Aplíquese la AT anódica y háganse ajustes rápidos. Luego desconéctese la AT de placa. Continúese aumentando la excitación (empero, sin exceder el límite antes señalado) e increméntese la carga anódica hasta que el punto de mínimo consumo de placa sea poco pronunciado.

Un método muy superior para determinar el grado adecuado de carga, es el que usa algún indicador de salida relativa de RF. El circuito de la fig. 52 representa un dispositivo de ese tipo, muy sencillo de construir, cuyo elemento más costoso lo representa el instrumento de 0-1 mA. Dispone de un control de sensibilidad (potenciómetro de 25 Kohms). Contando con este medidor de salida relativa de RF, se continuará cargando el amplificador lineal de RF hasta que la relación de aumento de potencia de salida sea prácticamente cero. A continuación disminúyase la excitación en un 10%.

Quizás el lector se pregunte si no existe un sistema de sintonía del amplificador lineal de RF capaz de permitir realizar la complicada operación descrita en forma rápida. La respuesta es afirmativa. Utilizando el sencillo medidor de salida relativa de RF de la fig. 52 que proporciona una indicación visual de la salida de RF, se puede ajustar rápidamente el amplificador lineal de RF sintonizándolo a la máxima potencia de salida (pico), que será alcanzada solamente durante algunos picos máximos de voz aislados. El ciclo de trabajo de tales picos de potencia máxima es de muy corta duración; en consecuencia, no sobrecargarán la o las válvulas del amplificador lineal de RF. Es menester

que el amplificador lineal de RF pueda soportar estos picos *sin deformación apreciable*, ya que de lo contrario, se podrá producir “desparramo” en uno o en ambos costados adyacentes de la señal de salida de RF.

3.7. Verificación en el aire

Para las comprobaciones que se describirán a continuación, será necesario contar con la colaboración de un radioaficionado no muy vecino al QTH donde está ubicada la estación, ya que es necesario una *cierta* distancia con el objeto de evitar efectos nocivos de modulación cruzada y la generación de productos de deformación en el receptor.

Se deberá escoger un momento y una frecuencia donde haya pocas posibilidades de interferencia. Asimismo, el radioaficionado que se desempeñará como control, deberá conocer la diferencia que existe entre una señal de BLU limpia y otra que está fuertemente deformada. No es necesario que en la estación de control haya un osciloscopio, ya que cuando la deformación resulta evidente en un instrumento de tal naturaleza, la misma ya habrá pasado los límites de toda tolerancia. El desparramo instantáneo que resulta a consecuencia de los productos de intermodulación producidos por los picos de elevada amplitud generados durante la modulación vocal normal, se puede detectar únicamente escuchando en las frecuencias adyacentes o por el empleo de un instrumental costoso de laboratorio, por ejemplo un analizador de espectro de frecuencias¹⁴.

Un operador honesto y hábil, equipado solamente con un receptor de comunicaciones de MA tipo convencional, con sus etapas de RF libres razonablemente de efectos de modulación cruzada e intermodulación, haciendo funcionar el mismo con el CAG desactivado, con la ganancia de audio al máximo y la de RF graduada como para poder escuchar únicamente una señal moderada, podrá proporcionar una

¹⁴ No obstante lo expuesto, M. Gonsior en el número de marzo de 1972 de *Ham-Radio* demostró cómo se pueden evaluar señales de BLU con un osciloscopio conectado al receptor de comunicaciones de tal manera que el paso de banda del mismo se modifica para poder pasar únicamente la información esencial. En este caso el osciloscopio se desempeña como monitor.

información significativamente útil, si sintoniza levemente a ambos lados de la señal bajo examen, mientras se emplea modulación vocal normal. Pídase al operador que ponga especial atención a ver si puede escuchar los efectos de retroceso que resultan de la operación no lineal del amplificador. Si tal deformación se revela solamente en los picos vocales, lo más probable es que se esté sobreexcitando el amplificador lineal de RF. Redúzcase la excitación lo suficiente como para poder pasar la prueba sin inconvenientes. Ahora la señal quizás no hará que el medidor de portadora S indique picos tan altos, pero se tendrán relaciones mucho mejores con los vecinos, con los radioaficionados próximos y con las autoridades que ejercen la vigilancia en las bandas de FE.

La linealidad es una característica que lamentablemente no viene incluida con la compra de una válvula. Además de los parámetros de funcionamiento de la válvula, la linealidad depende de factores externos, tales como la polarización negativa de grilla, excitación, AT anódica y carga de placa. Estos factores están íntimamente relacionados entre sí y por lo tanto, no es de extrañar que resulta difícil muchas veces aproximarse a la linealidad. Nótese que empleo la palabra *aproximarse*, ya que es posible acercarse pero no llegar por completo a esa condición tan deseada.

No vacile en variar los parámetros de excitación de grilla y carga de placa, a ver si se puede lograr una señal más limpia. Por regla general, la carga anódica debe ser muy elevada. Como último recurso, trátase de probar diferentes valores de polarización negativa de grilla, recordando que la misma debe provenir de una fuente de baja resistencia interna.

3.8. Amplificador lineal de RF experimental CGM

La fig. 52 muestra un circuito típico de un amplificador lineal CGM. Comprende además de las dos válvulas en paralelo, de un circuito capacitativo de entrada, representado por el capacitor fijo C5, que aplica la RF de excitación directamente en el circuito de filamento. Esta disposición obliga al uso de un transformador de filamento con un secundario

provisto de punto medio con los capacitores fijos de paso C1, C2, C3 y C4, de $0,01 \mu\text{F}$ y de 1000 V de aislación, en dicho circuito. Con el objeto de mantener al mismo a potencial de masa en lo que a RF se refiere, se utiliza un inductor de filamento I1, bobinado en forma bifilar con alambre de cobre esmaltado de 1.63 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de ferrita de 12,7 mm de diámetro y de unos 15 cm de longitud.

Por supuesto, que con el fin de evitar caídas innecesarias de tensión, que no solamente afectarían la vida útil de las válvulas sino que además disminuirían la emisión electrónica de filamento, todo este circuito deberá ser efectuado con alambre de cobre esmaltado de 2 mm de diámetro, protegido con forro de tela. T1 deberá proporcionar entre 5 a 10 V (ver tabla de la fig. 53) según el tipo de válvula que se emplee en el amplificador lineal de RF, por lo menos a 6 A de consumo y de una aislación efectiva de 3000 V.

El circuito sintonizado de salida es del tipo en "pi" formado por una inductancia L1 hecha en tres secciones, con sus capacitores variables de sintonía C7 y de carga C9. Se ha incorporado un sencillo medidor de salida relativa de RF conforme a lo expresado en la primera parte de este capítulo, que permitirá efectuar los ajustes de la unidad en forma rápida.

Como se observa del examen del circuito de la fig. 52 la polarización se aplica entre el punto medio del transformador de filamento T1 y masa. Con válvulas de polarización cero, diseñadas originalmente para servicio como amplificadoras de audio de gran potencia, por ejemplo TZ40, 811, 811A, 838, 805, RK31, 203Z, etc., se puede conectar directamente el punto medio de T1 a masa. Todas estas válvulas funcionando con 1250 V de AT anódica, no requerirán polarización alguna y la intensidad de la corriente de reposo será mínima, entre 50 y 80 mA según el tipo de que se trate. Empero, si se aumenta la AT de placa a 1500 V o más, se requerirá en el caso de los tipos TZ40, 811 y 811A unos 5 a 9 V negativos, para mantener el consumo estático entre 60 a 65 mA. Con tipos de mayor potencia, tales como los 572B, 805 y 203Z, la polarización deberá aumentarse entre 8 a 25 V negativos. Esto se puede lograr mediante

la intercalación de un diodo zéner de la tensión requerida conectado en disposición invertida, en serie con la conexión de masa del punto medio de T1, tal como se ha visto en el primer capítulo de esta obra.

El circuito de la fig. 52 se presta muy bien para ser empleado con otros tipos de válvulas que no son precisamente de polarización cero, como por ejemplo 203A, 212D, 212E, 810, 830B, 845, 852, 35T, 35TG, 8000, 8003, 8005 y 100TH; empero, en cada uno de estos casos, la polarización negativa de grilla requerida será mucho más elevada que los 4,5 V negativos demandados por los tipos 811A con 1500 V en placas. Será menester por lo tanto, una fuente de alimentación fija de polarización negativa de grilla, como se ha mencionado anteriormente.

3.9 Fuente de alimentación anódica

El circuito de la fig. 52 incluye una sencilla fuente de alimentación anódica, capaz de proporcionar 1500 V a pleno consumo de dos válvulas 805 por ejemplo, durante modulación vocal normal, en BLU, de tipo muy económico.

Está construida en base a un transformador de alimentación robusto, extraído de un viejo receptor de televisión en desuso. T2 en el esquema. Este transformador es un núcleo generoso, con un secundario de AT capaz de proporcionar 700 V efectivos de extremo a extremo, a unos 350 mA de consumo o más. Se utiliza un circuito doblador de onda completa. Los diodos D2 a D11 inclusive, son del tipo 1N4004, de 600 V TIP y de 1 A cada uno; si se pueden hallar tipos 1N4007, de 1000 V TIP y asimismo de 1 A cada uno, se podrá disminuir el número total de ellos en cada rama en el circuito de la fuente de alimentación. Por supuesto, dichos diodos están protegidos adecuadamente por capacitores fijos de 0,01 μ F a 1000 V de aislación contra transitorios y las características eléctricas de los mismos ecualizadas por medio de los resistores de 270 Kohms, carbón, de $\frac{1}{2}$ W de disipación cada uno, marcados C11 a C20 y R8 a R17 respectivamente. He observado que ante la abundancia de estos tipos de diodos en los E.U.A. muchos radioaficionados de ese país omiten los capacitores

fijos de protección y aún los resistores ecualizadores. Empero en Argentina, donde aún hay que pagar unos buenos pesos por cada diodo de esta clase, es mejor no eliminar estos componentes de protección.

Con unos 700 V eficaces en el secundario de AT del transformador T2, la tensión de pico es de 1000 V, de esta manera se disponen de 2000 V PIV. Seis diodos de 600 V TIP cada uno, exceden con un buen margen de seguridad dicho valor, en cada rama del circuito rectificador y realizarán un trabajo eficiente, si son de cualquiera de los tipos mencionados.

Los capacitores fijos al aceite tienen aislaciones de trabajo de 1000 V en dos casos (C21 y C22) y de 2500 V en otro (C23) y deben tener un valor como mínimo de 4 μ F. Los empleados por mí, provienen de sobrante de guerra y tienen 10 μ F cada uno. El inductor de filtro, tiene también la misma procedencia y a pesar de sus años funciona eficientemente.

CONSTRUCCION DE LA BOBINA DE PLACAS 805

La inductancia del circuito sintonizado en "pi" L1 está formada por tres secciones: A, B y C.

L1 Sección A, 4 espiras de alambre de cobre plateado de 2,59 mm de diámetro, con una longitud del bobinado de 20 mm, derivación (10 m) a 2½ espiras del lado de C7, sobre una forma de 44 mm de diámetro

Sección B, 8 espiras de alambre de cobre plateado de 2 mm de diámetro, con una longitud del bobinado de 50,8 mm, derivación (15 m) a 4½ espiras y (20 m) a 7½ espiras del lado de C7, sobre una forma de 50,8 mm de diámetro (Air Dux No. 1604)

Sección C, 21 espiras de alambre de cobre plateado de 1,63 mm de diámetro, con una longitud del bobinado de 66,6 mm, derivación (40 m) a 17½ espiras del lado de C7, sobre una forma de 44,4 mm de diámetro (Air Dux No. 1408)

Es muy agradable poder realizar los ajustes iniciales del amplificador lineal de RF, especialmente cuando se está trabajando por primera vez con válvulas cuyo comportamiento se desconoce, con una AT anódica más reducida que la normal. Asimismo, muchas veces al hablar con un corresponsal relativamente cercano, no se requiere toda la potencia disponible y es bueno poder ahorrar electricidad. La llave LL3 permitirá seleccionar entre la mitad y la totalidad del bobinado secundario de AT del transformador T2. Es una facilidad, que se ha incorporado en muchos de los amplificadores lineales de RF descritos anteriormente en esta obra y que muchos de mis colegas se felicitarán de tener.

La fuente de alimentación descripta proporciona unos 1750 V con una intensidad de reposo de 75 mA. Con válvulas de menor consumo estático, por ejemplo 811 ó 811A, la tensión de salida será aún más elevada. Empero,

LISTA DE VALORES

(Amplificador lineal de RF CGM con dos válvulas
805 fig. 52)

<i>C1, C2, C3, C4, C5,</i>	
<i>C11, C12, C13, C14,</i>	
<i>C15, C16, C17, C18,</i>	
<i>C19, C20</i>	0,01 μ F, cerámica, 1000 V
<i>C6</i>	510 pF, cerámica, 5000 V
<i>C7</i>	150 pF, variable a eje, dieléctrico de aire, 2500 V
<i>C8</i>	0,001 μ F, cerámica, 3000 V
<i>C9</i>	730 pF, variable a eje (tándem de 2 X 365 pF, secciones en paralelo)
<i>C10</i>	0,02 μ F, cerámica, 400 V
<i>C21, C22</i>	10 μ F, al aceite, 1000 V
<i>C23</i>	10 μ F, al aceite, 2500 V
<i>R1, R2</i>	100 ohms, 2 W
<i>R3</i>	10 Kohms, 2 W
<i>R4</i>	2,2 Kohms, 1 W

<i>R5</i>	25 Kohms, potenciómetro s/llave
<i>R6, R7</i>	50 ohms, alambre, 25 W
<i>R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17</i>	270 Kohms, $\frac{1}{2}$ W
<i>M1</i>	0–1 mA
<i>M2</i>	0–500 mA
<i>I1</i>	28 espiras de alambre de cobre esmaltado de 1,63 mm de diámetro cada bobinado, hecho en forma bifilar, sin espaciar, sobre una forma de ferrita de 12,7 mm de diámetro y 15 cm de longitud
<i>I2</i>	5 Hy, 500 mA, 200 a 300 ohms, 2500 V aislación efectiva
<i>D1</i>	1N34A
<i>D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11</i>	1N4005, 600 V TIP, 1 A
<i>T1</i>	Primario 220 V a secundario 10 V, 2,5 A con punto medio, 2500 V aislación efectiva
<i>T2</i>	Primario 220 V a secundario 350–0–350 V, 375 mA, 6,3 V, 2 A, 2500 V aislación efectiva
<i>LL1</i>	220 V, 10 A, llave bipolar de corte
<i>LL2</i>	220 V, 3 A, llave unipolar de corte
<i>LL3</i>	2 posiciones, 1 polo, llave conmutadora de tensiones, preferiblemente sobre porcelana
<i>LL4</i>	1 polo, 6 posiciones, contactos muy robustos, sobre porcelana, llave conmutadora de bandas
<i>J1, J2</i>	Receptáculo coaxil hembra SO–239
<i>CRF1</i>	90 μ H, 500 mA. Se hace un bobinado con alambre de cobre esmaltado de 0,40 mm de diámetro, sin espaciar, sobre una forma de lucita de 19 mm de diámetro y 12,5 cm de longitud
<i>CRF2</i>	2,5 mH, 500 mA
<i>CRF3, CRF4</i>	2 $\frac{1}{2}$ espiras de alambre de cobre plateado de 1,29 mm de diámetro, largo 19 mm, con un diámetro de 12,7 mm, con los resistores <i>R1</i> y <i>R2</i> de carbón, 2 W, como forma inicial

con una carga comprendida entre 250 y 300 mA, la AT de salida disminuirá a un valor que variará entre 1300 y 1400 V. Pero con el ciclo de trabajo de la modulación vocal, la AT efectiva será de 1500 V o más.

En el caso práctico de las dos válvulas 805 ilustradas en el esquema de la fig. 52, la AT de placa disponible será quizás un poco más elevada; en los picos de modulación vocal normal, el consumo anódico variará entre 140 y 350 mA. En condiciones de sintonía, el consumo de placa será tan alto como 400 mA, con una potencia útil de salida de unos 300 W (esto es, 600 W PaP). Además está decir que el amplificador lineal de RF no deberá estar más de 20 segundos en esta condición de funcionamiento. Evidentemente, se trata de una potencia considerable en cualquier banda de operación, empleando válvulas que tienen más de 35 años de ser lanzadas a la venta! Requerirán, de acuerdo con mi experimentación práctica sobre el tema, entre 50 a 75 W útiles de excitación. Las válvulas 805 son triodos de 125 W de disipación anódica por válvula.

Con válvulas tipo 100TH (el tipo 100TL también sirve aunque tenga un coeficiente de amplificación menor), el amplificador lineal de RF descrito funciona admirablemente bien, a pesar de disponer solamente de unos 1500 V de AT anódica máxima. Estos tipos requieren un transformador de filamento T1 de 5 V a 12,6 A y son de 100 W de disipación de placa por válvula. Sería ideal disponer de una fuente de alimentación que pudiera proporcionar 3000 V de AT de salida, pero resulta evidente que su construcción resultaría bastante onerosa por las características particulares que debería poseer el transformador de placas T2 y por ello, tuve que conformarme con hacer funcionar mis dos válvulas 100TH con 1500 V en placas, aunque puede aumentar algo más el consumo máximo de los 225 mA recomendados en la tabla de la fig. 53.

Ahora, mi próximo paso será ver que sucede con dos vetustas válvulas RCA 852, que tienen más de 50 años de ser construídas y que me fueron obsequiadas por un viejo radioaficionado costarricense Don Amando Céspedes Marín TI4AC de Heredia, Costa Rica y que vieran servicio por

más de 20 años en la histórica estación de onda corta NRH que funcionara durante muchos años desde 1926 en su QTH, que aparentemente están en buenas condiciones de funcionamiento y ver que sorpresas aún pueden deparar.

CAPITULO IV

4.1. Ajuste del amplificador lineal de RF por el método de doble tono

Desde el momento en que los instrumentos de placa o grilla de un amplificador lineal de RF en Clase AB o B, no proporcionan una información concreta sobre el funcionamiento lineal o no de la etapa, el único camino para fiscalizar la linealidad en forma correcta, consiste en usar un osciloscopio acoplado inductivamente a la salida del amplificador lineal sobre la bobina del circuito sintonizado anódico final. Además, se requiere un oscilador de audio-frecuencia que entregue una señal de tono fijo.

El método de ajuste consiste en aplicar al transmisor de BLU que oficia de excitador del amplificador lineal de RF, dos señales sinusoidales de igual amplitud, pero separadas en frecuencias unos 1000 Hz, método que se denomina *de doble tono*.

Primeramente se procederá a inyectar la señal de RF al osciloscopio, por medio de un trozo corto de cable asimétrico coaxial tipo RG-58/U por ejemplo, con un circuito sintonizado L1/C1 resonante en la frecuencia de funcionamiento, a las placas de deflexión vertical en la parte trasera del instrumento o de lo contrario, utilizando un resistor en serie con la conexión de entrada al amplificador vertical del osciloscopio, como muestra la fig. 54. A continuación, hay que anular el funcionamiento de una de las ramas del modulador doble equilibrado, colocando la llave correspondiente en la posición de reinsertión de portadora y ajustando el control de ganancia del excitador de BLU, hasta lograr una imagen de portadora de aproximadamente la mitad

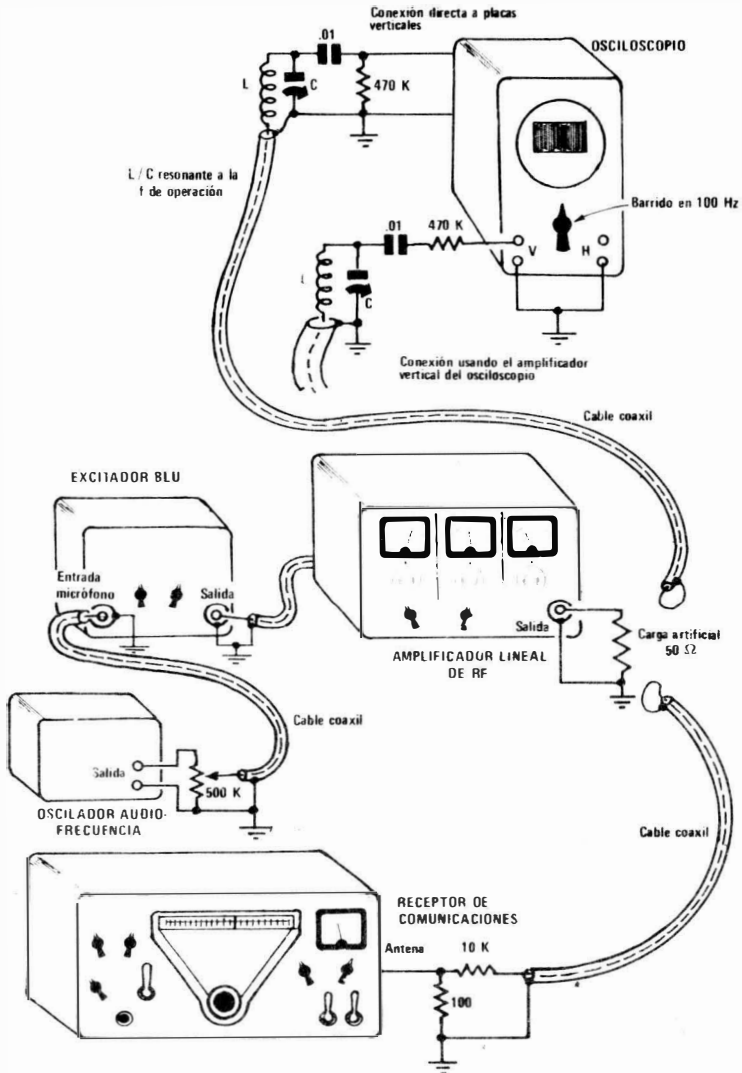


Fig. 54.— Método de doble tono aconsejado para comprobar la linealidad del amplificador lineal de RF; se requiere un osciloscopio, un oscilador simple de audio y el receptor de comunicaciones de la estación.

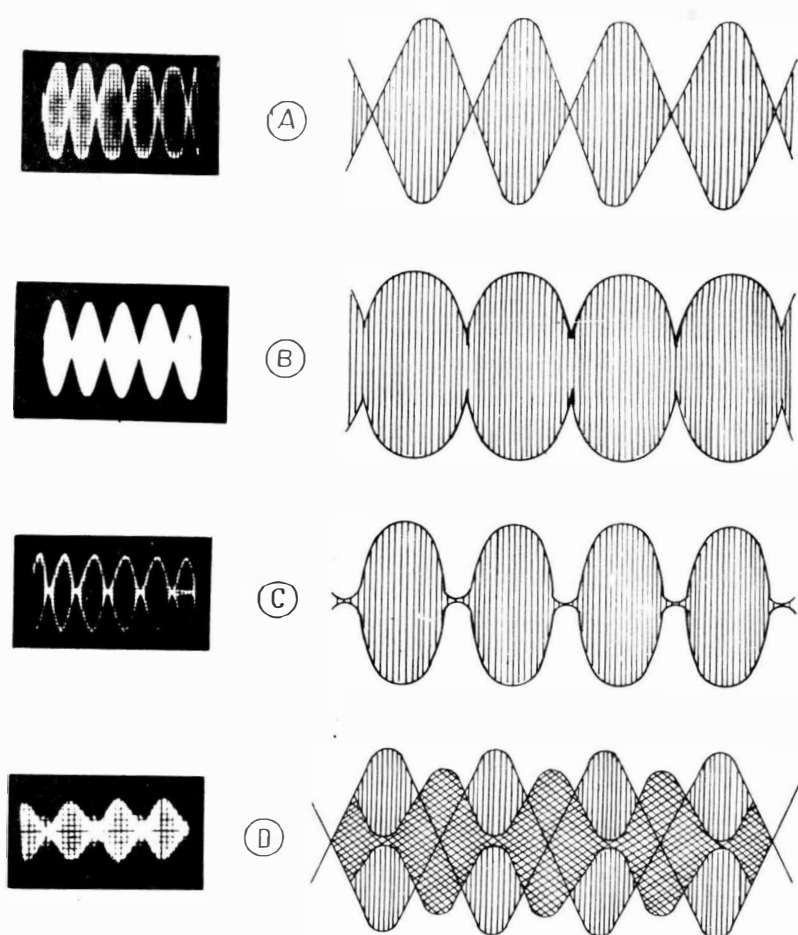


Fig. 55.— Imágenes de ajuste en la pantalla de un osciloscopio de un amplificador lineal de RF obtenidas con el método de doble tono: a) ajuste correcto; b) severa deformación, producida por sobreexcitación, carga incorrecta a la salida, falta de linealidad en el excitador de BLU o mala regulación de la fuente de alimentación; c) deformación debida a una tensión excesiva de polarización de grilla, sobre-excitación o carga incorrecta a la salida y d) señal de doble tono acompañada de oscilaciones parásitas de frecuencias muy elevada.

de la amplitud deseada. Seguidamente se conectará el oscilador de audiofrecuencia en la entrada del receptáculo hembra de micrófono y se accionarán los controles de ganancia y de reinserción de portadora del excitador de BLU, hasta obtener una imagen similar a la de la fig. 55 a. Luego se avanzarán dichos controles hasta alcanzar el límite de potencia del amplificador lineal de RF o sea, hasta que la imagen muestre deformación. Si resulta posible, mediante el ajuste de los circuitos sintonizados de acoplamiento inductivo y de excitación, eliminar la deformación de la imagen, muy bien. Si la deformación o falta de linealidad aparece en un punto más allá de donde se desea hacer funcionar el amplificador lineal de RF, no habrá problema alguno. Empero, es necesario insitirs en que *no se debe sobreexcitar el amplificador lineal de RF*. Y esta es una recomendación válida para todas las etapas del transmisor de BLU.

Un buen sistema para mantener el amplificador lineal de RF dentro del régimen normal, es emplear el osciloscopio permanentemente como monitor con su oscilador de barrido colocado en 30 ó 50 Hz. Se hará una marca con lápiz de cera de color sobre la pantalla en el punto donde comienzan a aplastarse los extremos de la imagen, debiendo mantenerse el amplificador lineal de RF debajo de ese punto, cuando en el excitador de BLU se aplica modulación vocal normal.

Otro camino consiste en tomar debida nota del valor de la intensidad anódica máxima, en la cual comienza el aplastamiento de la imagen y mantener el control de ganancia del excitador de BLU debajo de ese punto. Si en algún momento se debe ajustar el amplificador lineal de RF y no se cuenta con el osciloscopio, es preferible colocar un miliamperímetro en el circuito de grilla pantalla, no en el de placa, debido a que como la sintonía del mismo con una carga apropiada es prácticamente plana, el punto de mínimo consumo anódico no es tan pronunciado como en el caso de un amplificador de RF trabajando en Clase C en MA. Más aún, el punto de máxima salida no siempre coincide con rigurosa exactitud con el punto de mínimo consumo. En cambio, la intensidad de la corriente de grilla pantalla acusará un pronunciado aumento de valor, cuando el circuito sintonizado de placa esté ajustado a resonancia.

Por supuesto, esta situación no es válida cuando el amplificador lineal de RF responde a un circuito CGM, en el cual la grilla pantalla está derivada directamente a masa unida a la grilla de control, cuando el tetrodo a haces electrónicos o el pentodo de potencia funciona como un triodo de alto μ .



For purposes of this agreement no other kind of security
shall be held by the Bank. The Bank shall not be bound to
make any loan or advance of money to any person or
entity which is not a citizen of the United States or
incorporated in the United States or controlled by
citizens of the United States.



CAPITULO V

5.1. Llave automática de polarización

En todos los amplificadores lineales de RF de circuito CGM examinados en esta obra, a despecho del sistema de polarización utilizados en los mismos, cuando no hay excitación aplicada a la entrada de ellos, circula una cierta intensidad anódica, que se denomina *corriente estática o de reposo*, que produce una potencia dada que las válvulas del amplificador lineal forzosamente deben disipar en calor y que por cierto, no contribuye en nada a la acción amplificadora de la señal.

Tómese por ejemplo, un circuito CGM de un amplificador lineal de RF típico con dos válvulas 572B que cuenta con un sistema de polarización positiva por medio de un diodo zéner o similar, que provee unos 3 V, lo que permite que circulen unos 90 mA de intensidad anódica en ambas válvulas 572B cuando no hay excitación de RF aplicada al mismo. Con 2400 V en placas de las válvulas 572B, la potencia producida por el amplificador lineal en condición de reposo es de unos 240 W continuos. En consecuencia, las válvulas 572B deben disipar esta potencia en estado de reposo generando calor que, por supuesto, no contribuye en nada a la acción amplificadora de la señal. Empero, si las válvulas 572B se llevan completamente al punto de corte cuando no hay presente señal de excitación de RF, entonces la potencia disipada por las mismas será nula en condición de reposo, evitándose así la generación de calor indeseable en los períodos de descanso. Este es el propósito de una llave electrónica automática de polarización en un amplificador lineal de RF.

La llave automática de polarización siente la presencia de

la tensión de excitación de RF y reemplaza la tensión negativa de corte por la normal de funcionamiento en Clase B, cuando hay presente excitación en la entrada. La intensidad de placas que era nula, comienza a aumentar proporcionalmente con la excitación proveniente del transmisor conectado a la entrada del amplificador lineal de RF.

En funcionamiento normal la llave automática es muy rápida, respondiendo a tensiones muy pequeñas de excitación de RF. Introduciendo un cierto retardo en la acción conmutadora de corte de la llave, se puede obtener un desempeño más suave, lo que se traduce en un sonido más bajo en el receptor. En lugar de apelar a la técnica de Bryant¹⁶ utilizando transistores de alta potencia y componentes costosos, pensé que sería mucho mejor aplicar la polarización directamente a la grilla de control, en lugar del filamento o cátodo, ya que utilizando capacitores fijos adecuados entre dicho electrodo y masa, se asegurará mantener la aislación entre los circuitos de entrada y salida del amplificador lineal en lo que a RF concierne y por ende evitar neutralización, una atractiva ventaja del circuito CGM.

En consecuencia, procedí a anular la conexión directa de las grillas de control de las válvulas 572B a masa y se aplicaron hasta unos -50 V, provenientes de un divisor de tensión instalado a la salida de una pequeña fuente de alimentación de tensión negativa, en dichos electrodos. Los capacitores fijos C1, C2 y C3 agregados al circuito original, de $0,01 \mu\text{F}$ y de 1000 V de aislación cada uno, mantienen las grillas de control de las dos válvulas 572B al mismo potencial de masa, en lo que a la RF se refiere. Por supuesto, las conexiones de las terminales de estos capacitores fijos deberán ser lo más cortos posible.

En la práctica, decidí utilizar una acción conmutadora de corte lenta. Si el circuito de polarización falla, entonces ya sea la alta tensión de polarización permanecerá aplicada a las válvulas y el amplificador lineal no funcionará, o las grillas de control quedarán al mismo potencial de masa, resultando una intensidad elevada de placas (alrededor de unos 100 mA) sin haber aplicado tensión de excitación al amplificador lineal de RF. En cualquiera de los dos casos, no habrá peligro de

¹⁶ Bryant, J. A. Electronic Bias Switching for RF Power Amplifiers. *QST*, mayo 1974

que aparezca un potencial de AT en el circuito de polarización, tal como es el caso cuando la polarización se inyecta en el filamento.

Finalmente, el control de sensibilidad R2 se coloca en el punto justo arriba del sitio donde el ruido ambiental y zumbido del excitador hacen activar la llave automática.

5.2. Funcionamiento

Resulta tarea sencilla apreciar si la llave automática de polarización funciona en forma correcta. Colóquese en funcionamiento el amplificador lineal de RF. Si no hay aplicada excitación, la intensidad anódica de las válvulas del mismo deberá ser cero, indicando que el mismo está polarizado al punto de

LISTA DE VALORES

(Llave automática de polarización, circuito fig. 56).

<i>C1, C2, C3, C4, C5.</i>	
<i>C6, C7</i>	0,01 μ F, cerámica, 1000 V
<i>C8</i>	0,1 μ F, tubular, 400 V
<i>C9</i>	22 pF, cerámica, 200 V
<i>R1</i>	2 Kohms, $\frac{1}{2}$ W
<i>R2</i>	Potenciómetro 100 Kohms, sin llave
<i>R3</i>	4,7 Kohms, $\frac{1}{2}$ W
<i>R4</i>	100 Kohms, 1 W
<i>R5</i>	100 Kohms, 5 W alambre con bridas corredizas
<i>D1, D2</i>	1N914 o similar
<i>Q1, Q2</i>	SK 3024 o similar

corte. Ahora, llévase el amplificador lineal de RF en posición de *sintonía*. Con la pequeña cantidad de RF presente a la salida, la llave automática detectará la RF y aplicará la tensión

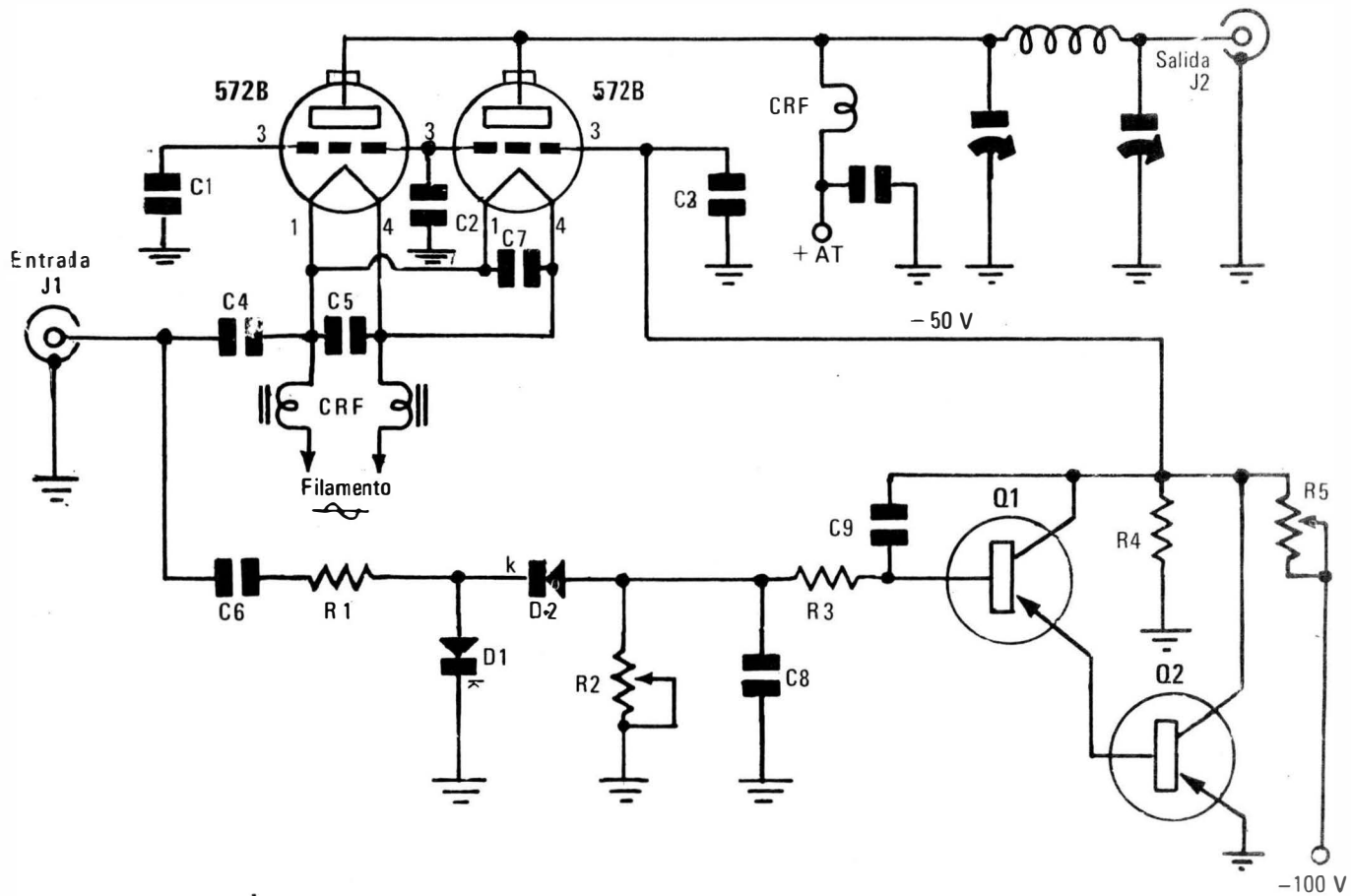


Fig. 56.- Circuito de la sencilla pero eficaz llave automática de polarización discutida en el texto.

de polarización adecuada como para que el mismo funcione en Clase B. Entonces, la intensidad de placas de las válvulas 572B deberá ser de aproximadamente 90 mA. A medida que se aumenta la excitación asimismo incrementará la intensidad de ánodos, como es usual. Cuando se quita la excitación, la intensidad de placas debe nuevamente caer a cero.

En la práctica, la tensión de excitación mínima requerida para accionar la llave automática es de 2 V de RF.

Cuando el transmisor-excitador está funcionando en BLU, en ausencia de modulación vocal la intensidad de ánodos de las válvulas 572B será cero. Con voz, la corriente mencionada aumentará en proporción con la excitación de RF aplicada en la entrada del amplificador lineal de RF.

La llave automática responderá a niveles de tensión muy reducidos, siendo en consecuencia imperativo que la portadora en operación BLU esté suprimida en forma efectiva. Si hay alguna indicación de la intensidad de placa presente en el amplificador lineal de RF operando en BLU en ausencia de modulación vocal, entonces se deberá verificar el modulador equilibrado del transmisor empleado como excitador, a fin de obtener una adecuada supresión de la portadora, de acuerdo con el manual de instrucciones y especificaciones del mismo.

En esta obra, con el objeto de unificar en la medida de lo posible el empleo de componentes de estado sólido, se ha utilizado en todos los circuitos presentados, la serie de diodos rectificadores 4000.

Las especificaciones de los diodos rectificadores de esta serie, son las siguientes:

<i>Tipo</i>	<i>TIP</i>	<i>A</i>
1N4001	50 V	1 A
1N4002	100 V	1 A
1N4003	200 V	1 A
1N4004	400 V	1 A
1N4005	600 V	1 A
1N4006	800 V	1 A
1N4007	1000 V	1 A

de polarización adecuada como para que el mismo funcione en Clase B. Entonces la intensidad de picos de las válvulas 272B habrá que de aproximadamente 30 mA. A medida que se aumenta la excitación también incrementará la intensidad de ándulos como se ve en el gráfico. Cuando se quita la excitación, la intensidad de picos debe permanecer casi a cero.

En la práctica la tensión de excitación mínima requerida para obtener la clase B es de 7 V de RF.

Cuando el transmisor-excitador está funcionando en B1 U en ausencia de modulación vocal la intensidad de ándulos de las válvulas 272B será como C en voz, la corriente momentánea aumentará en proporción con la excitación de RF aplicada en la entrada del amplificador final de RF.

La clase automática responderá a niveles de tensión muy reducidos, cuando se consiguen respuestas para la portadora en operación B1 U está aplicada en forma efectiva. Si hay alguna reducción de la intensidad de picos presente en el amplificador final de RF operando en B1 U en ausencia de modulación vocal entonces se deberá verificar el modulador equipado. Los transistores responden como excitador a las señales con suficiente supervisión de la portadora de acuerdo con el manual de instrucciones y especificaciones del mismo.

En este caso el nivel de tensión en la salida de la parte de amplificación de componentes de estado sólido se ha utilizado en todos los circuitos presentados. La serie de bobinas remite a 4000. Las especificaciones de los ándulos utilizados de este tipo son las siguientes:

N	V	V
1 A	20 V	1M4001
1 A	100 V	1M4002
1 A	200 V	1M4003
1 A	400 V	1M4004
1 A	600 V	1M4005
1 A	800 V	1M4006
1 A	1000 V	1M4007

BIBLIOGRAFIA

Obras fundamentales

- Moreno Quintana (h), L. M. *Manual de Radiotransmisión Amateur*, Editores Hobby S.R.L., Buenos Aires, 1966.
- A. R. R. L. *The Radio Amateur's Handbook*, edición 35^a en inglés, West Hartford, Connecticut, EE.UU., 1958.

Obras consultadas

- A. R. R. L. *The Radio Amateur's Handbook*, edición 52^a en inglés, Newington, Connecticut, EE.UU., 1975.
- R. S. G. B. *The Radio Communication Handbook*, edición 4^a en inglés, Londres, 1972.
- R. C. A. *Transmitting Tubes Manual TT-5*, Harrison, New Jersey, EE.UU., 1963.
- Dezettel, L. M. *Amateur Tests and Measurements*, Editors and Engineers, Ltd., New Augusta, Indiana, EE.UU., 1969.

Artículos en revistas

- Moreno Quintana (h), L. M. "Amplificadores Lineales de RF Grilla a Masa", *Radio-Práctica*, N^{os} 1334/1335.
- Moreno Quintana (h), L. M. Amplificador Lineal de RF para BLU, *Radio-Práctica*, N^o 1308.
- Moreno Quintana (h), L. M. "Un Eficiente Amplificador Lineal" *Radio-Práctica*, N^{os} 1247/1248.

- Moreno Quintana (h), L. M. "Amplificadores Lineales Grilla a Masa para BLU", *Radio-Práctica*, N° 1302.
- Moreno Quintana (h), L. M. "Empleando Válvulas Antiguas de Transmisión en Amplificadores Lineales para BLU", *Radio-Práctica*, N° 1323/1324.
- Moreno Quintana (h), L. M. "Amplificador Lineal de BLU con Válvulas de Televisión", *Radio-Práctica*, N°s 1313/1314.
- Baird, B. "How To Re-fill the Box", *73*, diciembre 1966.
- Baird, B. "Notes", *Ham-Radio*, agosto 1971.
- MacDowell, W. L. "The Horizontal Output Linear", *73*, marzo 1971.
- Baird, B. "Review of Grounded Cathode Linears", *73*, agosto 1974.
- Schultz, J. "2 KW PEP Building Block Linear", *73*, octubre 1973.
- Moreno Quintana (h), L. M. "El Pequeño Lineal", *Radio-Práctica*, N°s 1310/1311.
- Moreno Quintana (h), L. M. "Amplificadores Lineales de RF Cátodo a Masa", *Radio-Práctica*, N°s 1327/1328.
- Barcz, J. "Six Band Linear", *73*, enero 1973.
- Daily, W. "1 KW PEP", *73*, abril 1965.
- Tontrope, D. "The Tiny Tim Amplifier", *73*, agosto 1971.
- Hochman, S. W. "The Ample Amplifier", *73*, marzo 1973.
- Drumeller, C. C. "Using Odd-ball Tubes in Linear Amplifier Service", *Ham-Radio*, septiembre 1972.
- Math, I. "Math's Notes", *CQ*, marzo 1976.
- DeMaw, D. "How To Use Zener Diodes", *QST*, abril 1976.
- Bryant, J. A. "Electronic Bias Switching for RF Power Amplifiers", *QST*, mayo 1974.
- Gonsior, M. "Electronic Bias Switching for Linear Amplifiers", *Ham-Radio*, marzo 1975.
- Hinkle, F. F. "Electronic Bias Switch for Negatively Biased Amplifiers", *Ham-Radio*, noviembre 1976.
- Boothe, B. "Electronic Bias Switching Revisited", *QST*, noviembre 1976.

Esta edición consta de 3.000 ejemplares y se terminó de imprimir en mayo de 1977 en los talleres gráficos OFFSET MORANO, Independencia 3183, Buenos Aires, República Argentina