

**PRUEBAS SELECTIVAS PARA EL INGRESO EN EL CUERPO DE
ASTRÓNOMOS**

Sistema General de Acceso Libre

INSTRUMENTACIÓN Y TÉCNICAS RADIOASTRONÓMICAS

CUARTO EJERCICIO

14 de octubre del 2024

Duración: 2h 30min

OPCIÓN 1

El radiotelescopio ARIES XXI de 40 metros del Instituto Geográfico Nacional, en el Observatorio de Yebes, cuenta con un receptor criogénico de ultra bajo nivel de ruido en el rango entre 18 - 32.3 GHz para la detección de moléculas pesadas en el medio interestelar, en modo *single-dish*. También se desea utilizar este receptor para observaciones de VLBI, juntamente con un back-end del tipo dBBC3.

Las especificaciones de un conversor de frecuencia para este receptor son las siguientes:

- Rango de frecuencias de entrada: 18 - 32.3 GHz
- Rango de frecuencias de salida: 100 - 4000 MHz
- Puerto de salida de monitorización a -10 dBc
- Doble canal (uno por polarización) con osciladores locales comunes
- Referencia externa de frecuencia de 10 MHz del máser de hidrógeno
- Resolución de la sintonización: 1 Hz
- Potencia de entrada cuando se observa una carga caliente (297 K) = -50 dBm
- Potencia de salida hacia el dBBC3 cuando se observa una carga caliente (297 K) = -10 dBm
- Figura de ruido a la entrada ≤ 10 dB
- Adaptación a la entrada ≤ -15 dB

A partir de estos datos, conteste a las siguientes preguntas:

1. Razone si debe tratarse de un conversor de una etapa o de dos etapas de conversión. Represente el plan de frecuencias del conversor, explicando cómo eliminar la banda imagen y si se produce inversión de espectro. Justifique el tipo de osciladores a usar y sus valores de frecuencia de oscilación y rango de sintonía. **(12 puntos)**
2. Realice el diseño general del conversor y represéntelo mediante un diagrama de bloques, indicando las ganancias o pérdidas estimadas para cada componente del diagrama. **(16 puntos)**
3. Establezca un plan de pruebas para verificar el funcionamiento del conversor en el laboratorio e indique la instrumentación a utilizar en cada prueba. **(12 puntos)**

OPCIÓN 2

Se desea construir un receptor criogénico de alta sensibilidad para Radioastronomía con un ancho de banda instantáneo entre 18 y 32.5 GHz que se instalará en el radiotelescopio de 40m del Observatorio de Yebes. Este receptor se utilizará para la detección de moléculas pesadas en el medio interestelar y se pretende que se puedan obtener espectros de la banda completa con una resolución del orden de 17 KHz. Para construir el *front-end*, que contiene los elementos que se refrigeran a temperatura criogénica, se dispone de una bocina corrugada diseñada para ser enfriada y para iluminar adecuadamente el subreflector de la antena con salida en guía de onda circular y de amplificadores criogénicos con entrada en guía de onda rectangular y salida conector coaxial que cubren toda la banda con una temperatura de ruido de 8 K y una ganancia de 32 dB, ambas muy planas en la banda, cuando están enfriados. Se desea, además, que el receptor proporcione salidas independientes para las dos polarizaciones lineales ortogonales de la onda de entrada. También deberá disponer de entradas que permitan inyectar señales para la calibración de ruido y de fase durante las observaciones.

1. Proponga un diagrama de bloques incluyendo todos los elementos adicionales necesarios para completar el *front-end*, mencionando sus especificaciones más importantes. Describa los elementos necesarios para enfriar el receptor a temperatura criogénica (20 K) con un refrigerador de ciclo cerrado de dos etapas. **(10 puntos)**
2. Asumiendo que las pérdidas antes del amplificador criogénico son 0.2 dB a 297 K y 0.7 dB a 20 K, que la temperatura de ruido y ganancia del *front-end* son constantes en la banda y que la ganancia cae abruptamente fuera de dicha banda, **(20 puntos)**
 - a) ¿Cuál sería la temperatura de ruido del conjunto?
 - b) ¿Qué temperatura de ruido debe presentar la etapa siguiente al *front-end* (a temperatura ambiente) para que añada solo un 1% adicional al ruido propio del *front-end*?
 - c) Estime de forma razonada cuál debe ser el acoplamiento con que se inyectan las señales de calibración de fase y de ruido para que, suponiendo que éstas están apagadas, su contribución al ruido propio del *front-end* sea menor del 1 %.
 - d) Estime la potencia total de ruido a la salida del criostato, en dBm, cuando a la entrada del receptor se coloca un absorbente de microondas a 297 K (Constante de Boltzman $k_b=1.38 \times 10^{-23}$ J/K).
3. Describa un método para poder realizar medidas de laboratorio de la temperatura de ruido y la ganancia del *front-end* en función de la frecuencia, así como la instrumentación requerida. **(10 puntos)**