

PROYECTO Y CONSTRUCCION  
DE UN CABEZAL PARA  
RADIOMETRO EN BANDA L

Ings. J.A. Bava, E.M. Filloy, J.C. Olalde,  
A.J. Sanz

PRESENTADO EN EL III CONGRESO NACIONAL  
DE ELECTRONICA 1983

Proyecto y Construcción de un cabezal para Radiómetro en Banda L.

Area: Comunicaciones.

Autores: Ingenieros J.A. Bava, E.M. Filloy, J.C. Olalde, A.J. Sanz.

Institución: Instituto Argentino de Radioastronomía.

Resumen:

Se describe el cabezal de un receptor capaz de detectar señales total o parcialmente polarizadas en 1435 MHz en un ancho de banda de 20 MHz con alta estabilidad y bajo ruido compatible con las técnicas en vigencia. La construcción se realizó en el Instituto Argentino de Radioastronomía. Se detallan los criterios de diseño y los resultados obtenidos.

Introducción:

El medio interestelar está compuesto fundamentalmente por un gas tenue que se presenta en diversas formas: gas neutro (hidrógeno, helio..), gas ionizado (protones y electrones) hidrógeno molecular, nubes de moléculas complejas, etc. Además, este medio posee un campo magnético cuya presencia en lugares que existan partículas afectadas de velocidades relativistas hacen que éstas emitan radiación al girar alrededor de las líneas de campo magnético. Este proceso de emisión no térmica es conocido como emisión sincrotrónica y constituye una componente importante de la emisión galáctica en relativamente bajas frecuencias. Una característica saliente de esta emisión es que puede estar polarizada hasta un 75%.

En consecuencia, la medición de la polarización da cuenta de la distribución del campo magnético en el espacio.

Los relevamientos del cielo en el Hemisferio Sur son escasos frente a los realizados en el Norte y la necesidad de llevarlos a cabo es muy importante ya que esta parte del cielo define más claramente la estructura espiral de nuestra galaxia. Por lo tanto un relevamiento, proyectado en 1435 MHz, será combinado con el realizado

por W. Reich en el Hemisferio Norte con un radiotelescopio de 25m. de la Universidad de Bonn (Alemania Federal) para obtener así un mapa general de la galaxia.

En consecuencia se ha desarrollado un cabezal para radiómetro en banda L (Fig. 1) con el objeto de integrar un Polarímetro en conjunto con la Antena II del Instituto Argentino de Radioastronomía. Dicho cabezal ubicado sobre una plataforma en el foco del paraboloide de 30 mts, cumple con las siguientes funciones:

- Recibe mediante un alimentador la energía reflejada en el Reflector parabólico.

- Descompone la radiación incidente de sus componentes de polarización opuestas lineal o circular.

- Amplifica las señales con la mínima contribución de ruido.

- Inyecta señales de ruido calibrado para corrección y definición de ganancia.

- Acota la banda de paso mediante un filtro que también rechaza la banda imagen.

- Convierte la señal en frecuencia intermedia y excita los cables de 120 mts de longitud que conectan el cabezal con la sala de control.

### Especificaciones

Las especificaciones iniciales fijadas son las siguientes:

Frecuencia: banda de 21 cm.

Ancho de banda: = 2% ( = 20 MHz).

Ganancia RF/FI: = 80db.

Rechazo de emisión de línea (1420 MHz): > 23db.

Frecuencia intermedia: = 115 MHz.

Modo: Potencia total con calibración superpuesta.

Rango dinámico: = 40db.

Calibración: Periódica mediante fuente de ruido calibrado en 2 niveles.  
Posibilidades de adición de ruido ajustable.

Componentes de polarización: Circular izquierda y derecha. Posibilidad de obtención de componentes lineales.

Aislación de polarización:  $> 30\text{db}$  dentro de la banda de paso.

Temperatura de ruido del sistema:  $< 100^\circ\text{K}$ .

Estabilidad de ganancia:  $< 0,1\text{db}$  en 4 horas.

Haz de Alimentador:  $60^\circ$  a potencia mitad.

Iluminación de los bordes del reflector principal:  $- 17\text{db}$ .

Nivel de lóbulos laterales:  $< 25\text{db}$  con respecto al lóbulo principal.

Nivel de lóbulo trasero:  $< 30\text{db}$  con respecto al lóbulo principal.

Estabilidad de temperatura en la caja:  $< 0,2^\circ\text{C}$  /hora.

Arrastre de fase entre canales:  $< 5^\circ$ .

#### Descripción del cabezal del receptor:

El diagrama en bloques del cabezal del receptor se muestra en la fig. 2.

El alimentador es una bocina cónica corrugada construida en el IAR (1). Las particularidades que posee este tipo de bocina, cuando se la utiliza en conjunto con un reflector parabólico de revolución, justifican su elección frente a otros alimentadores (por ejemplo dipolos cruzados).

Estas particularidades residen en una iluminación cercanamente uniforme, funcionamiento en ancho de banda relativamente grande, iguales diagramas del campo eléctrico y magnético, una buena definición del centro de fase y las características abruptas de atenuación en los bordes del paraboloides, que reducen la contribución del ruido de tierra (Spillover).

El "turnstile" (2) es un dispositivo pasivo de 6 puertas y su esquema general se muestra en la fig. 3. Este elemento, correctamente ajustado es capaz de separar las componentes de polarización opuestas, sean lineales o circulares. Con la información de amplitud y fase de dichas componentes, se podrá eventualmente determinar el grado de po-

larización de la señal que se recibe.

La conexión entre el alimentador y el "turnstile" se realiza por medio de una guía de onda circular y la salida de las dos componentes de polarización se logra a través de adaptadores de guía de onda rectangular a cable coaxial.

Una vez obtenidas las componentes de polarización opuestas, estas son manejadas por dos receptores separados y apareados respecto a la rotación de fase.

La sensibilidad de un receptor es función de la temperatura de ruido total del sistema. La cifra de ruido de una cadena amplificadora depende fundamentalmente de la cifra de ruido de las primeras etapas. Por esta razón los primeros amplificadores del receptor deben estar optimizados para mínima cifra de ruido. La tecnología alcanzada en el desarrollo de transistores de efecto de campo de Arseniuro de Galio, (FET As Ga), permite la construcción de amplificadores de bajo ruido con ciertas ventajas sobre los amplificadores paramétricos. Estas pueden resumirse en la siguiente forma: a) Menor complicación circuital, ya que se trata de un transistor montado en una plaqueta de circuito impreso, con las redes adaptadoras de impedancia de entrada y salida realizadas con elementos reactivos discretos. b) Se necesitan solamente dos fuentes de alimentación de C.C. de baja tensión. c) Mayor estabilidad de ganancia con respecto a la temperatura. d) Mayores anchos de banda, (del orden de 400 MHz). e) Características de ruido comparables con los amplificadores paramétricos. g) Suficiente rango dinámico que permite que el amplificador sea utilizado antes del filtro pasabanda sin que se produzca saturación por señales espúreas presentes. Cada receptor posee dos etapas de amplificadores con FET As Ga, diseñados para mínima contribución de ruido, obteniéndose una temperatura equivalente de ruido del orden de 60 a 70°K trabajando a una temperatura ambiente de 20°C y siendo la ganancia de una etapa 10db. Entre el "turnstile" y el amplificador de bajo ruido se colocó un acoplador direccional para la inyección de la señal de calibración proveniente de un generador de ruido calibrado.

La fig 4 muestra el sistema de calibración que consta de una fuente de ruido fija, que suministra dos niveles optativos de señal de calibración y de una fuente de ruido adicional con un atenuador ajustable en forma remota, para la inyección de un nivel de ruido variable.

La ganancia necesaria para obtener el nivel de entrada adecuado al primer mezclador se logra por medio de dos etapas de amplificadores con transistores bipolares (3) cuya ganancia es de 20db, con una temperatura equivalente de ruido de 180°K a temperatura ambiente. El receptor es de simple banda lateral, por lo que utiliza un filtro preselector situado antes del primer mezclador. Este filtro, construído en el IAR, es del tipo interdigital, con seis resonadores, diseñado para una frecuencia central de 1435 MHz, con un ancho de banda del 4% y un ripple menor que 0,3db en la banda de transmisión.

La utilización de este filtro no solo permite el rechazo de la banda imagen sino que atenúa la fuerte interferencia provocada por un sistema de Radar de Aeronavegación cercano. Dicho filtro está desacoplado mediante circuladores en la entrada y salida.

La primera conversión se realiza en el cabezal del receptor, mediante un mezclador doble balanceado excitado por la señal de oscilador local (fig. 5) proveniente del multiplicador (X9) filtro y divisor de energía y cuya señal de referencia (172,2 MHz) es generada en la Sala de Control a partir de un sintetizador.

La salida del mezclador es una señal de frecuencia intermedia de 115 MHz, la cual es amplificada para lograr un nivel = 0 db m de salida. En este caso se utilizaron amplificadores de frecuencia intermedia de ancho de banda grande, montados sobre líneas de microtiras y con una ganancia por receptor de 63db. Tanto los niveles de OL y RF en frecuencia intermedia son detectados y la información es conducida por cable coaxil a la Sala de Control.

El transporte de la señal de referencia para generar el oscilador local y las señales de RF en frecuencia intermedia amplificada por los receptores, se realiza por medio de cables coaxiales de bajo coeficiente de variación de fase con la temperatura del tipo Heliax presurizados con nitrógeno extraseco. Dichos cables se

colocaron en caños subterráneos a aproximadamente 1m de profundidad, donde las variaciones de temperatura es muy reducida.

Los dos canales receptores descriptos y fuentes de poder están alojados en una caja de 300 dm<sup>3</sup> montada sobre un bastidor con mínima conducción térmica al exterior, aislada interiormente con poliuretano expandido y acondicionada térmicamente mediante un control de temperatura (4) en base a celdas termoeléctricas.

#### Resultados obtenidos.

La frecuencia central finalmente elegida es 1435 MHz.

Las razones son: suficientemente lejos de la emisión de línea de forma de poder filtrar su contribución, y adecuadamente cercana como para no existir error por variaciones del índice espectral de las radiofuentes térmicas. Los valores de señal de calibración de ruido resultaron 9,2°K y 64,3°K para el canal 1 y 9,6 y 65,5°K para el canal 2.

La temperatura de ruido del sistema es de 90°K + 5°K para ambos canales en 20 MHz de ancho de banda a una temperatura de 25°C. Las restantes especificaciones han sido logradas y/o son detalladas en las referencias citadas.

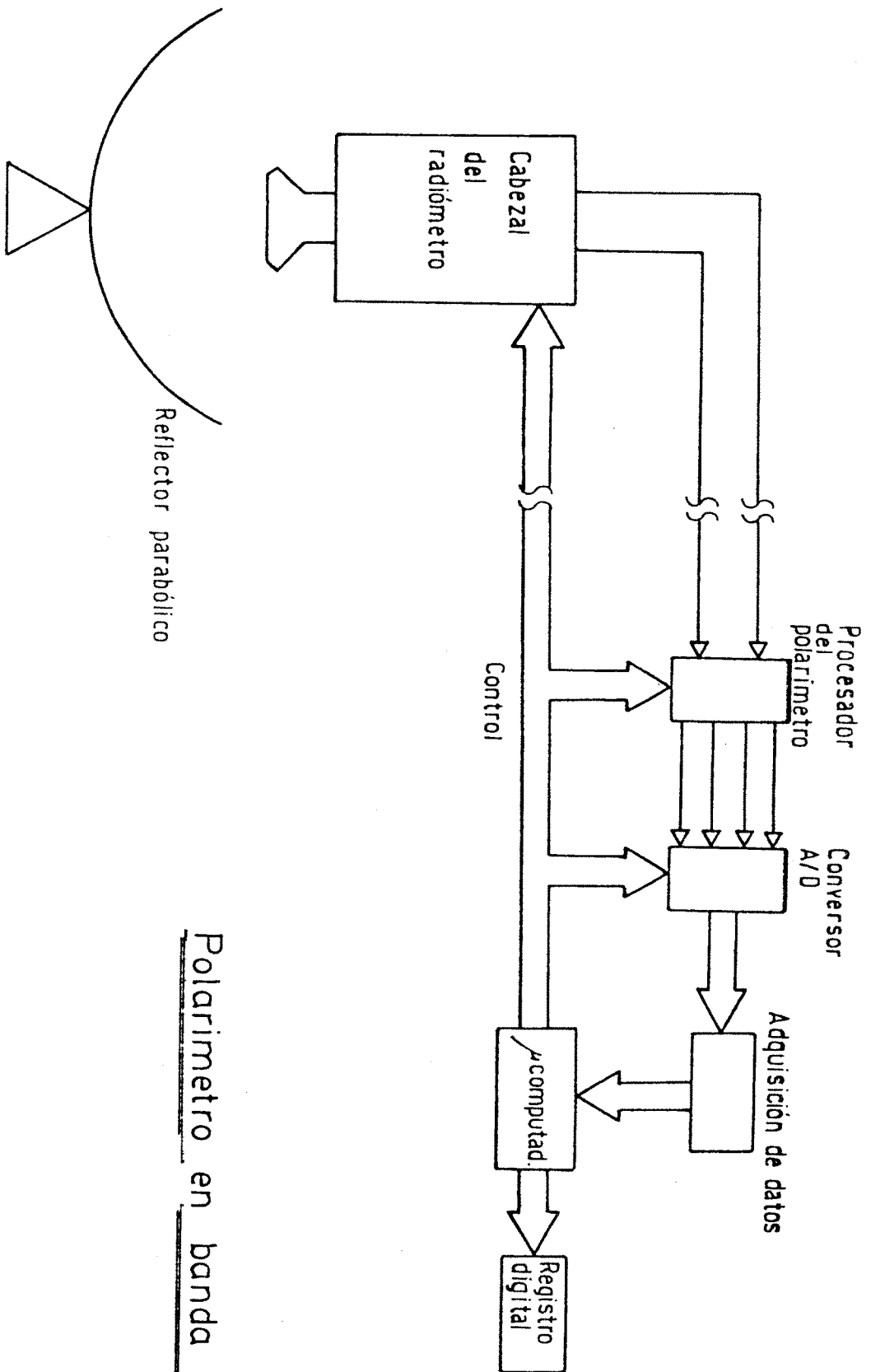
#### Reconocimientos.

Los autores se hacen un deber puntualizar la colaboración recibida de todo el personal técnico del IAR, Ing. L. Guarrera, Sres. E. Hurrell, J.J. Larrarte, R. Morán Fabra, J.A. Ottonello, A. Santoro, Z. Swidrak, A. Yovino y R. Zalazar.

Referencias.

- 1) Antena Bocina Cónica corrugada.  
Ing. J.A. Bava, A.J. Sanz.  
Trabajo a presentar en este Congreso.
- 2) La Juntura Turnstile como separador de Polarización para 1.4 GHz  
Ing. A.J. Sanz.  
Trabajo a presentar en este Congreso.
- 3) Amplificadores con transistores en microondas.  
Ing. J.A. Bava.  
II Congreso de Electrónica Buenos Aires 1981.
- 4) Control de Temperatura con Celdas Termoeléctricas para un Receptor de Radioastronomía.  
Ing. J.C. Olalde  
Trabajo presentado en este Congreso.
- 5) Polarímetro para observaciones en el continuo en 1420 MHz.  
Ings. J.A. Bava, E. Filloy, J.C. Olalde y A.J. Sanz  
Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía N° 27, 1982.





Polarímetro en banda L

# Cabezal del Radiómetro

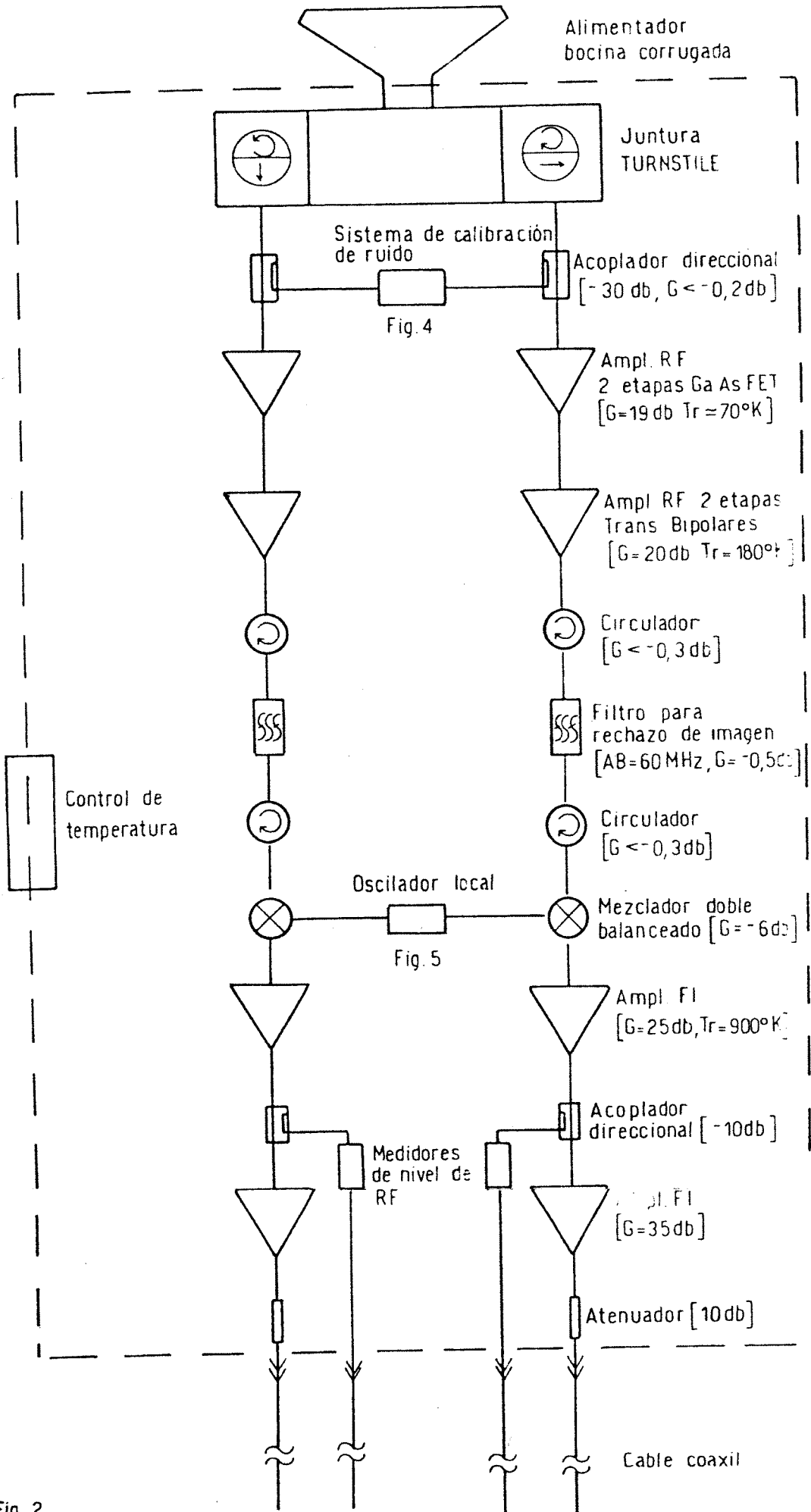
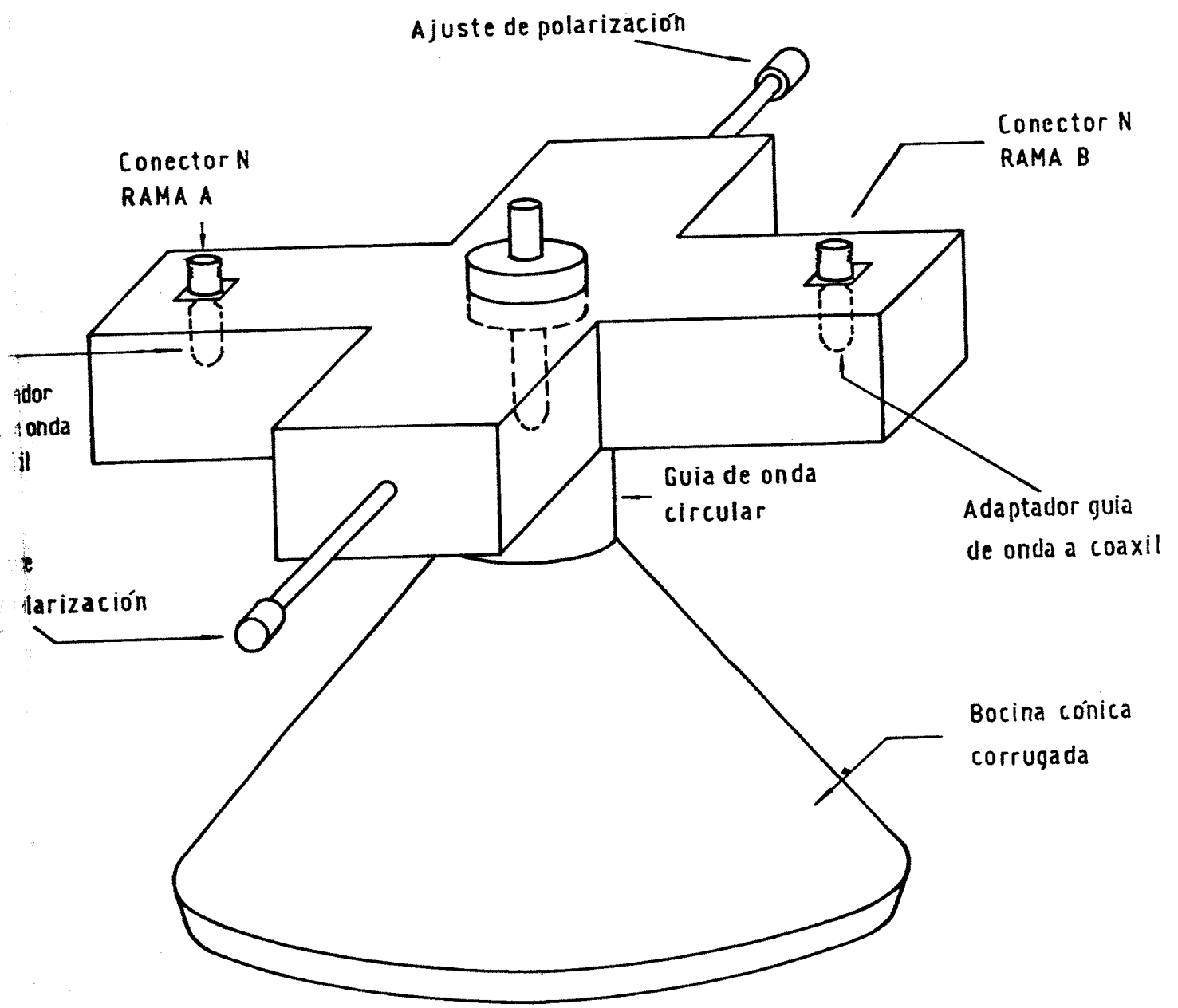


Fig. 2

# Alimentador - Juntura Turnstile



# Sistema de calibración de ruido

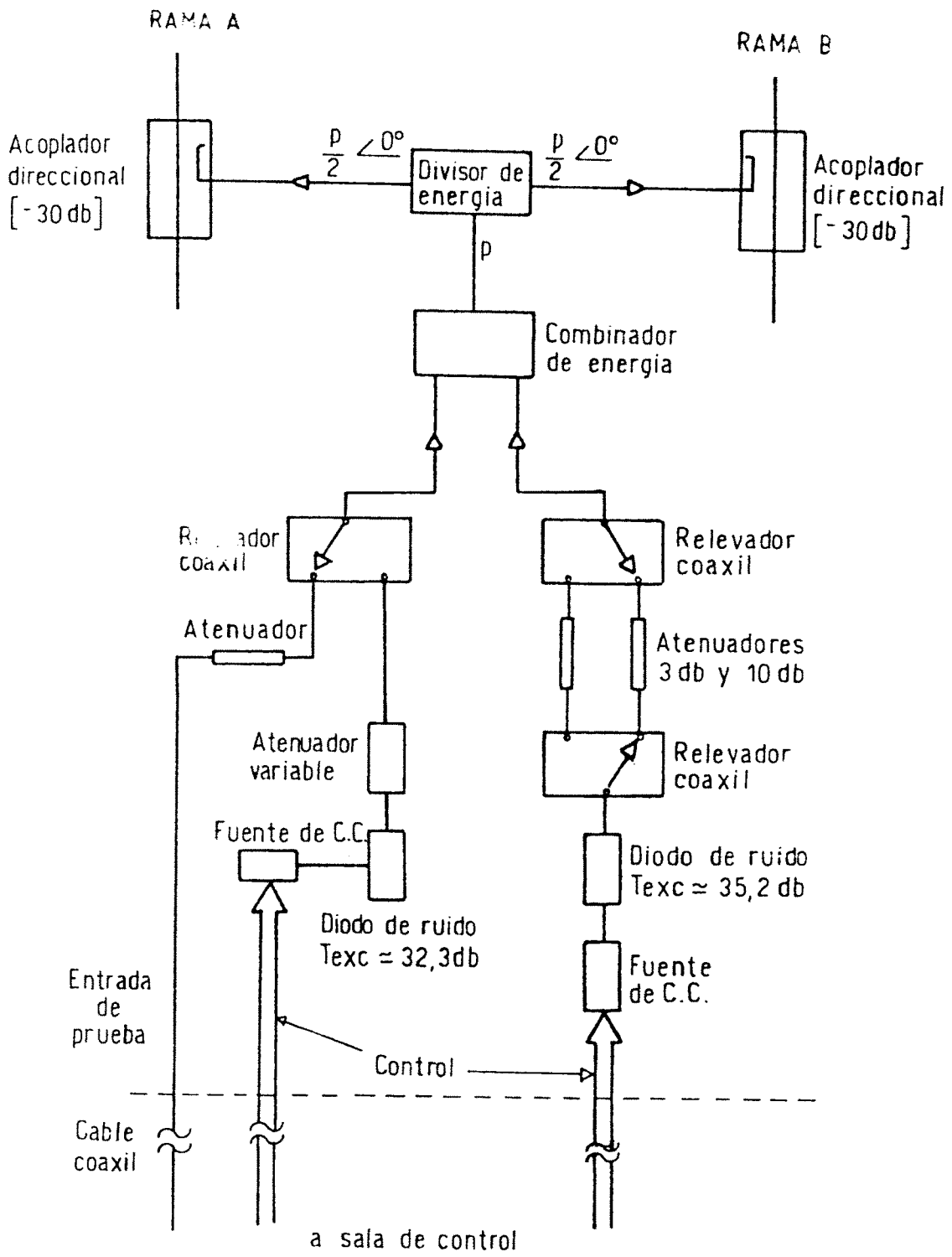


Fig. 4

# Oscilador Local

