

INTERFEROMETRO -  
CONSIDERACIONES GENERALES

Ings. Emilio Filloy y  
José Bava

Se pretende obtener un diagrama block de un receptor para interferometría en base a los siguientes requerimientos y factores:

- 1) Interferómetro que por causas históricas es
  - a) N - S
  - b) 5 bases en dirección S.
  - c) Distancia mínima a 120 mts.
  - d) Distancia máxima a 800 mts.
- 2) Se dispone solamente de la primera base a aproximadamente 120 mts.
- 3) Se pretende en primera instancia un interferómetro de continuo.
- 4) Desde el punto de vista del sistema debe diseñarse para observación de línea HI.
- 5) Frecuencia central 1420 MHz.
- 6) Retardos en FI completos para  $-8^{\circ}$  a  $-90^{\circ}$  y  $\pm$  2 hs en ángulo horario.
- 7) Se desea tener el sistema de "lobe rotator" dada la baja frecuencia natural de las "fringes".
- 8) Se desea tener salida S/C.
- 9) Debe tenerse en cuenta (en lo posible) la disponibilidad actual de materiales en el IAR.
- 10) Que el receptor de cada antena sea posible utilizarlo para observación individual.

Siendo uno de los objetivos principales la observación en línea el receptor debe ser de SSB (banda lateral simple) y por lo tanto será un receptor susceptible de variaciones en fase en FI, también significa que los retardos deben ser realizados en valores múltiples de longitud de onda en frecuencia intermedia. Permite una doble salida seno y coseno. Si bien los retardos de F.I. deben ser restringidos a múltiplos de  $\lambda_{FI}$ , la cantidad de retardos necesarios es menor pues la envuelta de la función interferómetro es mas ancha comparada con la de doble banda lateral. Una característica muy conveniente del sistema de Banda Lateral Simple es que permite realizar el Rotador de Lóbulo en Frecuencia Intermedia lo que conduce a esquemas más simples y estables comparados con la necesidad de realizarlo en el primer oscilador local como es el caso de Doble Banda Lateral. (Ver NRAO IR N°55).

Por lo tanto se adopta el esquema de Banda Lateral Simple para el Interferómetro del IAR.

### 1) ANTENAS (Alimentadores).

Se dispone de alimentadores para 21 cm. que tienen:

- a) B pequeño.
- b) Diagrama no muy circular.

Por lo tanto será conveniente reemplazarlo por diseños más apropiados como por ejemplo el nuevo alimentador a usar en el equipo de 21 cm (1977) o bien recurrir a diseños en base a bocina circular. Se debe ver qué tipo de antena se usará en 820 MHz.

Se instalará algún sistema de comparación, lo cual permitirá usar las antenas en forma individual para observaciones como radiómetro.

### 2) AMPLIFICADOR

El receptor consiste en un sistema SSB (banda lateral simple). Por lo tanto se puede utilizar cualquier amplificador disponible que son:

- a) Amplificador paramétrico Western-Electric; tiene un B 500 MHz (1000 - 1500 MHz).  $T_{\text{param}} 180^\circ$  y aún puede ajustarse (Moffet y NRAO) para B menores y ganancias mayores (25 db) y  $T_{\text{param}} 150^\circ$  K. Son robustos y necesitan todo el sistema de Bombeo. Estables y sensibles al nivel y frecuencia de bombeo.
- b) Amplificador paramétrico LEIDEN (Muller); Ancho de banda 50MHz DSB noise :  $90^\circ$  K (Porque es mayor en observación en línea). Se debe construir el oscilador base para bombeo (el multiplicador está). Parece solución razonable.
- c) Los amplificadores (no disponibles en el IAR) que pueden usarse son los amplificadores con FET de As Ga que poseen baja temperatura de ruido.  
La posibilidad de amplificadores transistorizados (FET As Ga) permiten ruido  $80^\circ$  K (óptimo experimental Weinreb) a temperatura ambiente. Constituiría una línea de desarrollo trabajar con tales componentes en nitrógeno líquido. (óptimo  $30^\circ$ /K de ruido).

### 3) FILTRO IMAGEN

Compuesto fundamentalmente por la banda de paso del paramétrico más un filtro que debe tener en cuenta la frecuencia de interferencia y banda de paso necesaria para trabajo en línea

El filtro imagen puede ser un amplificador sintonizado, teniendo en cuenta el ancho de banda deseado y de figura de ruido adecuada para no degradar la  $T_{\text{sys}}$ .

#### 4) MEZCLADORES BALANCEADOS

Serán mezcladores doble balanceados que llevarán la señal recibida a la frecuencia intermedia de 30 MHz permitiendo mejorar el rechazo de frecuencia imagen.

#### 5) PRIMER OSCILADOR LOCAL

Estará formado por un sintetizador para poder variar la frecuencia y realizar distintos tipos de observaciones, si es necesario se colocarán multiplicadores para llevar la frecuencia a 363 MHz. Todo esto estará en Sala de Control y se enviará por medio de líneas coaxiales los 363 MHz al front-end donde será multiplicado por cuatro.

#### 6) MULTIPLICADORES (colocados en front-end)

Se usarán cuadruplicadores para llevar la señal a 1450 MHz para ser usado en el mezclador. Se disponen en el IAR de dos cuadruplicadores con un transistor 2N 918 que posee buena estabilidad de fase (varía  $13^\circ$  para un cambio de 1 db en potencia de entrada) y para una potencia de entrada de 15 mW suministra una salida de 6 mW en 1450 MHz.

También existe la posibilidad de construir dichos cuadruplicadores ya que se dispone de estos transistores a potencia necesaria para manejar un mezclador en aproximadamente 6 mW-6mW, por lo tanto el margen es conveniente para incluir atenuadores para adaptar impedancia.-

#### 7) AMPLIFICADORES DE F.I.

Serán amplificadores sintonizados que fijarán el ancho de banda de trabajo (4 MHz en el continuo), y amplificará la señal al nivel necesario para conducirlos a la Sala de Control.

El requisito principal es su característica de fase en conjunto con su ancho de banda.

#### 8) LINEAS DE RETARDO

Para la línea de base de 120 m tendrán una longitud máxima de 150 m (en aire) con 4 cables coaxiales de 10, 20, 40 y 80 m eléctricos (secuencia binaria), conectados ya sea por diodos conmutadores o por reed-relays los que pueden ser comandados por una computadora. Estas líneas de retardo con pasos de 10 m (en aire) y un ancho de banda de 4 MHz producen un error menor del 3%. Pueden eventualmente ser usados dos bancos de Reed-Relays disponibles en el laboratorio. En cuanto al control es muy lento el sistema pues para cada no deben ser modificados los retardos en más de un paso (siempre para 120 m de línea de base). En principio el control por computadora no parece necesario.

9) ECUALIZADORES

Amplificadores sintonizados compensando las pérdidas de ganancia en los retornos del F.I. y en las líneas de retardo de todo el ancho de banda de 4 MHz. Deben tener características de fases lineales dentro de la banda de paso. El ancho de banda de 4 MHz es un número tentativo que se adoptó pensando en que sea capaz de <sup>cubrir</sup> cumplir 3,5 MHz mediante medio banco de filtros anchos de 75 KHZ de los disponibles en el IAR.

10) DIVISOR DE CANALES

Este divisor obtiene salidas de F.I. las que pueden ser usadas para utilizar las antenas en forma independiente para observaciones como radiómetro simple, en el continuo o línea, y por otro lado en forma conjunta como interferómetro, en el continuo y con filtros. Además debe tener una salida para obtener seno/coseno en el interferómetro.

11) SEGUNDOS MECLADORES BALANCEADOS

Reciben la señal de 30 MHz y la transforman en una señal de video de 11 MHz ya que la correlación se efectúa con menor error en frecuencias bajas debido al acoplamiento que hay entre las entradas del correlador.

12) ATENUADORES

Sirven para ajustar el nivel de los dos canales sobre la entrada del correlador analógico.

13) DETECTOR MULTIPLICADOR (CORRELADOR)

Antes del correlador se debe obtener una salida de potencia total para monitorar la performance de cada canal. Seguido a esto hay un detector multiplicador cuya salida es el producto de las señales y que consiste en un par de híbridos y un multiplicador a diodos. Un modelo utilizado en el NRAO se posee en el IAR.

14) INTEGRADOR

Una de las posibilidades es usar un filtro sincrónico de varias posiciones conmutadas por una computadora que genera las señales de conmutación derivadas de la "función interferómetro".

El número de filtros depende de la cantidad de datos que <sup>se</sup> desee sacar.

El período de conmutación de los filtros debe ser igual al período de las fringes y la constante de tiempo de cada RC debe ser mucho más grande que el tiempo de conmutación.

La otra posibilidad es colocar un amplificador de DC e integrador con una constante de tiempo que debe ser lo más grande posible y limitada por la frecuencia de las fringes.

La decisión sobre el sistema responde a la forma en que se quiere obtener los datos y en ese sentido se puede recurrir a las soluciones de CALTECH, Westerbork o Berkeley.

15) SEGUNDO OSCILADOR LOCAL

Debe proveer al segundo mezclador una frecuencia de 41 MHz para ser convertida en 11 MHz.

16) ROTADOR DE LÓBULO

La máxima frecuencia de franjas de salida para línea de base de 120 m. calculada es de 0,01 franjas/sg. Por lo tanto es conveniente introducir un rotador de lóbulo que eleve la frecuencia y la fije en un valor definido para lo cual debe ser controlado según la  $\delta$  y el H.A. Existen varias alternativas. La más interesante puede ser un rotador de lóbulo electrónico manejado por una computadora en línea (Berkeley) y que consiste en el agregado de una señal de baja frecuencia que produce un OFF-SET (en frecuencia) en una de las antenas la computadora genera esta frecuencia en base a los valores de  $\delta$  y H.A. que se le suministran.

17) DESPLAZADOR DE FASE

Para obtener la salida seno y coseno se recurre a un desplazador de fase de  $90^\circ$  en el segundo oscilador local de una antena. La salida seno/coseno provee de un aumento de sensibilidad  $\sqrt{2}$  en la salida.

18) DIVISORES DE VIDEO

Proveen salidas que alimentan los canales seno y coseno del continuo, además pueden excitar los diferentes filtros en un sistema multicanal. En este punto se debe decidir qué sistema usar para la línea. Si se usan correladores para cada frecuencia implica la utilización de un filtro por rama y por canal, y un correlador a la salida de éstos.

La otra posibilidad (Berkeley) es utilizar, para línea, el interferómetro de adición en la cual primero se combinan (suman) las señales de video (con el ancho de banda completo) y luego se utiliza un sólo filtro para cada canal. El sistema de correlación tiene la ventaja de su insensibilidad ante variaciones de ganancia y el consiguiente aumento en el número de componentes, pues usa dos filtros similares y un correlador por canal para observaciones en línea (que no tenemos). El sistema de adición si bien es sensible a variaciones de ganancia, utiliza un sólo filtro por canal (pueden usarse los bancos que tenemos) y un detector simple reduciendo la complejidad del sistema en un orden de magnitud.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Debe decidirse en este punto la frecuencia de franjas deseada en

función del sistema de adquisición de datos y esto a su vez de la disponibilidad de una computadora y de qué tipo en conjunto con el número de canales que se quieren utilizar. Prácticamente de esta decisión depende todo el diseño del sistema a partir del correlador. También debe tenerse en cuenta la necesidad o no de introducir un demodulador (detector sincrónico) para detectar eventuales señales de calibración inyectadas previamente al amplificador paramétrico, o en caso de que se quiera conmutar en fase un oscilador local ( $0-180^\circ$ ) para usarse en el esquema de un interferómetro conmutado en fase. (Wesbork).