



Número de expediente SU739000HO2024098

## **Pliego de prescripciones técnicas particulares del contrato de “Suministro de generador y analizador de señales 5G en FR1 y FR2 para laboratorio CCABA de la UPC”**

Con la presentación de la oferta, la empresa licitadora acepta las prescripciones técnicas establecidas en este pliego, que tienen la consideración de especificaciones mínimas y de obligado cumplimiento.

Cualquier propuesta que no se ajuste a los requerimientos mínimos establecidos en este pliego quedará excluida de la licitación.

### **1. Objeto del contrato o necesidad a cubrir y requerimientos técnicos generales obligatorios de la prestación**

El presente Pliego tiene por objeto establecer las prescripciones técnicas particulares que regirán la realización de la prestación de un suministro, por parte de un mismo fabricante que asegure la interoperabilidad de todos los equipos, garantizando el correcto funcionamiento de toda la infraestructura desde un extremo a otro, de:

#### **1) Generador Vectorial de señales de 2 canales RF integrados en el mismo equipo con las siguientes especificaciones, o mejoradas:**

- Rango de frecuencia: 100 kHz a 44 GHz para cada canal de RF
- Conectores de entrada para ambos canales tanto de 1.85mm como de 2.92mm.
- Resolución en frecuencia de 0.001Hz
- Precisión de la referencia de frecuencia:  $\pm 1 \times 10^{-8}$
- Desplazamiento máximo de la referencia en frecuencia por efectos de temperatura en rango de 0°C a 45°C de  $\pm 6 \times 10^{-8}$
- El equipo debe tener una entrada de referencia externa de 10MHz y salida de referencia interna sinusoidal de 10MHz
- Capacidad de entrada de referencia con frecuencia variable de 1 MHz a 100 MHz
- Capacidad de entrada/salida de referencia de ultra bajo ruido con frecuencias de 100MHz y 1GHz
- Rango de niveles de salida, considerando todas las opciones especificadas en el pliego, de al menos:
  - o 3 MHz a 3 GHz: -120dBm a +18 dBm
  - o 3 GHz a 14 GHz: -120dBm a +17 dBm
  - o 14 GHz a 20 GHz: -120dBm a +12 dBm
  - o 20 GHz a 29 GHz: -120dBm a +18 dBm
  - o 29 GHz a 33 GHz: -120dBm a +17 dBm
  - o 33 GHz a 40 GHz: -120dBm a +15 dBm
  - o 40 GHz a 42 GHz: -120dBm a +13 dBm
  - o 42 GHz a 44 GHz: -120dBm a +12 dBm
- Con una precisión del nivel de salida especificado de:
  - o <0,5 dB de 100 kHz a 3 GHz
  - o < 0,7 dB de 3 GHz a 6 GHz
  - o < 0,9 dB de 6 GHz a 20 GHz
  - o < 1,2 dB de 20 GHz a 44 GHz

Original signat per:

CRISTINA CERVELLO PASTOR  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-11-2024 12:40:00  
GMT+1

JOSE ANTONIO LAZARO VILLA  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-11-2024 12:53:42  
GMT+1





- Una pureza espectral mínima de:
  - o Harmónicos:  $< -55$  dBc para frecuencias  $> 3,5$  GHz
  - o No-Harmónicos:
    - $< -80$  dBc para frecuencias  $100 \text{ kHz} \leq f \leq 200 \text{ MHz}$
    - $< -80$  dBc para frecuencias  $200 \text{ MHz} < f \leq 1500 \text{ MHz}$
    - $< -79$  dBc para frecuencias  $1500 \text{ MHz} < f \leq 3 \text{ GHz}$
    - $< -73$  dBc para frecuencias  $3 \text{ GHz} < f \leq 6 \text{ GHz}$
    - $< -67$  dBc para frecuencias  $6 \text{ GHz} < f \leq 12 \text{ GHz}$
    - $< -61$  dBc para frecuencias  $12 \text{ GHz} < f \leq 24 \text{ GHz}$
    - $< -55$  dBc para frecuencias  $24 \text{ GHz} < f \leq 44 \text{ GHz}$
  - o Sub-Harmónicos:
    - $< -85$  dBc para frecuencias  $\leq 3 \text{ GHz}$
    - $< -74$  dBc para frecuencias  $3 \text{ GHz} < f \leq 6 \text{ GHz}$
    - $< -60$  dBc para frecuencias  $6 \text{ GHz} < f \leq 40 \text{ GHz}$
    - $< -60$  dBc para frecuencias  $40 \text{ GHz} < f \leq 42 \text{ GHz}$
    - $< -50$  dBc para frecuencias  $42 \text{ GHz} < f \leq 44 \text{ GHz}$
- Y ruido de fase máximo de la portadora a 20 kHz de desplazamiento:
  - o  $< -134$  dBc para frecuencias  $20 \text{ MHz} \leq f \leq 1 \text{ GHz}$
  - o  $< -128$  dBc a  $f = 2 \text{ GHz}$
  - o  $< -124$  dBc a  $f = 3 \text{ GHz}$
  - o  $< -122$  dBc a  $f = 4 \text{ GHz}$
  - o  $< -118$  dBc a  $f = 6 \text{ GHz}$
  - o  $< -114$  dBc a  $f = 10 \text{ GHz}$
  - o  $< -108$  dBc a  $f = 20 \text{ GHz}$
  - o  $< -104$  dBc a  $f = 30 \text{ GHz}$
  - o  $< -102$  dBc a  $f = 40 \text{ GHz}$
  - o  $< -101$  dBc a  $f = 44 \text{ GHz}$
- Incorporar entradas y salidas de coherencia de fase para la señal del oscilador local, además de coherencia en fase entre los dos canales internos.
- El generador debe contar con las siguientes características de ancho de banda de modulación del modulador I/Q para frecuencias  $\geq 2,5$  GHz:
  - o Ancho de banda del modulador I/Q (en RF) tanto para la entrada externa I/Q analógica como para la interna, mínima de 2 GHz.
  - o Respuesta en frecuencia del modulador con la banda base interna  $< 1$  dB.
- Por otra parte, el generador de señal en banda base I/Q debe disponer de:
  - o Generadores internos de banda base integrados en el propio equipo.
  - o Ancho de banda de modulación: 2GHz en RF para cada uno de los dos canales.
  - o Número de generadores de banda base internos integrados: 2 generadores.
  - o Memoria interna: 2 GMuestras por cada canal.
  - o Resolución de la señal generada: 14 bits
  - o Reproducción de ficheros de señales externas de banda base.
  - o Configuración y reproducción de señales vectoriales en tiempo real en el propio equipo.
  - o Generación de modulaciones integradas en ambos canales del propio instrumento sin la necesidad de software externo: ASK, FSK, PSK y QAM con tasa de símbolo de hasta 300 MBd.
  - o 2 salidas I/Q analógicas con ancho de banda igual al generador de banda base I/Q y con un nivel de salida de 1V
  - o Capacidad de agregar ruido blanco gaussiano (AWGN), con capacidad de ajuste de la potencia y el ancho de banda del ruido desde 1kHz hasta 2GHz, equipado en ambos canales de RF.

Original signat per:





- El equipo debe incorporar al menos, 2 módulos de simulación “fading”, con 4 canales fading y hasta 20 caminos, con las siguientes características:
  - o Los perfiles de fading deben incorporar diversos modelos como (en su terminología en inglés): “Static path”, “Pure Doppler”, “Rayleigh, Rice”, “Constant phase”, “Bell-shape TGn indoor”, “Bell-shape TGn moving vehicle”
  - o Ancho de banda de 200MHz.
  - o Pérdidas de inserción automáticas o definidas por el usuario de -30dB a 30dB
- Estándares predefinidos:
  - o 5G NR (TDL-A, TDL-B and TDL-C)
  - o 5G NR MIMO (TDL-A, TDL-B and TDL-C)
- Máximo retardo de camino mejor o igual que: 1073ms
- Máxima velocidad simulada a 1GHz mejor o igual que: 4320km/h
- Máximo Doppler simulado a 1GHz mejor o igual que:  $\pm 4$ kHz
- El equipo debe incluir modulaciones digitales en tiempo real, tales como:
  - o Capacidad de simular señales de 5G New Radio en ambas bandas base simultáneamente:
    - “Release 15/16/17” en línea con las siguientes versiones de especificaciones 3GPP:
    - TS 38.211 17.3.0
    - TS 38.212 17.3.0
    - TS 38.213 17.3.0
    - TS 38.214 17.3.0
  - o Generación de señales con un “EVM” para una portadora de 3.5GHz con modulación 5G NR FR1 con ancho de banda de 100MHz mejor o igual que:
    - -57dB con potencia de salida de -15 dBm
    - -52 dB con potencia de salida de 10 dBm
  - o Generación de señales con un “EVM” para una portadora de 13GHz con modulación 5G NR FR3 con ancho de banda de 100MHz mejor o igual que:
    - -48dB con potencia de salida de -15 dBm
    - -48 dB con potencia de salida de 10 dBm
  - o Generación de señales con un “EVM” para una portadora de 24GHz con modulación 5G NR FR2 con ancho de banda de 100MHz mejor o igual que:
    - -45dB con potencia de salida de -15 dBm
    - -45 dB con potencia de salida de 10 dBm
- Capacidad de simular GPS en un canal de banda base en línea con ICD-GPS-200 revisión H con:
  - o Capacidad de simular en real time hasta 24 canales con capacidad de ajustar la frecuencia y la amplitud de las señales de GPS en una sola banda (L1 o L2). Capacidad de simular escenarios estáticos y dinámicos (hasta 600m/s de velocidad, 1600 m/s<sup>2</sup> de aceleración y 400 m/s<sup>3</sup> de jerk).
  - o Capacidad de simular escenarios con interferencias con al menos, las siguientes opciones: GNSS + interferencia CW, GNSS + AWGN y GNSS + señal de comunicaciones (coexistencia).
- Capacidad de simular 5G-NR MIMO 2x2 y MIMO 2x2 con fading.
- Además, el equipo debe incluir las siguientes características o funcionalidades:
  - o Programación: Registrador interno de comandos SCPI y generador de código de control remotos ejecutables desde modo de operación manual por pasos que permitan importar a programas ejecutables de código.
  - o Combinador externo para combinar ambos canales en uno solo, para ello se precisa un combinador externo de al menos 40GHz, incluyendo cableado entre el equipo de medida y el combinador.

Original signat per:





- Disco Duro de estado sólido integrado en el equipo de hasta 512GB
- Control remoto mediante, al menos, interfaces LAN 1000BT y USB 3.0
- Peso debe no superior a 35 Kg, para facilitar el transporte.
- Consumo no superior a los 1000W, siguiendo las directrices actuales de eficiencia energética.
- Finalmente, el equipo debe ser nuevo. No se aceptan equipos de demostración o reacondicionados.

## 2) Analizador de señales con unas capacidades mínimas de:

- 4 canales de entrada de señales, con 16GHz de ancho de banda en 2 canales y 8 GHz de ancho de banda en 4 canales
- Velocidad de muestreo mínima de 20 GSa/s (Giga-muestras por segundo) en los 4 canales simultáneamente y 40 GSa/s en 2 canales
- Impedancia de entrada de cada canal: 50 Ohmios
- Resolución vertical, sin magnificación software, con ancho de banda completo, de hasta 2mV/div como mínimo.
- Velocidad de adquisición en modo continuo de 750000 wfm/s (“waveforms” por segundo) o superior.
- Opción de “deembedding” para la compensación en la señal de efectos de canal como desadaptación o pérdidas de transmisión debido a defectos en las pistas de señal, defectos en puntas de sondas, cables o fijaciones. Dicha capacidad debe ser en tiempo real, es decir, debe tener la capacidad de hacer “deembedding” sobre la señal adquirida y dar la señal corregida sin reducir la velocidad de adquisición.
- Generación de pulsos diferencial de 16 GHz de ancho de banda, integrado en el equipo para la caracterización de la respuesta en frecuencia de cables y sondas e implementar el “deembedding”.
- Capacidad de disparo sobre señal diferencial o modo común calculada a partir de dos señales conectadas a dos canales distintos.
- Debe permitir hacer medidas de reflectometría y transmisión “single-ended” y diferencial en el tiempo (Función TDR/TDT)
- Debe ofrecer un aislamiento entre canales en todas las escalas verticales y ancho de banda de >40dB
- Ofrecer una precisión de la base de tiempos de  $\leq \pm 10$ ppb
- Mostrar un error “jitter” del reloj de muestreo medido (valor RMS) de  $\leq 50$ fs, en un tiempo de adquisición de 1 $\mu$ s.
- Disponer de memoria de 2Gsamples por canal y 3GSamples en dos canales
- Mostrar un error “jitter” del disparo medido (valor RMS) de <1ps
- Debe tener una sensibilidad del disparo igual o mejor que 10–4 divisiones verticales, desde DC hasta 16 GHz para todas las escalas verticales.
- Disponer de una sensibilidad de disparo por ancho de pulso de  $\leq 25$ ps
- Ofrecer un rango dinámico medido mejor o igual que 107dB
- Contar con una zona libre de espurios de  $\geq 66$  dB
- Mostrar una precisión de amplitud absoluta medida mejor o igual que:
  - $\pm 0.25$ dB para frecuencias  $\leq 12$  GHz
  - $\pm 0.5$ dB para frecuencias  $> 12$  GHz  $\leq 15$  GHz
- El analizador de señales debe tener la capacidad demodulación y adquisición de señales I/Q en el propio equipo en tiempo real

## Original signat per:





- El equipo debe incluir dos “frontends” externos controlables desde la interfaz del analizador de señales para ampliar la frecuencia al rango de 24GHz a 44GHz con las siguientes características:
  - o Ancho de banda de análisis igual o superior a 1GHz
  - o Disponer de atenuador de señal de entre 0dB y 31dB en pasos de 1dB.
  - o Conectores para ambas salidas/entradas tanto de 1.85mm como de 2.92mm.
  - o Ofrecer una precisión de nivel medida inferior a 2dB en todo el rango frecuencial.
  - o Sensibilidad con un filtro de 1KHz de ancho de banda normalizado a 1Hz mejor o igual que:
    - -157 dBm para  $24 \text{ GHz} \leq f \leq 30 \text{ GHz}$
    - -154 dBm para  $30 \text{ GHz} < f \leq 40 \text{ GHz}$
    - -150 dBm para  $40 \text{ GHz} < f \leq 44 \text{ GHz}$
  - o Máximo nivel de entrada mejor o igual que:
    - +12 dBm (con atenuación RF de 0 dB) para  $f > 100 \text{ MHz}$
    - +25 dBm (con atenuación RF  $\geq 13 \text{ dB}$ ) para  $f > 100 \text{ MHz}$
    - 0 dBm para  $10 \text{ kHz} \leq f \leq 100 \text{ MHz}$
  - o Ruido de fase a una frecuencia central de 28GHz:
    - $100 \text{ Hz} < -68 \text{ dBc} (1 \text{ Hz})$
    - $1 \text{ kHz} < -90 \text{ dBc} (1 \text{ Hz})$
    - $10 \text{ kHz} < -102 \text{ dBc} (1 \text{ Hz})$
    - $100 \text{ kHz} < -110 \text{ dBc} (1 \text{ Hz})$
    - $1 \text{ MHz} < -126 \text{ dBc} (1 \text{ Hz})$
- El equipo debe proporcionar el software necesario para medidas de:
  - o Medidas MIMO downlink: medida de fase de portadoras en diferentes puertos de antenas, medida de diferencia de fase de diferentes puertos de antena al puerto de antena de referencia y tabla resumen de beamforming
  - o Medidas 5G-NR R15/16/17 Downlink/Uplink. Soportando medidas básicas de los estándares:
    - 3GPP TS 38.211 v15.10.0
    - 3GPP TS 38.211 v16.8.0
    - 3GPP TS 38.211 v17.3.0
    - 3GPP TS 38.211 v18.2.0
- Medidas de diagramas de ojo: “extinction ratio”, “eye height”, “eye width”, “eye top”, “eye base”, “Q factor”, “S/N ratio”, “duty cycle distortion”, “eye rise time”, “eye fall time”, “eye bit rate”, “eye amplitude”, “jitter” (peak-to-peak, 6-sigma, RMS)
- Test de máscaras, permitiendo realizar test de hasta 8 simultáneamente con una velocidad de ensayo de hasta 600.000 wfm/s
- Interfaces de control del equipo: LAN 1000Base-T, GPIB, USB
- Salidas de monitor HDMI y Display Port.
- Se suministrarán al menos cuatro adaptadores a conector SMA.
- El peso debe ser inferior a 30 Kg, para así facilitar el transporte.
- Siguiendo las directrices actuales de eficiencia energética, se requiere un equipo que no supere los 1000W de potencia máxima consumida.
- El equipo debe ser nuevo. No se aceptan equipos de demostración o reacondicionados.

### 3) Soporte post venta:

- a) Todo el equipamiento contará con una garantía de 1 año mínimo, a contar desde el momento de entrega del equipamiento completo.

Original signat per:





- b) Se dispondrá de apoyo de mantenimiento y posibles averías, con disponibilidad 8x5 (durante las 8 horas y los 5 días de la jornada laboral) de la infraestructura, durante la vigencia de la garantía.
- d) Se dispondrá de un servicio de reparación y reposición de componentes que permita la reparación de las unidades defectuosas por otra unidad funcional en un plazo máximo de 60 días.
- e) Se dispondrá de acceso a actualizaciones del software de gestión de los equipos, al menos durante la vigencia de la garantía del equipamiento.

#### 4) Formación:

- a) Formación una vez el equipamiento esté instalado y en pleno funcionamiento, de las funcionalidades y programas de gestión de los equipos.

## 2. Actividades y funciones de la empresa contratista

La empresa contratista deberá realizar el suministro de los equipos descritos con sus características mínimas del apartado "1. Objeto del contrato o necesidad a cubrir", y deberá realizar la instalación de los equipos en las ubicaciones asignadas por el Proyecto Técnico de Telecomunicaciones (PTT) propuesto y aprobado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, avalado por la empresa consultora contratada al efecto.

Las funciones que debe asumir la empresa contratista son las siguientes:

- a) Suministro de los equipos
- b) Instalación de los mismos en las ubicaciones indicadas
- c) Instalación de las licencias de software correspondientes
- Realización de pruebas de instalación y adecuado funcionamiento.
- Formación en el uso de los equipos.
- Entrega de documentación, copias de seguridad del software y sistemas de control de los equipos.

La oferta que presente la empresa licitadora deberá abarcar la totalidad de las actividades y funciones especificadas en el presente pliego y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, siendo todas ellas obligatorias para la admisión de las propuestas.

## 3. Formas de seguimiento y control de la ejecución de las condiciones

La empresa contratista debe designar a una persona responsable a quien encargar la gestión de la ejecución del contrato y que deberá garantizar la calidad de la prestación objeto de este pliego, tratando directamente las cuestiones relacionadas con el desarrollo normal de las tareas indicadas en este pliego con la persona interlocutora designada por el órgano de contratación.

Las personas referidas anteriormente estarán en contacto con la persona responsable del contrato a fin de asegurar que el mismo se ejecuta conforme a lo establecido en el presente pliego.

Original signat per:





#### 4. Documentación técnica a aportar por la empresa adjudicataria

Las especificaciones técnicas propuestas por la empresa licitadora en su oferta se convertirán en condiciones de obligado cumplimiento a lo largo de la ejecución del contrato si ésta se convierte en la adjudicataria.

Los responsables del contrato,

José A. Lázaro Villa

Cristina Cervelló

Barcelona, a la fecha de la firma electrónica

Universitat Politècnica de Catalunya  
Podeu verificar la integritat d'aquest document a: <https://seuelectronica.upc.edu/verifica-integritat-del-document>  
Codi Segur de Verificació: yFJtiQBeknBeoYBAJaBK

Original signat per:

CRISTINA CERVELLO PASTOR  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-11-2024 12:40:00  
GMT+1

JOSE ANTONIO LAZARO VILLA  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Signat en: 19-11-2024 12:53:42  
GMT+1

