

AMPLIFICADOR LINEAL



AMPLIFICADOR LINEAL, mod 21050

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El amplificador lineal, mod. 21050, ha sido diseñado para amplificar salidas de transeceptores y transmisores de potencias de 60 a 150 W, en la gama de frecuencias de 1,6 a 30 MHz. El amplificador proporciona una gama de potencia de 12 dB con salida máxima de 1000 W.

Se destina a sistemas de comunicaciones en HF para mejorar nivel de señal, distancia de cobertura y fiabilidad del enlace. Con la correcta selección de frecuencias y sistemas radiantes, el modelo 21050 puede proporcionar cobertura mundial.

Ha sido diseñado para Servicio Comercial Continuo (SCC) en el modo de Banda lateral Única (BLU).

La potencia de salida es de 1000 W sobre la gama completa de 1,6 a 30 MHz. Está basado en cuatro módulos de estado sólido de 250 W, utilizando ocho transistores de potencia. Esto implica unas mejoras notables en fiabilidad, vida de servicio, sencillez de ajuste y mantenimiento. En contraste con los amplificadores de válvulas, no existe fuente de alta tensión, funcionando todos los circuitos a +40 Vcc, prolongando notablemente la vida de los componentes.

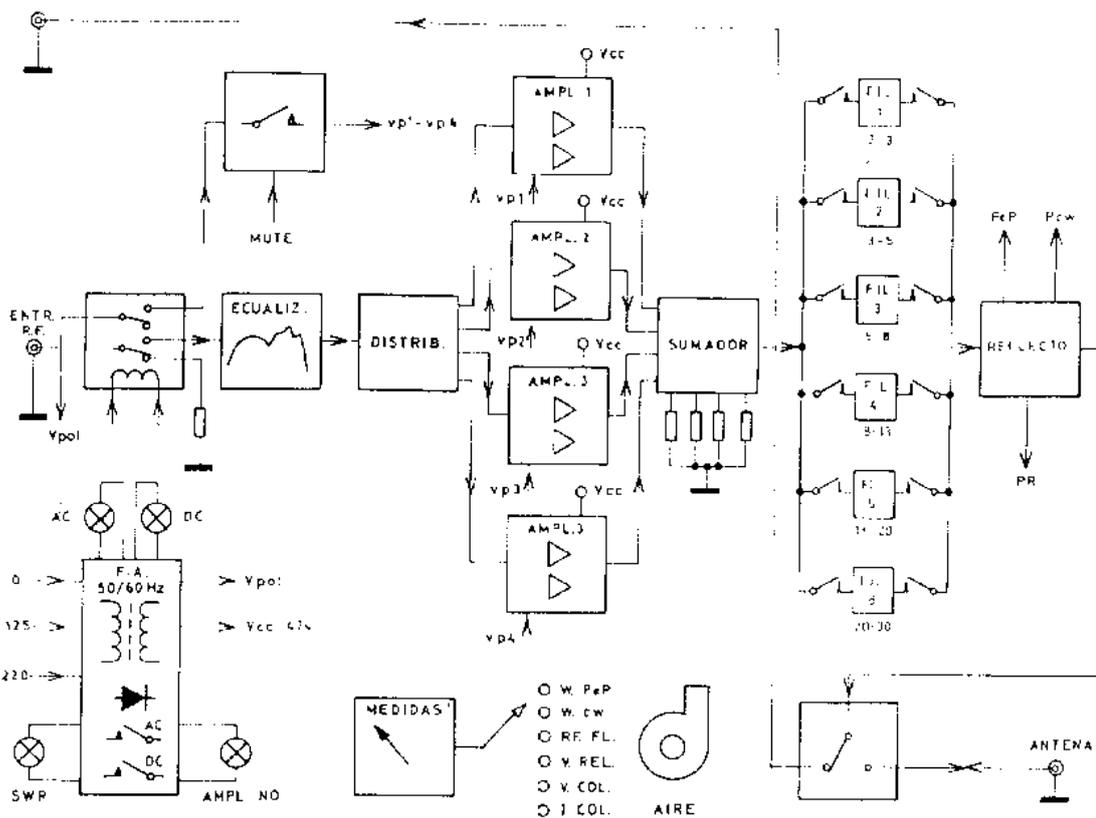


FIGURA 1.

El modelo 21050 no dispone de ajuste de sintonía y puede ser utilizado por personal sin una formación especial. Los amplificadores a base de transistores, así como las redes de combinación, funcionan en banda ancha con transformadores compensados para mantener una salida uniforme en toda la banda de HF.



Se puede conmutar la frecuencia del excitador sin necesidad de realizar ningún ajuste en el amplificador. La mayoría de los transceptores incluyen para conmutación automática, los filtros paso bajo en el circuito de antena. Un conector en el panel posterior permite el gobierno de los filtros desde un sintetizador u oscilador de frecuencias fijas. Todas las funciones operativas pueden ser controladas mediante el instrumento incorporado al equipo. Estas funciones son seleccionadas mediante el correspondiente conmutador de medidas. Para la utilización del amplificador es suficiente realizar las conexiones al excitador y a la antena y ajustar el nivel de excitación.

Se emplean transistores lineales de Potencia con circuitos de compensación para proporcionar una salida lineal y uniforme en toda la banda de HF.

Los amplificadores transistorizados de banda ancha generan salidas armónicas substanciales y para asegurar una salida con bajo nivel de espúreos, se emplean una serie de filtros de paso bajo, seleccionados mediante relés en el circuito de salida. Se utilizan filtros elípticos de siete polos con rizado inferior al 5% para proporcionar alta atenuación y bajas pérdidas. El filtro de 2030 MHz, está conectado permanentemente para proporcionar atenuación adicional de armónicos de VHF. Los filtros son seleccionados automáticamente al efectuar un cambio de frecuencia en el sintetizador. El filtro seleccionado se indentifica mediante un diodo Led en el panel frontal.

Los circuitos de protección aseguran un alto nivel de fiabilidad haciendo prácticamente imposible dañar al amplificador.

El transformador de tensión constante ha sido diseñado para funcionar aun con tensiones de alimentación no reguladas y proporcionará las tensiones necesarias sobre una amplia gama de fluctuaciones de tensión de entrada.

La fuente de alimentación proporciona limitación automática de corriente y está protegida contra cortocircuitos. La limitación rápida de corriente está proporcionada mediante el disyuntor magnético de 40 A, activado desde el panel frontal. Este proporciona protección por consumo excesivo de corriente de colector, así como limitación en caso de potencia de salida excesiva.

Se utilizan dos ventiladores de refrigeración, aunque con una unidad es suficiente para la mayoría de las condiciones de trabajo. Estos ventiladores operan normalmente a velocidad rápida. Un circuito de protección térmica se activa a +75°C apagando automáticamente el amplificador. Este circuito se activará únicamente en caso de fallo de los ventiladores o bloqueo de la entrada de aire.

El acoplador direccional incorporado está continuamente vigilando la potencia directa y reflejada a la salida del amplificador. En caso de que el ROE exceda de 2, debido a fallo del sistema radiante o de selección errónea del filtro paso bajo, se conmuta el tiristor de alarma apagando el amplificador. El indicador visual se mantiene encendido como testigo indicando ROE ó filtro incorrecto.

Un termostato en el circuito combinador de salida detectará condición asimétrica y apagará el amplificador. El indicador Led de fallo se enciende.

Observación.- En todas estas condiciones de fallo el amplificador se apagará automáticamente conmutando la potencia del excitador a la antena, permitiendo operación a potencia reducida. Se mantiene apagado hasta reactivar el circuito de protección.

La entrada del amplificador es de 50 Ohms con un ROE menor de -1,5 y ha sido diseñada para excitadores de 50 Ohms. La ganancia de potencia es de 13 dB y potencia máxima del excitador es



de 70 W. Se utiliza el instrumento de medida del amplificador para ajustar el nivel de excitación normalmente, limitando el circuito de control automático de nivel del excitador.

2. MANDOS

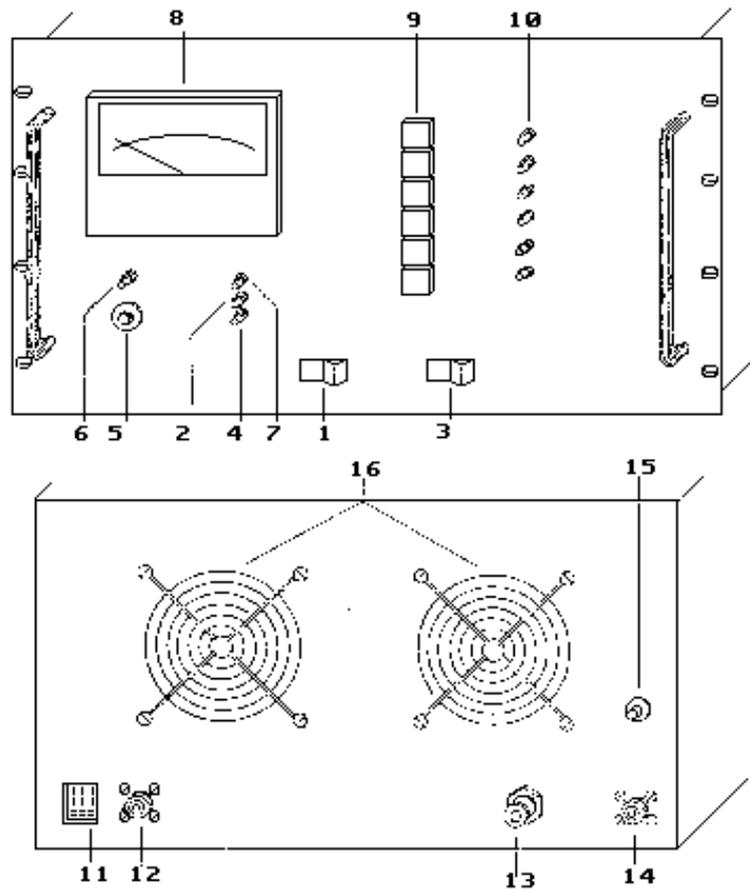


FIGURA 2.

- (1) Interruptor alimentación C.A:
- (2) Indicador C.A: Se ilumina al activar el interruptor de alimentación corriente alterna.
- (3) Disyuntor alimentación C.C: Conexión de la fuente de corriente continua interna de 45 Vcc.
- (4) Indicador C.C: Se ilumina al activar el disyuntor de alimentación de corriente continua.
- (5) Pulsador, reposición: Se actúa cuando se haya iluminado el indicador de R.O.E. a la par que se activa una alarma sonora.
- (6) Indicador R.O.E: Se ilumina cuando haya un exceso de potencia reflejada.
- (7) Indicador Amplificador No: Se ilumina cuando falla la amplificación de algún módulo amplificador.
- (8) Medidor: En sus diferentes escalas se podrán apreciar aquellas medidas que hayan sido seleccionadas previamente con el selector de medidas.



- (9) Selector de medidas: Consta de seis pulsadores, que activados frontalmente seleccionan medida de: potencia P.E.P, potencia C.W, tensión en relés, intensidad de colector, voltaje de colectores y potencia reflejada.
- (10) Indicadores filtro activado: Estará iluminado el correspondiente a la frecuencia seleccionada en el sintetizador, mod. 21590.
- (11) Aux control remoto (Filtros)
 - Entrada para selección de filtros
 - Entrada de Mute para no transmisión del amplificador lineal.
 - Salida de A.L.C.
 - Entrada cambio relé de antena
 - Salida de Mute (caso de fallo del propio amplificador).
- (12) Conector salida RF: Salida de la señal de RF de alto nivel
- (13) Toma de red: Cable manguera de tres hilos de los cuales uno de ellos (verde o amarillo-verde) es la toma de tierra.
- (14) Conector de entrada RF: Entrada de la señal de RF de bajo nivel.
- (15) Conector salida Rx: Es un conector BNC para salida de la señal de RF procedente de la antena hacia el receptor, cuando se usa como transceptor con una sola antena.
- (16) Ventiladores refrigeración: Disipan el calor generado internamente por los amplificadores de potencia.
- (17) Algunas versiones del amplificador 21050 disponen de una botonera frontal para selección manual de filtros en combinación con llave selectora local-remoto que permite el uso del amplificador lineal como unidad independiente con otros equipos.

3. DESCRIPCIÓN DE CIRCUITOS Y FUNCIONAMIENTO

El amplificador mod. 21050 está compuesto de cuatro módulos de 250 W con impedancias de entrada y salida de 200 Ohms. Los cuatro amplificadores están en paralelo mediante combinadores de entrada y salida para proporcionar unas impedancias del amplificador compuestas de 50 Ohms. La entrada desde el excitador se alimenta a un circuito de acoplo para proporcionar compensación y nivelar la ganancia en la gama de frecuencias de 1,6 a 30 MHz. La salida del amplificador se acopla a la antena mediante seis filtros paso bajo. La fuente de alimentación es de +40 V a 40 A.



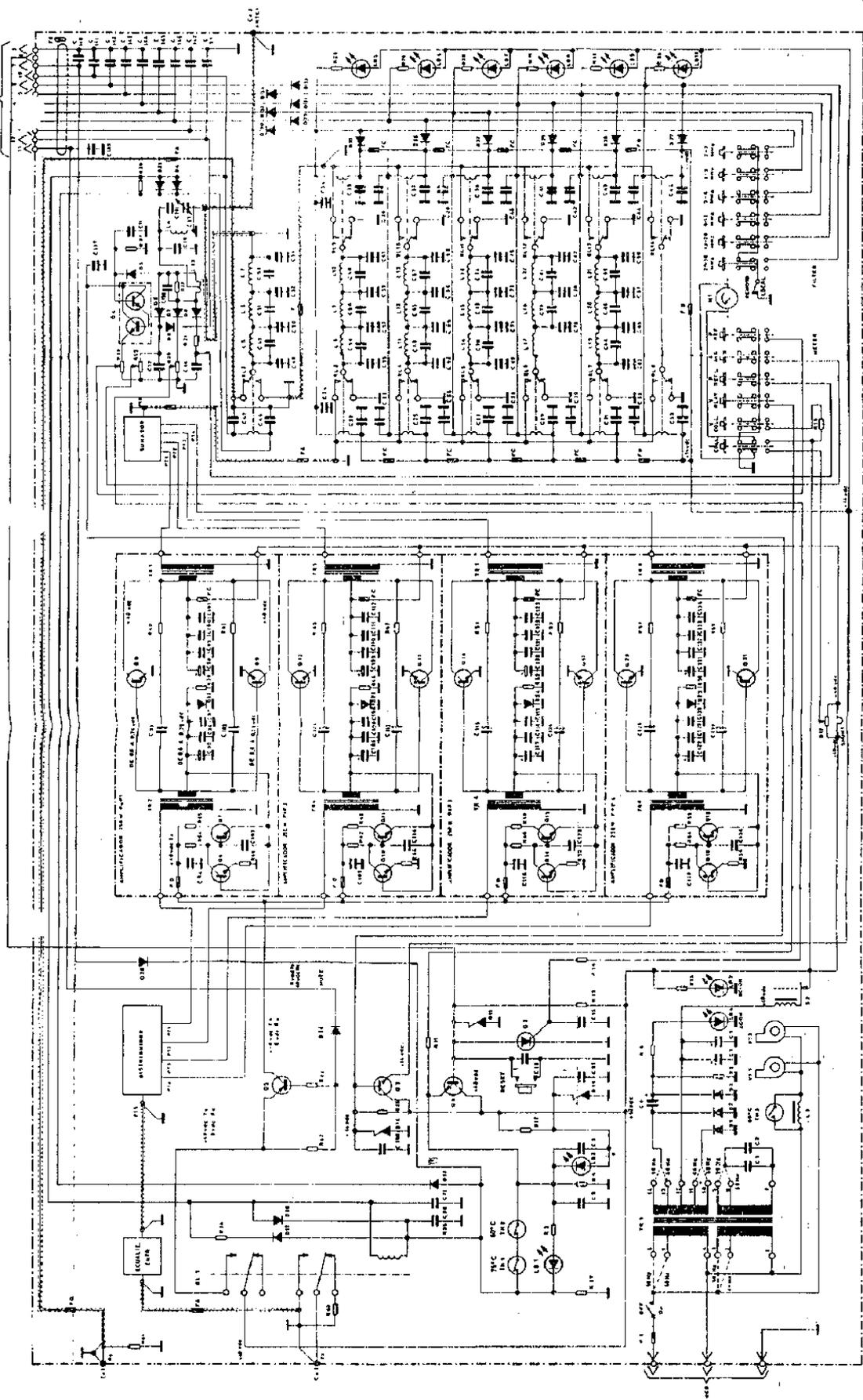


FIGURA 3. Amplificador de 1000 W



3.1 Módulo amplificador de 250W

Los amplificadores de 250 W son de diseño "pushpull", utilizando dos transistores lineales de banda ancha de 150 W PEP de potencia. Estos transistores de la nueva Generación utilizan un diseño con amortiguamiento del emisor para controlar la impedancia y ganancia, para un ancho de banda superior a una década.

En el esquema se pueden ver los transistores Q8 y Q9 conectados al transformador en el circuito clásico de "pushpull". Para conseguir un comportamiento uniforme sobre las casi cuatro octavas es imprescindible utilizar transformadores de entrada y salida con un alto rendimiento. El transformador de salida TR3 no sólo tiene que proporcionar la transformación de impedancia adecuada en la gama de 1,6 a 30 MHz, sino también tiene que tener buena eficacia a niveles altos de corriente a 250W. Los transformadores utilizan tubos de ferrita con hilos cubiertos de teflón, bobinados por dentro para formar los circuitos de entrada y salida de 200 Ohms. En el transformador de entrada TR2 se utilizan redes de acoplamiento, comunes a todos los transformadores de entrada para la entrada de 50 Ohms al amplificador. El transformador de salida dispone de excelentes características de transferencia y requiere una compensación mínima para compensar por inductancias. Las capacidades del circuito proporcionan una compensación prácticamente perfecta y el circuito no requiere ningún condensador ajeno. Las tomas centrales del TR2 y TR3 están a potencial de masa de RF. Es imprescindible obtener unas impedancias muy bajas en todo el espectro, tanto de RF como de audiofrecuencia, por lo cual, se utilizan tres capacidades en en paralelo en la toma central de los transformadores.

Para obtener máxima eficacia y buena linealidad, los amplificadores operan en clase AB. Es esencial mantener una polarización estable de baja impedancia para las bases de los transistores. Los emisores están conectados a masa y la impedancia de las bases varía mientras, se aumenta la temperatura, lo cual proporciona un circuito que, potencialmente, puede ser inestable. Esto implica que aparte de proporcionar una fuente de polarización de baja impedancia, es esencial incluir compensación técnica con sensor térmico, acoplado lo más estrechamente posible a los transistores de potencia de RF.

En el circuito de polarización se utilizan dos transistores Q6 y Q7. La tensión de polarización a la toma central de TR2 es igual a la suma de las tensiones de la resistencia R66 y la tensión emisor-base del transistor Q6. Esto implica que la tensión del emisor-base de Q6 tiene que ser inferior a la tensión necesaria para la polarización de Q8 y Q9; entonces, se puede utilizar R66 para ajustar la corriente de polarización. Q7 es un seguidor de emisor con la base de Q6.

El diodo D22 está en paralelo con las bases de los transistores de potencia a efectos de polarización; si Q6 o Q7 fallan el diodo D22 protege los transistores a polarizaciones excesivas de las bases.

Q6 está montado muy cerca de los transistores de potencia para seguir las variaciones de temperatura de éstos y mantener la corriente de reposo constante.

3.2. Circuito de entrada

Cada amplificador por separado puede presentar serios problemas de acoplamiento a una impedancia de 50 Ohms, puesto que en el rango de 1,6 a 30 MHz, la impedancia de entrada sufre variaciones de hasta - diez,-veces su valor y la parte reactiva pasa de +J a -J de unas frecuencias a otras.



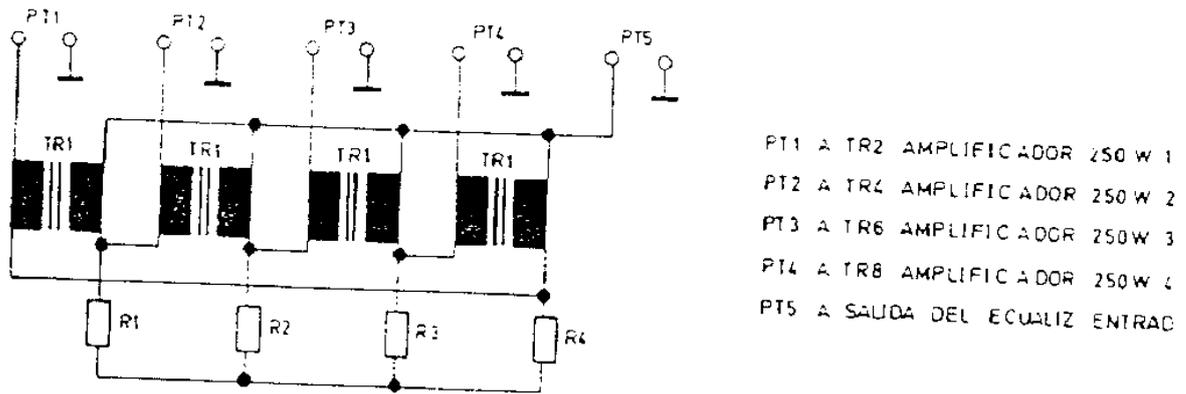


FIGURA 4. Circuito distribuidor

En el amplificador mod. 21050, cada amplificador posee una impedancia nominal de 200 Ohms. Un combinador repartidor con una entrada de 50 Ohms nominal y 4 salidas de 200 Ohms (una para cada amplificador) se encarga de repartir la potencia de entrada hacia los amplificadores respectivos. Las variaciones antes citadas de cada amplificador, al quedar ahora referidas a la impedancia de entrada de 50 Ohms, quedan divididas por 4. Realizar ahora una ecualización de impedancias únicas para todo el sistema es más factible.

3.3. Circuito ecualizador

Esta red, combinación de resistencias, bobinas y condensadores, está realizada con ordenador, mediante el cual se ha diseñado un circuito pasivo que permite reflejar a su entrada una impedancia constante próxima a 50 Ohms en todo el rango de 1,6 a 30 MHz. El amplificador posee, así, un ROE menor de 1,5 en toda su banda de trabajo.

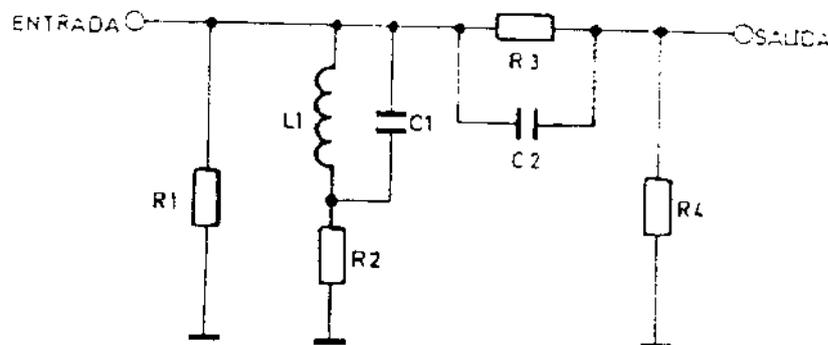


FIGURA 5. Ecualizador

3.4. Circuito de salida

Las cuatro salidas de potencia procedentes de cada amplificador ($Z_s = 200$ Ohms) son llevadas a un combinador sumador con una impedancia de salida de 50 Ohms; a la salida de éste se obtiene la suma de la potencia total de los amplificadores.

Este combinador posee buena aislación puerta a puerta y las pequeñas diferencias de balance de cada amplificador son disipadas en cargas no inductivas adosadas a un sensor de temperatura.



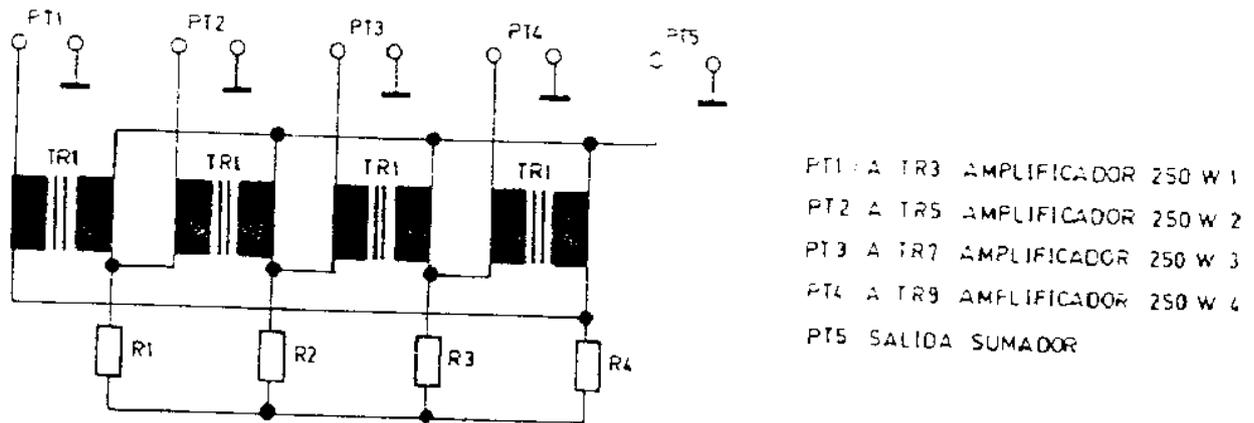


FIGURA 6. Sumador

Cuando uno o varios de los amplificadores falla, la potencia suministrada por los demás, se reparte entre la antena y la carga del combinador correspondiente al amplificador averiado. Las cargas adosadas al combinador están también colocadas sobre un sensor de temperatura, de modo que cuando un amplificador falla, este sensor (TH2) se dispara desconectando la tensión continua del amplificador y, a la vez, enciende un diodo led en el panel frontal indicando "Amplificador NO".

3.5. Filtros de salida

Los amplificadores de banda ancha que trabajan en "push-pull" pueden contener alto nivel de armónicos principalmente de orden tercero, ya que el segundo queda bastante suprimido por la configuración del amplificador "push-pull".

Es necesario para cumplir especificaciones de atenuación de armónicos, colocar a la salida del amplificador un banco de filtros que elimine en más de 50dB estos armónicos.

En el amplificador mod. 21050 estos filtros tienen sus frecuencias de corte en 3, 5, 8, 13, 20 y 30 MHz y se accionan por la selección de frecuencias en el sintetizador. Estos filtros (de diseño eléctrico) están contruidos con núcleos toroidales y condensadores cerámicos de alta tensión.

La atenuación que producen en la banda de paso es mínima y presentan al amplificador un ROE menor de 1,05.

Cada filtro lleva incorporado un indicador luminoso en el panel frontal que señala que el filtro está en funcionamiento.

En la posición remoto desde el exterior a través del conector SK1 se puede seleccionar cada filtro poniendo a masa los hilos correspondientes (1 al 6).

El filtro de 20-30 MHz está permanentemente conectado al circuito y para frecuencias inferiores a 20 MHz trabaja en tandem con los otros filtros.

Esto implica una atenuación adicional en el rango de VHF.

Los relés RL8 y RL14 conectan directamente el amplificador al filtro de 20-30 MHz.



3.6. Acoplador direccional

El acoplador direccional sirve para medir potencia incidente y reflejada en la línea coaxial entre el amplificador y el banco de filtros de armónicos.

L23 es la bobina del reflectómetro que mide la corriente y la fase y junto con C17, C18 y C19 constituyen el watímetro. El condensador C17 sirve para balancear el puente.

El diodo D5 rectifica la potencia incidente y tiene una constante de tiempo grande formada por R37 y C11; ataca a un transistor Darlington Q4 que, a través del potenciómetro de ajuste R18, miden en el aparato frontal la potencia PEP.

La constante de tiempo formada por R37 y C11 ha sido cuidadosamente escogida para poder medir con buena indicación la potencia de pico envolvente de banda lateral única. El diodo D6 mide también potencia incidente pero éste con una constante de tiempo pequeña dada por C12, sacándose por medio de D9 al exterior para control automático de nivel (ALC), patilla nº 12 de SK1.

El potenciómetro R19 que toma señal del mismo sitio calibra la medida de potencia media (P. AVG).

La resistencia R21 y el diodo D8 miden frontalmente un valor relativo de la potencia reflejada.

El diodo D7 y R20 ajustan la potencia reflejada umbral necesaria para disparar el tiristor Q2 que protege el amplificador lineal a una potencia reflejada excesiva que pueda dañar los amplificadores de potencia.

Cuando la tensión generada por potencia reflejada dispara Q2, el transistor Q1 deja de dar tensión positiva de alimentación a RL1, cortando así la tensión de +40 Vcc por medio de uno de los contactos de dicho relé y que, a través de Q5, sirve para polarizar los cuatro amplificadores de potencia.

El potenciómetro se ajusta a un valor tal que con una relación de onda estacionaria de 2,5:1 dispare Q2.

La resistencia R11 toma tensión de +14 Vcc de Q1 que es la tensión usada para disparo de todos los relés y la lleva al conmutador de medidas frontal pudiéndose comprobar en el aparato de medida, seleccionando la tecla conveniente.

Cuando el circuito de protección de estacionarias no se ha activado, el diodo led LD2 tiene en su parte positiva bornas de R4 +14 Vcc provenientes de Q1 y en su otra borna +12 Vcc que suministra R12 y el diodo Zener 010; por tanto, este piloto LD2 está apagado.

Si la protección de estacionarias se dispara Q1 no suministra tensión y LD2 se enciende por cerrarse su circuito a masa a través de R4.

Al accionarse Q2 por estacionarias, éste queda permanentemente accionado y el amplificador desconectado mientras no se pulse el botón RESET, que deberá hacerse una vez comprobado cual es la causa de la estacionarla tan elevada.

Para una medida exacta de potencia incidente y reflejada en la antena, colocar un watímetro en su salida.



3.7. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación es una de las partes más elaboradas del amplificador lineal.

Para obtener un voltaje constante de 42 V que debe alimentar los amplificadores lineales y una corriente de 45 a 50 A, se parte de un transformador saturado que suministra una tensión de salida de onda cuadrada de valor constante con variaciones de la tensión de red de +20% de su valor nominal.

Esta tensión debido a su forma cuadrada se rectifica con dos diodos rápidos de 85 A, D1 y D2, y se filtra con los dos condensadores C7 y C8 de 60.000 uF cada uno.

El transformador TR1 se mantiene saturado gracias a la resonancia formada por los condensadores C1 y C2 y el devanado del transformador entre los puntos 7-8-9 según la frecuencia de la red.

Las conexiones son distintas según se use 115 Vac o 230 Vac y si se dispone de una red de 50 o 60 Hz. En un plano adjunto se muestran todas las formas de conexión.

Un rectificador separado D3 se usa para encender LD4 indicador de actuación del interruptor de red.

El piloto LD3 que indica el encendido de la tensión continua se alimenta directamente de la tensión de +40 Vcc.

El fusible F1 tiene un valor de 30 A para operación en 115 Vac y de 15A para 230 Vac. Está colocado en la parte inferior del amplificador.

El transformador TR1 limita su corriente a un máximo de 50 A caso de cortocircuito en la fuente.

El interruptor de tensión continua es un disyuntor magnético-térmico de 40A que protege el amplificador caso de consumo excesivo por cualquier motivo incluido caso de sobreexcitación.

Dos medidas pueden realizarse con el aparato frontal de la fuente de alimentación, la tensión (V colector) y la corriente suministrada (I colector), cuya calibración se realiza con un shunt y el potenciómetro de ajuste R17.

3.8. Refrigeración

Se usan dos ventiladores VT1 y VT2 colocados en el panel posterior y el aire proporcionado incide directamente sobre los cuatro refrigeradores de los amplificadores de potencia.

La alimentación se toma del devanado de 115 Vac del transformador TR1, evitándose unos ventiladores a dos tensiones. Su alimentación se realiza a través de la bobina L3, que tiene en paralelo el termostato TH3. Cuando TH3 está abierto en 13 caen, aproximadamente. 60 Vac y los ventiladores giran a poca velocidad, haciendo el ventilador muy silencioso. Si la temperatura de los amplificadores excede de 60° se cierra TH3 y los ventiladores giran a su máxima velocidad.

NOTA.- Es recomendable, si el amplificador se va a usar en FSK para trabajo continuo, puentear L3.



Un segundo termostato TH1 de 75° está colocado en los amplificadores de potencia (refrigerador), si la temperatura excede de 75°, TH1 se abre y el relé RL1 deja de actuar, cortando la polarización y excitación de entrada a la vez que se enciende LD1 indicando fallo.

TH1 no se debe abrir nunca salvo por estropearse la refrigeración.

3.9. Relés Tx/Rx

Estos relés RL1 y RL2 operan a una tensión de 14 suministrada por el estabilizador Q1 y el diodo Zener D11 y se puede medir frontalmente.

Un regulador similar formado Por Q3 y D14 sirve para alimentar el conjunto de relés (RL3-RL14) de los filtros.

El paso a transmisión se realiza en dos pasos:

- 1.- Actuando los relés RL1 y RL2 poniendo a masa su hilo de control (n° 10) en el conector posterior.
- 2.- Activando Q5 Doniando a masa el hilo de control (n° 11).

El transistor Q5 (Mute) se usa con un procesador de tiempos de Vox y manipulación, tal que actuando primero R11 y RL2, posteriormente Q5 suministra la polarización y se garantiza así que no va a llenar RF a los relés de salida del amplificador cuando está-en camino su actuación.

También se usa para manipulación de corte rápido ya que los relés no tendrían velocidad suficiente para realizarla.

Tanto los relés de Tx/Rx como el transistor Q5 son actuados normalmente por el excitador de RF.

