



MINISTERIO
DE FOMENTO



CENTRO NACIONAL
DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA

ANALIZADOR VECTORIAL DE REDES Y ESTACIÓN DE PUNTAS COPLANARES PARA EL LABORATORIO DEL CENTRO DE DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

Pliego de Prescripciones Técnicas

DESCRIPCIÓN

0. Introducción

Se precisa un Analizador Vectorial de Redes y una Estación de Puntas Coplanares para realizar medidas de reflexión y transmisión (parámetros S en módulo y fase) a frecuencias de microondas en el rango de 10 MHz a 110 GHz. Los dos equipos deben poder ser usados conjuntamente sin necesidad de accesorios adicionales y deben disponer de todos los componentes necesarios para poder cubrir de forma continua (en un sólo barrido) todo el rango de frecuencia especificado. Los soportes de la Estación de Puntas estarán adecuadamente dimensionados para poder sostener los módulos multiplicadores de frecuencia que sean necesarios para el Analizador de Redes. Los equipos deben ser adecuados para la realización de medidas de dispositivos tanto activos como pasivos. En el caso de componentes activos se dispondrá de todos los elementos necesarios para poder introducir polarización de corriente continua (DC bias) a través de las sondas de medida (Bias Ts). Asimismo, se dispondrá de atenuadores variables para poder reducir el nivel de la señal en los dos puertos de medida y evitar la saturación de dispositivos activos con ganancia (amplificadores). El equipo también permitirá la medida precisa de de Figura de Ruido mediante el método de la terminación adaptada a temperatura ambiente conectada a la entrada y dispondrá de un receptor dedicado para la medida de Figura de Ruido de banda ancha sin necesidad de usar preamplificadores ni filtros adicionales (incluso para la medida de dispositivos de baja o nula ganancia). Asimismo, el sistema deberá poder realizar las correcciones necesarias para evitar los errores en la medida de ruido debidos a las imperfecciones de la terminación de entrada de forma automatizada.

El Analizador Vectorial de Redes también debe poder ser usado de forma independiente (no conectado a la Estación de Puntas) para medidas en coaxial y guía de onda y se suministrarán también todos los accesorios necesarios para su conexión y calibración con coaxiales de 2.92 mm, 1.85 mm, 1 mm y guía de onda WR10.

Se exige expresamente que los equipos ofertados cumplan de forma estricta las especificaciones de este Pliego e incorporen todas las opciones y accesorios que se solicitan. El no cumplimiento de esta condición no es admisible y será causa de exclusión de la oferta. Las ofertas técnicas presentadas deben garantizar expresamente y justificar de forma razonada que se cumplen todas las especificaciones.



1. Analizador Vectorial de Redes:

General:

- Analizador Vectorial de redes de 2 puertos
- Debe estar configurado para poder realizar medidas con los siguientes interfases :
 - o Coaxial 2.92 mm: 10 MHz-40 GHz (sin multiplicadores externos)
 - o Coaxial 1.85 mm: 10 MHz-67 GHz (sin multiplicadores externos)
 - o Coaxial 1mm: de 10 MHz-110 GHz (en banda continua)
 - o Conectado a Estación de Puntas Coplanares: 10 MHz -110 GHz (en banda continua)
 - o Guía de onda WR10: 72-115 GHz (nótese que se exige un rango mayor que el de la banda W standard que sólo cubriría de 75 a 110 GHz)
- Dispondrá de las opciones:
 - o Medidas en dominio del tiempo (mediante transformada rápida de Fourier, FFT)
 - o Atenuadores internos de al menos 50 dB en pasos de 10 dB seleccionables en los dos puertos para medida de dispositivos activos con bajos niveles de potencia
 - o Salida de corriente continua (DC bias) a través de los cables coaxiales para polarización de dispositivos activos (bias Ts).
 - o Medidas de Figura de Ruido totalmente calibradas y de alta precisión con receptor de bajo ruido integrado (hasta 50 GHz) y corrección del efecto de las imperfecciones de la terminación de 50 Ohm conectada a la entrada.
 - o Dos fuentes internas independientes (generadores de señal) hasta 67 GHz que permitan realizar medidas de conversores de frecuencia y distorsión de intermodulación.
 - o Controlador de multiplicadores de frecuencia externos para frecuencias milimétricas

Especificaciones Básicas (sin multiplicadores, 10 MHz-67 GHz) :

- Resolución en frecuencia: 1 KHz
- Estabilidad de frecuencia: 10 ppm
- Ancho de banda de IF seleccionable entre 1 Hz y 1 MHz
- Numero de puntos por barrido: seleccionable hasta 32.000
- Numero de canales definibles por medida: seleccionable hasta 200
- Resolución del display:
 - o Magnitud: 0.001 dB/div (min)
 - o Fase: 0.01°/div (min)
 - o Polar: 10pUnits (min)
- Conectores de los puertos: coaxial 1.85 mm de precisión
- Rango dinámico (en los puertos coaxiales): > 100 dB (100 MHz-67 GHz)
- Características con el sistema calibrado con calibrador electrónico (50 MHz-67 GHz)
 - o Directividad > 35 dB
 - o Adaptación de la fuente > 25 dB



- Adaptación de la carga > 25 dB
- Potencia de salida nivelada (en puertos) > - 7 dBm (10 MHz-67 GHz)
- Potencia mínima seleccionable (en puertos) < -80 dBm (10 MHz-67 GHz)
- Capacidad de barrido continuo de potencia > 25 dB (10 MHz-67 GHz)
- Punto de compresión de 0.1 dB (en puertos) > 10 dBm (10 MHz-67 GHz)
- Estabilidad (medidas relativas, mag; fase) < 0.05 dB/°C ; < 1.1° /°C (10 MHz-67 GHz)
- Noise floor (en puertos, @ 10Hz IFBW) < -100 dBm (10 MHz-67 GHz)

Medidas de Figura de Ruido con receptor dedicado:

- Se dispondrá de un receptor de bajo ruido integrado en el instrumento que podrá ser conmutado automáticamente para las medidas de figura de ruido. Se incluirán los filtros paso-banda necesarios para el rechazo de las mezclas armónicas no deseadas del oscilador local. Los filtros serán seleccionados automáticamente por el instrumento en función de la frecuencia de oscilador local sin que sea necesaria la intervención del operador.
- Se dispondrá de un sintonizador variable, integrado en el instrumento, que podrá ser intercalado a la entrada del dispositivo. Se podrán hacer medidas con varias impedancias de entrada y el software del instrumento permitirá la corrección automática para calcular el valor real de la figura de ruido con una terminación de entrada ideal de 50 Ohm.
- El rango de frecuencias para las medidas de precisión de figura de ruido será de 10 MHz a 50 GHz
- Se podrán medir amplificadores y dispositivos con conversión de frecuencia (up-converters y down-converters)
- Anchos de banda de ruido seleccionables en el receptor: 2/4/8/24 MHz (0.5-50 GHz)
- Figura de ruido del receptor interno
 - ≤ 10 dB (typ.) (10 MHz-5 GHz)
 - < 12 dB (typ.) (5-45 GHz)
 - < 15 dB (typ.) (45-50 GHz)
- Fluctuaciones en la traza de medida de figura de ruido < 0.11 dB rms (medida de 201 puntos @ 4 MHz BW, en un barrido único sin promedios adicionales)

Multiplicadores de frecuencia:

- Se suministrarán 2 multiplicadores tipo T/R (transmisión reflexión) que permitan realizar mediadas vectoriales en el rango milimétrico.
- Los multiplicadores dispondrán de diplexores integrados para poder realizar medidas con interfase coaxial de 1 mm.



- Se dispondrá de bias Ts integradas para poder introducir corrientes de polarización (DC bias) para dispositivos activos a través de los conectores coaxiales de 1 mm.
- Se podrán realizar barridos continuos de 10 MHz a 110 GHz.
- Se dispondrá de atenuadores variables en los multiplicadores que permitan ajustar la salida a bajas potencias para la medida de dispositivos activos (amplificadores).
- Características con el sistema calibrado en los puertos de 1 mm (50 MHz-110 GHz)
 - o Directividad > 35 dB
 - o Adaptación de la fuente > 25 dB
 - o Adaptación de la carga > 25 dB
- Potencia de salida máxima nivelada (en puertos) > - 10 dBm (10 MHz-110 GHz)
- Potencia mínima seleccionable (en puertos) < -50 dBm (10 MHz-110 GHz)
- Noise floor (en puertos, @ 10Hz IFBW) < -90 dBm (10 MHz-110 GHz)
- Los multiplicadores podrán ser usados con interfase de guía de onda WR10 en el rango de frecuencia entre 72-115 GHz (nótese que se exige un rango mayor que el de la banda W standard que sólo cubriría de 75 a 110 GHz).

Kits de calibración:

- Kit de calibración electrónico, 10 MHz-67 GHz con conectores de 1.85 mm
 - o Para calibración automática bajo control del Analizador
 - o 2 puertos con conectores de 1.85 mm (m-f)
 - o Se suministrarán 2 adaptadores adicionales de 1.85 mm m-m y f-f
 - o Se suministrará una caja para su protección, almacenamiento y transporte
- Kit de calibración mecánico, 10 MHz-110 GHz con conectores de 1 mm.
 - o Para calibración manual y verificación de la precisión de la calibración
 - o 4 cortocircuitos m (de distinta longitud eléctrica)
 - o 4 cortocircuitos f (de distinta longitud eléctrica)
 - o Circuito abierto m
 - o Circuito abierto f
 - o Carga adaptada m
 - o Carga adaptada f
 - o 2 líneas de retardo m-f (offset)
 - o Línea thru (adaptada, para verificación)
 - o Línea thru (desadaptada, para verificación)
 - o Adaptador m-f
 - o Adaptador f-f
 - o Adaptador m-f
 - o Cable flexible f-f
 - o Documentación de constantes de calibración
 - o Caja para protección, almacenamiento y transporte
- Kit de calibración mecánico, 75-110 GHz en guía de onda WR10



- Para calibración manual y verificación de la precisión de la calibración
- Carga adaptada
- Separador de cuarto de onda
- 3 secciones rectas de guía de onda de 5 cm
- Cortocircuito
- Documentación de constantes de calibración
- Caja para protección, almacenamiento y transporte
- Kit de adaptadores de conector coaxial 2.4 mm a 2.92 mm completo (10 MHz-40 GHz) (calidad de calibración)
 - Para transferir una calibración en conectores de 2.4 mm a 2.92 mm
 - 2.4 m -2.92 m
 - 2.4 m-2.92 f
 - 2.4 f- 2.92 f
 - 2.4 f-2.92 m
 - Se suministrará una caja para su protección, almacenamiento y transporte

Accesorios:

- Adaptadores de calidad de metrología, con longitudes eléctricas idénticas dentro de la misma familia:
 - 1 mm (m) a 1.85 mm (m) (DC-67 GHz)
 - 1 mm (f) a 1.85 mm (f) (DC-67 GHz)
 - 1 mm (m) a 1.85 mm (f) (DC-67 GHz)
 - 1 mm (f) a 1.85 mm (m) (DC-67 GHz)
 - 1.85 mm (m) a 1.85 mm (m) (DC-67 GHz)
 - 1.85 mm (m) a 1.85 mm (f) (DC-67 GHz)
 - 1.85 mm (f) a 1.85 mm (f) (DC-67 GHz)
- Cables flexibles para conectar a los puertos de medida:
 - Juego de dos cables de 1.85 mm (DC-67 GHz) de alta estabilidad en amplitud y fase, longitud 62 cm. Los extremos libres de los cables serán m y f para que puedan conectarse entre sí sin adaptadores adicionales.
 - Juego de dos cables de m-f con conector de 1 mm (DC-110 GHz) de alta estabilidad en amplitud y fase, longitud 16 cm.
 - Cable f-f con conector de 1 mm (DC-110 GHz) de alta estabilidad en amplitud y fase, longitud 8 cm.
- Llave de 6mm con par limitado a 4 in/mm para el apriete de conectores de 1mm.
- Se suministrarán los soportes, armarios de rack, sistemas de ventilación, superficies de trabajo y demás componentes necesarios para el adecuado montaje del conjunto. La superficie de trabajo deberá permitir la colocación conveniente de los dispositivos a medir y de los cables conectados a los puertos de prueba del analizador.

2. Estación de Puntas Coplanares:

General:

Se necesita una Estación de Puntas Coplanares de tipo manual con soportes adecuados para los módulos multiplicadores de 110 GHz del Analizador Vectorial de Redes especificado previamente, de forma que se minimice la longitud del cable coaxial de 1 mm necesario para conectar dichos módulos a las puntas coplanares que hacen contacto directo sobre los elementos a medir.

Características:

- Debe poder acomodar obleas semiconductoras de hasta 150mm de diámetro
- Se dispondrá de soportes para dos sondas coplanares que estarán situadas en las direcciones E-W
- Se dispondrá de dos soportes adicionales para sondas de puntas múltiples para la polarización (DC) de Circuitos Integrados de Microondas (MMICs). Estos soportes estarán situados en las direcciones N-S
- Se suministrará un microscopio con sistema de iluminación adecuado para poder realizar con precisión el alineamiento de las puntas sobre los contactos del elemento a medir. Dispondrá de objetivo de alta resolución, zoom, cabezal binocular y montura para cámara de vídeo. Se suministrarán los objetivos y oculares necesarios para un adecuado funcionamiento del sistema.
- El soporte de la oblea (Chuck) podrá ser movido con precisión micrométrica en los ejes X,Y,Z. Su posición en los ejes X, Y debe poder ser leída con una precisión de al menos 5 μm . El eje Z dispondrá de un sistema de re-posicionamiento rápido con un recorrido de al menos 200 μm y una repetitividad mejor de 1 μm para hacer el contacto sobre los dispositivos. Se dispondrá también de un medidor tipo dial micrométrico para el eje Z que permita medir la distancia "overtravel" con una resolución de 1 μm para garantizar el buen contacto eléctrico entre el dispositivo y las puntas. También se dispondrá de ajuste fino de planitud (ángulo) entre las sondas coplanares y el soporte de la oblea para garantizar un buen contacto en cualquier punto de la oblea.
- La planitud del soporte de la oblea (Chuck) en toda su superficie útil será mejor de 3 μm .
- Se dispondrá de un sistema de cambio rápido de oblea que permita alejar el soporte (Chuck) de la zona de las sondas de prueba para su fácil y segura manipulación.
- El soporte para obleas (Chuck) dispondrá de múltiples zonas de vacío diferenciadas y seleccionables independientemente para admitir obleas de diferentes tamaños (menores o iguales a 150 mm).
- Se dispondrá de una superficie auxiliar adicional de material cerámico (absorbente de microondas) para el substrato de calibración de RF.



Accesorios:

- Se suministrarán 2 posicionadores de gran tamaño para los multiplicadores del Analizador Vectorial de Redes. Tendrán movimiento vertical en el eje Z para evitar dañar las sondas cercanas. Se podrán realizar desplazamientos de al menos 150mm los ejes X e Y; de 12.5mm en Z; y ajustes de planitud de al menos $+5^\circ$. Los movimientos se ajustarán mediante micrómetros graduados.
- Se suministrarán 2 sondas coplanares tipo GSG (Ground-Signal-Ground) con frecuencia de trabajo de DC-110 GHz (salida coaxial 1mm) y separación entre contactos (pitch) de **100 μm** y puntas de **BeCu**. Deben ser adecuadas para realizar contactos no destructivos en dispositivos semiconductores de AsGa y InP con metalización de los contactos recubierta de oro (Au).
- Se suministrarán 2 sondas coplanares tipo GSG (Ground-Signal-Ground) con frecuencia de trabajo de DC-110 GHz (salida coaxial 1mm) y separación entre contactos (pitch) de **125 μm** y puntas de **BeCu**. Deben ser adecuadas para realizar contactos no destructivos en dispositivos semiconductores de AsGa y InP con metalización de los contactos recubierta de oro (Au).
- Se suministrará una sonda de puntas múltiples para la polarización (DC) de Circuitos Integrados de Microondas (MMICs) de **12 contactos con un pitch de 150 μm** . La configuración de los contactos será **SGSSGSSGSSGS**. Los contactos activos estarán desacoplados con condensadores de 450 pF.
- Se suministrará una sonda de puntas múltiples para la polarización (DC) de Circuitos Integrados de Microondas (MMICs) de **10 contactos con un pitch de 150 μm** . La configuración de los contactos será **GSSGSSGSSG**. Los contactos activos estarán desacoplados con condensadores de 450 pF.
- Se suministrarán 2 posicionadores adecuados para sondas de puntas múltiples de DC anteriores. Se podrán realizar desplazamientos de al menos 12.5mm en los ejes X, Y; y Z. Los movimientos se realizarán mediante micrómetros graduados.
- Se suministrarán dos postes para puntas DC simples con cables coaxiales.
- Se suministrarán 25 puntas de contacto DC de 7 μm de radio adecuadas para los postes anteriores.
- Se suministrará un sustrato de calibración en el plano de referencia de los dispositivos para sondas coplanares GSG de los tipos anteriores adecuado para medidas hasta 110 GHz
- Se suministrará un soporte anti-vibración adecuado para la Estación de Puntas Coplanares. que impida que las pequeñas vibraciones habituales de un suelo de laboratorio se transmitan a los contactos entre las puntas coplanares y los dispositivos a medir y puedan deteriorar éstos o comprometer la precisión de las medidas.
- Se suministrarán todos los cables de conexión necesarios para la Estación de Puntas Coplanares y para la conexión de las sondas al Analizador Vectorial



Control:

- Ambos equipos deben poder ser controlables remotamente sin necesidad de desarrollos adicionales para efectuar las siguientes funciones:
 - o Herramientas de medida:
 - Lectura, display almacenamiento y gestión de los parámetros S
 - Verificación y repetitividad
 - Capacidades de análisis matemático para el scratch pad.
 - o Herramientas de calibración:
 - Gestión del sustrato de calibración
 - Calibración para 1 y 2 puertos
 - Asistente guiado paso a paso del proceso de calibración.
 - Modo virtual simulando el VNA
 - Técnicas avanzadas de calibración:
 - eLRRM, LRRM, LRM+ y NIST, TRL, LRRM-SOLT
 - Compensación de inductancia parásita.

3. Instalación:

El contratista será responsable de la instalación y puesta en marcha del sistema formado por la Estación de Puntas Coplanares conjuntamente con el Analizador Vectorial de Redes en los laboratorios del Centro de Desarrollos Tecnológicos del Observatorio de Yebes. Para que la instalación se considere finalizada será necesario demostrar la realización de medidas vectoriales de parámetros "S" sobre una oblea semiconductora o un sustrato de calibración.

Madrid, 27 de febrero de 2015

EL JEFE DEL AREA DE
PRODUCTOS GEOGRÁFICOS DEL CNIG



Fdo: Agustín Cabria Ramos



ANALIZADOR VECTORIAL DE REDES Y ESTACIÓN DE PUNTAS COPLANARES PARA EL LABORATORIO DEL CENTRO DE DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

Presupuesto

El presupuesto total por el ANALIZADOR VECTORIAL DE REDES Y ESTACIÓN DE PUNTAS COPLANARES, tal y como figura en el pliego de prescripciones técnicas, incluyendo el transporte al Observatorio de Yeves, asciende a OCHOCIENTOS CUATRO MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS (804.491 €) + IVA, según el siguiente desglose:

Ind.	Descripción	Cant.	€ / ud.	Total (€)
1	Analizador vectorial de redes	1	679.559,00	679.559,00
2	Estación de puntas coplanares	1	124.932,00	124.932,00
			Subtotal	804.491,00
			IVA (21%)	168.943,11
			Total IVA inc.	973.434,11

El presupuesto corresponde a la totalidad del suministro y ha sido determinado a tanto alzado. Para ello, se ha evaluado el precio actual de equipos comerciales que cumplen las características especificadas en el PPT.

Madrid, 27 de febrero de 2015
EL JEFE DEL AREA DE PRODUCTOS
GEOGRÁFICOS



Fdo.: Agustín Cabria Ramos