



[ziv@zivautomation.com](mailto:ziv@zivautomation.com)  
[www.zivautomation.com](http://www.zivautomation.com)

Carrer de les Ciències, 149-151  
08908 l'Hospitalet de Llobregat  
Barcelona-Spain

Tel.: +34 933 490 700

---

# SISTEMA DE ONDA PORTADORA UNIVERSAL

## TIPO OPU-1



### DESCRIPCIÓN GENERAL OPU-1

V08 - Abril 2021

MGOPUA2104Ev08

## SÍMBOLOS DE SEGURIDAD



### **ADVERTENCIA O PRECAUCIÓN:**

Este símbolo denota un riesgo. No seguir el procedimiento, operación o similar indicado puede suponer la avería total o parcial del equipo e incluso la lesión del personal que lo manipule.



### **NOTA:**

Información o aspecto importante a tener en cuenta en un procedimiento, operación o similar.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> <span style="float: right;"><b>5</b></span>
1.1	CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN <span style="float: right;">5</span>
1.2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES <span style="float: right;">9</span>
1.3	SISTEMA DE GESTIÓN <span style="float: right;">11</span>
1.4	EJEMPLOS DE APLICACIÓN <span style="float: right;">12</span>
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE MÓDULOS</b> <span style="float: right;"><b>16</b></span>
2.1	MÓDULOS BÁSICOS PARA TERMINALES DE 20 Y 40 W <span style="float: right;">19</span>
2.2	MÓDULOS ADICIONALES PARA TERMINALES DE 80 W <span style="float: right;">21</span>
2.3	MÓDULOS ADICIONALES PARA TERMINALES DE 20 Y 40 W CON FILTROS ADICIONALES <span style="float: right;">22</span>
2.4	MULTIPLEXOR INTERNO OPCIONAL <span style="float: right;">23</span>
2.5	MÓDULOS OPCIONALES ANALÓGICOS <span style="float: right;">24</span>
2.5.1	Módulo de telefonía <span style="float: right;">24</span>
2.5.2	Terminales de teleprotección <span style="float: right;">25</span>
2.5.2.1	Terminal de teleprotección por tono único <span style="float: right;">25</span>
2.5.2.2	Terminal de teleprotección por canales FSK <span style="float: right;">26</span>
2.5.2.3	Terminal de teleprotección por doble tono <span style="float: right;">27</span>
2.5.2.4	Terminal de teleprotección integrado en la banda digital <span style="float: right;">28</span>
2.5.3	Modem asíncrono programable MFPU <span style="float: right;">29</span>
2.5.4	Otros <span style="float: right;">29</span>
<b>3</b>	<b>PARTICULARIDADES DEL SISTEMA</b> <span style="float: right;"><b>31</b></span>
3.1	UTILIZACIÓN DE LA BANDA BASE ANALÓGICA <span style="float: right;">31</span>
3.2	UTILIZACIÓN DEL CANAL PILOTO (CANAL ANALÓGICO) <span style="float: right;">31</span>
3.3	MODULACIONES Y DEMODULACIONES <span style="float: right;">33</span>
3.4	SINCRONIZACIÓN DEL ENLACE <span style="float: right;">34</span>
3.5	SINCRONIZACIÓN HORARIA <span style="float: right;">34</span>
3.5.1	Sincronización GPS <span style="float: right;">35</span>
3.5.2	Sincronización Ethernet <span style="float: right;">35</span>

	<b>Pág.</b>
<b>4</b>	<b>MENÚS DE GESTIÓN PRINCIPALES</b> <b>36</b>
4.1	MENÚ SISTEMA 36
4.2	MENÚ CONFIGURACIÓN 37
4.3	MENÚ MONITORIZACIÓN 38
4.4	MENÚ AYUDA A LA PUESTA EN SERVICIO 40
<b>5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b> <b>42</b>
5.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES 42
5.2	CARACTERÍSTICAS DE ALTA FRECUENCIA 45
5.3	CARACTERÍSTICAS DEL MODEM DIGITAL QAM 46
5.4	CARACTERÍSTICAS DEL MODEM DIGITAL OFDM 47
5.5	INTERFACES DE USUARIO 48
5.6	CARACTERÍSTICAS DEL MULTIPLEXOR INTERNO OPCIONAL 49
5.7	OTRAS CARACTERÍSTICAS 51
5.8	CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO 54
5.9	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS 55
5.10	SISTEMA DE GESTIÓN 57

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN

El terminal de Onda Portadora Universal tipo OPU-1, gracias a su diseño modular, permite transmitir toda clase de servicios a través de una línea de Alta Tensión.

Esta modularidad permite que el terminal OPU-1 pueda configurarse para transmitir canales analógicos, digitales o analógicos y digitales simultáneamente, conjuntamente con señales de teleprotección, si así se desea.

Cuando opera con canales analógicos, el terminal OPU-1 puede transmitir uno o dos canales normalizados de 4 kHz en cada sentido de transmisión. La banda útil de cada canal, comprendida entre 300 Hz y 3850 Hz, puede emplearse para la transmisión de datos de alta velocidad, de varios canales telegráficos, de señales de teleprotección o para servicio mixto de voz y datos.

Cuando opera con un canal digital, el terminal OPU-1 puede soportar dos esquemas de modulación digital distintos (QAM u OFDM/OQAM). En términos generales, QAM es más adecuado en líneas largas y velocidades de transmisión medias, mientras que OFDM/OQAM es más adecuado para velocidades de transmisión superiores en líneas cortas.

Con un esquema de modulación digital OFDM/OQAM, el terminal OPU-1 puede soportar una velocidad de transmisión máxima de 324 kbit/s en un ancho de banda de 32 kHz, en cada sentido de transmisión. También es posible una velocidad de transmisión de 160 kbit/s en un ancho de banda de 16 kHz, de 72 kbit/s en un ancho de banda de 8 kHz, y de 32 kbit/s en un ancho de banda de 4 kHz, en cada sentido de transmisión.

Cuando opera con un canal digital QAM, el terminal OPU-1 ofrece una velocidad de transmisión de 81 kbit/s, de los cuales 79 kbit/s están a disposición del usuario, permitiendo multiplexar varios canales de voz y de datos y, en alternativa, establecer un canal de 64 kbit/s más otros canales adicionales, hasta un total de 15 kbit/s, para señalización, telecontrol, etc. Si se desea, la multiplexación de los distintos servicios puede efectuarse mediante un multiplexor TDM interno opcional, el cual consta de hasta tres módulos (puertos de voz y de datos). El canal de transmisión en alta frecuencia ocupa, en cada sentido de transmisión, un ancho de banda de 16 kHz. Gracias al empleo de un cancelador de eco incorporado, las bandas de emisión y recepción pueden superponerse con lo cual el ancho de banda ocupado por el enlace es de 16 kHz en total.

Cuando el terminal OPU-1 opera con un canal digital QAM, también es posible una velocidad de transmisión de 40,5 kbit/s en un ancho de banda de 8 kHz y de 20,25 kbit/s en un ancho de banda de 4 kHz, en ambos casos único para bandas superpuestas o en cada sentido para bandas distanciadas.

A 40,5 kbit/s, los canales de emisión y recepción, de 8 kHz cada uno, pueden ser contiguos, con lo cual el ancho de banda ocupado por el enlace es de 16 kHz en total. Asimismo, a 20,25 kbit/s, los canales de emisión y recepción, de 4 kHz cada uno, pueden ser contiguos, con lo cual el ancho de banda ocupado por el enlace es de 8 kHz en total.

Cuando opera con un canal digital QAM, el terminal OPU-1 puede integrar las señales de teleprotección en la banda de operación digital.

En la FIGURA 1 están representados varios ejemplos de capacidad de transmisión. Como solución a la congestión de frecuencias, el terminal OPU-1 puede equiparse con filtros adicionales, los cuales permiten transmitir los canales analógicos y digitales en bandas separadas utilizando los huecos frecuenciales disponibles en una misma línea de Alta Tensión o, si es necesario, en líneas independientes (véase FIGURA 2).

En un terminal analógico bicanal, el uso de filtros adicionales también permite que las bandas de emisión y recepción de cada canal puedan estar distanciadas.

El terminal OPU-1 puede funcionar con distintos filtros de línea, según el tipo de placa base con el que esté equipado.

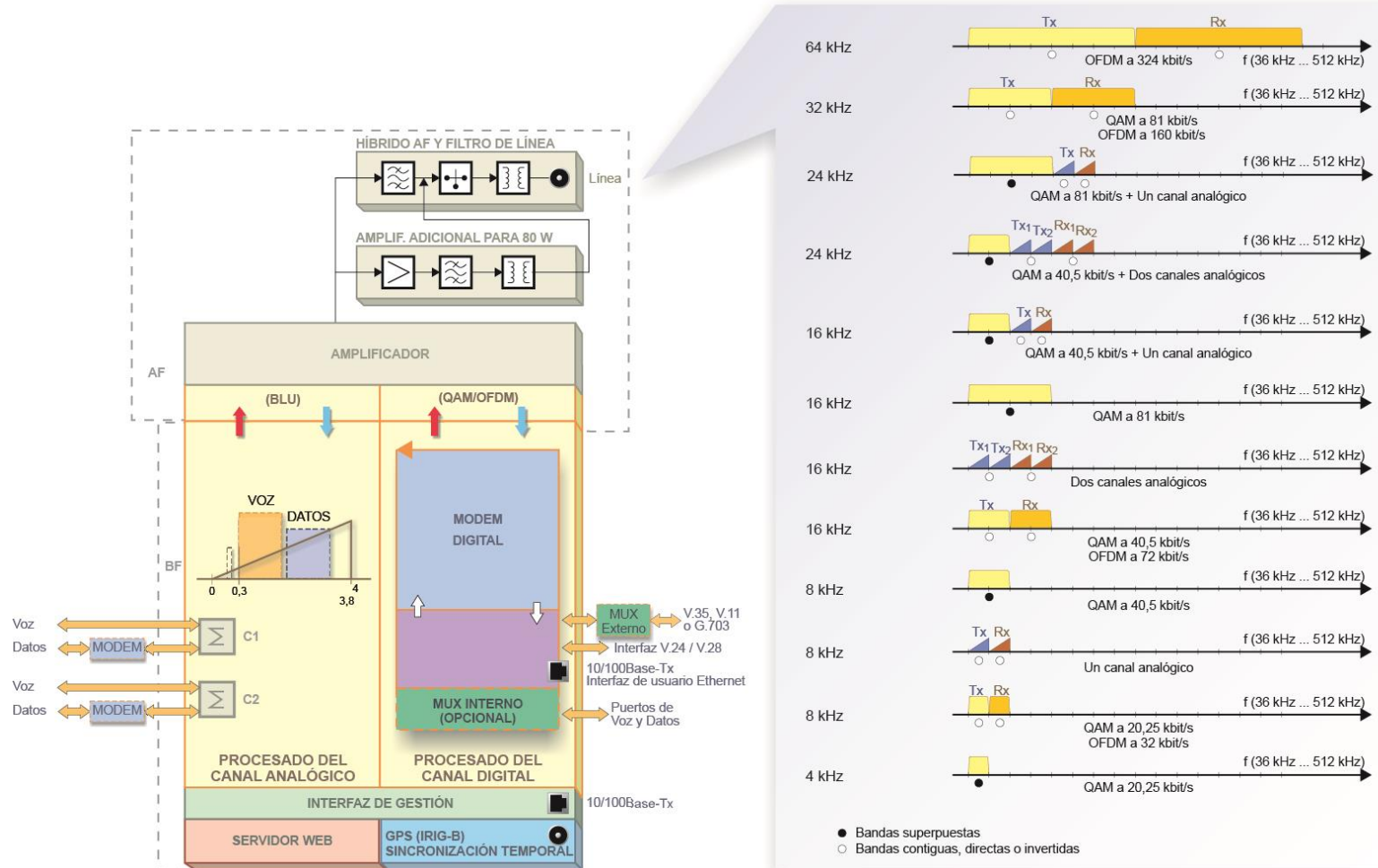
Si se desea, como solución para las redes de OP con congestión de frecuencia, el terminal OPU-1 puede funcionar como un sistema de teleprotección de Alta Frecuencia. Esta funcionalidad permite a las empresas eléctricas transmitir señales de disparo, entre los relés de protección, sobre las líneas de Alta Tensión utilizando únicamente un ancho de banda de 4 kHz, estando reservados 2 kHz para la emisión y 2 kHz para la recepción. Esta funcionalidad implica una arquitectura hardware específica en el equipo.

Los terminales OPU-1 cumplen con la Recomendación Internacional CEI 495, relativa a los equipos de Ondas Portadoras sobre líneas de alta tensión.

La funcionalidad de Teleprotección de AF cumple los requerimientos de seguridad y obediencia especificados en la Recomendación CEI 60834-1 para los tres tipos de esquemas de órdenes de teleprotección siguientes: esquemas de teledisparo permisivo, esquemas de teledisparo directo y esquemas de protección por bloqueo.

# OPU-1

FIGURA 1 Arquitectura básica del terminal OPU-1 de 20, 40 y 80 W (ejemplos de configuración)

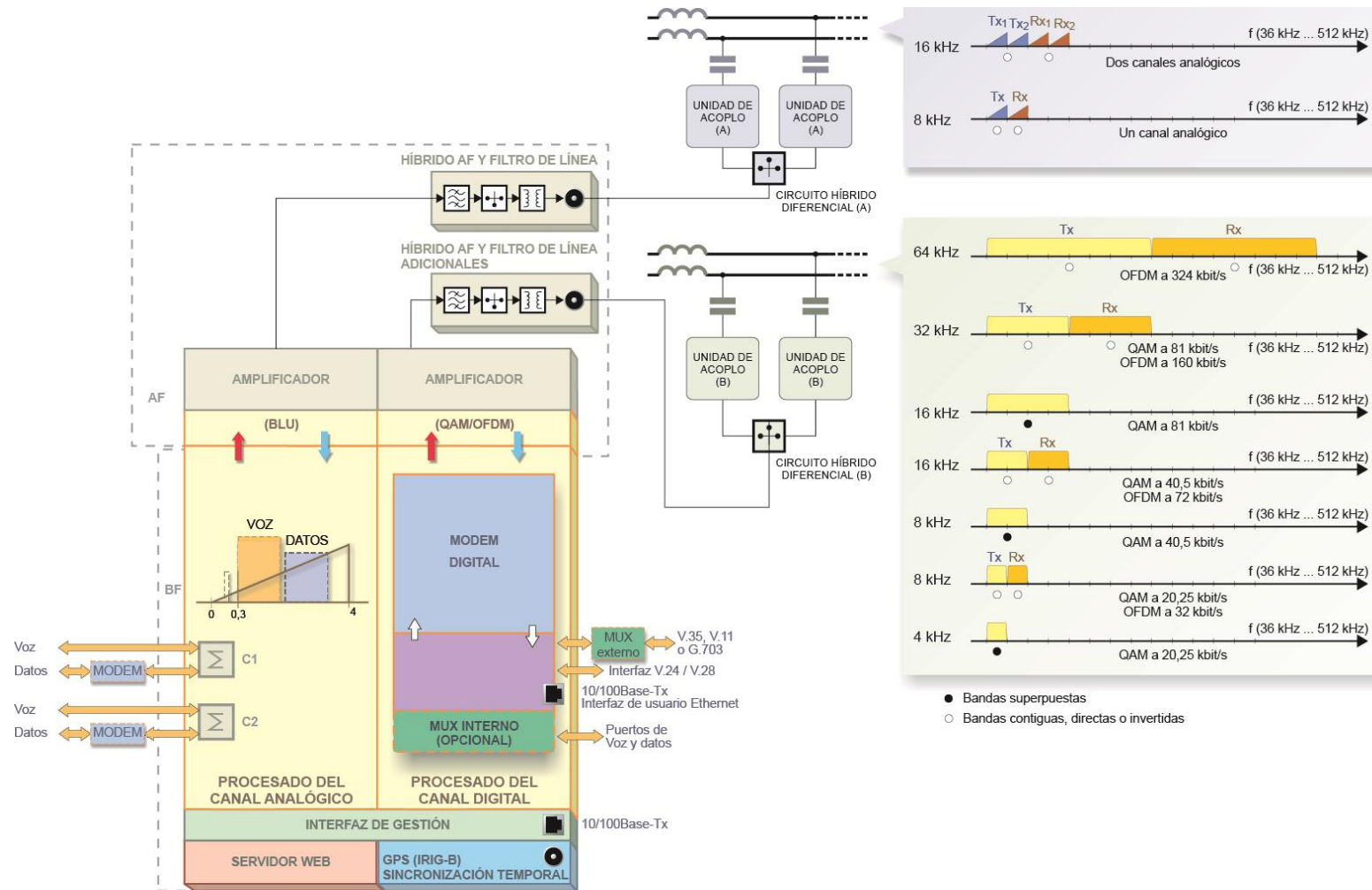


**NOTAS:** La velocidad de transmisión depende de la relación S/R de la línea.  
El terminal OPU-1 puede funcionar con distintos filtros de línea, según el tipo de placa base.



# OPU-1

FIGURA 2 Arquitectura básica del terminal OPU-1 de 20 y 40 W con filtros adicionales (ejemplos de configuración)



**NOTAS:** La velocidad de transmisión depende de la relación S/R de la línea.

El terminal OPU-1 puede funcionar con distintos filtros de línea, según el tipo de placa base.





## 1.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

A continuación, se indican algunas de las prestaciones más notables del terminal OPU-1:

❖ **Sincronización horaria.**

El terminal OPU-1 registra cronológicamente todas las alarmas producidas en el equipo, así como los eventos que se refieren al servicio del enlace. Para establecer la fecha y la hora en la que se producen estas alarmas y/o eventos, el terminal OPU-1 dispone de un reloj de tiempo real que puede ser sincronizado con el sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global) o mediante el protocolo SNTP.

❖ **Dos esquemas de modulación digital.**

La OPU-1 ofrece dos esquemas de modulación distintos para adaptarse mejor a las necesidades de transmisión en términos de calidad de servicio requerida por las aplicaciones y características de la línea de transmisión. Ambos esquemas, QAM y OFDM/OQAM, son soportados por la OPU-1 y pueden seleccionarse desde el software de programación.

La selección entre QAM y OFDM/OQAM depende, de un lado, de la velocidad de transmisión requerida, BER requerida y latencia interna y, de otro lado, de la relación S/R y de la atenuación de la línea. Con QAM se puede trabajar con valores de relación S/R más bajos y con una latencia de transmisión menor, mientras que con OFDM/OQAM se aumenta la velocidad de transmisión a expensas de una latencia de transmisión mayor y de valores de relación S/R mayores.

❖ **Aumento/Disminución automática de la velocidad total en línea.**

Otra prestación destacable del terminal OPU-1 cuando opera con una unidad de modem digital es la disminución automática de la velocidad total en línea en condiciones de ruido de línea y/o de reflexiones de la señal muy desfavorables.

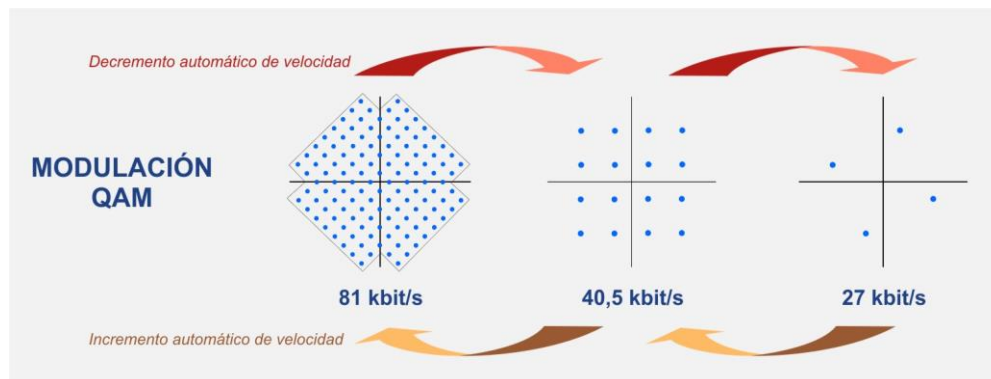
En caso necesario, como puede verse en la FIGURA 3 de ejemplo para QAM, la velocidad de transmisión puede reducirse a la mitad o a un tercio del valor máximo, es decir, a 40,5 kbit/s y a 27 kbit/s respectivamente. Cuando las condiciones de la línea mejoran, la velocidad de transmisión se restablece automáticamente.

En OFDM/OQAM, el canal se examina constantemente de forma que las portadoras afectadas por el ruido o por las interferencias pueden reducir su modulación automáticamente e incluso anularse. Además, para conseguir una comunicación más fiable, el ratio del turbo código también puede variar. La combinación de ambos mecanismos permite que la velocidad máxima de transmisión se ajuste dinámicamente, asegurando una BER correcta en cualquier circunstancia.

Para el QAM, esta prestación, si se desea, puede deshabilitarse desde el software de programación.

La medición de la calidad del enlace se efectúa en base a la Recomendación G.821.

FIGURA 3 Aumento/Disminución automática de la velocidad total en línea (QAM)



❖ **Interfaz Ethernet de usuario con funcionalidad de bridge integrada.**

En el frontal del equipo se encuentra disponible una interfaz Ethernet de usuario la cual es de utilidad cuando el terminal OPU-1 se utiliza para interconectar diferentes segmentos de línea. En este caso, un bridge Ethernet integrado selecciona las tramas que deben transmitirse al otro extremo, lo que permite un uso más eficiente del canal de comunicaciones.

La información se multiplexa junto con el resto de canales de voz y datos, y se transmite en la señal QAM.

❖ **Agente SNMP.**

Los terminales OPU-1 pueden incluir un agente SNMP capaz de realizar comandos GET y SET así como generar notificaciones TRAP e INFORM (informaciones no solicitadas transmitidas de forma espontánea) de alarmas y eventos del equipo hacia los dispositivos que especifique el usuario, y de permitir la supervisión del equipo desde una aplicación de gestión SNMP.

❖ **Funcionalidad de Teleprotección de Alta Frecuencia de Banda Estrecha.**

Esta funcionalidad es la mejor solución para las redes de OP con congestión de frecuencia. Permite a las empresas eléctricas transmitir órdenes de teleprotección sobre las líneas de alta tensión, utilizando únicamente un canal normalizado de 4 kHz, estando reservados 2 kHz para la emisión y 2 kHz para la recepción.

Esta funcionalidad implica una arquitectura hardware específica del terminal.

## 1.3 SISTEMA DE GESTIÓN

Los terminales OPU-1 incluyen un servidor web en el que se almacenan todas las páginas necesarias para la programación y monitorización del sistema, por lo que no es necesario suministrar ningún *software* con el equipo.

La conexión entre el PC y el terminal OPU-1 puede ser directa o, si se dispone de los dispositivos de *networking* necesarios, a través de una red IP (LAN). En este último caso, todos los ordenadores conectados a la red IP tienen la posibilidad de gestionar cualquier terminal OPU-1 conectado a dicha red IP.

El usuario, introduciendo en el navegador la dirección IP del servidor web integrado en el terminal OPU-1 objeto de la gestión, accede, previa autorización mediante clave de acceso, a la página web de inicio del Sistema de Gestión.

El sistema, por defecto, dispone de dos perfiles creados, uno básico y otro administrador, cuyos nombres de usuario y contraseñas se pueden ver en la TABLA 1. Cada uno dispone de capacidades de gestión diferentes de forma que mientras el usuario administrador puede modificar y supervisar cualquier parámetro del terminal, el usuario básico únicamente puede adquirir o supervisar los parámetros del terminal, pero sin posibilidad de alterar su funcionamiento en ningún momento.

TABLA 1 Claves de acceso por defecto del sistema

	Nombre de usuario	Contraseña
Usuario Básico	basic	basic
Usuario Administrador	admin	admin

a) Para versión Web inferior a 3.4

	Nombre de usuario	Contraseña
Usuario Básico	basic	Basic@01
Usuario Administrador	admin	Admin@01

b) Para versión Web igual o superior a 3.4

## 1.4 EJEMPLOS DE APLICACIÓN

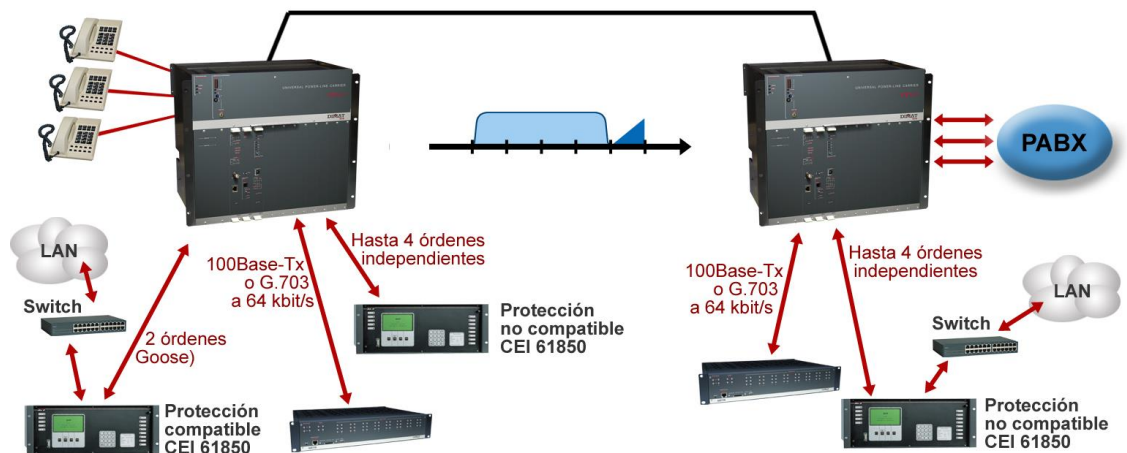
La modularidad del terminal OPU-1, junto con su amplia gama de interfaces, permite cubrir la mayoría de configuraciones que pueden presentarse en las diferentes aplicaciones. A continuación, se muestran algunos ejemplos de posibles aplicaciones, en los que se destacan los aspectos más relevantes de los terminales OPU-1.

### Propósito general

Canal analógico destinado a señales de teleprotección, y señal QAM/OFDM a canales de voz y datos.

Para esta aplicación, el terminal OPU-1 debe equiparse con un sistema de teleprotección de 4 órdenes y con los módulos del multiplexor opcional que se precisen.

FIGURA 4 Transmisión de datos, voz y señales de teleprotección

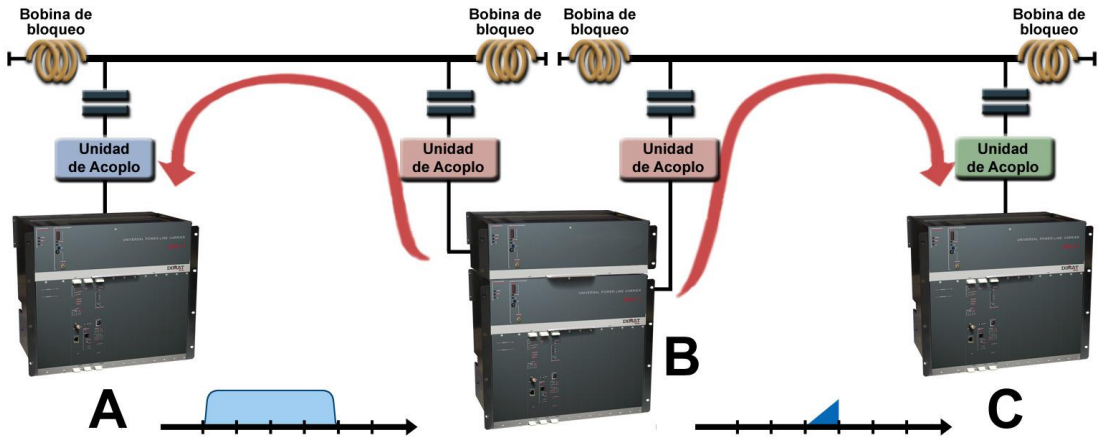


## Dos equipos de OP independientes en un único panel

Señal QAM / OFDM en un sentido de la transmisión y canales analógicos de 4 kHz en el otro.

Para esta aplicación, son imprescindibles los filtros adicionales.

FIGURA 5 Dos equipos de OP independientes en un único panel

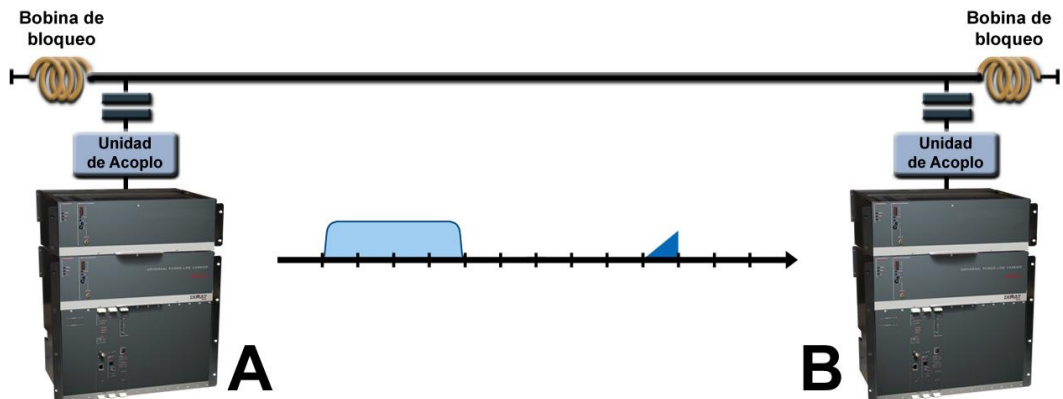


## Solución a la congestión de frecuencias

Distintos huecos frecuenciales en una misma línea de Alta Tensión (véase FIGURA 6) o, si es necesario, en líneas independientes (véase FIGURA 5).

Para esta aplicación, son imprescindibles los filtros adicionales.

FIGURA 6 Solución a la congestión de frecuencias

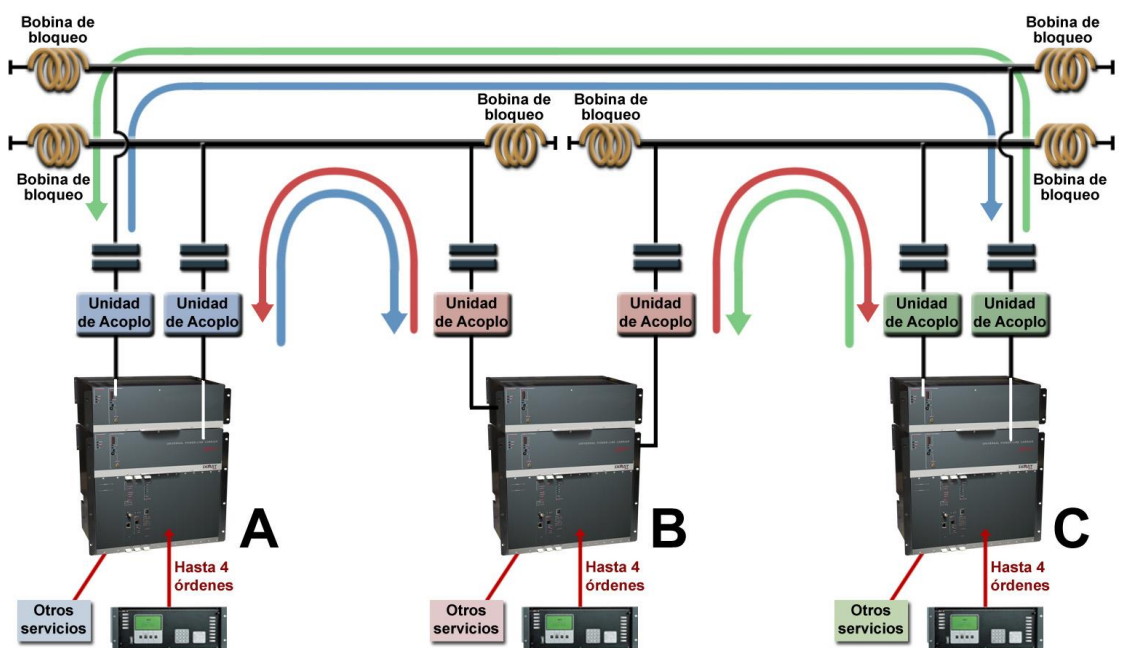


## Teleprotección entre 3 emplazamientos distintos utilizando tan sólo tres terminales OPU-1

Esta aplicación consiste en el envío de la misma información de teleprotección hacia dos emplazamientos distintos utilizando tan sólo tres terminales OPU-1 equipados cada uno con dos sistemas de teleprotección de 4 órdenes.

Para esta aplicación, son imprescindibles los filtros adicionales.

FIGURA 7 Aplicación de teleprotección entre 3 emplazamientos



En un terminal analógico bicanal, el uso de filtros adicionales permite que las bandas de emisión y recepción de cada canal puedan estar distanciadas.

# OPU-1

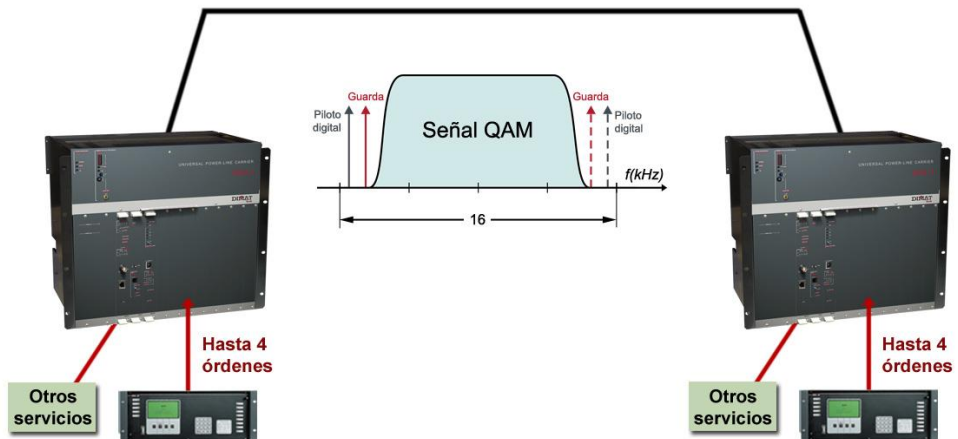
## Teleprotección integrada en la banda digital

La banda de operación digital se usa para la señal QAM y para las señales de teleprotección.

Para esta aplicación, el terminal OPU-1 está equipado con un sistema de teleprotección de 4 órdenes específico.

La señal de guarda se envía a la línea de Alta Tensión junto con la señal QAM. Cuando el receptor detecta la ausencia de la señal de guarda, procede a bloquear la señal QAM, durante un periodo de tiempo preestablecido, para poder detectar la señal de orden.

FIGURA 8 Teleprotección integrada en la banda digital (16 kHz)



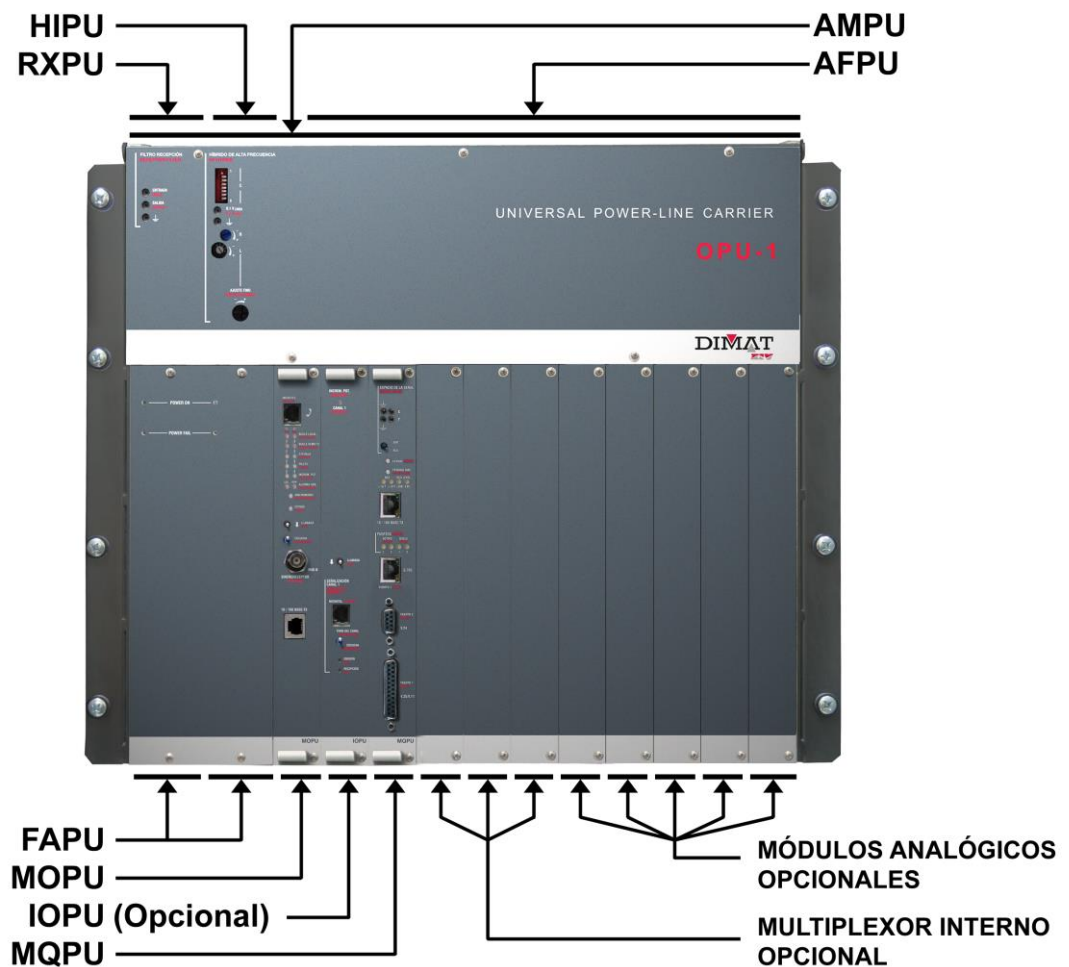
## 2 DESCRIPCIÓN DE MÓDULOS

El terminal OPU-1 dispone de una potencia de salida (PEP) de 20 W, 40 W y 80 W, medida a la salida del conector coaxial, que comparten los canales analógicos y digitales.

El terminal OPU-1 de base consiste en un panel de 3 U de altura normalizadas, que contiene los módulos de la etapa de potencia para 20 y 40 W, y un panel de 6 U de altura normalizadas, que contiene la alimentación, la unidad de control, procesamiento y gestión, la unidad de modem digital, así como los módulos opcionales. En la FIGURA 9 se muestra la disposición de módulos para terminales de 20 y 40 W.

Todos los paneles están preparados para montaje en un rack de 19 pulgadas.

FIGURA 9 Disposición de módulos en terminales OPU-1 de 20 y 40 W

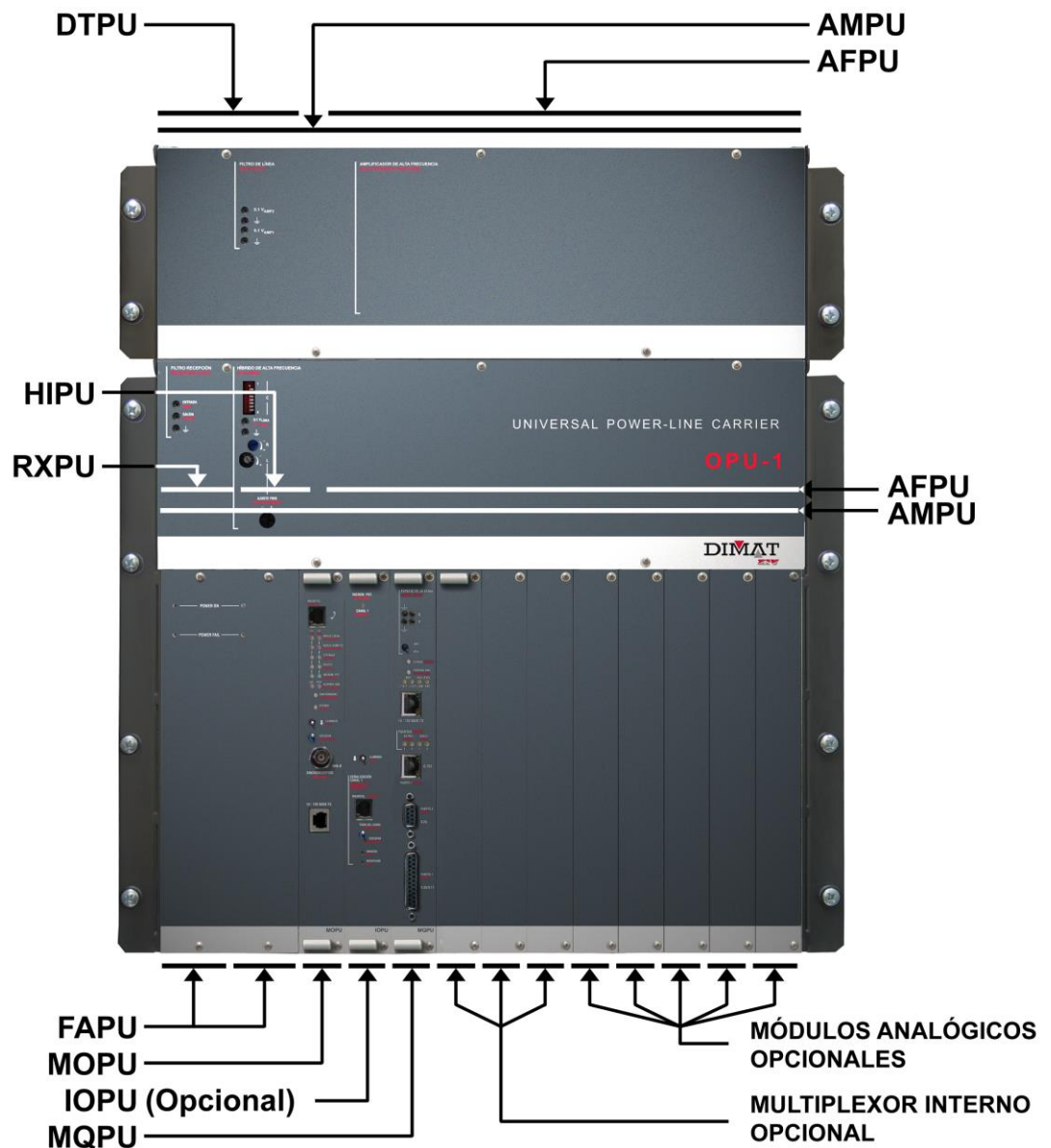




# OPU-1

El terminal de 80 W, además de los anteriores, precisa de un panel adicional de 3 unidades de altura normalizadas que contiene un segundo amplificador de 40 W y un transformador diferencial que conecta el amplificador de base en paralelo con este segundo amplificador para la obtención de los 80 W de potencia de salida. En la FIGURA 10 se muestra la disposición de módulos para terminales de 80 W.

FIGURA 10 Disposición de módulos en terminales OPU-1 de 80 W

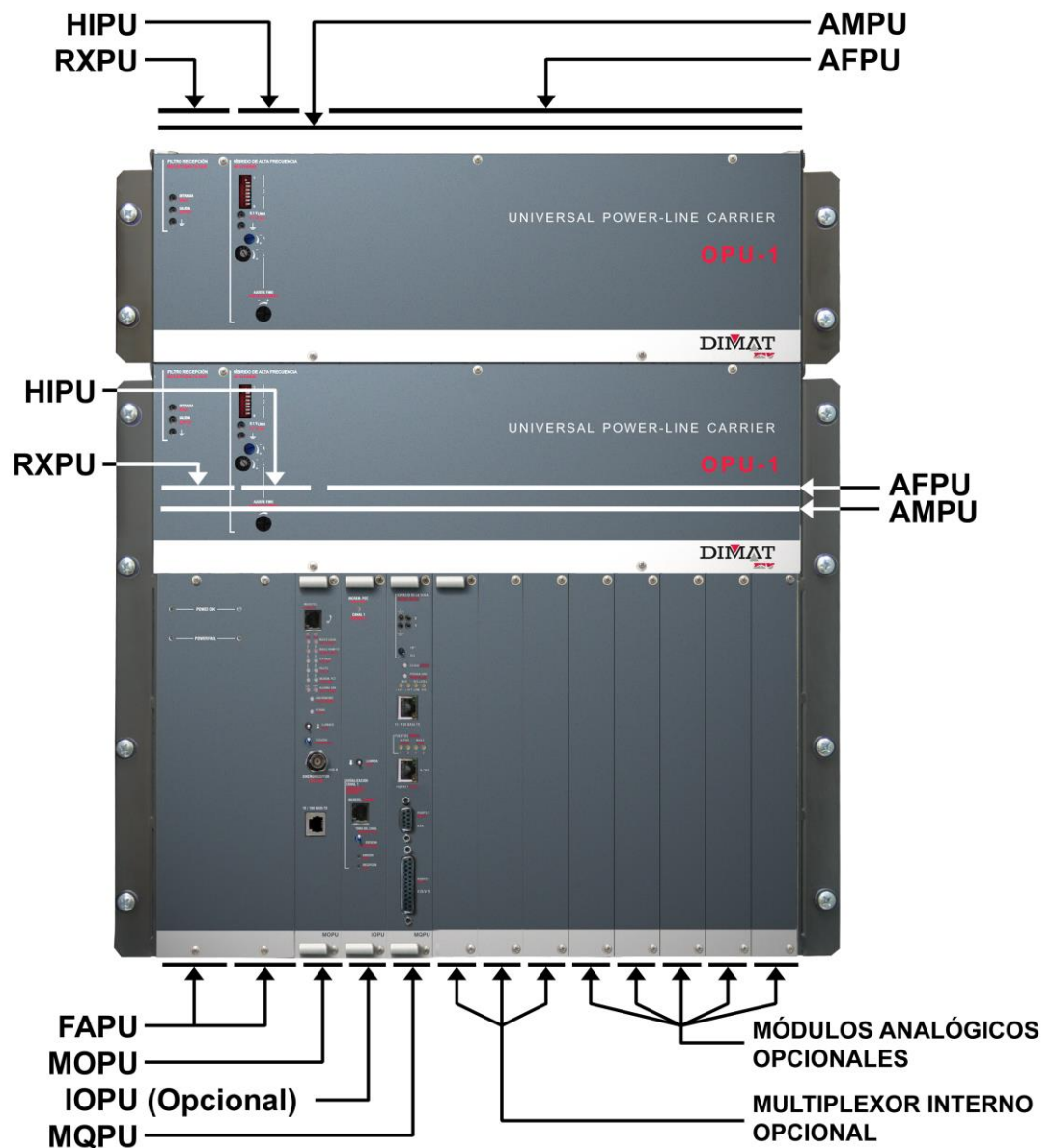


# OPU-1

Cuando el terminal OPU-1 opera en modo híbrido, pueden equiparse los terminales de 20 y 40 W con filtros adicionales, los cuales permiten transmitir los canales analógicos y digitales en bandas separadas utilizando los huecos frecuenciales disponibles en una misma línea de Alta Tensión o, si es necesario, en líneas independientes. En la FIGURA 11 se muestra la disposición de módulos para terminales de 20 y 40 W con filtros adicionales.

En un terminal analógico bicanal, el uso de filtros adicionales también permite que las bandas de emisión y recepción de cada canal puedan estar distanciadas.

**FIGURA 11** Disposición de módulos en terminales OPU-1 de 20 y 40 W con filtros adicionales



## 2.1

### MÓDULOS BÁSICOS PARA TERMINALES DE 20 Y 40 W

#### FAPU ALIMENTACIÓN

Contiene el convertidor CC/CC que genera las tensiones internas de alimentación a partir de la tensión de entrada, así como un filtro a la entrada para suprimir disturbios inducidos por transitorios rápidos en ráfagas.

El módulo, además, contiene el relé de señalización externa de alarma alimentación.

El tipo de módulo depende del valor de la tensión nominal de entrada, estando disponibles los siguientes:

**FAPU.02** Tensión de entrada de 48 Vcc

**FAPU.10** Tensión de entrada de 110 Vcc

**FAPU.10/20** Tensión de entrada de 110 a 220 Vcc y Vca

Si se quiere redundancia en la alimentación, el terminal OPU-1 debe estar equipado con dos módulos de alimentación.

La fuente está protegida contra inversión de polaridad.

#### MOPU.1X GESTIÓN Y UNIDAD DE PROCESO SEÑAL ANALÓGICA

De un lado, contiene la unidad central de gestión que comprende: interfaz de red (10/100Base-Tx), control de bucles, decodificador capaz de procesar según el estándar IRIG-B, servidor web, un agente SNMP y la MIB asociada, y canal de servicio.

De otro lado, para procesar las señales analógicas, contiene la unidad central de proceso que comprende: circuitos de mezcla de las señales a transmitir, circuitos para la modulación y la demodulación, circuitos de sincronización, filtrado digital de la señal, medidor de relación Señal/Ruido y circuitos para el control automático de ganancia (CAG).

También contiene los circuitos para telefonía de servicio en banda total, los cuales son operativos sólo cuando no está instalado en el equipo el módulo IOPU.

El tipo de módulo depende de si el terminal está trabajando con uno o con dos canales analógicos, así:

**MOPU.10** Un canal analógico (canal 1).

**MOPU.11** Dos canales analógicos (canal 1 y canal 2).

## **MQPU.1X UNIDAD DE MODEM DIGITAL**

Este módulo incluye dos puertos de datos, de los cuales uno, con interfaz V.35 ó V.11 o bien G.703 para datos síncronos, y el otro para datos asíncronos con interfaz V.24/V.28. También incluye una interfaz Ethernet de usuario.

Contiene los circuitos para la modulación y demodulación y para la conversión de frecuencias, circuitos de sincronización y de control automático de ganancia (CAG), y los circuitos de control del multiplexor interno opcional.

Para QAM, contiene los circuitos para la medición de la calidad del enlace en base a la Recomendación G.821, un ecualizador adaptativo que permite minimizar la interferencia intersimbólica, y el cancelador de eco, que permite efectuar la transmisión en bandas superpuestas.

Para procesar las señales procedentes de las interfaces, este módulo genera una trama interna y efectúa las modulaciones 128-QAM, 16-QAM ó 4-QAM, y la Codificación Trellis.

Para OFDM/OQAM, el flujo de bits se asigna dinámicamente a las 244 portadoras que pueden modularse, dependiendo de la calidad del enlace, de 4-QAM a 4096-QAM, compartiendo esta modulación por grupos de portadoras. El ratio del turbo código también se asigna dinámicamente.

El tipo de módulo depende del esquema de modulación digital, así:

**MQPU.10** QAM.

**MQPU.11** OFDM/OQAM.

## **RXPU FILTRO RECEPCIÓN**

Comprende el filtro de canal de recepción. Este módulo se ubica en el panel de 3 U.

## **HIPU HÍBRIDO AF**

Contiene el híbrido de alta frecuencia. Este módulo se ubica en el panel de 3 U.

## **AMPU AMPLIFICADOR ALTA FRECUENCIA**

Contiene el amplificador de salida de banda ancha de 20 W ó 40 W y los circuitos de alarma por sobrecarga o por bajo nivel de la señal emitida. Este módulo se ubica en el panel de 3 U.

La impedancia de salida del amplificador de AF ha de ser coherente con el ancho de banda del filtro de línea, así:

**AMPU.00** Para filtro de línea con ancho de banda 8, 16 ó 24 kHz.

**AMPU.02** Para filtro de línea con ancho de banda 8, 16 ó 32 kHz.

<b>AFPU</b>	<b>FILTRO DE LÍNEA</b> Contiene el filtro de línea. Este módulo se ubica en el panel de 3 U. El ancho de banda del filtro de línea se selecciona configurando un puente y dos conmutadores en el panel de 3 U.
<b>WOPU</b>	<b>Placa base de 6 U</b> Contiene tres relés de señalización externa de alarmas, cuya condición de actuación es programable desde el Sistema de Gestión, el interruptor principal de alimentación, los fusibles, las bases de conexión de la alimentación, y los conectores para el conexionado exterior.
<b>WPPU</b>	<b>Placa base de 3 U</b> Contiene el transformador de línea, el conector coaxial para la conexión a línea, los puentes para la selección de la impedancia de línea, la carga de prueba, una predisposición para conectar a tierra la malla del cable coaxial de salida a línea, y los puentes y conmutadores para la selección del ancho de banda del filtro de línea.  El tipo de placa base depende del ancho de banda del filtro de línea, así: <b>WPPU.00</b> El ancho de banda del filtro de línea puede ser 8, 16 ó 24 kHz. <b>WPPU.01</b> El ancho de banda del filtro de línea puede ser 8, 16 ó 32 kHz.

## 2.2 MÓDULOS ADICIONALES PARA TERMINALES DE 80 W

<b>FAPU</b>	<b>ALIMENTACIÓN PARA 80 W</b> En equipos de 80 W, es necesario un segundo módulo de alimentación que se ubica en el panel de 6 U.
<b>DTPU</b>	<b>TRANSFORMADOR DIFERENCIAL</b> Contiene el transformador diferencial para la obtención de los 80 W de potencia de salida. Este módulo se ubica en el panel de 3 U adicional.
<b>AMPU</b>	<b>AMPLIFICADOR ALTA FRECUENCIA</b> Contiene el segundo amplificador de salida de banda ancha de 40 W y los circuitos de alarma por sobrecarga o por bajo nivel de la señal emitida. Este módulo se ubica en el panel de 3 U adicional.
<b>AFPU</b>	<b>FILTRO DE LÍNEA</b> Contiene el filtro de línea de emisión para el segundo amplificador de 40 W. Este módulo se ubica en el panel de 3 U adicional.
<b>WPPU.80</b>	<b>Placa base de 3 U para 80 W</b> Contiene los tres módulos anteriores.

### MÓDULOS ADICIONALES PARA TERMINALES DE 20 Y 40 W CON FILTROS ADICIONALES

#### **RXPU      FILTRO RECEPCIÓN ADICIONAL**

Comprende el filtro de canal de recepción. Este módulo se ubica en el panel de 3 U adicional.

#### **HIPU      HÍBRIDO AF ADICIONAL**

Contiene el híbrido de alta frecuencia. Este módulo se ubica en el panel de 3 U adicional.

#### **AMPU      AMPLIFICADOR ALTA FRECUENCIA ADICIONAL**

Contiene el amplificador de salida de banda ancha de 20 W ó 40 W y los circuitos de alarma por sobrecarga o por bajo nivel de la señal emitida. Este módulo se ubica en el panel de 3 U adicional.

La impedancia de salida del amplificador de AF ha de ser coherente con el ancho de banda del filtro de línea, así:

**AMPU.00**    Para filtro de línea con ancho de banda 8, 16 ó 24 kHz.

**AMPU.02**    Para filtro de línea con ancho de banda 8, 16 ó 32 kHz.

#### **AFPU      FILTRO DE LÍNEA ADICIONAL**

Contiene el filtro de línea. Este módulo se ubica en el panel de 3 U adicional. El ancho de banda del filtro de línea se selecciona configurando un puente y dos conmutadores en el panel de 3 U adicional.

#### **WPPU      Placa base de 3 U adicional**

Contiene el transformador de línea, el conector coaxial para la conexión a línea, los puentes para la selección de la impedancia de línea, la carga de prueba, una predisposición para conectar a tierra la malla del cable coaxial de salida a línea, y los puentes y conmutadores para la selección del ancho de banda del filtro de línea adicional.

El tipo de placa base depende del ancho de banda del filtro de línea, así:

**WPPU.00**    El ancho de banda del filtro de línea puede ser 8, 16 ó 24 kHz.

**WPPU.01**    El ancho de banda del filtro de línea puede ser 8, 16 ó 32 kHz.

## 2.4 MULTIPLEXOR INTERNO OPCIONAL

Cuando el terminal opera con un canal digital, si se desea, la multiplexación de los distintos servicios puede efectuarse mediante un multiplexor interno opcional.

El multiplexor DMPU/TMPU del terminal OPU-1 está constituido por hasta tres módulos tipo DMPU y/o TMPU.

Las características de los módulos DMPU y TMPU se describen a continuación.

**DMPU.##** Módulo de datos.

Cada módulo DMPU puede alojar hasta seis puertos de datos.

La TABLA 2 indica las interfaces soportadas por cada puerto y el tipo de conector.

Este módulo admite topologías punto a multipunto en sistemas de interrogación secuencial (*polling*).

El tipo de módulo depende del número de puertos y de su disposición:

**DMPU.02** 2 canales de comunicaciones de datos (puerto 3/9/15 y puerto 4/10/16) situados en el frontal.

**DMPU.02R** 2 canales de comunicaciones de datos (puerto 5/11/17 y puerto 6/12/18) situados en la parte posterior.

**DMPU.04** 4 canales de comunicaciones de datos (puerto 3/9/15, puerto 4/10/16, puerto 5/11/17 y puerto 6/12/18) situados en el frontal.

**DMPU.04R** 4 canales de comunicaciones de datos (puerto 5/11/17, puerto 6/12/18, puerto 7/13/19 y puerto 8/14/20) situados en la parte posterior.

**DMPU.06** 6 canales de comunicaciones de datos (puerto 3/9/15, puerto 4/10/16, puerto 5/11/17, puerto 6/12/18, puerto 7/13/19 y puerto 8/14/20) situados en el frontal.

**TABLA 2** Interfaces soportadas por los puertos del módulo DMPU

Puerto 3/9/15 (DB15) y Puerto 4/10/16 (DB15)	Puerto 5/11/17 (DB9), Puerto 6/12/18 (DB9), Puerto 7/13/19 (DB9) y Puerto 8/14/20 (DB9)
V.24/V.28 (RS-232C)	V.24 asincrono
X.21	RS-422
RS-422	RS-485 (HD/FD)
RS-485 (HD/FD)	

- TMPU. ##** Módulo de voz.
- Permite transmisión y recepción dúplex con codificador de voz a 2100 bit/s, 2450 bit/s ó 2800 bit/s basado en el algoritmo de codificación RALCWI.
- El MOS (Mean Opinion Score) de la calidad de voz es de 3.5-3.6.
- Soporta 2 canales de comunicaciones de voz para terminación telefónica a 4 hilos ó 2 hilos. En el caso de configurar 2 hilos, se tienen dos modos de trabajo: FXO (2 hilos lado centralita) y FXS (2 hilos lado teléfono). Para el modo FXO, incluye la detección de timbre y la gestión del bucle de abonado de la centralita. Para el modo FXS, incluye los circuitos de abonado: detección de descolgado, generador de timbre.
- Permite transmisión y recepción por señalización mediante hilos E/M, fuera de banda.
- Permite transmisión y recepción por DTMF, en banda.
- Permite transmisión y recepción de tonos preconfigurados en fábrica, en banda.
- El módulo TMPU contiene un puerto de datos con una interfaz (DB15 hembra) según Recomendación V.24/V.28 de la UIT-T (RS-232C).
- El tipo de módulo depende del número de puertos, así:
- TMPU.11** 1 canal de comunicaciones de voz (Puerto 4/10/16) más un canal de datos (Puerto 3/9/15).
- TMPU.21** 2 canales de comunicaciones de voz (Puerto 4/10/16 y Puerto 5/11/17) más un canal de datos (Puerto 3/9/15).

## 2.5 MÓDULOS OPCIONALES ANALÓGICOS

Cuando el terminal OPU-1 opera con canales analógicos, el equipo puede contener hasta cinco módulos opcionales. En los apartados que siguen a continuación, se describe la amplia gama de opciones disponible.

### 2.5.1 Módulo de telefonía

Para la transmisión mixta de voz y datos (canal tipo T), el terminal OPU-1 debe incorporar un módulo de telefonía.

El módulo de telefonía TDPU.20 es un módulo compacto que dispone de todos los circuitos necesarios para operar como: terminación a 4 hilos, terminación a 2 hilos,



terminación a 2 hilos lado centralita, y terminación de abonado. **No requiere submódulos enchufables.**

El módulo TDPU.20 es compatible con los módulos TDPU precedentes, conexasión exterior inclusive.

El módulo de telefonía TDPU.20 contiene los filtros de emisión y recepción de la banda fónica, cuya frecuencia superior puede definirse desde el terminal de gestión, el compresor/expansor de dinámica, una terminación configurable a 4 hilos y una terminación configurable a dos hilos lado teléfono.

La terminación a 4 hilos configurable permite el funcionamiento dinámico 4H/2H mediante orden externa, y puede configurarse como terminación a 2 hilos lado centralita, llevando a cabo las tareas de convertidor telefónico que se requieren.

La terminación a 2 hilos para funcionamiento lado teléfono comprende el híbrido telefónico, los circuitos de abonado y el generador de timbre. Esta terminación soporta hasta dos teléfonos en paralelo.

El módulo de telefonía TDPU.20, además, dispone de los circuitos necesarios para recibir la entrada externa del hilo M (llamada emisión) y la señalización del hilo E (llamada recepción).

## 2.5.2 Terminales de teleprotección

Existen varios terminales de teleprotección, basados en el empleo de procesamiento digital de señal.

### 2.5.2.1 Terminal de teleprotección por tono único

El terminal de teleprotección analógico por tono único es capaz de emitir y de recibir, en una banda analógica de 4 kHz, hasta tres órdenes independientes en cualquier combinación o hasta cuatro órdenes según un criterio de prioridad.

En este modo, el canal analógico de 4 kHz puede compartirse con otros servicios tales como telefonía y/o datos.

#### Sistema de teleprotección ABIT-CDIT

El terminal puede estar constituido por uno o dos módulos distintos según el número de órdenes. Para una o dos órdenes, sólo es necesario el módulo ABIT.01 (órdenes A y B).

Para tres o cuatro órdenes, además del anterior, también es necesario el módulo CDIT.01 (órdenes C y D).

**ABIT.01** Este módulo contiene el procesador digital de señal (DSP), que se ocupa de la generación de los tonos de guarda y disparo y de la implementación de los filtros para la recepción de las señales.

También consta del software para la toma de decisiones en la emisión y en la recepción de las órdenes, y del software de gestión de las entradas y salidas, la supervisión del enlace y la realización de pruebas.

Contiene dos circuitos de entrada y de salida de orden, y cinco relés configurables para señalización y/o alarma.

**CDIT.01** Este módulo contiene dos circuitos de entrada y de salida de orden, y cuatro relés configurables para señalización y/o alarma.

## **Sistema de teleprotección TPPU**

El terminal está constituido por un único módulo.

**TPPU.0#** Este módulo contiene el procesador digital de señal (DSP), que se ocupa de la generación de los tonos de guarda y disparo y de la implementación de los filtros para la recepción de las señales.

También consta del software para la toma de decisiones en la emisión y en la recepción de las órdenes, y del software de gestión de las entradas y salidas, la supervisión del enlace y la realización de pruebas.

Contiene cuatro circuitos de entrada y de salida de orden, y dos relés configurables para señalización y/o alarma.

### **2.5.2.2 Terminal de teleprotección por canales FSK**

El terminal de teleprotección analógico por canales FSK es capaz de emitir y de recibir hasta cuatro órdenes independientes en cualquier combinación en una banda analógica de 4 kHz.

En este modo, el canal analógico de 4 kHz no puede compartirse con otros servicios.

El terminal puede estar constituido por uno o dos módulos distintos según el número de órdenes. Para una o dos órdenes, sólo es necesario el módulo ABIT.01 (órdenes A y B).

Para tres o cuatro órdenes, además del anterior, también es necesario el módulo CDIT.01 (órdenes C y D).

**ABIT.01** Este módulo contiene el procesador digital de señal (DSP) que se ocupa de la generación de los canales FSK en emisión (a la frecuencia y *shift* programados) e implementa en recepción los elementos discriminadores de las señales de guarda y disparo de cada canal.

También consta del software para la toma de decisiones en la emisión y en la recepción de las órdenes, y del software de gestión de las entradas y salidas, la supervisión del enlace y la realización de pruebas.

Contiene dos circuitos de entrada y de salida de orden, y cinco relés configurables para señalización y/o alarma.

**CDIT.01** Este módulo contiene dos circuitos de entrada y de salida de orden, y cuatro relés configurables para señalización y/o alarma.

### 2.5.2.3 Terminal de teleprotección por doble tono

El terminal de teleprotección analógico por doble tono es capaz de emitir y de recibir hasta cuatro órdenes independientes en cualquier combinación en una banda analógica de 1 kHz, 2 kHz ó 4 kHz.

Si se utiliza para la teleprotección un ancho de banda de 1 kHz o 2 kHz, la banda restante se puede asignar a otros servicios.

El terminal está constituido por un único módulo.

**TPPU.0#** Este módulo contiene el procesador digital de señal (DSP), que se ocupa de la generación de los tonos codificados e implementa los circuitos de procesado necesarios para la recepción de todas las frecuencias utilizadas.

También consta del software para la toma de decisiones en la emisión y en la recepción de las órdenes, y del software de gestión de las entradas y salidas, la supervisión del enlace y la realización de pruebas.

Se asignan dos frecuencias a cada señal de orden, y una única frecuencia a la señal de guarda.

Contiene cuatro circuitos de entrada y de salida de orden, y dos relés configurables para señalización y/o alarma.

## 2.5.2.4 Terminal de teleprotección integrado en la banda digital

Cuando sólo opera con un canal digital QAM (de 8 kHz ó 16 kHz), el terminal OPU-1 puede equiparse con un equipo específico de teleprotección analógico por tono único o doble tono capaz de utilizar la banda de operación digital para la transmisión de las señales de teleprotección.

La señal de guarda se envía a la línea de Alta Tensión junto con la señal QAM generada en el terminal OPU-1.

Cuando debe transmitirse una orden, se sustituye la señal de guarda por la señal de disparo correspondiente (TONO ÚNICO o DOBLE TONO) y, para que la emisión del tono de orden se lleve a cabo con toda la potencia disponible, se interrumpe la transmisión de la señal QAM durante un periodo de tiempo preestablecido.

Cuando el receptor del terminal OPU-1 detecta ausencia de señal de guarda, procede a bloquear la transmisión de la señal QAM durante un periodo de tiempo preestablecido, para poder detectar la señal de orden.

### Sistema de teleprotección ABIT-CDIT

El terminal de teleprotección por tono único integrado en la banda digital es capaz de emitir y de recibir hasta tres órdenes independientes en cualquier combinación o hasta cuatro órdenes según un criterio de prioridad.

El terminal puede estar constituido por uno o dos módulos distintos según el número de órdenes. Para una o dos órdenes, sólo es necesario el módulo ABIT.01 (órdenes A y B). Para tres o cuatro órdenes, además del anterior, también es necesario el módulo CDIT.01 (órdenes C y D).

**ABIT.01** Este módulo contiene el procesador digital de señal (DSP), que se ocupa de la generación de los tonos de guarda y disparo y de la implementación de los filtros para la recepción de las señales.

También consta del software para la toma de decisiones en la emisión y en la recepción de las órdenes, y del software de gestión de las entradas y salidas, la supervisión del enlace y la realización de pruebas.

Contiene dos circuitos de entrada y de salida de orden, y cinco relés configurables para señalización y/o alarma.

**CDIT.01** Este módulo contiene dos circuitos de entrada y de salida de orden, y cuatro relés configurables para señalización y/o alarma.

## Sistema de teleprotección TPPU

El terminal de teleprotección por doble tono integrado en la banda digital es capaz de emitir y de recibir hasta cuatro órdenes independientes en cualquier combinación.

El terminal está constituido por un único módulo.

**TPPU.0#** Este módulo contiene el procesador digital de señal (DSP), que se ocupa de la generación de los tonos codificados e implementa los circuitos de procesamiento necesarios para la recepción de todas las frecuencias utilizadas.

También consta del software para la toma de decisiones en la emisión y en la recepción de las órdenes, y del software de gestión de las entradas y salidas, la supervisión del enlace y la realización de pruebas.

Se asignan dos frecuencias a cada señal de orden, y una única frecuencia a la señal de guarda.

Contiene cuatro circuitos de entrada y de salida de orden, y dos relés configurables para señalización y/o alarma.

### 2.5.3 Modem asíncrono programable MFPU

El MFPU es un modem asíncrono de banda estrecha con modulación en frecuencia (FSK) para la transmisión de datos a velocidades de 50 a 1200 Bd.

La tecnología utilizada en el modem MFPU está basada en el procesamiento digital de señal y permite que la velocidad de transmisión y la frecuencia central de cada canal sean programables por el usuario. La velocidad de transmisión puede ser de 50, 100, 200, 600 o 1200 Bd, mientras que la frecuencia central de cada canal se puede seleccionar de entre un amplio rango de valores, incluyendo los enumerados en las recomendaciones R.35, R.37, R.38A y R.38B de la UIT-T. Asimismo, el modem MFPU también es compatible con la norma V.23 de la UIT-T.

### 2.5.4 Otros

#### **IOPU** CIRCUITO ENTRADA/SALIDA BANDA BASE

Contiene dos entradas y dos salidas balanceadas de 600  $\Omega$  y los circuitos para telefonía de servicio en banda total.

Recibe, asimismo, la entrada externa de control de incremento de potencia (*boosting*), la entrada externa del hilo M (llamada emisión) y la señalización del hilo E (llamada recepción).

El tipo de módulo depende de si el terminal está trabajando con uno o con dos canales analógicos, así:

**IOPU.01** Un canal analógico (canal 1).

**IOPU.02** Dos canales analógicos (canal 1 y canal 2).

Este módulo se instala siempre contiguo al módulo MOPU.

**FTPU** FILTRO DE TRÁNSITO BF

Filtro y amplificador de señales de audiofrecuencia con ecualizador de fase. Se utiliza para seleccionar una banda determinada y efectuar el tránsito hacia otros canales de comunicación.

Incluye una salida desacoplada por transformador con nivel programable.

**FDPD** FILTRO DE TRÁNSITO DIGITAL

Se utiliza para seleccionar una banda determinada y efectuar el tránsito bidireccional hacia otros canales de comunicación.

Incluye entrada y salida balanceadas por transformador y niveles programables.

Dispone de unos seccionadores que permiten seleccionar su frecuencia de corte.

Bajo demanda pueden suministrarse los filtros con otras frecuencias de corte.

**EYPU** MEZCLADOR ENTRADAS/SALIDAS

El módulo EYPU consta de cuatro entradas y cuatro salidas, todas desacopladas por transformador, y de dos entradas y dos salidas para las señales procedentes de los buses de baja frecuencia de cada uno de los canales analógicos del terminal OPU-1. De esta forma, mediante programación del módulo, es posible efectuar cualquier combinación en la conexión de seis entradas y cuatro salidas, o bien en la de cuatro entradas y seis salidas. Puesto que no es posible conectar entre si los buses BF recepción y emisión del terminal OPU-1, la combinación de seis entradas y seis salidas no está permitida.

**FAPX** PUNTOS DE MEDIDA ALIMENTACIÓN

El módulo FAPX dispone en su frontal de puntos de medida que facilitan la supervisión de los niveles de tensión internos del terminal OPU-1. Este módulo se instala en la posición correspondiente al módulo de alimentación secundario, por lo que sólo puede instalarse en terminales OPU-120/140 sin alimentación redundante.

**TPSU** Tarjeta de prolongación de seis unidades.

## 3 PARTICULARIDADES DEL SISTEMA

### 3.1 UTILIZACIÓN DE LA BANDA BASE ANALÓGICA

La banda útil, comprendida entre 300 y 3850 Hz, puede emplearse para la transmisión de datos de alta velocidad, de varios canales telegráficos, de señales de teleprotección (canal tipo D) o para servicio mixto de voz y datos (canal tipo T).

En la TABLA 3 se indica el número máximo de canales normalizados de 50, 100 y 200 Bd que se pueden situar en un canal tipo D.

TABLA 3 Número máximo de canales para un canal tipo D

Recomendación UIT-T	R.35	R.37	R.39	R.38A	R.38B
Velocidad de transmisión (Bd)	50	100	100	200	200
Separación (Hz)	120	240	170	480	360
Número de canales	29	14	20	7	9

El número de canales FSK de velocidad superior que pueden transmitirse en la misma banda es tres para la velocidad de 600 Bd, con separación de 960 Hz, y dos para la de 1200 Bd.

En el canal tipo T, donde la banda útil se comparte entre voz y datos, la banda de voz está limitada por una frecuencia inferior de 300 Hz y una superior programable entre 2000 y 3400 Hz. La banda suprafónica está comprendida entre 1,06 veces la frecuencia de corte seleccionada para la banda fónica y 3850 Hz. La máxima velocidad de transmisión que se puede conseguir en la banda suprafónica es de 1200 Bd cuando la banda fónica se limita a 2000 Hz.

### 3.2 UTILIZACIÓN DEL CANAL PILOTO (CANAL ANALÓGICO)

El canal piloto se encuentra situado por debajo de la banda útil, a la frecuencia virtual de 150 Hz, permitiendo así disponer de toda la banda de 300 a 3850 Hz para la transmisión de información.

Se describen a continuación las distintas funciones desempeñadas por el canal piloto.

## **Control Automático de Ganancia (CAG)**

El equipo supervisa en todo momento el nivel de la señal piloto recibida en cada uno de los canales. La amplitud de dicha señal, una vez digitalizada, se utiliza para llevar a cabo el control del CAG de cada canal. Gracias al empleo de técnicas de procesamiento digital, es posible también compensar la variación de nivel de las salidas del receptor provocada por la presencia de ruido en el canal piloto.

## **Sincronización del enlace**

Se tiene la posibilidad de trabajar plesiócronamente, es decir, cada terminal trabaja con su reloj maestro, o bien síncronamente, es decir, cada terminal utilizará su oscilador interno como el reloj maestro de emisión y sincronizará su recepción con el otro terminal utilizando el piloto recibido. Esta sincronización es totalmente digital.

## **Señalización telefónica**

La señalización telefónica se transmite modulando la señal piloto por desplazamiento de frecuencia a una velocidad máxima de 50 Bd, correspondiente a 25 impulsos por segundo.

## **Transmisión de datos internos**

La supervisión del sistema se efectúa transmitiendo datos por el canal de comunicación interno a la velocidad de 50 Bd. La transmisión se interrumpe cuando aparece una señalización telefónica y se reanuda cuando ésta deja de tener transiciones.

Por otro lado, la transmisión de datos se interrumpe periódicamente para llevar a cabo la sincronización del enlace.

## **Densidad espectral del ruido**

El sistema efectúa una estimación de la densidad espectral del ruido a partir de la medida de la potencia del ruido en la banda del tono piloto. En la hipótesis de que esta densidad es constante en todo el canal de 4 kHz, se calcula la relación Señal/Ruido de forma independiente por cada uno de los canales.

El valor encontrado se compara con los umbrales prefijados para bloquear las salidas de audiofrecuencia programadas previamente y para entregar la alarma por exceso de ruido.



### MODULACIONES Y DEMODULACIONES

La transposición de un canal de 4 kHz a una banda de frecuencias comprendida entre 36 y 512 kHz se efectúa mediante un procedimiento de modulación de señal totalmente digital. El tipo de modulación utilizado es de banda lateral única con portadora suprimida.

Así, la señal analógica en banda base se digitaliza y entrega al módulo MOPU donde, mediante procesado digital de señal, se efectúa la transposición de la señal a la frecuencia de canal deseada, con una resolución de 1 Hz. La señal digital resultante se convertirá en analógica y, antes de transmitirse por la línea de Alta Tensión, atravesará una etapa de potencia.

En recepción se lleva a cabo la transposición inversa, es decir, la señal analógica recibida, después de atravesar el circuito del CAG, se digitaliza y entrega a la unidad de proceso de la señal que efectúa la transposición de la señal de cada canal en banda base, y extrae el piloto. A continuación, la señal digital de cada canal se convierte en analógica.

Para el QAM, el flujo de datos procedente de la interfaz de usuario se codifica y modula a 128-QAM, 16-QAM ó 4-QAM según que la velocidad de línea sea 81 kbit/s, 40,5 kbit/s ó 27 kbit/s, respectivamente. Los procesos a los que se someten los datos son los siguientes: aleatorización, conversión serie/paralelo, codificación diferencial, codificación convolucional (Codificación Trellis), mapeado de símbolos, conformado de los pulsos mediante filtrado y modulación QAM.

Las señales QAM que resultan de los procesos anteriores se transponen, a continuación, a la banda de frecuencias deseada y, antes de transmitirse por la línea de Alta Tensión, atraviesan una etapa de potencia.

En recepción se lleva a cabo la transposición inversa, es decir, la señal analógica recibida entra en el módulo MQPU donde, después de pasar por una etapa de Control Automático de Ganancia (CAG), se convierte en una señal digital y atraviesa un filtro paso-banda que confiere al receptor las características de selectividad deseadas.

En el modo de funcionamiento en bandas superpuestas, la señal filtrada se aplica a un dispositivo cancelador de eco donde, mediante una señal procedente del emisor y procesada adecuadamente, se efectúa la cancelación de la señal de emisión que está superpuesta a la señal de recepción. La señal obtenida se demodula y se decodifica para ser enviada a la interfaz de usuario.

En el modo de funcionamiento en bandas distanciadas, en el que no se utiliza el cancelador de eco, la señal filtrada se demodula y se decodifica directamente para ser enviada a la interfaz de usuario.

La entrada del modulador OFDM/OQAM consiste en un flujo de símbolos complejos para cada una de las portadoras del sistema.

El flujo de símbolos se procesa en primer lugar en un bloque de escalonamiento, el cual entrega a la salida un flujo de símbolos complejos a una velocidad dos veces la de entrada.

Este flujo se multiplica a continuación por una exponencial específica para cada portadora y se procesa en un bloque IFFT. La salida del mismo se filtra mediante los componentes polifásicos de un pulso prototipo seguido de una red de diezmado y suma.

En el lado de recepción, se efectúan las operaciones inversas.

## 3.4 SINCRONIZACIÓN DEL ENLACE

Con los canales analógicos (módulo MOPU), se tiene la posibilidad de trabajar plesiócronamente, es decir, cada terminal trabaja con su reloj maestro, o bien síncronamente, es decir, cada terminal utilizará su oscilador interno como el reloj maestro de emisión y sincronizará su recepción con el otro terminal utilizando el piloto recibido. Esta sincronización es totalmente digital.

El módulo MQPU (canal digital QAM) trabaja con un único reloj el cual es interno. La programación de la configuración del equipo determina automáticamente un modo de funcionamiento *Master-Slave* para la recuperación de sincronismos. El terminal *Master* genera los sincronismos de emisión a partir del oscilador interno. El terminal *Slave* siempre utiliza para generar los sincronismos de emisión el reloj recuperado de los datos recibidos de la línea. Los sincronismos de recepción siempre se generan a partir del reloj recuperado de los datos recibidos.

Con respecto a los sincronismos, se recomienda que los equipos de cliente de un enlace utilicen los relojes generados en emisión y en recepción por los terminales OPU-1.

## 3.5 SINCRONIZACIÓN HORARIA

El terminal OPU-1 registra cronológicamente todas las alarmas producidas en el equipo, así como los eventos que se refieren al servicio del enlace. Para establecer la fecha y la hora en la que se producen estas alarmas y/o eventos, el terminal OPU-1 dispone de un reloj de tiempo real que puede ser sincronizado con el sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global) o mediante el protocolo SNTP.

Cuando se establece una sincronización horaria en el terminal, vía GPS o Ethernet, la OPU-1 referencia su reloj de tiempo real interno al sistema UTC<sup>(1)</sup>, estimando así la hora UTC respecto a la cual se podrá calcular la hora en otras zonas del mundo. En ese caso, la hora UTC prevalecerá siempre como patrón de reloj interno del equipo, incluso frente a cualquier programación de fecha y hora efectuada por el usuario.

## 3.5.1 Sincronización GPS

El terminal OPU-1 puede sincronizar su reloj de tiempo real con la referencia temporal que da el sistema GPS. Para ello, debe programarse en el terminal OPU-1 la hora, día, mes y año y, a continuación, conectar el terminal a algún receptor GPS que disponga de salida de sincronismo temporal. Esta salida de sincronismo debe seguir el estándar IRIG-B, que establece el formato de las señales utilizadas para identificar instantes específicos de tiempo.

Las señales del estándar IRIG-B se clasifican en función de la modulación que se les aplica, su frecuencia/resolución y los códigos que se aplican a las palabras (conjuntos de bits) que contienen la información. Según esta clasificación, se aplica un número a cada uno de los tres parámetros anteriormente mencionados y se definen estándares, como por ejemplo, el IRIG-B 120 o el IRIG-B 123.

El terminal OPU-1 es capaz de procesar señales del estándar IRIG-B 123, en el que la señal está modulada en amplitud a 1 kHz, y del estándar IRIG-B 003, en el que la señal está modulada por pulsos.

## 3.5.2 Sincronización Ethernet

El terminal OPU-1 también puede sincronizar su reloj de tiempo real vía Ethernet utilizando el protocolo SNTP (*Simple Network Time Protocol*), el cual utiliza UTC como base de tiempo.

Desde el Sistema de Gestión OPU-1, pueden configurarse hasta 5 direcciones posibles de servidores SNTP.

---

<sup>(1)</sup> UTC no es realmente una abreviatura; es una variante de tiempo universal, (*universal time*, abreviadamente *UT*) y su modificador C (de “coordinado”), añadido para expresar que es una variante más de UT.

## 4 MENÚS DE GESTIÓN PRINCIPALES

La página de menús principal del Sistema de Gestión OPU-1 se muestra en la FIGURA 12.

Como puede verse, aparecen cuatro menús principales. El primer menú, *Sistema*, controla el flujo de información que entra y sale del Sistema de Gestión, permite descargar al ordenador de gestión las páginas necesarias para llevar a cabo la Gestión Web *off-line*, y permite programar todos los parámetros relativos a la gestión de red. El segundo menú, *Configuración*, permite configurar todos los parámetros operativos del terminal y los de su colateral, es decir, los del terminal situado al otro lado del enlace. El tercer menú, *Monitorización*, permite efectuar la supervisión del sistema, mientras que el cuarto, *Ayuda puesta en servicio*, contiene una ayuda para la puesta en servicio y el mantenimiento.

FIGURA 12 Página de menús principal del Sistema de Gestión OPU-1



### 4.1 MENÚ SISTEMA

Este menú contiene tres submenús. El primero da acceso a las funciones de lectura de disco o del terminal y escritura en disco o en el terminal. El segundo permite descargar al ordenador de gestión las páginas necesarias para llevar a cabo la Gestión Web *off-line*, así como conocer las versiones de software de los módulos. El tercero da acceso a las opciones que permiten especificar: las claves de acceso al servidor web y los parámetros básicos de gestión de red (dirección IP, máscara de subred y puerta de enlace predeterminada), que deben ser compatibles con los del ordenador de gestión.

## 4.2 MENÚ CONFIGURACIÓN

Este menú permite definir la configuración de los terminales y su identificación.

### ❖ **Identificación del terminal**

En los terminales OPU-1 es posible programar una identificación numérica y una descripción de hasta 50 caracteres.

### ❖ **Definición del terminal**

Antes de la programación de los parámetros operativos, es necesario definir la configuración del terminal en relación a la capacidad de transmisión y rango de frecuencias.

En funcionamiento con canales analógicos, caso de que los terminales del enlace deban sincronizar la recepción, debe configurarse el modo de sincronismo de los equipos. Para el canal digital QAM, permite establecer si el terminal debe operar como maestro o esclavo.

### ❖ **Bandas y frecuencias del canal de OP.**

La frecuencia de trabajo del canal analógico se define introduciendo los valores de la frecuencia portadora virtual, para emisión y recepción, y el tipo de banda, directa o invertida.

Para el canal digital, se introducen los valores de la frecuencia central de la banda de trabajo, para emisión y recepción, y se indica si las bandas de emisión y recepción son superpuestas o distanciadas. En bandas superpuestas está implícita para QAM la utilización del cancelador de eco. En el caso de bandas superpuestas, los valores de frecuencia en emisión y en recepción deben ser iguales.

El único ajuste manual que se requiere es el de los filtros de línea y recepción. La Gestión Web contiene un menú de ayuda en el cual se indican, para cada canal, las operaciones a efectuar para el ajuste de dichos filtros.

### ❖ **Niveles y porcentajes de modulación (canal analógico).**

El sistema permite definir los porcentajes de nivel de señal que se asignan a cada señal y los niveles de entrada y salida de las mismas. En este apartado se define también el incremento de potencia para el envío de la señal de teleprotección, así como las señales del canal analógico que deben excluirse durante dicho envío.

### ❖ **Porcentajes de nivel de señal (canal digital).**

El sistema permite definir los porcentajes de nivel de señal que se asignan a las señales piloto y QAM/OFDM.

## ❖ **Bloqueo.**

Las salidas de audiofrecuencia pueden ser bloqueadas por falta de piloto y por exceso de ruido. El usuario puede definir para cada salida el valor de la relación Señal/Ruido para la cual debe efectuarse el bloqueo así como el valor que da lugar a la alarma externa por exceso de ruido.

## ❖ **Alarmas.**

El equipo dispone de tres relés de señalización de alarmas, de simple contacto, a los que puede asignarse, desde el Sistema de Gestión, una alarma o una combinación de ellas.

## ❖ **Módulos opcionales analógicos.**

Todos los parámetros de los módulos analógicos opcionales susceptibles de ser programados, tales como velocidad de transmisión y frecuencia central del modem, características de la telefonía y parámetros de teleprotección, se definen desde el Sistema de Gestión.

## ❖ **Multiplexor**

Permite programar los parámetros operativos de los puertos de datos del módulo MQPU, así como los de los puertos de voz y datos de los módulos del multiplexor interno opcional. También permite desactivar el servicio asociado a un puerto, activándolo nuevamente cuando sea preciso.

## 4.3 MENÚ MONITORIZACIÓN

El menú de monitorización permite tener conocimiento del estado de cada terminal de un enlace.

Asimismo, dispone de las opciones necesarias para llevar a cabo la monitorización de los módulos opcionales.

La monitorización del terminal remoto se efectúa transmitiendo datos por el canal de comunicación interno, por lo que dicha transmisión sólo puede tener lugar cuando el canal no sea utilizado para la sincronización del enlace y no hay transiciones en el canal de señalización. Si la señalización aparece mientras se está realizando una transmisión de datos, ésta se interrumpe para reanudarse tan pronto haya finalizado la transmisión de los impulsos de llamada.

## ❖ Visualización de alarmas

Las alarmas del equipo que se pueden monitorizar desde el Sistema de Gestión son las siguientes:

- Fallo alimentación principal y/o secundaria.
- Sobrecarga del amplificador del panel de 3 U.
- Bajo nivel de salida en el amplificador del panel de 3 U.
- Pérdida de sincronismo.
- Falta de piloto.
- Baja relación Señal/Ruido.
- Actuación limitador BF en canal analógico.
- Alarma por temperatura.
- Fallo en la configuración del equipo.
- Fallo de hardware.
- $BER > 10^{-3}$  en canal digital.
- $BER > 10^{-6}$  en canal digital.
- Bajo nivel recepción en canal digital.
- Excesivo nivel recepción en canal digital.

## ❖ Registro cronológico

La aparición y desaparición de las alarmas se almacena en un registro con la indicación de fecha, con día, mes y año, y la hora, con minuto, segundo y milisegundo, en la que se han producido.

En el mismo registro se introducen también los eventos que se refieren al servicio del enlace, tales como actuación de la teleprotección, puesta en marcha del terminal e inserción del microteléfono de servicio en el terminal.

El registro cronológico también almacena eventos relacionados con la ciberseguridad, tales como: usuarios que han accedido al equipo, usuarios que han realizado un intento fallido de acceso, usuarios que han efectuado una modificación en la programación del equipo, si el equipo se ha bloqueado por la introducción de claves incorrectas, si el software de gestión se ha actualizado, etc.

El registro tiene una capacidad máxima de 1010 registros, de los cuales 900 se destinan a alarmas y eventos de usuario, y los 110 restantes a eventos relacionados con ciberseguridad.

Cuando se sobrepasa el límite se van eliminando del registro los primeros eventos o alarmas introducidos.

## 4.4 MENÚ AYUDA A LA PUESTA EN SERVICIO

El menú de ayuda tiene por objeto facilitar las operaciones de puesta en servicio y de mantenimiento del sistema. Este menú permite efectuar la puesta en hora del reloj interno del equipo y contiene los procedimientos para efectuar el ajuste de los filtros de canal y las instrucciones para realizar los bucles necesarios para comprobar el funcionamiento del enlace, etc. Por otro lado, el menú contiene las opciones necesarias para la puesta en servicio de los módulos opcionales.

### Relojes y sincronización

El menú de Ayuda a la puesta en servicio contiene una opción que muestra la fecha y la hora actual del reloj interno del equipo y la fecha y la hora UTC, permitiendo modificar, si así se desea, los valores de fecha y hora del reloj interno del equipo tomando como referencia el reloj UTC.

La programación de fecha y hora del reloj interno del equipo no prevalecerá cuando el equipo tenga programada una sincronización horaria externa, vía GPS o Ethernet.

### Inicializaciones

Esta opción permite efectuar un reset del equipo sin necesidad de actuar sobre el pulsador del frontal, bloquear el circuito de Control Automático de Ganancia, así como anular el ecualizador de amplitud de fase (canal analógico).

### Ajuste de los filtros de canal

Para cada canal de transmisión, el menú de ayuda indica los puentes a efectuar para la programación de la frecuencia central de los filtros de línea y recepción así como la regulación de las inductancias para ajustar el ancho de banda de dichos filtros. Este ajuste se lleva a cabo mediante una señal generada por el propio emisor del terminal OPU-1.

### Control de los bucles de baja frecuencia (canal analógico)

Para controlar el estado de un sistema de comunicación es necesario conocer la curva de respuesta de cada enlace.

El Sistema de Gestión permite conocerla desde un extremo del enlace mediante el establecimiento de dos tipos de bucle en el otro extremo.



El primero, con regeneración del nivel de la señal en dicho extremo, permite conocer la curva de respuesta del circuito de vuelta ya que se mide el nivel de la señal recibida, sabiendo que el nivel de emisión es constante.

El segundo, sin regeneración del nivel de la señal, permite conocer la curva de respuesta del circuito buclado y, por lo tanto, calcular la del circuito de ida. Las curvas de respuesta se obtienen efectuando un barrido del canal mediante un generador externo.

El menú de ayuda indica como efectuar las operaciones mencionadas.

## **Bucles en los puertos**

Esta opción permite efectuar un bucle de datos en los puertos asociados al canal digital.

## 5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

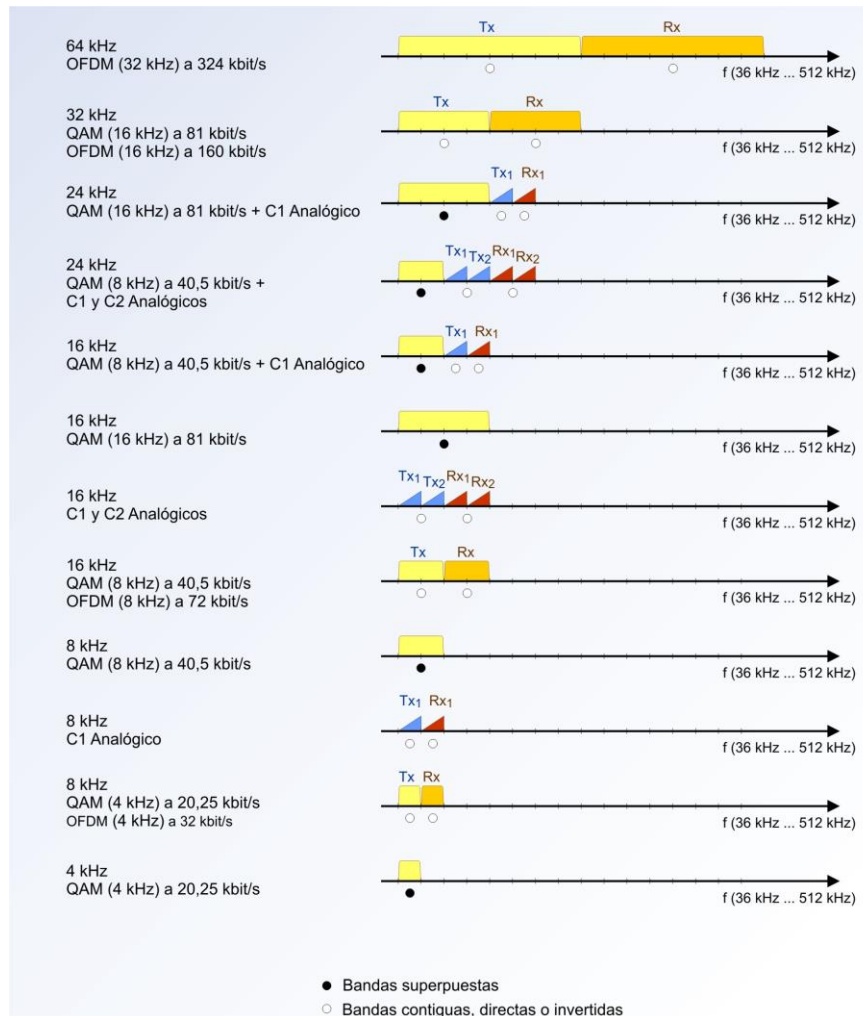
### 5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

<b>Principio de funcionamiento<sup>(2)</sup></b>	Transmisión simultánea de canales analógicos y digitales y señales de teleprotección
<b>Modulación</b>	Canal analógico: Banda lateral única con portadora suprimida. Modem digital: QAM con codificación Trellis o OFDM/OQAM
<b>Bandas de emisión y recepción</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Canal analógico: Directas o invertidas, contiguas o distanciadas.</li><li>➤ Canal digital (QAM): Superpuestas o contiguas o distanciadas.</li><li>➤ Canal digital (OFDM/OQAM): Contiguas o distanciadas.</li></ul>
<b>Ancho de banda básico</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Canal analógico: 4 kHz por canal en cada sentido.</li><li>➤ Canal digital (QAM): 16 kHz a 81 kbit/s (máximo), único para bandas superpuestas o en cada sentido para bandas distanciadas. 8 kHz a 40,5 kbit/s (máximo), único para bandas superpuestas o en cada sentido para bandas distanciadas. 16 kHz a 40,5 kbit/s (máximo), para bandas de 8 kHz contiguas. 8 kHz a 20,25 kbit/s (máximo), para bandas de 4 kHz contiguas. 4 kHz a 20,25 kbit/s (máximo), único para bandas superpuestas o en cada sentido para bandas distanciadas.</li></ul>

<sup>(2)</sup> Si se desea, el terminal OPU-1 puede operar como un sistema de teleprotección de Alta Frecuencia. Esta funcionalidad permite a las empresas eléctricas transmitir órdenes de teleprotección sobre las líneas de alta tensión, utilizando únicamente un canal normalizado de 4 kHz, estando reservados 2 kHz para la emisión y 2 kHz para la recepción. Esta funcionalidad implica una arquitectura hardware específica del terminal.

	<p>➤ Canal digital (OFDM/OQAM): 32 kHz a 324 kbit/s (máximo), en cada sentido para bandas contiguas.</p> <p>16 kHz a 160 kbit/s (máximo), en cada sentido para bandas contiguas.</p> <p>8 kHz a 72 kbit/s (máximo), en cada sentido para bandas contiguas.</p> <p>4 kHz a 32 kbit/s (máximo), en cada sentido para bandas contiguas.</p>
<p><b>Capacidad de transmisión</b></p>	<p>Véase algunos ejemplos en FIGURA 13.</p> <p>Las posibilidades pueden ampliarse mediante la utilización de filtros adicionales</p>

**FIGURA 13** Ejemplos de configuración



**NOTAS:** La velocidad de transmisión depende de la relación S/R de la línea.

El terminal OPU-1 puede funcionar con distintos filtros de línea, según el tipo de placa base.

<b>Supervisión de la calidad de datos del enlace</b>	De acuerdo al estándar G.821
<b>Tono piloto (canal analógico)</b>	
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Control Automático de Ganancia.</li> <li>➤ Señalización telefónica.</li> <li>➤ Medida de la relación Señal/Ruido.</li> <li>➤ Sincronización del enlace.</li> <li>➤ Canal de servicio (transmisión de datos).</li> </ul>
Frecuencia central	150 Hz (frecuencia virtual)
Modulación	Por desplazamiento de frecuencia de $\pm 30$ Hz
Velocidad máxima	50 bit/s
<b>Tono piloto (canal digital)</b>	
Funciones	Control Automático de Ganancia
<b>Reloj interno (Maestro)</b>	
Estabilidad en frecuencia dentro de los márgenes de temperatura y tensión especificados	$\pm 1$ ppm
Envejecimiento	<1ppm/año
<b>Sincronización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Canal analógico: Con sincronismo o Plesiócrona (sin sincronismo).</li> <li>➤ Canal digital (QAM): Maestro-Esclavo</li> </ul>
<b>Control Automático de Ganancia (CAG) en canal analógico</b>	
Dinámica	$\geq 55$ dB con modulación de piloto al 10%
Eficacia	Variaciones de $\pm 20$ dB del nivel de entrada se traducen en variaciones menores de $\pm 0,2$ dB a la salida
<b>Control Automático de Ganancia (CAG) en canal digital</b>	47 dB

### CARACTERÍSTICAS DE ALTA FRECUENCIA

<b>Rango de frecuencia</b>	De 36 a 512 kHz
<b>Frecuencia de funcionamiento</b>	Programable a saltos de 1 Hz
<b>Impedancia nominal</b>	Seleccionable entre 50, 75, 125 y 140 /150 $\Omega$
<b>Atenuación de reflexión</b>	Mejor que 10 dB según CEI 495
<b>Pérdidas por conexión en paralelo</b>	Según CEI 495, Fig. A.1 con n=4 (canal digital), figura 5 (canal analógico)
<b>Separación de frecuencia para conexión en paralelo en la misma línea (canal analógico)</b>	
Entre emisor y receptor del mismo equipo	$\geq 0$ kHz
Entre emisores de equipos adyacentes	$\geq 8$ kHz
Entre emisor y receptor de equipos adyacentes	$\geq 4$ kHz
Entre receptores de equipos adyacentes	$\geq 0$ kHz
<b>Emisor</b>	
Potencia nominal (PEP) sobre carga resistiva	20, 40 u 80 W, compartida entre los canales analógicos y digital
Emisión de espúreas (canal analógico)	Según CEI 495 cls. 5.2.4 y figuras 7 y A.2
<b>Sensibilidad del receptor</b>	-30 dBm (medida en la señal piloto).
<b>Selectividad del receptor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Canal analógico: superior a 65 dB a 300 Hz y, a partir de 4 kHz, superior a 75 dB; según CEI 495 cls. 5.3.1.5.</li> <li>➤ Canal digital: según CEI 495 cls. 5.3.1.5</li> </ul>

### CARACTERÍSTICAS DEL MODEM DIGITAL QAM

<b>Factor de cresta</b>	8 dB
<b>Modulación</b>	
128 QAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 16 kHz: 81 kbit/s (79 kbit/s).</li> <li>➤ 8 kHz: 40,5 kbit/s (39,5 kbit/s).</li> <li>➤ 4 kHz: 20,25 kbit/s (19,75 kbit/s).</li> </ul>
16 QAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 16 kHz: 40,5 kbit/s (39,5 kbit/s).</li> <li>➤ 8 kHz: 20,25 kbit/s (19,75 kbit/s).</li> <li>➤ 4 kHz: 10,125 kbit/s (9,87 kbit/s).</li> </ul>
4 QAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 16 kHz: 27 kbit/s (26,3 kbit/s).</li> <li>➤ 8 kHz: 13,5 kbit/s (13,15 kbit/s).</li> <li>➤ 4 kHz: 6,75 kbit/s (6,55 kbit/s).</li> </ul>
<b>Aumento/Disminución de la velocidad total en línea<sup>(3)</sup></b>	<p>Automático. Puede deshabilitarse desde el software de programación.</p> <p>El cambio de velocidad presenta histéresis, cuyos umbrales pueden programarse desde el software de programación. La configuración de fábrica es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Salto <b>Medio-Superior</b>: 23 dB</li> <li>➤ Salto <b>Superior-Medio</b>: 20,5 dB</li> <li>➤ Salto <b>Medio-Inferior</b>: 11,6 dB</li> <li>➤ Salto <b>Inferior-Medio</b>: 14,4 dB</li> </ul>
Ancho de banda QAM 16 kHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Superior: 81 kbit/s.</li> <li>➤ Medio: 40,5 kbit/s.</li> <li>➤ Inferior: 27 kbit/s.</li> </ul>
Ancho de banda QAM 8 kHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Superior: 40,5 kbit/s.</li> <li>➤ Medio: 20,25 kbit/s.</li> <li>➤ Inferior: 13,5 kbit/s.</li> </ul>

<sup>(3)</sup> El equipo permanentemente mide la relación S/R en la banda digital para decidir el incremento de velocidad después de un retraining (1,5 s).

Ancho de banda QAM 4 kHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Superior: 20,25 kbit/s.</li> <li>➤ Medio: 10,125 kbit/s.</li> <li>➤ Inferior: 6,75 kbit/s.</li> </ul>
Mínima relación S/R, con ruido gaussiano blanco (AWGN) a la entrada el receptor (ancho de banda QAM 16 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ BER = <math>10^{-3}</math>: 20 dB a 81 kbit/s. 12 dB a 40,5 kbit/s. 8 dB a 27 kbit/s.</li> <li>➤ BER = <math>10^{-6}</math>: 23 dB a 81 kbit/s. 16 dB a 40,5 kbit/s. 12 dB a 27 kbit/s</li> </ul>
Mínima relación S/R, con ruido gaussiano blanco (AWGN) a la entrada el receptor (ancho de banda QAM 8 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ BER = <math>10^{-3}</math>: 20 dB a 40,5 kbit/s. 12 dB a 20,25 kbit/s. 8 dB a 13,5 kbit/s.</li> <li>➤ BER = <math>10^{-6}</math>: 23 dB a 40,5 kbit/s. 16 dB a 20,25 kbit/s. 12 dB a 13,5 kbit/s</li> </ul>
Mínima relación S/R, con ruido gaussiano blanco (AWGN) a la entrada el receptor (ancho de banda QAM 4 kHz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ BER = <math>10^{-3}</math>: 20 dB a 20,25 kbit/s. 12 dB a 10,125 kbit/s. 8 dB a 6,75 kbit/s.</li> <li>➤ BER = <math>10^{-6}</math>: 23 dB a 20,25 kbit/s. 16 dB a 10,125 kbit/s. 12 dB a 6,75 kbit/s</li> </ul>
Latencia interna	10 ms

## 5.4 CARACTERÍSTICAS DEL MODEM DIGITAL OFDM

Modulación	Multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM/OQAM)
Aumento/Disminución de la velocidad total en línea	Automático. La velocidad de transmisión máxima se ajusta dinámicamente en función de la relación S/R, a fin de garantizar una BER correcta en cada condición
Ancho de banda de 32 kHz	324 kbit/s (máximo)
Ancho de banda de 16 kHz	160 kbit/s (máximo)
Ancho de banda de 8 kHz	72 kbit/s (máximo)
Ancho de banda de 4 kHz	32 kbit/s (máximo)

## 5.5 INTERFACES DE USUARIO

<b>Canal analógico (opción IOPU)</b>	
Banda útil	De 300 a 3850 Hz
Interfaces	Dos entradas y dos salidas a 4 hilos por canal
Impedancia nominal	600 $\Omega$ , balanceada
Atenuación de reflexión	Mejor que 14 dB según CEI 495
Nivel nominal	Programable entre -20 dBm y +6 dBm
Actuación del limitador en las entradas en banda base	Según CEI 495 cls. 5.3.1.9
Bloqueo de las salidas en banda base	Por falta de piloto y/o baja relación S/R, con umbral independiente para cada salida
Distorsión de amplitud para un enlace	Según CEI 495 figura 9. Tres terminales conectados en cascada también cumplen con M.1020 figura 1.
Distorsión de retardo de grupo para un enlace	Según CEI 495 figura 10. Tres terminales conectados en cascada también cumplen con M.1020 figura 2.
Señalización E y M	
Emisión	Por optoacoplador. Tensión de entrada entre 30 V y 150 V
Recepción	Por relé. Capacidad de contacto: 1 A/250 Vca
Distorsión de los impulsos de llamada	$\leq 10\%$
Entrada teleprotección externa	Cualquier entrada de banda total puede ser utilizada para la transmisión de una señal de teleprotección, pudiendo ser programada con un porcentaje de nivel de señal comprendido entre el 10% y el 100% en el disparo
Control del incremento de potencia (boosting)	Por optoacoplador. Tensión de entrada entre 30 V y 150 V



Canal digital	
Puerto de datos síncronos	<p>A elegir entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Interfaz según Rec. V.35 de la UIT-T de 1200, 2400, 3600, 4800, 6400, 7200, 8000, 9600, 14400, 16000, 19200, 28800, 32000, 38400, 64000 y 72000 bit/s.</li> <li>➤ Interfaz según Rec. V.11 de la UIT-T de 1200, 2400, 3600, 4800, 6400, 7200, 8000, 9600, 14400, 16000, 19200, 28800, 32000, 38400, 64000 y 72000 bit/s.</li> <li>➤ Interfaz G.703, co-direccional de la UIT-T de 64 kbit/s.</li> </ul>
Puerto de datos asíncronos	200, 600, 1200, 2400, 3600, 4800, 7200, 9600 y 14400 bit/s con interfaz según Rec. V.24/V.28 de la ITU-T (EIA RS-232C)
Puerto de datos Ethernet	10/100Base-Tx con funcionalidad de bridge integrada

## 5.6 CARACTERÍSTICAS DEL MULTIPLEXOR INTERNO OPCIONAL

Multiplexor interno DMPU/TMPU (opcional)	<p>Hasta tres módulos tipo DMPU y/o TMPU, estando disponibles los siguientes.</p> <p><b>DMPU.02:</b> dos puertos de datos frontales</p> <p><b>DMPU.02R:</b> dos puertos de datos traseros</p> <p><b>DMPU.04:</b> cuatro puertos de datos frontales</p> <p><b>DMPU.04R:</b> cuatro puertos de datos traseros</p> <p><b>DMPU.06:</b> seis puertos de datos frontales</p> <p><b>TMPU.11:</b> un puerto de voz más un puerto de datos</p> <p><b>TMPU.21:</b> dos puertos de voz más un puerto de datos</p> <p>El módulo DMPU admite topologías punto a multipunto en sistemas de interrogación secuencial (polling).</p>
--	--

<p>Formato de los datos asíncronos</p>	<p>1 bit de Start. De 6 a 8 bits de datos. 1 ó 2 bits de Stop.</p>
<p>Velocidad de datos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Síncronos, de 600, 1200, 2400, 3600, 4800, 6400, 7200, 8000, 9600, 14400, 16000, 19200, 28800, 32000 y 38400 bit/s. (Hasta 19200 bit/s para velocidad total en línea de 27 kbit/s).</li> <li>➤ Asíncronos, de 50, 100, 200, 600, 1200, 2400, 3600, 4800, 6400, 7200, 8000, 9600, 14400, 19200 y 28800 bit/s. (Hasta 19200 bit/s para velocidad total en línea de 27 kbit/s).</li> <li>➤ Anisócronos, de 60, 120, 240, 360, 480, 640, 720, 800, 960 y 1440 bit/s.</li> </ul>
<p><b>Puertos de datos DMPU (modo ETCD)</b></p>	
<p>Interfaz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Puerto 3/9/15 (DB15 hembra) y Puerto 4/10/16 (DB15 hembra):             <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ V.24/V.28 de la UIT-T (EIA RS-232C)</li> <li>❖ X.21 de la UIT-T</li> <li>❖ RS-422 de la UIT-T</li> <li>❖ RS-485 (HD/FD)</li> </ul> </li> <li>➤ Puerto 5/11/17 (DB9 hembra), 6/12/18 (DB9 hembra), 7/13/19 (DB9 hembra) y 8/14/20 (DB9 hembra):             <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ V.24 asíncrono</li> <li>❖ RS-422 de la UIT-T</li> <li>❖ RS-485 (HD/FD)</li> </ul> </li> </ul> <p>Implementación de V.14 mejorada en modo asíncrono (permite comunicaciones entre equipos con velocidades de hasta un 10% de diferencia)</p>

<b>Puerto de datos TMPU (modo ETCD)</b>	
Interfaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Puerto 3/9/15 (DB15 hembra): V.24/V.28 de la UIT-T (EIA RS-232C)</li> <li>Implementación de V.14 mejorada en modo asíncrono (permite comunicaciones entre equipos con velocidades de hasta un 10% de diferencia)</li> </ul>
<b>Puertos de voz TMPU</b>	Transmisión y recepción dúplex a 2100 bit/s, 2450 bit/s ó 2800 bit/s (algoritmo de codificación RALCWI)
Conexión	Terminación telefónica a 4 hilos y a 2 hilos. A 2 hilos en modo FXO (lado centralita) o FXS (lado abonado)
Señalización	E/M (fuera de banda). DTMF (en banda). Tonos ADASE 1200/1600 Hz preconfigurados en fábrica (en banda)
Calidad de la voz	MOS (Mean Opinion Score) de 3.5-3.6

## 5.7 OTRAS CARACTERÍSTICAS

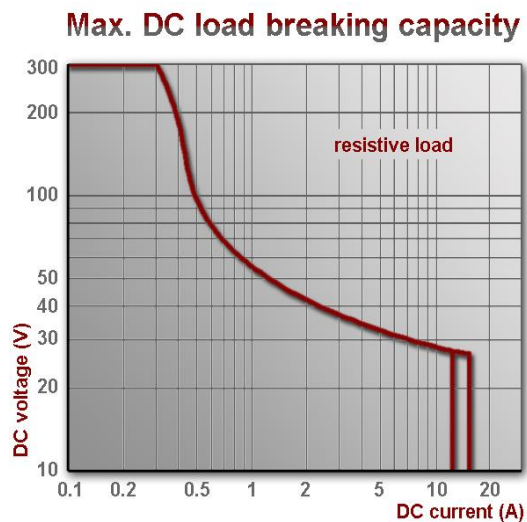
<b>Módulos opcionales analógicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Módulo de telefonía.</li> <li>➤ Modem asíncrono programable.</li> <li>➤ Sistema de teleprotección de 2 ó 4 órdenes por tono único en un ancho de banda de 4 kHz.</li> <li>➤ Sistema de teleprotección de 2 ó 4 órdenes por canales FSK en un ancho de banda de 4 kHz.</li> <li>➤ Sistema de teleprotección de hasta 4 órdenes independientes en cualquier combinación por doble tono en un ancho de banda de 1 kHz, 2 kHz ó 4 kHz.</li> </ul>
--------------------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sistema de teleprotección de 2 ó 4 órdenes por tono único o doble tono integrado en la banda digital QAM.</li> <li>➤ Filtro de tránsito digital.</li> <li>➤ Mezclador de entradas/salidas.</li> </ul>
<b>Otro equipamiento opcional que puede añadirse</b>	Unidad de teleprotección externa tipo TPU-1 o panel externo tipo MAS-2 (con modem asíncrono programable integrado)
<b>Indicaciones visuales del frontal</b>	
Señalizaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Equipo alimentado.</li> <li>➤ Estado del equipo.</li> <li>➤ Estado de los puertos de datos.</li> <li>➤ Equipo local en bucle.</li> <li>➤ Equipo remoto en bucle.</li> <li>➤ Orden de incremento de potencia.</li> <li>➤ Llamada emisión.</li> <li>➤ Llamada recepción.</li> </ul>
Alarmas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo alimentación.</li> <li>• Pérdida de sincronismo.</li> <li>• Falta de piloto.</li> <li>• Baja relación Señal/Ruido.</li> <li>• Exceso o bajo nivel recepción en canal digital.</li> <li>• Alarma de BER en canal digital.</li> <li>• Alarma General.<sup>(4)</sup></li> <li>• Alarma Remota.<sup>(4)</sup></li> </ul> <p>El equipo dispone de tres relés de señalización de alarma a los que puede asignarse, desde el sistema de gestión, una alarma de las anteriores o una combinación de ellas</p>

<sup>(4)</sup> Se ilumina cuando se produce una de las alarmas siguientes: Fallo alimentación, Sobrecarga del amplificador, Bajo nivel de salida en el amplificador, Pérdida de sincronismo, Falta de piloto, Baja relación Señal/Ruido, Actuación limitador BF, Alarma por temperatura, Fallo en la configuración del equipo, Fallo de hardware, Alarma de BER, y Exceso o bajo nivel recepción.

<b>Señalización externa de alarma alimentación</b>	
Tipo	Por relé. Contacto conmutado. Capacidad del contacto: 2 A/250 Vca, véase FIGURA 14 para Vcc
Número de relés	Uno por fuente de alimentación
Estado en condiciones normales de funcionamiento	Energizados (contactos T y C cortocircuitados)
<b>Señalización de alarmas al exterior</b>	
Tipo	Por relé. Contacto conmutado. Capacidad máxima del contacto: 2 A/250 Vca, véase FIGURA 14 para Vcc
Número de relés	3 relés cuya condición de alarma es programable por el usuario.  Cualquier situación de alarma que se produce en el terminal, así como en el colateral, se pone de manifiesto en el frontal del equipo a través del LED ALARMA GENERAL y del LED ALARMA REMOTA, respectivamente
Estado en condiciones normales de funcionamiento	Energizados (contactos T y C cortocircuitados)
Temporización para la activación del relé	Programable entre 0 y 60 s

FIGURA 14 Tensión CC/Corriente CC



**NOTA:** 2A es la corriente máxima

<b>Dispositivos de prueba</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Canal analógico:             <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Posibilidad de efectuar bucles de alta y de baja frecuencia.</li> </ul> </li> <li>➤ Canal digital:             <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Bucle de datos en equipo local y en equipo remoto.</li> <li>❖ Bucle de alta frecuencia (terminal aislado).</li> <li>❖ Visualización mediante un osciloscopio de la constelación del espacio de la señal en emisión y recepción (QAM).</li> </ul> </li> </ul>
<b>Capacidad del registro cronológico</b>	1010 alarmas y eventos con una resolución de 1 ms. 110 registros están reservados para eventos relacionados con <b>Ciberseguridad</b>
<b>Sincronización horaria del registro cronológico</b>	Vía GPS (IRIG-B) o vía Ethernet (protocolo SNTP)
<b>Conector sincroreceptor</b>	Tipo: BNC Estándar: IRIG-B 123 e IRIG-B 003

## 5.8 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

<b>Temperatura y humedad</b>	De -5 °C a +55 °C y humedad relativa no superior al 95%, según CEI 721-3-3 clase 3K5 (climatograma 3K5)
<b>Temperatura máxima</b>	+55 °C durante un período no superior a 24 horas (CEI 495 cls 3.1)
<b>Alimentación</b>	48 Vcc (36 ÷ 72 Vcc) -25%, +50%. 110 Vcc ±20%. 110 a 220 Vcc y Vca ±20%.
<b>Consumo (para equipo mixto con QAM/OFDM y pilotos analógicos al 10%)</b>	1,87 A para 48 Vcc (90 W)

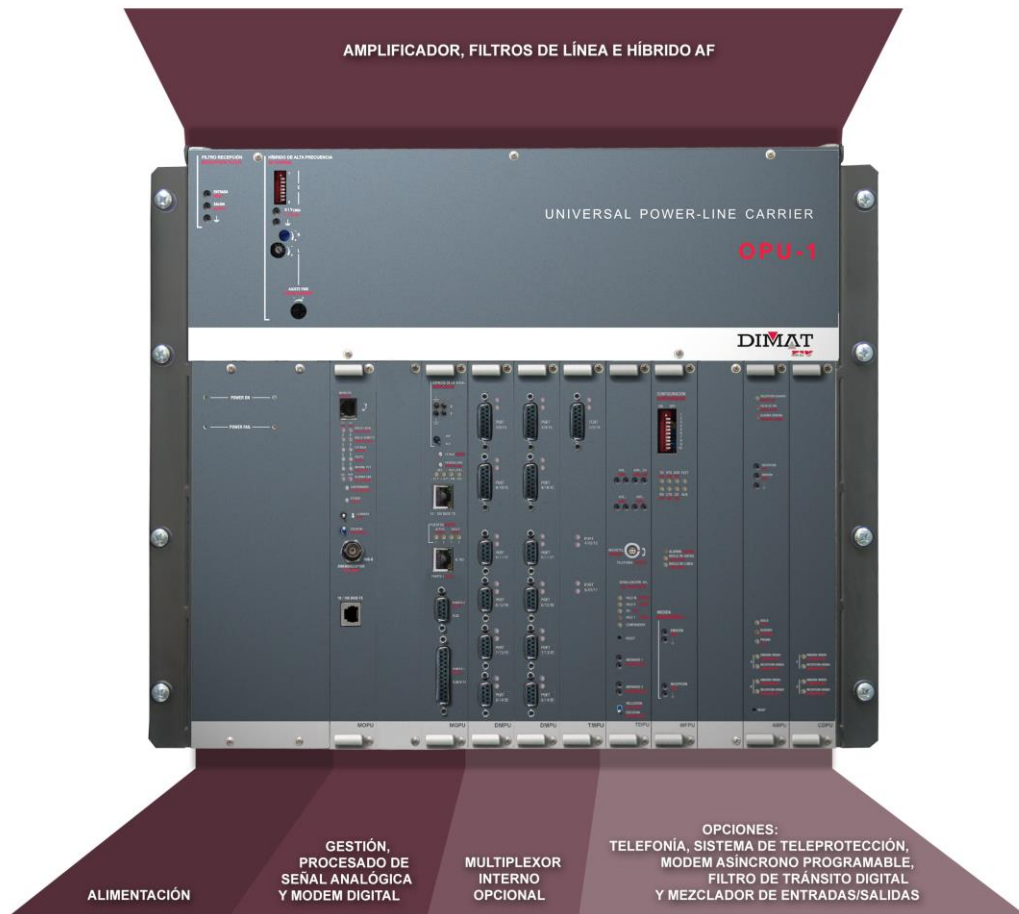
<b>Protección contra sobretensiones en corriente continua</b>	Mediante fusible de 7 A/250 V para terminales de 20 y 40 W
<b>Aislamiento, sobretensiones y compatibilidad electromagnética</b>	Según CEI 495 tablas 2 y 3: ➤ CEI 255-4 clase II y clase III. ➤ CEI 255-5. ➤ CEI 255-22-1 clase II y clase III. ➤ CEI 801-2 clase III. ➤ CEI 801-3. ➤ CEI 801-4 nivel 3.
<b>Condiciones de almacenamiento</b>	Según CEI 721-3-1, clase 1K5

## 5.9 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

<b>Dimensiones</b>	
Terminal básico	483 x 398 x 355 mm (un panel de 19"/6 U y un panel de 19"/3 U)
80 W o filtros adicionales para terminales de 20 y 40 W	483 x 548 x 355 mm (un panel de 19"/6 U y dos paneles de 19"/3 U)
<b>Peso</b>	20 kg (terminal 20/40 W) 23 kg (terminal 20/40 W con opciones) 30 kg (terminal 80 W) 33 kg (terminal 80 W con opciones)
<b>Disposición de módulos</b>	Véase FIGURA 15

# OPU-1

FIGURA 15 Disposición de módulos



<p><b>Conexionado</b></p>	<p>Mediante conectores situados en el frontal, en la parte posterior del equipo y bloques de bornes enchufables. Si se desea, también pueden suministrarse las mangueras necesarias bajo demanda.</p> <p>Bajo demanda pueden suministrarse bloques de bornes de fondo armario</p>
<p>Bornes de alimentación</p>	<p>Bornes no seccionables aptos para conductores flexibles hasta 4 mm<sup>2</sup> de sección y rígidos hasta 6 mm<sup>2</sup> de sección</p>
<p>Bornes de relés de alarma</p>	<p>Bornes no seccionables aptos para conductores flexibles hasta 2,5 mm<sup>2</sup> de sección y rígidos hasta 2,5 mm<sup>2</sup> de sección</p>



Resto de bornes	Bornes no seccionables aptos para conductores hasta 1,31 mm <sup>2</sup> de sección
-----------------	---

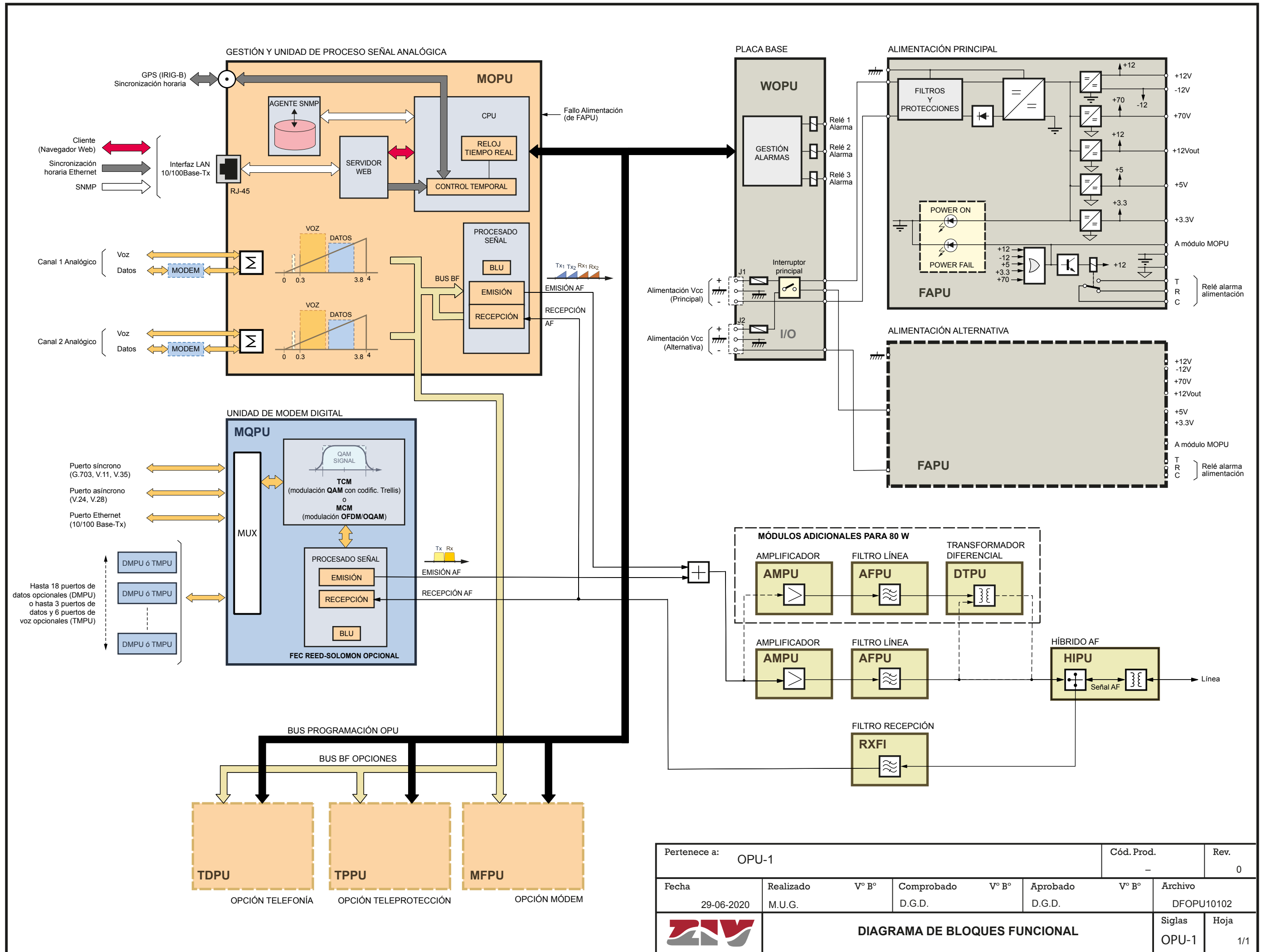
En ambientes perturbados, es conveniente utilizar cables apantallados para realizar las conexiones. La pantalla de dichos cables debe conectarse a tierra únicamente en un extremo del cable, a fin de asegurar la protección del personal y evitar interferencias.


## 5.10 SISTEMA DE GESTIÓN

<b>Interfaz de gestión del equipo</b>	
Interfaz de red 10/100Base-TX	
Norma interfaz	IEEE 802.3 (CSMA/CD)
Conector	RJ-45 hembra de 8 contactos
Tipo de cable	UTP-5
Velocidad de transmisión	10 o 100 Mbit/s
<b>Sistema de Gestión OPU-1</b>	<p>Programación y monitorización del sistema desde un navegador web estándar instalado en un PC, sin ser necesario ningún otro software adicional.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Programación: parámetros de red, identificación y configuración del equipo, banda de frecuencias en emisión y en recepción, niveles de entrada y salida de las señales de audiofrecuencia, porcentajes de nivel de señal de cada servicio en operación normal o en condición de incremento de potencia, esquema de modulación digital (QAM o OFDM/OQAM), velocidad total en línea del modem digital QAM, puertos digitales, aumento/disminución de velocidad, módulos analógicos opcionales, relés de señalización externa, relojes y sincronización y bucles.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Monitorización: Listado cronológico de alarmas y eventos, alarmas del terminal, nivel del piloto recibido, relación S/R, Calidad del enlace (establecida en base a la Recomendación G.821), y estado de los puertos digitales.</li> </ul>
<b>Agente SNMP</b>	
Protocolo SNMP	v1, v2c y v3
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Generación de notificaciones no confirmadas (<i>traps</i>) y confirmadas (<i>informs</i>) de alarmas y eventos del equipo. Este último tipo sólo es admitido para las versiones del protocolo v2c y v3.</li> <li>➤ Consulta mediante un comando GET de determinados parámetros monitorizables del equipo, siendo éstos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Parámetros de red (IP, máscara de subred y puerta de enlace).</li> <li>❖ Estado de los contadores de emisión y de recepción de orden y de los contadores de activaciones de entrada y de salida (opción de teleprotección).</li> <li>❖ Estado señales de alarma (equipo base y opción de teleprotección).</li> <li>❖ Monitorización de alarmas.</li> <li>❖ Notificación de eventos.</li> <li>❖ Relación Señal/Ruido (equipo base y opción de teleprotección).</li> <li>❖ Nivel de recepción.</li> </ul> </li> <li>➤ Inicialización mediante comando SET de los contadores de emisión y de recepción de orden y de los contadores de activaciones de entrada y de salida (opción de teleprotección).</li> <li>➤ Modificación mediante comando SET de los parámetros de red (IP, máscara de subred y puerta de enlace).</li> </ul>

<b>Supervisión mediante Agente SNMP</b>	Posible desde una aplicación SNMP. La mayoría de las variables del equipo OPU-1 susceptibles de ser supervisadas se encuentran en la MIB del equipo, la cual puede integrarse en la plataforma de gestión.
<b>Ordenador de gestión</b>	
Tipo	Ordenador personal compatible PC
Modelo	CPU con microprocesador Pentium III 550 MHz o superior
Memoria RAM	512 MBytes
Adaptador gráfico	SVGA de 1 Mbyte
Comunicación	Módulo de red con interfaz 10/100Base-Tx
Sistema operativo	Microsoft Windows XP con versión de Service Pack 2, Microsoft Windows 7 o Microsoft Windows 10
Navegador web (HTTPS)	Microsoft Internet Explorer v 6.0 o superior  No se requiere cuando el acceso al servidor web del terminal OPU-1 se lleva a cabo sin el navegador (javaws https://<IP>/ziv.jnlp)
Máquina virtual JAVA (Sun Microsystems)	Versión 1.7 o superior



Pertenece a: OPU-1					Cód. Prod.	Rev.
					-	0
Fecha	Realizado	V° B°	Comprobado	V° B°	Aprobado	Archivo
29-06-2020	M.U.G.		D.G.D.		D.G.D.	DFOPU10102
 <b>DIAGRAMA DE BLOQUES FUNCIONAL</b>					Siglas	Hoja
					OPU-1	1/1