

MO-170

MODULADOR COFDM DVB-T

DVB-T COFDM MODULATOR




- 0 MI1469 -



NOTAS SOBRE SEGURIDAD


Antes de manipular el equipo leer el manual de instrucciones y muy especialmente el apartado PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD.

El símbolo  sobre el equipo significa "CONSULTAR EL MANUAL DE INSTRUCCIONES". En este manual puede aparecer también como símbolo de advertencia o precaución.

Recuadros de ADVERTENCIAS Y PRECAUCIONES pueden aparecer a lo largo de este manual para evitar riesgos de accidentes a personas o daños al equipo u otras propiedades.

SAFETY NOTES

Read the user's manual before using the equipment, mainly " SAFETY RULES " paragraph.

The symbol  on the equipment means "SEE USER'S MANUAL". In this manual may also appear as a Caution or Warning symbol.

Warning and Caution statements may appear in this manual to avoid injury hazard or damage to this product or other property.

SUMARIO
CONTENTS

☞ **Manual español**.....

Español

☞ ***English manual***.....

English

ÍNDICE

1	GENERALIDADES	1
1.1	Descripción general.....	1
1.2	Descripción funcional	2
1.3	Especificaciones.....	4
2	PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD	7
2.1	Generales.....	7
2.2	Ejemplos Descriptivos de las Categorías de Sobretensión	9
3	INSTALACIÓN.....	11
3.1	Alimentación.....	11
3.1.1	Funcionamiento mediante conexión a la red eléctrica.....	11
3.2	Instalación y Puesta en Marcha	11
4	INSTRUCCIONES DE UTILIZACIÓN.....	13
4.1	Descripción del Panel Frontal	13
4.2	Descripción del Panel Posterior	14
4.3	Funciones del menú.....	15
4.4	Funciones del MODULADOR.....	16
4.5	Funciones RF	20
4.6	Funciones de NIVEL	21
4.7	Funciones de TEST.....	22
4.8	Funciones de CONFIGURACIÓN	23
4.9	Control REMOTO vía interfaz RS-232	25
4.10	Velocidades binarias útiles del estándar DVB-T	30
4.11	Información sobre errores	32
4.11.1	Tipos de errores.....	33
4.11.2	Codificación de los errores	33
5	MANTENIMIENTO	37
5.1	Sustitución del fusible.....	37
5.2	Recomendaciones de Limpieza	37

APÉNDICE A: Tablas de canales



MODULADOR COFDM DVB-T MO-170



1 GENERALIDADES

1.1 Descripción general

El **MO-170** es un modulador **DVB-T** de total compatibilidad con el estándar **ETSI EN 300 744 v1.5.1**. La entrada del modulador es una trama de transporte **MPEG-2 (TS)** en formato **DVB-SPI** ó **DVB-ASI**. Las salidas del equipo corresponden a señales **DVB-T** moduladas en **COFDM** y convertidas a frecuencias **FI** y **RF**.

El **MO-170** soporta los modos **2k** y **8k**, así como la **transmisión jerárquica**, y puede ser utilizado en **redes multifrecuencia (MFN)**. Tanto la codificación digital como el proceso de modulación han sido implementados mediante dispositivos lógicos programables basados en la propia tecnología de PROMAX. Esto le confiere un diseño muy flexible, para adaptarse a cualquier aplicación en particular y ofrecer una gama amplia de funciones a bajo coste.

Entre sus principales prestaciones destacan:

- Operación en modo 2k y 8k
- Soporta modos Jerárquicos
- Funcionamiento en modo *Master* (maestro) y *Slave* (esclavo)
- Anchos de banda de canal de 6, 7 y 8 MHz (seleccionable por el usuario)
- Resolución alta en frecuencia (en pasos de 1 Hz)
- MER elevado



1 Digital Video Broadcasting Trade Mark of the DVB Digital Video Broadcasting Project (4027).

1.2 Descripción funcional

El **MO-170** es un modulador **DVB-T** de propósito general para montaje en rack de 19 pulgadas. El equipo dispone de tres entradas **TS MPEG-2** seleccionables (dos entradas serie **ASI** y una entrada paralelo **SPI**). Cualquiera de estas entradas puede ser utilizada para modular la señal **COFDM** tanto en modo jerárquico (una entrada **TS**) como no jerárquico (dos entradas **TS**). El equipo permite generar internamente una señal **TS** adicional para generar señales **DVB-T** incluso en ausencia de una entrada **TS** válida.

En el modo esclavo (*slave*), la velocidad binaria de la trama de transporte (**TS**) de entrada al modulador **COFDM** debe estar especificada en la norma **ETSI EN 300 744** para cada configuración de parámetros de transmisión **DVB-T**. De esta forma, el modulador podrá sincronizar automáticamente su reloj interno a la velocidad binaria del **TS** de entrada. El modo esclavo permite utilizar una entrada de **TS** a velocidad binaria constante en modo no jerárquico. Cuando utilice jerarquía, el usuario deberá escoger la trama de transporte **TS** (**HP** ó **LP**) de la entrada que va a ser “mapeada”, y en consecuencia, sincronizada por el modulador. La otra trama de transporte, se generará internamente como un secuencia binaria pseudoaleatoria (**PRBS**).

La velocidad binaria de entrada en modo esclavo debe pertenecer a un margen de valores del 0.1% respecto a los especificados por el estándar **DVB-T** (Ver apartado “4.10 Velocidades binarias útiles del estándar DVB-T”) y aproximadamente constante. Este modo de operación es especialmente útil cuando se remodula una señal **DVB-T** sin transmitir, utilizando los mismos parámetros sin que sea necesidad de demultiplexar y volver a multiplexar el flujo de transporte (como sería el caso del modo maestro).

El margen de enganche para el **MO-170** respecto a la velocidad del **TS** es mayor a la de un demodulador **COFDM**. Esto es debido a que el modulador sincroniza perfectamente en modo esclavo, mientras que un receptor **DVB-T** típico no es capaz de adquirir el sincronismo.

En el modo maestro (*master*), el **MO-170** es capaz de trabajar con cualquier velocidad binaria de entrada que sea estrictamente menor que la velocidad binaria útil especificada en el estándar **DVB-T** para la configuración **DVB-T** utilizada (Ver apartado ‘4.10 Velocidades binarias útiles del estándar DVB-T’). Es el propio modulador el que se encarga de adaptar la velocidad binaria de entrada a la requerida por el modo **DVB-T** en uso (*bit rate adaptation*). Para ello se añaden paquetes de relleno (*packet stuffing*) a la trama de transporte **MPEG-2**. Con el fin de preservar la integridad de la trama **MPEG-2**, los valores de los relojes de programa embebidos en la trama son automáticamente re-estampados a su paso por el modulador (*PCR restamping*). En los modos con jerarquía, el **MO-170** en modo maestro presenta la ventaja sobre el modo esclavo de poder utilizar cualquiera de las tres entradas **TS** como entrada de tramas de alta prioridad (**HP**) o baja prioridad (**LP**) o ambas simultáneamente.

El modulador puede ser configurado para generar cualquier modo de transmisión incluido en las especificaciones **DVB-T**. En los modos jerárquicos, las tramas de transporte **HP** y **LP** pueden ser codificadas convolucionalmente a diferente velocidad binaria.

El ancho de banda es seleccionado por el usuario entre 6, 7 ó 8 MHz según requiera la aplicación. El **MO-170** ofrece varios modos de prueba (supresión de portadoras, salida de un único tono, generación de patrones **TS**, inyección de **CBER** y **VBER**).

El modulador es flexible en frecuencia. El usuario puede seleccionar una frecuencia de salida entre 45 y 875 MHz por pasos de 1 Hz. Durante el funcionamiento normal, la frecuencia de salida **FI** es ajustada internamente por el modulador, pudiendo variar entre 31 y 36 MHz dependiendo de la frecuencia **RF** seleccionada. La salida **RF** puede ser desconectada, en tal caso la frecuencia **FI** se fija a 36 MHz. La polaridad del espectro **F/RF** (invertido o no invertido) puede ser seleccionado por el usuario.

El **MO-170** ha sido diseñado para trabajar con redes Multifrecuencia (**MFN**). La operación en redes de Frecuencia Única (**SFN**) no está soportada actualmente. La calidad de la salida de señal ha sido optimizada para los canales de 8 MHz. El **MER** medido a **FI**, en este caso, es de aproximadamente 40 dB en modo maestro.

La supervisión y control del **MO-170** se realiza a través de la pantalla LCD situada en el panel frontal. El modulador se configura fácilmente mediante un conjunto de menús de navegación muy intuitiva. Un par de indicadores luminosos situados en el panel frontal señalan la existencia de errores en el modulador o si el equipo está correctamente alimentado.

1.3 Especificaciones

ENTRADAS

Trama de transporte MPEG-2

Dos entradas DVB-ASI, 75 Ω BNC hembra
 Una entrada DVB-SPI, LVDS DB-25
 Paquetes TS de 188 ó
 204 bytes de longitud (detección automática).
 Soporta modo *burst* y paquetes continuos

Modos de operación

Maestro

Velocidad binaria TS estrictamente por debajo de la norma DVB-T
 Adaptación automática velocidad (*Packet-stuffing* y *PCR-stamping*)

Esclavo

Velocidad binaria TS constante según norma DVB-T, con tolerancia $\pm 0,1\%$

SALIDA FI

Tipo

Conector 50 Ω BNC hembra

Margen de frecuencia

Ajustable entre 31 - 36 MHz por pasos de 1 Hz
 Fija a 36 MHz con salida *RF mute* activada.

Polaridad del espectro

Seleccionable mediante controles del panel frontal

Nivel de potencia (media)

0 dBm (107 dB μ V) fija

Rizado de amplitud en la banda

< 0,5 dB

Rizado retardo de grupo en banda

< 10 ns

Estabilidad en frecuencia

20 ppm

Característica espectral

fuera de banda¹

@ $\pm 3,805$ MHz

0 dBc

@ $\pm 4,25$ MHz

-39 dBc (2k), -47 dBc (8k)

@ $\pm 5,25$ MHz

-52 dBc

Nivel de armónicos y espurios

≤ -50 dBc

MER²

> 40 dB

¹ Las frecuencias son relativas a la frecuencia central para un canal de 8 MHz. Los niveles de pico medidos utilizando un ancho de banda de 10 kHz se refieren a las portadoras situadas en cualquier banda del espectro. Los valores indicados son para el peor caso y corresponden a intervalos de guarda de 1/32.

² Valor medido en modo maestro. En modo esclavo, el MER es mayor de 38 dB para canales de 8 MHz. Para canales de 7 y 6 MHz el MER es de 35 dB aproximadamente.

SALIDA RF

Tipo	Conector 50 Ω Tipo-N hembra
Margen de frecuencia	Ajustable entre 45 y 875 MHz por pasos de 1 Hz
Polaridad espectro	Seleccionable mediante los controles del panel frontal
Nivel de potencia (media)	Aproximadamente 80 dB μ V sin atenuación. Atenuación variable de 0 a 60dB en pasos de 1 dB
Estabilidad en frecuencia	20 ppm
MER	> 32 dB
Fase del ruido SSB	\leq -87 dBc/Hz @ 2 kHz

PARÁMETROS DVB-T

Tamaño IFFT	2k, 8k
Intervalos de guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Tasa de código	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
Constelaciones	QPSK, 16QAM, 64QAM
Modos jerárquicos	16QAM y 64QAM constelaciones con proporciones de constelación $\alpha = 1, 2 \text{ ó } 4$
Operación MFN	Disponible
Ancho de banda	6, 7 y 8 MHz (seleccionable por el usuario)

MODOS DE TEST

Suprimir portadoras	Suprime un número de portadoras (desde un índice inicial a un índice final) del conjunto COFDM. Permite medir el ruido de intermodulación y de cuantificación de la banda
Portadoras piloto	Genera únicamente las portadoras piloto (continuas y TPS)
Portadora única	Genera una única portadora en la frecuencia central cuyo nivel equivale a la potencia media de salida COFDM o bien se fija en el máximo disponible
Paquetes test del TS	Permite la calibración del nivel de señal Genera internamente TS de test mediante secuencias PRBS de longitud 15 ó 23 bits integrados en paquetes NULL según norma ETSI TR 101 290
Secuencias PRBS	Mapeado de una secuencia PRBS en los puntos de constelación según norma ETSI TR 101 290

Inyección de bits erróneos

Inyecta bits erróneos en la entrada del mapeador de la constelación seleccionada (produce un CBER \neq 0 después del descodificador de Viterbi) o en la entrada del codificador de convolución (produce un VBER \neq 0 después del descodificador de Viterbi)

INTERFAZ RS-232C**ALIMENTACIÓN**

Tensión	90 – 250 VAC
Frecuencia	50 - 60 Hz
Consumo	20 W

CONDICIONES AMBIENTALES DE FUNCIONAMIENTO**Uso en interiores**

Altitud	Hasta 2000 mts
Margen de temperaturas	De 5° a 40°C
Humedad relativa máx.	80% (hasta 31° C), decreciendo linealmente hasta el 50% a 40° C

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Dimensiones	482,6 (An.) x 44,4 (Al.) x 381 (Pr.) mm
Peso	6,3 kg

OPCIONES

- OP-170-E** Generador de ruido blanco para comprobación del **C/N**. Simulación de canales fijos y móviles en redes **SFN/MFN**.
- OP-170-P** Amplificador de 10 dBm.

2 PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD

2.1 Generales

- * Utilizar el equipo **solamente en sistemas con el negativo de medida conectado al potencial de tierra.**
- * Este es un equipo de **clase I**, por razones de seguridad debe conectarse a **líneas de suministro con la correspondiente toma de tierra.**
- * Este equipo puede ser utilizado en instalaciones con **Categoría de Sobretensión II** y ambientes con **Grado de Polución 1.**
- * Al emplear cualquiera de los siguientes accesorios debe hacerse sólo con los tipos **especificados** a fin de preservar la seguridad:
 - Cable de red CA005
- * Tener siempre en cuenta los **márgenes especificados** tanto para la alimentación como para la medida.
- * Recuerde que las tensiones superiores a **60 V DC** o **30 V AC rms** son potencialmente peligrosas.
- * Observar en todo momento las **condiciones ambientales máximas especificadas** para el aparato.
- * **Operador solo está autorizado a intervenir en:**
 - Cambio de fusibles que deberán ser del **tipo y valor indicados.**
 - En el apartado Mantenimiento se dan instrucciones específicas para estas intervenciones.
 - Cualquier otro cambio en el equipo deberá ser efectuado exclusivamente por personal especializado.
- * **El negativo de señal** se halla al potencial de tierra.
- * **No obstruir el sistema de ventilación** del equipo.
- * Utilizar para las entradas / salidas de señal, especialmente al manejar niveles altos, cables apropiados de bajo nivel de radiación.
- * Seguir estrictamente las **recomendaciones de limpieza** que se describen en el apartado Mantenimiento.

* Símbolos relacionados con la seguridad

 CORRIENTE CONTINUA

 CORRIENTE ALTERNA

 ALTERNA Y CONTINUA


 TERMINAL DE TIERRA

 TERMINAL DE PROTECCIÓN


 TERMINAL A CARCASA

 EQUIPOTENCIALIDAD

 MARCHA

 PARO

 DOBLE AISLAMIENTO
(Protección CLASE II)

 PRECAUCIÓN
(Riesgo de choque eléctrico)

 PRECAUCIÓN VER MANUAL

 FUSIBLE

2.2 Ejemplos Descriptivos de las Categorías de Sobretensión

- Cat I** Instalaciones de baja tensión separadas de la red.
- Cat II** Instalaciones domésticas móviles.
- Cat III** Instalaciones domésticas fijas.
- Cat IV** Instalaciones industriales.

3 INSTALACIÓN

3.1 Alimentación

El **MO-170** es un equipo alimentado a través de la red eléctrica para su operación.

3.1.1 Funcionamiento mediante conexión a la red eléctrica

Conectar el equipo a la red eléctrica a través del conector de tensión AC [12] situado en el panel posterior del **MO-170**.

Verificar que la tensión eléctrica suministrada por la red es conforme a las especificaciones del equipo.

3.2 Instalación y Puesta en Marcha

El modulador **MO-170** está diseñado para su utilización como equipo de montaje en Rack de 19" (chasis 1U)

Conmutar a la posición I (Encendido) el interruptor principal [13] situado en el panel posterior. Tras una puesta en marcha con éxito, el equipo emite cuatro tonos acústicos que indican que está preparado para iniciar la operación. Cuando el equipo está conectado a la red, el indicador luminoso **LINE** [3] permanece encendido.

4 INSTRUCCIONES DE UTILIZACIÓN

ADVERTENCIA:

Las funciones que se describen a continuación podrían ser modificadas en función de actualizaciones del software del equipo, realizadas con posterioridad a su fabricación y a la publicación de este manual.

4.1 Descripción del Panel Frontal

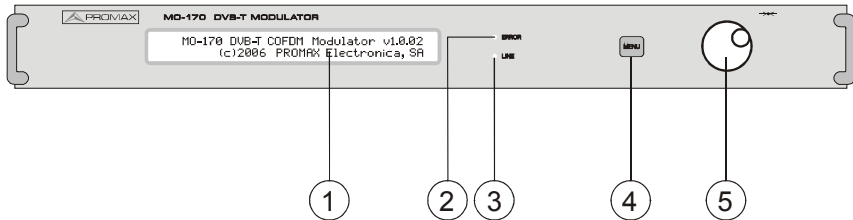


Figura 1.- Panel frontal.

[1] Pantalla LCD.

Con 2x40 caracteres de lectura fácil gracias a la retroiluminación a LEDs.

[2] ERROR

LED ROJO realiza dos funciones. Durante cada segundo de funcionamiento, las primeras décimas de segundo indica si el sistema está enganchado (OFF) o desenganchado (ON).

Las restantes nueve décimas de segundo, el indicador luminoso en color rojo muestra si se han detectado errores durante más de 5 segundos (ON) (desde la última vez que el contador de errores fue reinicializado).

[3] LINE

LED VERDE indicador que señala cuando la alimentación está **ON**.

[4] MENU

La tecla de **MENU** permite al usuario entrar y salir de las funciones del menú, así como modificar los parámetros funcionales del equipo (parámetros de modulación, nivel y frecuencia de salida, y otras funciones de configuración).

[5] Selector rotativo y pulsador.

Posee múltiples funciones: Desplazamiento por los diferentes menús y submenús que aparecen en el monitor y validación de las distintas opciones.

Cuando se pulsa el selector rotativo, y estamos modificando alguna función del equipo, la opción que en ese momento visualice la pantalla LCD será seleccionada. Girando el selector rotativo en sentido horario (CW) o antihorario (CCW) permite navegar a través de las opciones disponibles en cada menú de funciones del MO-170.

4.2 Descripción del Panel Posterior

El panel posterior muestra, de derecha a izquierda, el conector para la tensión AC de red, la rejilla del ventilador, un conector DB-9 para control remoto vía puerto COM RS-232C, una entrada de TS paralela, dos entradas DVB-ASI TS para suministrar el TS en formato serie, una salida de señal FI de test (valor nominal 36 MHz) y la salida principal de RF, con el nivel y la frecuencia establecida por el usuario.

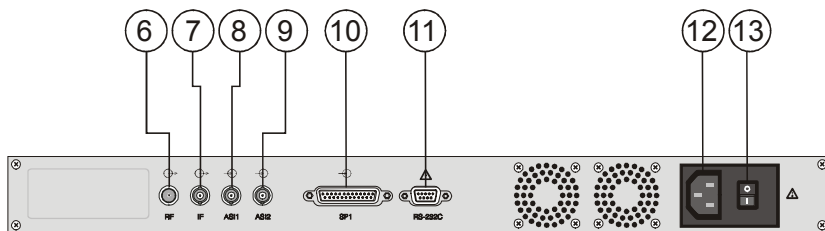


Figura 2.- Vista panel posterior.

[6] Salida RF, 50Ω, conector Tipo-N hembra.

[7] Salida FI, 50Ω, BNC hembra

[8] Entrada ASI1, 75Ω, BNC hembra
Entrada número 1 DVB-ASI.

[9] Entrada ASI2, 75Ω, BNC hembra.
Entrada número 2 DVB-ASI.

[10] Entrada TS paralela DB-25.
Entrada DVB-SPI.

[11] Conector RS-232C, DB-9
Conector DB-9 para control remoto vía puerto COM RS-232C

[12] Conector Tensión AC

Permite la alimentación del equipo a través de la red eléctrica.

[13] Interruptor principal

Conecta o desconecta la alimentación principal del equipo.

NOTA: El valor real de la frecuencia FI puede variar entre 31 y 36 MHz, de acuerdo con el valor de la frecuencia RF. Cuando se precisa de un valor fijo de 36 MHz, el modulador debe configurarse para inhibir la salida RF, en el menú RF.

4.3 Funciones del menú.

Tras la puesta en marcha, en la pantalla del panel frontal del equipo aparece información relativa a los principales parámetros de funcionamiento, tal como se muestra en el siguiente ejemplo:

**FREQ: 65000000 Hz ATT: 10 dB
FFT:8K CONST:64QAM BW:8 MHz GUARD:1/4**

**FREQ: 65000000 Hz ATT: 10 dB
TEST: NONE TS: Master (204)**

Aquí la frecuencia RF es de 650 MHz, el atenuador RF por pasos de 1 dB ha sido ajustado a incrementos de 10 dB, la señal DVB-T contiene 8K portadoras, ocupa 8 MHz y utiliza una constelación 64 QAM con intervalo de guarda de 1/4. No ha sido seleccionado ningún modo de test (NONE) y el modo de operación establecido es el modo maestro. Se han detectado paquetes de longitud 204 bytes en la entrada TS seleccionada por el usuario.

Después de unos segundos, la pantalla cambia su contenido para mostrar el tiempo de funcionamiento y la información relativa al cómputo de errores como se muestra a continuación:

**MO-170 PROMAX ELECTRONICA, S.A.
Working: 01:13:55 ERR: 0**

El texto de línea de superior (nombre de la compañía por ejemplo) puede ser modificada vía puerto RS-232 según las necesidades de cada usuario, permitiendo fácilmente una identificación o aviso del equipo.

Pulsando la tecla MENU, permite acceder al nivel principal del menú. Pulsar MENU de nuevo para acceder a la pantalla principal de estado. Este nivel principal del menú utiliza la primera línea de texto para proporcionar algunos avisos a cerca de las operaciones asignadas a cada control, y la segunda línea de la pantalla sobre las opciones y funciones seleccionables.

**MENU: back PUSH: select TURN: next/prev.
MODULATOR**

Al girar el selector rotativo CW o CCW, cambia el título del submenú entre:

1. MODULADOR
2. RF
3. NIVEL
4. TEST
5. CONFIGURACIÓN

4.4 Funciones del MODULADOR

En este nivel del menú, los parámetros del modulador pueden ser modificados y ajustados según los requisitos del usuario. Al modificar cualquier parámetro de modulación, los cambios se activan sólo cuando se confirman pulsando el selector rotativo. Por el contrario, pulsando la tecla de MENU, se cancela el cambio de la opción. A continuación se comenta cada función:

- **TS HP Input:** Permite seleccionar la entrada utilizada para suministrar el *Transport Stream* (TS) de alta prioridad al modulador COFDM. Las opciones son:
 - ASI1: Utiliza el TS suministrado por el conector de entrada ASI1 (panel posterior).
 - ASI2: Utiliza el TS suministrado por el conector de entrada ASI2 (panel posterior).
 - SPI: Utiliza el TS paralelo suministrado por el conector SPI (panel posterior).
 - PRBS: Utiliza datos aleatorios generados internamente (PRBS) para generar paquetes TS de prueba.
- **TS LP Input:** Permite seleccionar la entrada utilizada para suministrar el *Transport Stream* (TS) de baja prioridad al modulador COFDM. Las opciones son:
 - ASI1: Utiliza el TS suministrado por el conector de entrada ASI1 (panel posterior).
 - ASI2: Utiliza el TS suministrado por el conector de entrada ASI2 (panel posterior).

SPI: Utiliza el TS paralelo suministrado por el conector SPI (panel posterior).
PRBS: Utiliza datos aleatorios generados internamente (PRBS) para generar paquetes TS de prueba.

- **BW:** Esta opción habilita la selección del ancho de banda. La señal COFDM puede ser generada con un ancho de banda de 6 MHz, 7 MHz ó 8 MHz.

8 MHz: Selecciona el ancho de banda de 8 MHz.

7 MHz: Selecciona el ancho de banda de 7 MHz.

6 MHz: Para un ancho de banda de 6 MHz.

- **Hierarchy:** Utilizando esta función el modulador COFDM conmuta entre modo jerárquico, con diferentes ratios de constelación alfa, y el modo de funcionamiento no jerárquico. Las opciones disponibles son:

OFF: Funcionamiento no jerárquico.

a=1: Modo jerárquico con alfa = 1

a=2: Modo jerárquico con alfa = 2

a=4: Modo jerárquico con alfa = 4

- **HP Code Rate:** Utilizando esta función, el usuario puede modificar la tasa de código de modulación para los flujos de datos (TS) de alta prioridad (HP). Las opciones disponibles son las siguientes:

- 1/2

- 2/3

- 3/4

- 5/6

- 7/8

- **LP Code Rate:** Utilizando esta función, el usuario puede modificar la tasa de código de modulación para los flujos de datos (TS) de baja prioridad (LP). Las opciones disponibles son las siguientes:

- 1/2

- 2/3

- 3/4

- 5/6

- 7/8

- **Constellation:** Aquí el menú permite seleccionar una de las constelaciones de modulación disponibles. Las opciones son:
 - QPSK
 - 16QAM
 - 64QAM

- **Guard Interval:** Esta función se utiliza para seleccionar el intervalo de guarda requerido de la señal COFDM. Los valores disponibles son:
 - 1/4
 - 1/8
 - 1/16
 - 1/32

- **FFT Mode:** Selección del valor FFT requerido (número de portadoras en el conjunto COFDM). El modulador tiene las siguientes opciones:
 - 2K
 - 8K

- **Spectral Inversion:** Esta función permite realizar la inversión del espectro generado tanto para la FI como en RF. Dado que el espectro FI está invertido en comparación con la salida RF, el concepto de inversión se refiere a la salida RF. Las opciones posibles son:
 - OFF: Las portadoras con los índices menores ocupan las frecuencias más bajas del canal RF.
 - ON: Las portadoras con los índices mayores ocupan las frecuencias más bajas del canal RF.

- **PRBS bits:** Selección de la longitud en bits de la secuencia pseudoaleatoria que genera internamente:
 - 23: Secuencia PRBS de longitud $2^{23}-1$ como se documenta en el TR 101 290.
 - 15: Secuencia PRBS de longitud $2^{15}-1$ como se documenta en el TR 101 290.

- **TS sync mode:** Selecciona el modo de operación del modulador respecto al TS de entrada (Ver el apartado 1.2 para más detalles):
 - Master
 - Slave

- **Slave mode TS lock:** En modo esclavo, selecciona la entrada TS respecto a la que el modulador sincroniza su reloj interno. Las opciones posibles son:
 - HP: El modulador está sincronizado con el TS HP.
 - LP: El modulador está sincronizado con el TS LP (sólo modos jerárquicos).

- **Test Opt:** Selecciona el test a realizar. Las opciones disponibles son:
 - **NONE:** Salida COFDM normal.
 - **CBER:** Inyecta bits de error en el canal para obtener un BER diferente de cero antes del decodificador de Viterbi (*Channel BER*).
 - **VBER:** Inyecta bits de error para obtener un BER después del decodificador de Viterbi (Viterbi BER o simplemente BER) diferente de cero.
 - **Blank carriers:** Inicia la supresión de portadoras en el índice de portadora inicial (*Start Carrier*) y la finaliza en el de portadora final (*Stop Carrier*) (Ver apartado "4.7 Parámetros de Test").
 - **Pilots only:** Genera una señal DVB-T que contiene sólo portadoras piloto (continua y TPS).
 - **PRBS/TR 290:** Sustituye la entrada al mapeador de la constelación por una secuencia pseudoaleatoria (PRBS) de longitud $2^{15} - 1$ ó $2^{23} - 1$ (Consultar la función *Bits PRBS* comentada anteriormente) tal como se especifica en el documento ETSI TR 101 290.

4.5 Funciones RF

La selección de este ítem permite acceder a las funciones relativas a la salida RF. A continuación se repasan las opciones disponibles:

- **Frecuencia:** Esta función permite la selección de la frecuencia RF. Los cambios realizados mediante el selector rotativo se aplican directamente a la salida, permitiendo una sintonización precisa de la frecuencia de salida deseada.

Al acceder a la función, la pantalla muestra la frecuencia actual y la variación que se introduce al modificarla cuando se gira el selector rotativo. Los pasos de frecuencia son incrementales al girar el selector rotativo en sentido horario y decrementales al girarlo en sentido antihorario.

MENU: back PUSH: select TURN: next/prev.
RF Frequency: 65000000 Hz <10MHz>

En este caso, la frecuencia de salida actual es de 650 MHz y girando un paso en sentido horario (cada paso se señala mediante un tono acústico) cambiará el valor a 660 MHz.

En esta situación, cada vez que se pulse el selector rotativo, el paso de variación de frecuencia se modificará de 1 MHz, 100 kHz, 10 kHz, 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz, 1 Hz y otra vez 10 MHz, de forma cíclica permitiendo la selección del valor deseado.

Para abandonar esta función, se debe pulsar la tecla MENU.

- **Canal:** Una sintonización rápida de la frecuencia de salida puede realizarse utilizando el conjunto de listas de canales incluidas en el **MO-170**. Esto permite la selección directa de las frecuencias estándar utilizadas en la mayoría de países.

Al acceder a esta función, se visualiza secuencialmente la lista de todos los canales disponibles. Girando el selector rotativo se puede seleccionar el que se desee. Pulsar el selector para abandonar la función.

La lista de canales se seleccionan a partir del conjunto de listas de canales ya incluidas en el equipo. Las listas de canales disponibles se visualizan y seleccionan desde el menú CONFIGURACIÓN, como se verá más adelante.

También en este caso, los cambios de frecuencia se aplican inmediatamente a la etapa RF, permitiendo un ajuste interactivo de la frecuencia.

Esta lista de planes de canales puede ser consultada en el apéndice A.

- **Deshabilitar:** Esta opción permite deshabilitar la salida de RF. Esto se consigue introduciendo una fuerte atenuación (aproximadamente 80 dB) en la señal RF. Simultáneamente, la frecuencia FI se sintoniza al valor nominal de 36 MHz. Los valores seleccionables son:
 - NO
 - YES

4.6 Funciones de NIVEL

Esta opción del menú principal incluye las funciones relativas al ajuste del nivel de RF. El **MO-170** cuenta con un atenuador programable integrado de 60 dB en pasos de 1 dB. Simultáneamente el nivel de RF nominal puede ser ajustado con detalle mediante el control de ganancia del amplificador RF, aplicando los incrementos de 1 dB de la atenuación a partir del valor de referencia.

La estructura de ganancia RF puede ser controlada mediante las siguientes funciones.

- **Atenuación:** Esta función permite seleccionar el nivel de salida RF aplicando pasos de atenuación de 1 dB, desde 0 dB hasta 60 dB. Girando el selector rotativo en sentido horario se incrementa la atenuación, reduciendo el nivel de salida. Girando en sentido antihorario produce el efecto contrario.

Los cambios son aplicados de forma inmediata a la salida RF para facilitar un ajuste sencillo y preciso de la salida RF. Pulsar el selector rotativo o la tecla MENU para abandonar esta función.

- **Ajuste fino de ganancia RF:** Seleccionar esta función para programar la salida de nivel de referencia RF máximo. Para una correcta referencia, ajustar la atenuación de salida a 0 dB, antes de modificar este ajuste.

Los cambios también se aplican en tiempo real. Girar el selector rotativo en sentido horario para incrementar el nivel de salida. Girar en sentido antihorario para disminuir el nivel.

Los caracteres visualizados son números enteros. El margen oscila entre un valor máximo de atenuación de -31 hasta un valor mínimo de +31 (es decir, desde 0 hasta 63 pasos de atenuación).

Para salir de esta función, pulsar la tecla de MENU o el selector rotativo.

4.7 Funciones de TEST

Este menú contiene una serie de parámetros a definir para realizar correctamente las diferentes pruebas de transmisión mediante el modulador **MO-170**.

- **MODO:** Selecciona el test a realizar. Las opciones disponibles son:
 - **NONE:** Salida COFDM normal.
 - **CBER:** Inyecta bits de error en el canal para obtener un BER diferente de cero antes del decodificador de Viterbi (*Channel BER*).
 - **VBER:** Inyecta bits de error para obtener un BER después del decodificador de Viterbi (Viterbi VER o simplemente VER) diferente de cero.
 - **Blank carriers:** Inicia la supresión de portadoras en el índice de portadora inicial (*Start Carrier*) y la finaliza en el de portadora final (*Stop Carrier*) (Ver siguiente parágrafo).
 - **Pilots only:** Genera una señal DVB-T que contiene sólo portadoras piloto (continua y TPS).
 - **PRBS/TR 290:** Sustituye la entrada al mapeador de la constelación por una secuencia pseudoaleatoria (PRBS) de longitud $2^{23} - 1$ ó $2^{23} - 1$ (Consultar la función *Bits PBRS* comentada anteriormente) tal como se especifica en el documento ETSI TR 101 290.

Los siguientes dos parámetros seleccionan el intervalo de portadoras a suprimir, con el fin de realizar las medidas del ruido de intermodulación y/o cuantificación dentro del canal.

- **Portadora inicial:** Establece el índice inicial (de 0 a 1704 en 2k, 0 a 6816 en 8k) de la primera portadora a suprimir del conjunto de portadoras COFDM.
- **Portadora final:** Establece el índice final (de 0 a 1704 en 2k, 0 a 6816 en 8k) de la última portadora a suprimir del conjunto de portadoras COFDM.

Estos dos parámetros siguientes permiten seleccionar el intervalo de portadoras que se desean suprimir para realizar las medidas del ruido de intermodulación o cuantificación en la banda.

- **Valor del CBER:** Proporción de bits erróneos a inyectar en la entrada del mapeador de puntos de la constelación. Esto provoca un CBER $\neq 0$ después del descodificador de Viterbi (valores entre $7,6E-6$ y $1,2E-1$).
- **Valor del VBER:** Proporción de bits erróneos a inyectar en la entrada del codificador de convolución. Esto provoca VBER $\neq 0$ después del decodificador de Viterbi (valores entre $3,7E-9$ y $6,2E-2$).

4.8 Funciones de CONFIGURACIÓN

En este menú contiene un conjunto de funciones relativas a la configuración y ajuste del instrumento completo.

- **Guardar en memoria:** El **MO-170** incorpora una serie de memorias de configuración que permiten almacenar tanto los parámetros del modulador como los valores del nivel y la frecuencia RF.

Para guardar la configuración actual, girar el selector rotativo y seleccionar la posición de memoria deseada (de la 0 a la 10). Pulsar el selector rotativo para confirmar la acción de guardar. Pulsar la tecla MENU para cancelar la acción.

Esta función, al igual que la de recuperación de datos, incrementa automáticamente la posición de memoria, para permitir guardar y recuperar más fácilmente las posiciones de memoria consecutivas.

- **Carga de la memoria:** Esta es la función dual respecto a la anterior. Seleccionando la posición de memoria deseada, permite cargar una configuración completa del equipo.
- **Lista de canales:** Utilizar esta función para escoger entre las diferentes tablas de canales incluidas en el **MO-170**. Las tablas de canales disponibles (una lista ordenada de frecuencias de canales) proceden de las listas de canales analógicos estándar. También se incluye una lista de todos los canales existentes al final de este documento. (Ver apéndice A)

Las selecciones visualizadas por medio del selector rotativo son:

- CCIR** (principal estándar de Europa Occidental)
- STD L** (estándar francés)
- OIRT** (estándar Europa oriental)
- UHF** (sólo la parte UHF de la CCIR, para selección rápida)

- **Modo FI:** Utilizando esta función, el usuario puede seleccionar generar una señal COFDM o un único tono. Un único tono puede ser útil para una alineación precisa o la comprobación de componentes externos. Las opciones disponibles son:

- **COFDM:** Genera una señal DVB-T COFDM.
- **TONE MAX** Genera un único tono con el nivel máximo disponible para el **MO-170**.
- **TONE RMS** Genera un único tono con el nivel medio equivalente a la potencia RMS de la señal modulada en COFDM.

- **Lista de errores:** Durante el funcionamiento continuo del **MO-170**, los primeros 16 errores detectados son guardados como una referencia para identificar las causas del problema. Habitualmente, no se producen errores y en la pantalla aparece:

**MENU: back PUSH: select TURN: next/prev.
NO ERRORS**

Pero, durante el funcionamiento pueden producirse, fundamentalmente, dos tipos de errores (Ver apartado '4.11 Información sobre errores'):

- Errores generados cuando se detecta el estado desenganchado del modulador respecto a la entrada TS seleccionada.

Estos son habitualmente errores temporales relativos a las transiciones del flujo de datos de entrada o una velocidad binaria del TS no válida.

- Errores generados debido a un fallo del circuito. Cuando este tipo de errores persiste, los instrumentos deben ser remitidos a un centro oficial **PROMAX**.

Ver el apartado 4.11 para una explicación en detalle del formato utilizado para mostrar los errores.

- **Borrar Errores:** Seleccionar esta función para borrar el contador de errores internos y la lista de errores descrita anteriormente.
 - NO
 - Sí
- **Firmware:** Indica la versión del *firmware* incluida en el equipo. A continuación se muestra un ejemplo de esta pantalla:

**MENU: back PUSH: select TURN: next/prev.
CONFIGURATION Firmware: v1.0.02 - 84.00**

4.9 Control REMOTO vía interfaz RS-232

El **MO-170** dispone de un puerto serie compatible RS-232C para el control remoto a través de un ordenador. Un conjunto adecuado de comandos de control permiten averiguar y modificar cualquier parámetro funcional.

Detalles de la comunicación: Hay un protocolo de control para sincronizar la recepción de comandos y su validación. Debe enviarse un comando cada vez que un carácter XON (código 0x11: valor hexadecimal 11 o 17 en decimal) se recibe del instrumento. Cuando el instrumento detecta un comando completo, envía un código XOFF (0x13) y, una vez validado y ejecutado, un código ACK (0x06) o NAK (0x15) es enviado al controlador remoto.

Para asegurar una comunicación libre de errores entre los dos dispositivos, deben ser introducidos los siguientes parámetros de comunicación en el controlador remoto del puerto serie:

Rate: 19200 bauds Data bits: 8 bits Parity: None Stop bits: 1

El **MO-170** acepta comandos remotos en cualquier momento, cuando el instrumento se enciende. No es necesario poner el equipo en un modo especial de control remoto. La comunicación se realiza utilizando las líneas de datos del transmisor y receptor en el puerto serie. También las señales de control CTS y RTS deben ser conectadas.

Un cable de conexión serie NULL MODEM DB9 a DB9 para ordenadores PC estándar.

El protocolo de comunicación es el siguiente:

- 1) **MO-170** transmite un código XON (11H) cada segundo. El objetivo es indicar a cualquier posible dispositivo remoto que los equipos están preparados para recibir datos.
- 2) En este momento, el flujo de datos puede ser enviado. Cada flujo de datos se compone de:
 - Carácter inicial '*' (código 0x2A)
 - Conjunto de caracteres que describen el mensaje de datos.
 - Carácter final CR (retorno del carro, código 0x 0D)
- 3) Una vez el flujo de datos ha sido enviado, se recibirá un XOFF, indicando que la transmisión de cualquier nuevo comando deberá esperar hasta completar el actual.
- 4) A continuación, si el formato del mensaje es correcto y su ejecución no tiene errores, debe esperarse un ACK (acknowledge).

- 5) Si el mensaje requiere una respuesta, será enviada en este momento.
- 6) Una vez finalizado el procesamiento del mensaje, el **MO-170** enviará un XON indicando que está preparado para recibir un nuevo comando.

Un cronograma típico de comunicación se describe a continuación:

PC	MO-170
1) < XON	(equipo preparado para recibir comandos)
2) *?NA<cr> =>	(comando transmitido por el controlador)
3) < XOFF	(indicación de comando recibido)
4) < ACK	(comando aceptado / entendido)
5) wait ...	(retardo de ejecución)
6) < *NAMO-170<cr>	(enviar respuesta)
7) wait ...	(habitualmente un pequeño retardo)
8) < XON	(equipo preparado para transmitir comandos)

(Todos los caracteres se transmiten en código ASCII)

Los comandos deben ser enviados siempre en letras mayúsculas y no pueden ser editados en línea, por ejemplo, cuando un carácter se recibe es almacenado en el búfer del **MO-170** y no puede ser rectificado enviando un código de borrado.

En el modo de comunicación idle (el **MO-170** espera recibir comandos) el equipo enviará un código XON en intervalos de un segundo, para permitir la sincronización.

Lista de comandos: Los comandos se clasifican entre comandos de control y de interrogación. Se inician enviando un carácter “*”, tienen formato de texto ASCII y siempre comparten la misma estructura. Por ejemplo, el nombre del modelo del equipo puede ser interrogado enviando “*?NA<cr>” y la respuesta será “*NAMO-170” (siempre sin comillas) Se puede realizar un análisis de la respuesta para recuperar los datos deseados del texto (en este caso “MO-170”).

A continuación se muestra una tabla con todos los comandos disponibles.

Nombre	Mensaje	Respuesta	Descripción y Formato
NAM	*?NAM<cr>=>	<=<NAMMO-170<cr>	Recupera el modelo del equipo
VER	*?VER<cr>=>	<=<VERv0.7.10<cr>	Recupera la versión del SW
BEP	*BEP<cr>		Indicación acústica
USR	*USR <i>text</i> <cr>		Fija un nuevo texto de USUARIO para ser visualizado en el panel LCD. 'text' es un texto ASCII con un máximo de 32 caracteres
	*?USR<cr>	*USR <i>text</i> <cr>	Devuelve el texto USUARIO actual
STO	*STO <i>nn</i> <cr>		Guarda la configuración actual en memoria. 'nn' es un valor decimal de 00 a 10
RCL	*RCL <i>nn</i> <cr>		Recupera una configuración desde memoria. 'nn' es un valor decimal de 00 a 10.
FRQ	*FRQ <i>nn...n</i> <cr>		Modifica la frecuencia RF del equipo. 'nn...n' es el valor de frecuencia en Hz. Expresado con 9 dígitos, desde 45 a 875MHz.
	*?FRQ<cr>	*FRQ <i>nn...n</i> <cr>	Devuelve la frecuencia actual RF en Hz y con 9 dígitos (rellenando con '0' a la izquierda).
ATT	*ATT <i>nn</i> <cr>		Cambia la atenuación de la salida RF. 'nn' es el nuevo valor decimal de atenuación en dB.
	*?ATT<cr>	*ATT <i>nn</i> <cr>	Recupera el valor de atenuación RF actual. valor 'nn' utilizando 2 dígitos decimales. (rellenando con '0' a la izquierda).
ERN	*?ERN<cr>	*ERN <i>nn...n</i> <cr>	Recupera el contador de errores internos. 'nn...n' valor utilizando 8 dígitos decimales. (rellenando con '0' a la izquierda)
ERC	*ERC<cr>		Borra el contador de errores interno.
ERL	*?ERL <i>nn</i> <cr>	*ERL <i>text</i> <cr>	Recupera un mensaje de error. 'nn' es el índice de error en valor decimal. 'text' es la cadena de texto en formato ASCII.
LCK	*?LCK<cr>	*LCK <i>chh</i> <cr>	Recupera un mensaje de error. 'c' es el resultado del test de enganche: 'L' para enganchado, 'U' para desenganchado 'hhh' es un valor hexadecimal correspondiente al código de estado (Ver apartado 4.11 para códigos de error)
MIH	*MIHd<cr>		Fija la entrada del TS HP del modulador al dígito decimal 'd' 0:ASI1 1:ASI2 2:SPI 3:TEST
	*?MIH<cr>	*MIHd<cr>	Pregunta por la entrada de TS HP actual del modulador . 'd' como antes.
MIL	*MILd<cr>		Fija la entrada del LP TS del modulador al dígito decimal 'd' 0:ASI1 1:ASI2 2:SPI 3:TEST
	*?MIL<cr>	*MILd<cr>	Pregunta por la entrada de TS HP actual del modulador
MBW	*MBWd<cr>		Fija la salida BW del modulador al dígito decimal 'd' 0: 8MHz, 1: 7MHz, 2: 6MHz.
	*?MBW<cr>	*MBWd<cr>	Pregunta por la salida BW del modulador actual. 'd' como antes..

Nombre	Mensaje	Respuesta	Descripción y Formato
MHI	*MHI<cr>		Fija el modo de jerarquía del modulador. 'd' dígito decimal 0: NO, 1: $\alpha=1$, 2: $\alpha=2$, 3: $\alpha=4$
	*?MHI<cr>	*MHI<cr>	Pregunta por actual modo de jerarquía del modulador. 'd' como antes.
MTP	*MTP<cr>		Configura el modo de test del modulador. 'd' dígito decimal 0: NINGUNO, 1: CBER, 2: VBER, 3: BlkCar, 4: PILOTS, 5: PRBS
	*?MTP<cr>	*MTP<cr>	Pregunta por el actual modo de test. 'd' como antes.
HCR	*HCR<cr>		Establece la velocidad de transmisión de prioridad alta del TS del modulador. 'd' dígito decimal 0:1/2 1:2/3, 2:3/4, 3:5/6, 4:7/8
	*?HCR<cr>	*HCR<cr>	Pregunta sobre el CR actual del TS de alta prioridad. 'd' como antes.
LCR	*LCR<cr>		Establece la velocidad de transmisión de prioridad baja del TS del modulador. 'd' dígito decimal 0:1/2 1:2/3, 2:3/4, 3:5/6, 4:7/8
	*?LCR<cr>	*LCR<cr>	Pregunta sobre el CR actual del TS de baja prioridad. 'd' como antes.
MCO	*MCO<cr>		Configura la constelación del modulador. 'd' dígito decimal 0:QPSK, 1:16QAM, 2:64QAM
	*?MCO<cr>	*MCO<cr>	Pregunta por la constelación actual del modulador. 'd' como antes.
MGU	*MGU<cr>		Configura el intervalo de guarda del modulador. 'd' dígito decimal 0:1/4, 1:1/8, 2:1/16, 3:1/32
	*?MGU<cr>	*MGU<cr>	Pregunta sobre el intervalo de guarda actual del modulador. 'd' como antes.
FFT	*FFT<cr>		Configura el modo FFT del modulador. 'd' dígito decimal 0:2K, 1:8K.
	*?FFT<cr>	*FFT<cr>	Pregunta sobre el modo actual FFT del modulador. 'd' como antes.
INV	*INV<cr>		Configura el modo de inversión de espectro. 'd' dígito decimal 0:INV, 1:NO INV.
	*?INV<cr>	*INV<cr>	Pregunta sobre el modo actual de inversión de espectro. 'd' como antes.
MOD	*MOD<cr>		Configura el modo de salida FI del modulador. 'd' dígito decimal 0: COFDM, 1: TONO MAX, 2: TONO RMS
	*?MOD<cr>	*MOD<cr>	Pregunta sobre el modo de salida FI actual del modulador. 'd' como antes.
FIF	*FIFnn...n<cr>		Modifica la frecuencia FI del equipo. 'nn...n' es el valor de frecuencia en Hz, escrito con 8 dígitos, de 31 a 37 MHz.
	*?FIF<cr>	*FIFnn...n<cr>	Retorna la frecuencia FI actual en Hz y con 8 dígitos (rellenando con '0' a la izquierda)
DIS	*DIS<cr>		Deshabilita la salida RF. 'd' dígito decimal 0:HABILITA RF, 1:DESHABILITA RF
	*?DIS<cr>	*DIS<cr>	Pregunta sobre el estado deshabilitado del RRF actual. 'd' como antes.

Nombre	Mensaje	Respuesta	Descripción y Formato
MPR	*MPRd<cr>		PRBS de 15 ó 23 bits 'd' dígito decimal 0: 15 bits PRBS, 1: 23 bits PRBS
	*?MPR<cr>	*MPRd<cr>	Pregunta por la longitud PRBS actual con 'd' como antes.
MRE	*MREd<cr>		Reestampado (modo maestro) del PCR 'd' dígito decimal 0: ON, 1: OFF
	*?MRE<cr>	*MREd<cr>	Pregunta por el estado de estampación actual con 'd' como antes.
MTS	*MTSd<cr>		Modo Maestro ó Esclavo de enganche del TS 'd' dígito decimal 0: SLAVE, 1: MASTER
	*?MTS<cr>	*MTSd<cr>	Pregunta por el modo de enganche actual con 'd' como antes.
MSS	*MSSd<cr>		TS activo en modo Esclavo 'd' dígito decimal 0: HP, 1: LP
	*?MSS<cr>	*MSSd<cr>	Pregunta por el TS activo en modo esclavo 'd' como antes.
MPL	*?MPL<cr>	*MPLhhh/III<cr> ó *MPLhhh<cr>	Pregunta por la longitud del paquete TS detectado 'hhh' y 'III' texto ASCII hhh,III: 188 ó 204 bytes para TS HP/LP (LP sólo en modo jerárquico)
MII	*MIIddd<cr>		Índice de la portadora inicial para el modo de prueba de supresión de portadoras. 'ddd' dígitos decimales (0000 a 6816 @ 8k, 1704 @ 2k)
	*?MII<cr>	*MIIddd<cr>	Pregunta por el valor del índice de la portadora inicial. 'ddd' como antes.
MFI	*MFIddd<cr>		Índice de la portadora final para el modo de prueba de supresión de portadoras. 'ddd' dígitos decimales (0000 a 6816 @ 8k, 1704 @ 2k)
	*?MFI<cr>	*MFIddd<cr>	Pregunta por el valor del índice de la portadora final. 'ddd' como antes.
MCB	*MCBddddddd<cr>		Valor CBER generado en modo de test 'ddddddd' dígitos decimales ddddddd = CBER x 1E7
	*?MCB<cr>	*MCBddddddd<cr>	Pregunta por el valor actual del CBER 'ddddddd' como antes
MVB	*MVBdddddddd<cr>		Valor VBER generado en modo de test 'dddddddd' dígitos decimales dddddddd = VBER x 1E10
	*?MVB<cr>	*MVBdddddddd<cr>	Pregunta por el valor actual del VBER 'dddddddd' como antes

4.10 Velocidades binarias útiles del estándar DVB-T

A continuación se describen las tasas binarias útiles (Mbits/s ó Mbps) para todas las combinaciones de intervalo de guarda, constelación y tasa de código convolucional en sistemas **DVB-T** y canales de 8, 7 y 6 MHz. La velocidad binaria útil nunca depende del modo de transmisión (2k ó 8k).

Estas tablas son similares a las Tablas 17 (8 MHz), E.6 (7 MHz) y E.3 (6 MHz) del estándar **DVB-T** ETSI EN 300 744 v1.5.1 (2004-11), pero con 7 decimales de precisión en lugar de 2 ó 3. Esta precisión adicional es necesaria ya que la velocidad binaria de las tramas de transporte de entrada al modulador en el modo de operación esclavo debe desviarse como máximo un $\pm 0,1\%$ de los valores indicados a continuación, para garantizar así, que el modulador se enganche. Por ejemplo, para **QPSK**, tasa 1/2 e intervalo de guarda 1/4, la velocidad binaria útil del sistema **DVB-T** para canales de 8 MHz es de 4,9764706 Mbps, por lo que en el modo esclavo la velocidad de entrada de la trama de transporte a la que debe engancharse el modulador debe ser mayor que 4,975973 Mbps y menor que 4,976968 Mbps.

Constelación	Código conv.	Intervalo de guarda			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,9764706	5,5294118	5,8546713	6,0320856
	2/3	6,6352941	7,3725490	7,8062284	8,0427807
	3/4	7,4647059	8,2941176	8,7820069	9,0481283
	5/6	8,2941176	9,2156863	9,7577855	10,0534759
	7/8	8,7088235	9,6764706	10,2456747	10,5561497
16QAM	1/2	9,9529412	11,0588235	11,7093426	12,0641711
	2/3	13,2705882	14,7450980	15,6124567	16,0855615
	3/4	14,9294118	16,5882353	17,5640138	18,0962567
	5/6	16,5882353	18,4313725	19,5155709	20,1069519
	7/8	17,4176471	19,3529412	20,4913495	21,1122995
64QAM	1/2	14,9294118	16,5882353	17,5640138	18,0962567
	2/3	19,9058824	22,1176471	23,4186851	24,1283422
	3/4	22,3941176	24,8823529	26,3460208	27,1443850
	5/6	24,8823529	27,6470588	29,2733564	30,1604278
	7/8	26,1264706	29,0294118	30,7370242	31,6684492

Tabla 1.- Velocidad binaria útil (Mbps) para modos DVB-T y canales de 8 MHz.

Para modulaciones jerárquicas de 8 MHz, las velocidades binarias útiles se pueden obtener a partir de la Tabla 1 como se indica a continuación:

- Secuencia de alta prioridad (HP) : valores de QPSK
- Secuencia de baja prioridad (LP), 16QAM : valores de QPSK
- Secuencia LP, 64QAM : valores de 16QAM

Constelación	Código conv.	Intervalo de guarda			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,3544118	4,8382353	5,1228374	5,2780749
	2/3	5,8058824	6,4509804	6,8304498	7,0374332
	3/4	6,5316176	7,2573529	7,6842561	7,9171123
	5/6	7,2573529	8,0637255	8,5380623	8,7967914
	7/8	7,6202206	8,4669118	8,9649654	9,2366310
16QAM	1/2	8,7088235	9,6764706	10,2456747	10,5561497
	2/3	11,6117647	12,9019608	13,6608997	14,0748663
	3/4	13,0632353	14,5147059	15,3685121	15,8342246
	5/6	14,5147059	16,1274510	17,0761246	17,5935829
	7/8	15,2404412	16,9338235	17,9299308	18,4732620
64QAM	1/2	13,0632353	14,5147059	15,3685121	15,8342246
	2/3	17,4176471	19,3529412	20,4913495	21,1122995
	3/4	19,5948529	21,7720588	23,0527682	23,7513369
	5/6	21,7720588	24,1911765	25,6141869	26,3903743
	7/8	22,8606618	25,4007353	26,8948962	27,7098930

Tabla 2.- Velocidad binaria útil (Mbps) para modos DVB-T y canales de 7 MHz.

Para modulaciones jerárquicas, proceder como se indica a continuación de la Tabla 1.

Constelación	Código conv.	Intervalo de guarda			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	3,7323529	4,1470588	4,3910035	4,5240642
	2/3	4,9764706	5,5294118	5,8546713	6,0320856
	3/4	5,5985294	6,2205882	6,5865052	6,7860963
	5/6	6,2205882	6,9117647	7,3183391	7,5401070
	7/8	6,5316176	7,2573529	7,6842561	7,9171123
16QAM	1/2	7,4647059	8,2941176	8,7820069	9,0481283
	2/3	9,9529412	11,0588235	11,7093426	12,0641711
	3/4	11,1970588	12,4411765	13,1730104	13,5721925
	5/6	12,4411765	13,8235294	14,6366782	15,0802139
	7/8	13,0632353	14,5147059	15,3685121	15,8342246
64QAM	1/2	11,1970588	12,4411765	13,1730104	13,5721925
	2/3	14,9294118	16,5882353	17,5640138	18,0962567
	3/4	16,7955882	18,6617647	19,7595156	20,3582888
	5/6	18,6617647	20,7352941	21,9550173	22,6203209
	7/8	19,5948529	21,7720588	23,0527682	23,7513369

Tabla 3.- Velocidad binaria útil (Mbps) para modos DVB-T y canales de 6 MHz.

4.11 Información sobre errores

Durante la operación del equipo se pueden producir errores tanto de funcionamiento como relacionados con la pérdida de sincronismo en las tramas de transporte **MPEG-2** de entrada.

Los primeros 16 errores que se producen durante la operación del equipo quedan registrados internamente y pueden ser consultados y borrados mediante las funciones del menú **CONFIGURATION**.

Este apartado describe el formato de presentación de los errores listados y el significado de los códigos que aparecen en cada caso para cada tipo de error.

4.11.1 Tipos de errores

El programa de control del **MO-170** puede detectar y presentar hasta 4 categorías de error. Algunos de ellos corresponden a un funcionamiento incorrecto del equipo y deben reportarse directamente a un Centro de Servicio al Cliente (CSC) de PROMAX. Otros indican condiciones incorrectas sobre las señales de entrada al modulador.

1. **NAK:** Un dispositivo interno conectado al bus I²C de control no responde a los mensajes del procesador. Requiere atención del CSC.
2. **UNKN:** Error desconocido. Por algún problema no atribuible a los casos anteriores, el sistema de control I²C de los dispositivos que conforman el modulador, no está accesible. Requiere atención del CSC.
3. **BUSY:** El controlador del bus I²C está ocupado y no se ha podido recuperar su operación. Requiere atención del CSC.
4. **MOD FAIL:** Recopila todos los casos de error correspondientes a las entradas de transporte MPEG-2 (TS) que se refieren a pérdidas de sincronismo y/o velocidades binarias incorrectas.

4.11.2 Codificación de los errores

NAK, **BUSY** y **UNKN** son para uso interno de Promax. Si alguno de estos errores se sucede repetidamente el equipo debería llevarlo a revisar a un servicio de asistencia a PROMAX para su reparación.

MOD FAIL: El formato de presentación de este tipo de errores es como sigue:

ERR02 MOD FAIL STATUS: XXY (CCC...C)

Cuando este tipo de error se produce, el **MO-170** muestra en la pantalla LCD un mensaje de error comenzando por la palabra **STATUS** y seguida por una explicación del tipo de error (por ejemplo: **HP TS SYNC LOST**, **LP TS BUFFER FULL**, o bien **INVALID TS RATE**). Recuerde que, en este escenario, el indicador luminoso **ERROR** parpadeará durante 5 segundos, para a continuación permanecer encendido hasta que el contador de errores sea reinicializado desde el menú de **CONFIGURATION**.

Los campos numéricos tienen el siguiente significado:

XX: Valor hexadecimal formado por diversos bits de información, que tienen significado según la configuración del modulador. La estructura del dato está formada por 8 bits. Cada bit marca una condición de error cuando su valor es '1', excepto cuando se indique lo contrario:

b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

Los bits **b7** y **b6** son siempre '0'.

Los bits **b5** a **b2** tienen significado si el equipo esta en modo MASTER. Indican las condiciones de sincronización entre el modulador y los TS MPEG-2 (HP ó LP) de entrada, según:

b5: HP TS buffer full. La velocidad de llegada de datos es superior a la que puede procesarse. Debe reducirse la velocidad binaria del flujo de transporte. Si está activado el modo jerárquico, el error se refiere al TS de alta prioridad (HP TS).

b4: LP TS buffer full. La velocidad de llegada de datos es superior a la que puede procesarse. Debe reducirse la velocidad binaria del flujo de transporte. Sólo tiene sentido si está activado el modo jerárquico, el error se refiere al TS de baja prioridad (LP TS).

b3: HP TS sync lost. Se ha perdido la sincronización con el TS de entrada. La causa más probable es que no se disponga de un flujo de transporte a la entrada o que éste haya sufrido una desconexión temporal. Si está activado el modo jerárquico, el error se refiere al TS de alta prioridad (HP TS).

b2: LP TS sync lost. Se ha perdido la sincronización con el TS de entrada. La causa más probable es que no se disponga de un flujo de transporte a la entrada o que éste haya sufrido una desconexión temporal. Sólo tiene sentido si está activado el modo jerárquico, el error se refiere al TS de baja prioridad (LP TS).

Los bits **b1** a **b0** tienen significado si el equipo esta en modo SLAVE. Si estamos en modo jerárquico, la información se refiere al TS que hemos seleccionado para sincronización (HP ó LP). Cuando estamos en modo no jerárquico, nos referimos al TS principal. El significado de cada bit es como sigue:

b1: TS sync lost. Se ha perdido la sincronización con el TS de entrada. La causa más probable es que no se disponga de un flujo de transporte a la entrada o que éste haya sufrido una desconexión temporal.

b0: Valid TS rate. **Este bit es erróneo cuando vale '0'**. La velocidad binaria de la entrada TS es demasiado alta o demasiado baja para la configuración DVB-T utilizada. Recuerde que esta velocidad binaria debe estar en el margen del $\pm 0.1\%$ de los valores mostrados en la Tablas de la sección 4.10.

De este modo, si el valor **XX** mostrado es, por ejemplo, 0x24 (valor hexadecimal) y estamos en modo MASTER y con uno cualquiera de los modos jerárquicos activados, debemos descomponer el código en binario y analizar cada bit, para determinar el tipo de fallo:

HEX	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
24	0	0	1	0	0	1	0	0

En este caso, se han activado los bits **b5** y **b2**, indicando que hay dos tipos de error:

- b5** Bit rate excesivo en la entrada HP TS seleccionada
- b2** Pérdida de sincronización con la entrada LP TS seleccionada

YY: Esta información complementaria está también expresada en hexadecimal. El valor de cada bit indica una posible anomalía en el funcionamiento del circuito. En todos los casos, una desviación respecto al valor de referencia indica un fallo en alguno de los circuitos que forman parte del modulador. Ello implica la correspondiente consulta a un servicio técnico (CSC) para proceder a la reparación del equipo.

El valor de referencia (todo correcto) es **1B**, que corresponde al siguiente valor de cada bit:

HEX	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
1B	0	0	0	1	1	0	1	1

Los bits **b7** y **b6** siempre son '0'. El bit **b1** siempre es '1'.

Un cambio en los bits **b5**, **b4** ó **b3**, indica un fallo en el circuito de generación de frecuencia intermedia (convertor Digital a Analógico).

Un cambio en los bits **b2** ó **b0** implica una avería en el propio circuito de modulación DVB-T (modulador COFDM).

CCC...C: Este parámetro es un contador global de errores. Corresponde al **número de errores en el instante en que se visualiza el mensaje de error**. De este modo, si se producen continuamente errores de cualquier tipo, este contador tendrá un valor diferente cada vez que visualicemos alguno de los primeros 16 errores detectados por el equipo.

En relación con este valor, debe considerarse que, para detectar un error, por ejemplo la pérdida de sincronismo en la entrada de TS, el equipo espera a que se mantenga esta situación durante más de 5 segundos. De este modo se impide que se contabilicen errores en las transiciones entre diferentes funciones del modulador, o por desconexiones momentáneas de las entradas de TS.

No obstante, el contador de errores totales (**CCC...C**) contabiliza cada incidencia, finalice o no como un error de sincronismo.

5 MANTENIMIENTO

5.1 Sustitución del fusible

El portafusible está situado en el panel posterior del equipo.

ATENCIÓN: Antes de sustituir el fusible desconectar el cable de red.

Mediante un destornillador retire el portafusibles. Sustituya el fusible dañado por uno nuevo adecuado y vuelva a colocar el portafusibles.

El fusible ha de ser 5x20 2A T 250V

EL INCUMPLIMIENTO DE ESTAS INSTRUCCIONES PODRÍA DAÑAR EL EQUIPO.

5.2 Recomendaciones de Limpieza

PRECAUCIÓN

Para limpiar la caja, asegurarse de que el equipo está desconectado.

PRECAUCIÓN

No se use para la limpieza hidrocarburos aromáticos o disolventes clorados. Estos productos pueden atacar a los materiales utilizados en la construcción de la caja.

La caja se limpiará con una ligera solución de detergente con agua y aplicada mediante un paño suave humedecido.

Secar completamente antes de volver a usar el equipo.

PRECAUCIÓN

No se use para la limpieza del panel frontal y en particular de los visores, alcohol o sus derivados, estos productos pueden atacar las propiedades mecánicas de los materiales y disminuir su tiempo de vida útil.

TABLE OF CONTENTS

1	GENERAL.....	1
1.1	General description	1
1.2	Functional description	2
1.3	Specifications	4
2	SAFETY RULES.....	7
2.1	General safety rules	7
2.2	Descriptive Examples of Over-Voltage Categories	9
3	INSTALLATION	11
3.1	Power Supply	11
3.1.1	Operation using the Mains	11
3.2	Installation and Start-up	11
4	OPERATING INSTRUCTIONS.....	13
4.1	Front panel description	13
4.2	Rear panel description	14
4.3	Menu functions	15
4.4	MODULATOR functions	16
4.5	RF functions.	19
4.6	LEVEL functions.....	20
4.7	TEST functions.....	21
4.8	CONFIGURATION functions.....	22
4.9	REMOTE control through RS-232 interface.....	24
4.10	DVB-T useful bit rates	29
4.11	Error Information	31
4.11.1	Types of errors.....	32
4.11.2	Error Coding.....	32
5	MAINTENANCE.....	35
5.1	Mains fuse replacement	35
5.2	Cleaning Recommendations	35

APPENDIX A: Channel Plans

DVB-T COFDM MODULATOR MO-170



1 GENERAL

1.1 General description

The **MO-170** is a DVB-T modulator fully compliant with the standard **ETSI EN 300 744 v1.5.1**. The modulator input is an **MPEG-2** transport stream (**TS**) in **DVB-SPI** or **DVB-ASI** format. The outputs are **DVB-T** signals **COFDM**-modulated and up converted to **IF** and **RF**.

The **MO-170** supports **2k** and **8k** modes, as well as **hierarchical** transmission, and it could be used in **Multi Frequency Networks (MFN)**. Digital coding and modulation are implemented by means of programmable logic devices using intellectual property developed by PROMAX. This makes the design highly flexible, allowing to tailor it to any particular application, and offering plenty of features at low cost.

Highlights of this product are:

- 2k and 8k mode operation
- Hierarchical modes
- Master and Slave mode operation
- Channel bandwidth of 6, 7 and 8 MHz (user selectable)
- High frequency resolution (in steps of 1 Hz)
- High MER

1.2 Functional description

The **MO-170** is a general purpose **DVB-T modulator** contained in a 19" 1U chassis. The unit has three selectable **MPEG-2 TS** inputs (two serial **ASI** inputs and one parallel **SPI** input). Either of these inputs can be used to modulate the **COFDM** signal in both **hierarchical** (one **TS** input) and **non-hierarchical** (two **TS** inputs) modes. An additional **test TS** can be generated internally in the modulator. This allows to generate compliant **DVB-T** signals even in the absence of a valid **TS** input.

In **slave** mode, the useful bit rate at the **TS** input to the **COFDM** modulator has to be the one defined in **ETSI EN 300 744** for each choice of **DVB-T** transmission parameters. The modulator automatically synchronises its internal clock to the incoming **TS** packet rate. The **slave** mode allows to use one **TS** input with constant bit rate in non-hierarchical modes. When using hierarchy, the user has to choose which **TS** (**HP** or **LP**) the selected **TS** input is mapped to. This is the stream the modulator actually synchronises to. The other hierarchical **TS** is generated internally as a **PRBS** test sequence.

The input bit rate in slave mode should be within 0.1% of the values specified in the **DVB-T** standard (See section "4.10 *DVB-T useful bit rates*") and approximately constant. This operating mode is useful when re-modulating an off-air **DVB-T** signal with the same parameters without the need to demultiplex and re-multiplex the transport stream (as it would be the case in master mode).

The lock-in range of the **MO-170** with respect to the **TS** rate is typically greater than that of a **COFDM** demodulator. It's thus possible that the modulator is perfectly synchronised in slave mode and, however, a **DVB-T** receiver is unable to acquire sync.

In **master** mode, the **MO-170** is able to work with any incoming bit rate as long as this is strictly lower than the value given in the **DVB-T** specification for the modulation parameters in use (See section "4.10 *DVB-T useful code rates*"). The input **TS** bit rate is adapted (bit rate adaptation) to the useful bit rate required by the **DVB-T** signal by stuffing the **TS** with **NULL** packets (packet stuffing). This stuffing process alters the sequence of **PCR** values embedded in the **TS**. These values have to be re-stamped for the resultant **PCR** jitter to remain within the limits specified by the **DVB**. In hierarchical modes, operating the **MO-170** as master has the added advantage over the slave mode of being able to use any of the three **TS** inputs as the **HP** input, **LP** input or both.

Whenever possible, it is advised to use an input bit rate considerably lower than the nominal value given in the **DVB-T** specification. Otherwise, an input rate too close to the required value might eventually lead to overflow of the **TS** packet buffer implemented in the modulator.

The modulator can be configured to generate any of the transmission modes listed in the **DVB-T** specification. In hierarchical modes, the **HP** and **LP** streams can be encoded with different convolution code rates. The channel bandwidth can be set by the user to 6, 7 or 8 MHz as required by the application. Several test modes are available in the **MO-170** (blanking of carriers, single tone output, test **TS** generation, **CBER** and **VBER** injection).

The modulator is frequency agile. The user can select an **RF** output frequency between 45 and 875 MHz in steps of 1 Hz. In normal operation, the **IF** output frequency is internally set by the modulator and varies between 31 and 36 MHz depending on the selected **RF** frequency. The **RF** output can be switched off, in which case the **IF** frequency is fixed at 36 MHz. The polarity of the **IF/RF** spectrum (inverted or non-inverted) can be selected by the user.

The **MO-170** has been designed to work in Multi Frequency Networks (**MFN**). Single Frequency Network (**SFN**) operation is not currently supported. The quality of the output signal has been optimised for 8 MHz channels. The **MER** measured at **IF** in this case is approximately 40 dB in master mode.

The operation of the **MO-170** is done via the front panel LCD display and controls. The modulator can be easily configured by navigating through a rather intuitive set of menus. A couple of LEDs located on the front panel signal the existence of errors in the modulator or whether the equipment is properly powered.

1.3 Specifications

INPUTS

MPEG-2 Transport Stream

Two DVB-ASI inputs, 75 Ω female BNC
 One DVB-SPI input, LVDS DB-25
 TS packets of length 188 or 204 bytes
 (automatic detection)
 Support for burst and continuous packet mode

Operating modes

Master

Input TS bit rate strictly below the value given in the DVB-T specification
 Packet stuffing for bit rate adaptation and PCR re-stamping are carried out automatically

Slave

Input TS bit rate constant and equal to the value given in the DVB-T document (no stuffing). Tolerance $\pm 0.1\%$

IF OUTPUT

Type

50 Ω BNC female connector

Frequency range

Variable between 31 and 36 MHz in steps of 1 Hz; fixed at 36 MHz when RF output is off

Spectrum polarity

Selectable via front panel controls

Power level (average)

0 dBm (107 dB μ V) fixed

In-band amplitude ripple

< 0.5 dB

In-band group delay ripple

< 10 ns

Frequency stability

20 ppm

Out-of-band spectral characteristics¹

@ ± 3.805 MHz

0 dBc

@ ± 4.25 MHz

-39 dBc (2k), -47 dBc (8k)

@ ± 5.25 MHz

-52 dBc

Level of harmonics and spurious ≤ -50 dBc

MER²

> 40 dB

¹ Frequencies are referred to the central frequency for an 8 MHz channel. Peak levels measured using a 10 kHz bandwidth are referred to the carriers located on either side of the spectrum. Values shown are the worst case and correspond to guard intervals of 1/32.

² Value measured in master mode. In slave mode, the MER is greater than 38 dB for 8 MHz channels, and around 35 dB for 7 and 6 MHz.

RF OUTPUT

Type	50 Ω N-type female connector
Frequency range	Adjustable between 45 and 875 MHz in 1 Hz steps
Spectrum polarity	Selectable via front panel controls
Power level (average)	Approximately 80 dB μ V with no attenuation. Variable attenuation of 0 to 60 dB in steps of 1 dB
Frequency stability	20 ppm
MER	> 32 dB
SSB phase noise	\leq -87 dBc/Hz @ 2 kHz

DVB-T PARAMETERS

IFFT size	2k, 8k
Guard intervals	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Code rates	1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
Constellations	QPSK, 16QAM, 64QAM
Hierarchical modes	16QAM and 64QAM constellations with constellation ratio $\alpha=1, 2$ or 4
MFN operation	Available
Channel bandwidth	6, 7 and 8 MHz (user selectable)

TEST MODES

Carrier blanking	Blank a number of carriers (start index to stop index) within the COFDM ensemble. This allows to measure in-band intermodulation and quantisation noise
Pilot carriers	Generate the pilot carriers only (continual and TPS)
Single carrier	Generate a single carrier at the channel central frequency whose level equals the average COFDM output power or is set to the maximum available. This is intended for signal level alignment
TS packet generation	Internal generation of test TS using PRBS sequences of length 15 or 23 embedded within NULL packets as specified in document ETSI TR 101 290
PRBS generation	Map a PRBS sequence into constellation points following the guidelines of document ETSI TR 101 290
Bit error injection	Inject bit errors at the input to the constellation mapper (results in a non-zero CBER before the Viterbi decoder) or at the input to the convolutional encoder (results in a non-zero VBER after the Viterbi decoder).

RS-232C INTERFACE**POWER SUPPLY**

Voltage	90 - 250 VAC
Frequency	50 - 60 Hz
Consumption	20W

OPERATING ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Indoor use	
Altitude	Up to 2000 m
Temperature range	From 5°C to 40°C
Max. relative humidity	80 % (up to 31°C),decreasing lineally up to 50% at 40 °C

MECHANICAL FEATURES

Dimensions	19" (W.) x 1.75" (H.) x 15" (D.)
Weight	6.3 kg

OPTIONS














- OP-170-E** White noise generator for **C/N** testing. Fixed and portable channel simulation in **SFN/MFN** networks.
- OP-170-P** 10 dBm amplifier.

2 SAFETY RULES

2.1 General safety rules

- * Use this equipment connected **only to systems with their negative of measurement connected to ground potential.**
- * This is a **class I** equipment, for safety reasons plug it to a supply line with the corresponding **ground terminal**
- * This equipment can be used in **Overvoltage Category II** installations and **Pollution Degree 1** environments.
- * When using some of the following accessories **use only the specified ones** to ensure safety.
 - Power cord CA005
- * Observe all **specified ratings** both of supply and measurement.
- * Remember that voltages higher than **60 V DC** or **30 V AC rms** are dangerous.
- * Use this instrument under the **specified environmental conditions.**
- * **The user is only authorized to** carry out the following maintenance operations:
 - Replace the fuses of the **specified type and value.**
 - On the Maintenance paragraph the proper instructions are given.
 - Any other change on the equipment should be carried out by qualified personnel.
- * **The negative of measurement** is at ground potential.
- * **Do not obstruct the ventilation system** of the instrument.
- * Use for the signal inputs/outputs, specially when working with high levels, appropriate low radiation cables.
- * Follow the **cleaning instructions** described in the Maintenance paragraph.

* Symbols related with safety:

	DIRECT CURRENT
	ALTERNATING CURRENT
	DIRECT AND ALTERNATING
	GROUND TERMINAL
	PROTECTIVE CONDUCTOR
	FRAME TERMINAL
	EQUIPOTENTIALITY
	ON (Supply)
	OFF (Supply)
	DOUBLE INSULATION (Class II Protection)
	CAUTION (Risk of electric shock)
	CAUTION REFER TO MANUAL
	FUSE

2.2 Descriptive Examples of Over-Voltage Categories

Cat I Low voltage installations isolated from the mains

Cat II Portable domestic installations

Cat III Fixed domestic installations

Cat IV Industrial installations

3 INSTALLATION

3.1 Power Supply

The **MO-170** is an equipment powered through the mains for its operation.

3.1.1 Operation using the Mains

Connect the instrument to the mains through the AC voltage connector [12] located on the **MO-170** rear panel.

Check if the mains voltage is according to the equipment specifications.

3.2 Installation and Start-up

The **MO-170** modulator is designed for use as a rack-mounted 19 inches device (1U chassis).

Switch the main switch [13] located in the rear panel to position I (power on). After a successfully start up, the equipment emits four acoustic tones to indicate that it is ready to begin operation. When the equipment is connected to the mains, the green LED **LINE** [3] remains lit.

4 OPERATING INSTRUCTIONS

WARNING:

The following described functions could be modified based on software updates of the equipment, carried out after manufacturing and the publication of this manual.

4.1 Front panel description

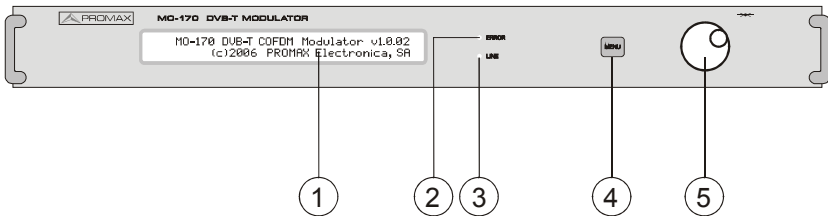


Figure 1.- Front panel.

[1] **LCD display**

With 2x40 characters crisply clear due to its white LED backlight.

[2] **ERROR**

RED LED has a couple of functions. For each operating second, the first tenth of that second indicates whether there are sync problems in the modulator (ON) or not (OFF). Examples are loss of TS sync or invalid input bit rates.

The remaining nine tenths of a second, the RED LED shows whether errors lasting more than 5 seconds (since the last time the error counter was cleared) are detected (ON).

[3] **LINE**

A GREEN LED indicator shows when the power supply is **ON**.

[4] **MENU**

The **MENU** key allows the user to enter and exit the menu functions, and to modify the equipment functional parameters (modulation parameters, output frequency and level, and other configuration and setup functions).

[5] Rotary encoder button.

This has many different functions: Moving across the different display menus and sub-menus, and validating selected options.

When the rotary encoder is pressed, and we are modifying any equipment function, the option currently being shown on the LCD panel is selected. Turning the encoder clockwise (CW) or counter clockwise (CCW) allows us to navigate through each menu function and option available in the **MO-170**.

4.2 Rear panel description

The rear panel shows, from right to left, the mains socket for AC voltage input, the fan air outlet, a DB-9 connector for remote control via an RS-232C COM port, a parallel DVB-SPI TS input, two DVB-ASI TS inputs, an IF (nominally 36 MHz) test output and the main RF output, at the frequency and level chosen by the user.

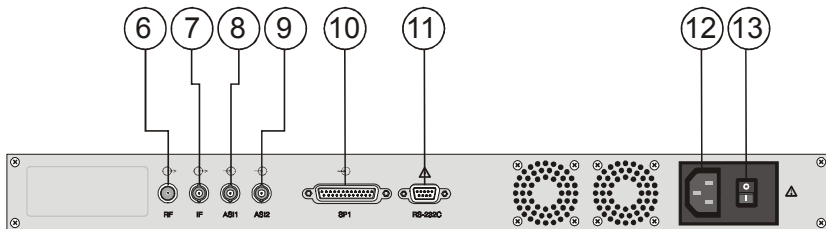


Figure 2.- Rear panel view.

[6] RF output, 50Ω, female N-type connector.

[7] IF output, 50Ω, female BNC.

[8] ASI1 input, 75Ω, female BNC.
DVB-ASI input number 1.

[9] ASI2 input, 75Ω, female BNC.
DVB-ASI input number 2.

[10] Parallel TS input, DB-25
DVB-SPI input.

[11] RS-232C connector, DB-9
DB-9 connector for remote control via an RS-232C COM port.

[12] AC voltage connector

Supplies power to the equipment.

[13] Mains switch

Switch on or off the power supply.

NOTE: The actual IF frequency value varies between 31 and 36 MHz, depending on the RF frequency. When a fixed 36 MHz is needed, the RF output of the modulator has to be disabled in the RF menu.

4.3 Menu functions

After start up, the equipment display shows information regarding the main operating conditions, as can be seen in the following example:

**FREQ: 65000000 Hz ATT: 10 dB
FFT:8K CONST:64QAM BW:8 MHz GUARD:1/4**

**FREQ: 65000000 Hz ATT: 10 dB
TEST: NONE TS: Master (204)**

Here the RF frequency is 650 MHz, the 1-dB step RF attenuator is set to 10 dB, the DVB-T signal has 8K carriers, occupies 8 MHz and uses a 64 QAM constellation with a guard interval of 1/4. No test mode is selected (NONE) and the operation mode of the MO-170 is set to master. Packets of length 204 bytes are currently being detected on the TS input selected by the user.

After a few seconds, the display changes its contents to show the working time and error count information, as follows:

**MO-170 PROMAX ELECTRONICA, S.A.
Working: 01:13:55 ERR: 0**

The text on the upper line (the name of the company, in the example above) could be customised via the RS232 port to the user's needs, allowing for an easy identification of the equipment or for some piece of advice.

Pressing the MENU key, allows us to enter the main menu level. Pressing MENU again, takes us to the main status display. This main menu level uses the first text line to give some advice on the operation assigned to each control, and the second line to display the selectable options and functions.

**MENU: back PUSH: select TURN: next/prev.
MODULATOR**

Turning the encoder CW or CCW, cycles through the submenu titles:

1. MODULATOR
2. RF
3. LEVEL
4. TEST
5. CONFIGURATION

4.4 MODULATOR functions.

At this menu level, the modulator parameters can be modified and customised to the user's needs. When modifying any modulation parameter, changes became active only when confirmed by pressing the encoder function. Instead, pressing the MENU key allows us to cancel the change of option. Let's comment on each function.

- **HP TS Input:** Selects the input used for providing a High Priority (HP) Transport Stream (TS) to the COFDM modulator. Note that in non-hierarchical transmissions, this is the only TS input to the modulator. Options are:

ASI1: Use TS provided at ASI1 input connector (rear panel).

ASI2: Use TS provided at ASI2 input connector (rear panel).

SPI: Use parallel TS provided by SPI connector (rear panel).

PRBS: Use internally generated PRBS data to generate TS test packets.

- **LP TS Input:** Selects the input used for providing a Low Priority (LP) Transport Stream (TS) to the COFDM modulator. Note that in non-hierarchical transmissions, this input is not used. Options are:

ASI1: Use TS provided at ASI1 input connector (rear panel).

ASI2: Use TS provided at ASI2 input connector (rear panel).

SPI: Use parallel TS provided by SPI connector (rear panel).

PRBS: Use internally generated PRBS data to generate TS test packets.

- **BW:** This option enables output channel bandwidth selection. The COFDM signal can be generated with a BW of 6 MHz, 7 MHz and 8 MHz.

8 MHz: selects an 8 MHz bandwidth

7 MHz: selects a 7 MHz bandwidth

6 MHz: selects a 6 MHz bandwidth

- **Hierarchy:** Using this function the COFDM modulator is switched between hierarchical mode, with different alpha constellation ratios, and non-hierarchical mode operation. The options available are:

OFF: non-hierarchical operation

a=1: hierarchical mode with alpha = 1

a=2: hierarchical mode with alpha = 2

a=4: hierarchical mode with alpha = 4

- **HP Code Rate:** Using this function, the user can modify the convolutional code rate for the High Priority (HP) Transport Stream (TS). The available options are as follows:

• 1/2

• 2/3

• 3/4

• 5/6

• 7/8

- **LP Code Rate:** Using this function, the user can modify the convolutional code rate for the Low Priority (LP) Transport Stream (TS). The available options are as follows:

• 1/2

• 2/3

• 3/4

• 5/6

• 7/8

- **Constellation:** Here the menu allows the selection of one of the available constellations. The options are:

• QPSK

• 16QAM

• 64QAM

- **Guard Interval:** This function selects the required guard interval for the COFDM signal. The available values are:
 - 1/4
 - 1/8
 - 1/16
 - 1/32

- **FFT Mode:** Selection of the required FFT value (number of carriers in the COFDM ensemble). The modulator has these options:
 - 2K
 - 8K

- **Spectral Inversion:** This function allows inversion of the spectrum generated in IF and RF. As the IF spectrum is by itself inverted compared to the RF output, the inversion applied is related to the RF output. The possible options are:
 - OFF: Carriers with lower indices occupy the lower frequencies of the RF channel.
 - ON: Carriers with higher indices occupy the lower frequencies of the RF channel.

- **PRBS bits:** Selection of the length in bits of the internally generated pseudorandom sequences:
 - 23: PRBS sequences of length $2^{23}-1$ as documented in TR 101 290.
 - 15: PRBS sequences of length $2^{15}-1$ as documented in TR 101 290.

- **TS sync mode:** Selects the mode of operation of the modulator with respect to the incoming TS (see section 1.2 for further details):
 - Master
 - Slave

- **Slave mode TS lock:** In slave mode, this selects the TS input to which the modulator locks its internal clock. Options are:
 - HP: The modulator is synchronised with the HP TS.
 - LP: The modulator is synchronised with the LP TS (hierarchical modes only).

- **Test Opt:** Selects the test to be carried out. Available options are:
 - **NONE:** Normal COFDM output.
 - **CBER:** Inject channel bit errors to obtain a non-zero BER before the Viterbi decoder (Channel BER).
 - **VBER:** Inject bit errors to obtain a non-zero BER after the Viterbi decoder (Viterbi BER or simply BER).
 - **Blank carriers:** Blank carriers starting at index Start Carrier and ending at index Stop Carrier (see section “4.7 TEST parameters”).
 - **Pilots only:** Generate a DVB-T signal containing pilot carriers only (continual and TPS).
 - **PRBS/TR 290:** Replace the input to the constellation mapper with a PRBS sequence of length $2^{15}-1$ or $2^{23}-1$ (see PBRS bits entry above) as specified in document ETSI TR 101 290.

4.5 RF functions.

The selection of this item allows us to access those functions related to the RF output. Let's review each option.

- **Frequency:** This function allows the selection of the RF frequency. Changes made by turning the rotary encoder are applied directly to the output, allowing for a smooth tuning of the output frequency.

When entering this function, the display shows the current frequency and the step used to modify it, if the encoder is turned. Frequency increments are positive when turning CW and negative if CCW. The LCD panel looks as follows:

MENU: back PUSH: select TURN: next/prev.
RF Frequency: 650000000 Hz <10MHz>

In this case, the current output frequency is 650 MHz and turning CW one notch (each notch is marked by an audible tone) will change that value to 660 MHz.

In this situation, each time we press the encoder button, the frequency step will be modified to 1 MHz, 100 kHz, 10 kHz, 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz, 1 Hz and again to 10 MHz, allowing a cyclic selection of the desired step value.

To quit this function, the MENU key must be pressed.

- **Channel:** Using the set of channel tables included in the **MO-170** makes the output frequency tuning faster. This allows direct selection of standard frequencies used in most countries.

Entering this function, a list of all available channels is displayed sequentially. Turning the encoder will lead us to the desired one. Pushing the encoder selection key will exit that function.

The channel list is taken from a set of channel plans loaded into the equipment. The available channel plans are displayed and selected from the CONFIGURATION menu, as we'll see later.

Also in this case, frequency changes are applied immediately to the RF stage, allowing an interactive frequency adjustment.

The list of channel plans can be found in Appendix A.

- **Disable:** This option is to disable the RF output. This is performed by introducing a strong attenuation (around 80 dB) to the RF signal. At the same time, the IF frequency is tuned to a nominal value of 36 MHz. The selectable values are:
 - NO
 - YES

4.6 LEVEL functions

This menu item collects the functions related to RF level adjustment. The **MO-170** has a built-in programmable attenuator of 60 dB, in 1 dB steps. At the same time, the nominal RF level can be finely adjusted using a voltage controlled attenuator. This allows to set a reference level using the voltage controlled attenuator, to then apply the mentioned 1 dB attenuation steps to that reference value.

That RF gain structure can be controlled using the following functions.

- **Attenuation:** this function allows to select the RF output level by applying 1 dB attenuation steps, from 0 dB to 60 dB. Turning the encoder CW increases the attenuation, reducing the output level. Turning CCW enables the opposite behaviour.

Level changes are applied immediately to the RF output, to allow smooth and easy adjustment of RF output conditions. Pressing the encoder or MENU key exits this function.

- **Fine Adjust:** Select this function to program the RF output reference level. For a correct reference, adjust the output attenuation to 0 dB, before the fine adjustment.

Changes are also applied in real time. Turning the knob CW increases the output level. Turn it CCW decreases the level.

The displayed characters are integer numbers. The range goes from a maximum attenuation of -31 to a minimum attenuation of +31 (i.e. 0 to 63 attenuation steps).

To exit this function, press the MENU or encoder keys.

4.7 TEST functions

This menu contains a series of parameters used to correctly carry out all types of transmission tests using the **MO-170** modulator.

- **MODE:** Selects the test to be carried out. Available options are:
 - **NONE:** Normal COFDM output.
 - **CBER:** Inject channel bit errors to obtain a non-zero BER before the Viterbi decoder (Channel BER).
 - **VBER:** Inject bit errors to obtain a non-zero BER after the Viterbi decoder (Viterbi BER or simply BER).
 - **Blank carriers:** Blank carriers starting at index Start Carrier and ending at index Stop Carrier (see below).
 - **Pilots only:** Generate a DVB-T signal containing pilot carriers only (continual and TPS).
 - **PRBS/TR 290:** Replace the input to the constellation mapper with a PRBS sequence of length $2^{15}-1$ or $2^{23}-1$ (see PBRS bits entry above) as specified in document ETSI TR 101 290.

The following two parameters select the carrier interval to blank, in order to make measurements of intermodulation noise and/or quantisation noise within the channel.

- **Start Carrier:** Selects the initial index (from 0 to 1704 in 2K, 0 to 6816 in 8k) of the first carrier to blank within the COFDM ensemble.
- **Stop Carrier:** Selects the final index (from 0 to 1704 in 2k, 0 to 6816 in 8k) of the last carrier to blank within the COFDM ensemble.

These following two parameters set the amount of errors we inject into the modulator chain:

- **CBER Value:** Channel Bit-Error Ratio to inject at the input of the mapper to constellation points. This yields a non-zero BER before the Viterbi decoder (values from 7.6E-6 to 1.2E-1).
- **VBER Value:** Viterbi BER to inject at the input to the convolutional encoder so that a non-zero BER is obtained at the output of the Viterbi decoder (values from 3.7E-9 to 6.2E-2).

4.8 CONFIGURATION functions

Under this menu tree there is a collection of functions related to the configuration and setup of the whole instrument.

- **Save to Memory:** The **MO-170** has a number of configuration memories that allow to store the modulator parameters as well as the RF frequency and level.

To store the current configuration, turn the encoder to select the desired memory number (from 0 to 10). Press the encoder key to confirm the storing action. Press the MENU key to cancel the action.

This function, as well as the recall option explained hereafter, automatically increments the memory number, to allow to easily store and recall the contents of consecutive memories.

- **Load from Memory:** This is the counterpart function of the previous one. Selecting the desired memory number, a complete equipment configuration can be loaded.
- **Channel Plan:** Use this function to choose among the channel plans included in the **MO-170**. Currently, the available channel plans (an ordered list of channel frequencies) have been translated from the standard analogue channel plans. A complete list of all channel plans has been included at the end of this document (see Appendix A).

The selections displayed using the rotary encoder are:

- CCIR** (Main west European standard)
- STD L** (French standard)
- OIRT** (East European standard)
- UHF** (Only the UHF part from CCIR, for faster selection)

- **IF Mode:** By using this function, the user can select generating a COFDM signal or a single tone. A single tone can be useful for accurate alignment or testing of external components. The available options are:
 - COFDM: Generate a COFDM DVB-T signal
 - TONE MAX: Generate a single tone at the maximum level available from the **MO-170**.
 - TONE RMS: Generate a single tone at an RMS level equal to the RMS level of the modulated COFDM signal.
- **Error List:** During the continuous operation of the **MO-170**, the first 16 errors detected are stored as a reference to identify problems. Usually, no errors are generated, and the display should be as follows:

**MENU: back PUSH: select TURN: next/prev.
NO ERRORS**

But, during operation, two different kinds of errors are possible (See section "4.11 Error information"):

- Errors generated when the modulator is not locked to the selected TS input.

These are usually temporary errors related to input transport stream transitions or invalid TS bit rates.

- Errors generated due to a circuit failure. When this kind of errors persists, the instrument must be serviced in a **PROMAX** official center.

See section 4.11 for an explanation of the format used to display the errors.

- **Clear Errors:** select this function to clear the internal error counter and errors list explained formerly. The possible selections are:
 - NO
 - YES
- **Firmware:** Indicates the version firmware included in the equipment. A sample screen looks as follows:

**MENU: back PUSH: select TURN: next/prev.
CONFIGURATION Firmware: v1.0.02 - 84.00**

4.9 REMOTE control through RS-232 interface

The **MO-170** has an RS-232C compatible serial port to connect to a computer for remote control. A suitable set of remote control commands allows enquiring and changing any functional parameter.

Communication details: There is a control protocol to synchronize command reception and validation. A command must be sent once an XON (coded 0x11: hexadecimal value 11 or 17 in decimal) character is received from the instrument. When the instrument detects a complete command, it sends an XOFF (0x13) code and, once validated and executed, an ACK (0x06) or NAK (0x15) code is sent to the remote controller.

To ensure error-free communication between the two devices, the communication parameters for the serial port on the remote controller are as follows:

Rate: 19200 bauds, Data bits: 8 bits, Parity: None, Stop bits: 1

The **MO-170** accepts remote commands at any time, when the instrument is on. It's not necessary to put the instrument in a special remote control mode. The communication is carried out using the transmitter and receiver data lines on the serial port. Also the control signals CTS and RTS must be connected.

A standard PC computer DB9F to DB9F NULL MODEM serial cable can be used when connecting the instrument to an available COM port.

The communication protocol is as follows:

- 1) **MO-170** transmits a XON code (0x11) every second. The aim is to indicate to any possible remote device that the equipment is ready to receive data.
- 2) At this moment, data streams can be sent to it. Each data stream is made of:
 - Initial character '*' (code 0x2A)
 - Set of characters that describe data message.
 - Final character CR (carry return, code 0x0D)
- 3) Once a data stream has been sent, an XOFF will be received, indicating that the transmission of any new command must wait until completion of the current one.
- 4) Next, if the message format is correct and its execution has no errors, an ACK (acknowledge) should be expected. Otherwise, an NAK (not acknowledge) will be received.
- 5) If the sent message requires an answer, it will be sent at this point.

6) Once completed the message processing, the **MO-170** will send an XON indicating that its ready for a new command.

A typical communication timing diagram would be as follows:

PC	MO-170
1) < XON	(equipment ready for command)
2) *?NA<cr> =>	(command issued by the controller)
3) < XOFF	(command received indication)
4) < ACK	(command accepted / understood)
5) wait ...	(execution delay)
6) < *NAMO-170<cr>	(command answer sent)
7) wait ...	(usually some small delay)
8) < XON	(equipment ready for command)

(All characters are transmitted in ASCII code)

Commands should always be sent in capital letter and cannot be edited online, i.e., once a character is received it is stored in the **MO-170** buffer and cannot be rectified by sending an erase code.

When in communication idle mode (**MO-170** waiting for a command) the instrument will send an XON code at one second intervals, to allow synchronization.

Command list: Commands are classified between interrogative and control commands. They are initiated by sending an "*" character, and have ASCII text format and always share a similar structure. For instance, the equipment model name can be asked by sending "*?NA<cr>" and the answer is "*NAMO-170" (always without quotes) Some amount of parsing must be applied, to recover the wanted data from the answer text (in this case, "MO-170")

Here follows a table with all available commands.

Name	Message	Answer	Description and Format
NAM	*?NAM<cr>=>	<=>*NAMMO-170<cr>	Retrieve equipment model
VER	*?VER<cr>=>	<=>*VERv0.7.10<cr>	Retrieve SW version.
BEP	*BEP<cr>		Acoustic indication
USR	*USR <i>text</i> <cr>		Set a new USER text to be displayed in the LCD panel. ' <i>text</i> ' is an ASCII text with a maximum of 32 characters
	*?USR<cr>	*USR <i>text</i> <cr>	Returns the current USER text
STO	*STO <i>nn</i> <cr>		Save the current configuration to a memory. ' <i>nn</i> ' is a decimal value from 00 to 10
RCL	*RCL <i>nn</i> <cr>		Retrieve a configuration from a memory. ' <i>nn</i> ' is a decimal value from 00 to 10
FRQ	*FRQ <i>nn...n</i> <cr>		Modify the equipment RF frequency. ' <i>nn...n</i> ' is the frequency value in Hz, expressed with 9 digits, from 45 to 875 MHz
	*?FRQ<cr>	*FRQ <i>nn...n</i> <cr>	Returns the current RF frequency in Hz and with 9 digits (padding with '0' on the left).
ATT	*ATT <i>nn</i> <cr>		Change the RF output attenuation. ' <i>nn</i> ' is the new decimal attenuation value in dB
	*?ATT<cr>	*ATT <i>nn</i> <cr>	Returns the current RF attenuation value. ' <i>nn</i> ' value using 2 decimal digits (padding with '0' on the left)
ERN	*?ERN<cr>	*ERN <i>nn...n</i> <cr>	Retrieve the internal error counter. ' <i>nn...n</i> ' value using 8 decimal digits (padding with '0' on the left)
ERC	*ERC<cr>		Clear the internal error counter.
ERL	*?ERL <i>nn</i> <cr>	*ERL <i>text</i> <cr>	Retrieve an error message ' <i>nn</i> ' is the error index in decimal value ' <i>text</i> ' is the text string in ASCII format
LCK	*?LCK<cr>	* LCK <i>chhhh</i> <cr>	Retrieve the locked status. 'c' is the lock test result: 'L' for locked, 'U' for unlocked ' <i>hhhh</i> ' is an hexadecimal value corresponding to a status code (see section 4.11 for error codes)
	*MIHd<cr>		Sets the modulator HP TS Input ' <i>d</i> ' decimal digit 0:ASH1 1:ASI2 2:SPI 3:TEST
MIH	*?MIH<cr>	*MIHd<cr>	Asks for the current modulator HP TS input. ' <i>d</i> ' as before
	*MILd<cr>		Sets the modulator LP TS input ' <i>d</i> ' decimal digit 0:ASH1 1:ASI2 2:SPI 3:TEST
MIL	*?MIL<cr>	*MILd<cr>	Asks for the current modulator HP TS input. ' <i>d</i> ' as before
	*MBWd<cr>		Sets the modulator output BW ' <i>d</i> ' decimal digit 0: 8MHz, 1: 7MHz, 2: 6MHz
MBW	*?MBW<cr>	*MBWd<cr>	Asks for the current modulator output BW. ' <i>d</i> ' as before

Name	Message	Answer	Description and Format
MHI	*MHId<cr>		Sets the modulator hierarchy mode. 'd' decimal digit 0: NO, 1: α=1, 2: α=2, 3: α=4
	*?MHI<cr>	*MHId<cr>	Asks for the current hierarchy mode.'d' as before
MTP	*MTPd<cr>		Sets the modulator test mode. 'd' decimal digit 0:NONE, 1:CBER, 2:VBER, 3:BlkCar, 4:PILOTS, 5:PRBS
	*?MTP<cr>	*MTPd<cr>	Asks for the current test mode. 'd' as before
HCR	*HCRd<cr>		Sets the modulator TS high priority code rate. 'd' decimal digit 0:1/2 1:2/3, 2:3/4, 3:5/6, 4:7/8
	*?HCR<cr>	*HCRd<cr>	Asks for the current CR for the high priority TS. 'd' as before
LCR	*LCRd<cr>		Sets the modulator TS low priority code rate. 'd' decimal digit 0:1/2 1:2/3, 2:3/4, 3:5/6, 4:7/8
	*?LCR<cr>	*LCRd<cr>	Asks for the current CR for the low priority TS. 'd' as before
MCO	*MCOd<cr>		Sets the modulator constellation. 'd' decimal digit 0:QPSK, 1:16QAM, 2:64QAM
	*?MCO<cr>	*MCOd<cr>	Asks for the current modulator constellation. 'd' as before
MGU	*MGUd<cr>		Sets the modulator guard interval.. 'd' decimal digit 0:1/4, 1:1/8, 2:1/16, 3:1/32.
	*?MGU<cr>	*MGUd<cr>	Asks for the current modulator guard interval. 'd' as before
FFT	*FFTd<cr>		Sets the modulator FFT mode. 'd' decimal digit 0: 2K, 1: 8K
	*?FFT<cr>	*FFTd<cr>	Asks for the current modulator FFT mode. 'd' as before
INV	*INVD<cr>		Sets the modulator spectral inversion mode. 'd' decimal digit 0:INV, 1:NO INV
	*?INV<cr>	*INVD<cr>	Asks for the current modulator spectral inversion mode. 'd' as before
MOD	*MODd<cr>		Sets the modulator IF output mode. 'd' decimal digit 0: COFDM, 1: TONE MAX, 2: TONE RMS
	*?MOD<cr>	*MODd<cr>	Asks for the current modulator IF output mode. 'd' as before
FIF	*FIFnn...n<cr>		Modify the equipment IF frequency. 'nn...n' is the frequency value in Hz, expressed with 8 digits, from 31 to 37 MHz
	*?FIF<cr>	*FIFnn...n<cr>	Returns the current IF frequency in Hz expressed with 8 digits (padding with '0' on the left)
DIS	*DISd<cr>		Disable the RF output. 'd' decimal digit 0:ENABLE RF, 1:DISABLE RF
	*?DIS<cr>	*DISd<cr>	Asks for the current RF disable state. 'd' as before.
MPR	*MPRd<cr>		PRBS of 15 or 23 bits 'd' decimal digit 0:15 bits PRBS 1:23 bits PRBS
	*?MPR<cr>	*MPRd<cr>	Asks for the current PRBS length with 'd' as before

Name	Message	Answer	Description and Format
MRE	*MREd<cr>		PCR restamping (master mode) ON/OFF. 'd' decimal digit 0: ON 1: OFF
	*?MRE<cr>	*MREd<cr>	Asks for the current restamping state. 'd' as before
MTS	*MTSd<cr>		TS lock mode MASTER or SLAVE 'd' decimal digit 0:SLAVE 1:MASTER
	*?MTS<cr>	*MTSd<cr>	Asks for the current TS lock mode. 'd' as before
MSS	*MSSd<cr>		Active TS in SLAVE mode 'd' decimal digit 0:HP 1:LP
	*?MSS<cr>	*MSSd<cr>	Asks for the Active TS in SLAVE mode. 'd' as before
MPL	*?MPL<cr>	*MPLhhh/lll <cr> or *MPLhhh <cr>	Asks for the TS packet length detected 'hhh' & 'lll' ASCII text hhh, lll: 188 or 204 bytes for HP/LP TS (LP in hierarchical mode only)
MII	*MIIddd<cr>		Initial carrier index for the blank carriers test mode. 'ddd' decimal digits (0000 to 6816 @ 8k, 1704 @ 2k)
	*?MII<cr>	*MIIddd<cr>	Asks for the initial carrier index value. 'ddd' as before
MFI	*MFIddd<cr>		Final carrier index for the blank carriers test mode. 'ddd' decimal digits (0000 a 6816 @ 8k, 1704 @ 2k)
	*?MFI<cr>	*MFIddd<cr>	Asks for the final carrier index value. 'ddd' as before
MCB	*MCBddddddd<cr>		CBER value generated in test mode. 'ddddddd' decimal digits ddddddd = CBER x 1E7
	*?MCB<cr>	*MCBddddddd<cr>	Asks for the current CBER value. 'ddddddd' as before
MVB	*MVBdddddddd<cr>		VBER value generated in test mode. 'dddddddd' decimal digits dddddddd = VBER x 1E10
	*?MVB<cr>	*MVBdddddddd<cr>	Asks for the current VBER value. 'dddddddd' as before

4.10 DVB-T useful bit rates

In the following, we present the useful bit rates (Mbps/s or Mbps) for all combinations of guard interval, constellation and convolutional code rates in **DVB-T** systems and channels of 8, 7 and 6 MHz bandwidths. The useful bit rate does not depend on the transmission mode (2k or 8k).

These tables are similar to Tables 17 (8 MHz), E.6 (7 MHz) and E.3 (6 MHz) in document ETSI EN 300 744 v 1.5.1 (2004-11), but with 7 digits of accuracy instead of 2 or 3. This additional accuracy is necessary since the bit rate of the input transport streams when operating in slave mode should not deviate more than a 0.1% from the values shown herein, otherwise the MO-170 will not lock. For example, for **QPSK**, code 1/2 and guard interval of 1/4, the useful bit rate of **DVB-T** systems for 8 MHz bandwidth channels is 4.9764706 Mbps, thus in slave mode the TS input bit rate to which the modulator is able to sync should be greater than 4.975973 Mbps and lesser than 4.976968 Mbps.

Constellation	Convolutional code	Guard interval			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,9764706	5,5294118	5,8546713	6,0320856
	2/3	6,6352941	7,3725490	7,8062284	8,0427807
	3/4	7,4647059	8,2941176	8,7820069	9,0481283
	5/6	8,2941176	9,2156863	9,7577855	10,0534759
	7/8	8,7088235	9,6764706	10,2456747	10,5561497
16QAM	1/2	9,9529412	11,0588235	11,7093426	12,0641711
	2/3	13,2705882	14,7450980	15,6124567	16,0855615
	3/4	14,9294118	16,5882353	17,5640138	18,0962567
	5/6	16,5882353	18,4313725	19,5155709	20,1069519
	7/8	17,4176471	19,3529412	20,4913495	21,1122995
64QAM	1/2	14,9294118	16,5882353	17,5640138	18,0962567
	2/3	19,9058824	22,1176471	23,4186851	24,1283422
	3/4	22,3941176	24,8823529	26,3460208	27,1443850
	5/6	24,8823529	27,6470588	29,2733564	30,1604278
	7/8	26,1264706	29,0294118	30,7370242	31,6684492

Table 1.- Useful bit rate (Mbps) for DVB-T modes and 8 MHz channel bandwidths.

English

For hierarchical modulations with an 8 MHz bandwidth, the useful bit rates can be obtained from Table 1 following these indications:

- Sequence of high priority (HP): QPSK values
- Sequence of low priority (LP), 16QAM: QPSK values
- Sequence LP, 64QAM: 16QAM values

Constellation	Convolutional code	Guard interval			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,3544118	4,8382353	5,1228374	5,2780749
	2/3	5,8058824	6,4509804	6,8304498	7,0374332
	3/4	6,5316176	7,2573529	7,6842561	7,9171123
	5/6	7,2573529	8,0637255	8,5380623	8,7967914
	7/8	7,6202206	8,4669118	8,9649654	9,2366310
16QAM	1/2	8,7088235	9,6764706	10,2456747	10,5561497
	2/3	11,6117647	12,9019608	13,6608997	14,0748663
	3/4	13,0632353	14,5147059	15,3685121	15,8342246
	5/6	14,5147059	16,1274510	17,0761246	17,5935829
	7/8	15,2404412	16,9338235	17,9299308	18,4732620
64QAM	1/2	13,0632353	14,5147059	15,3685121	15,8342246
	2/3	17,4176471	19,3529412	20,4913495	21,1122995
	3/4	19,5948529	21,7720588	23,0527682	23,7513369
	5/6	21,7720588	24,1911765	25,6141869	26,3903743
	7/8	22,8606618	25,4007353	26,8948962	27,7098930

Table 2.- Useful bit rate (Mbps) for DVB-T modes and 7 MHz channel bandwidths.

For hierarchical modulations, you must follow the guidelines shown below Table 1.

Constellation	Convolutional code	Guard interval			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	3,7323529	4,1470588	4,3910035	4,5240642
	2/3	4,9764706	5,5294118	5,8546713	6,0320856
	3/4	5,5985294	6,2205882	6,5865052	6,7860963
	5/6	6,2205882	6,9117647	7,3183391	7,5401070
	7/8	6,5316176	7,2573529	7,6842561	7,9171123
16QAM	1/2	7,4647059	8,2941176	8,7820069	9,0481283
	2/3	9,9529412	11,0588235	11,7093426	12,0641711
	3/4	11,1970588	12,4411765	13,1730104	13,5721925
	5/6	12,4411765	13,8235294	14,6366782	15,0802139
	7/8	13,0632353	14,5147059	15,3685121	15,8342246
64QAM	1/2	11,1970588	12,4411765	13,1730104	13,5721925
	2/3	14,9294118	16,5882353	17,5640138	18,0962567
	3/4	16,7955882	18,6617647	19,7595156	20,3582888
	5/6	18,6617647	20,7352941	21,9550173	22,6203209
	7/8	19,5948529	21,7720588	23,0527682	23,7513369

Table 3.- Useful bit rate (Mbps) for DVB-T modes and 6 MHz channel bandwidths.

For hierarchical modulations, you must follow the guidelines shown below Table 1.

4.11 Error Information

When using the equipment, operating errors can occur as well as errors related to the loss of synchronization in the **MPEG-2** input transport stream.

The first 16 errors appearing during the instrument operation are internally registered and can be retrieved or erased by means of the functions in **CONFIGURATION** menu.

This section describes the error list display format and the meaning of the codes that appear in each case for each type of error.

4.11.1 Types of errors

The control program of the **MO-170** can detect and show up to 4 types of errors. Some of them correspond to instrument malfunction and must be directly reported to a PROMAX's Customers Service Centre (CSC). Others state incorrect options about modulator input signals.

1. **NAK**: An internal device connected to control I²C bus does not respond to the messages from the microcontroller. It requires service of CSC.
2. **UNKN**: Unknown error. Due to a problem different to the one previously described, the I²C control system cannot be accessed. It requires service of CSC.
3. **BUSY**: The I²C bus controller is busy and has not been possible to recover its operation. It requires service of CSC.
4. **MOD FAIL**: It covers all errors corresponding to the MPEG-2 transport stream inputs not being correctly synchronized and/or not having the right bit rate.

4.11.2 Error Coding

NAK, **BUSY** and **UNKN** are for internal use of Promax. If any of these errors occurs repeatedly, the equipment ought to be taken to a PROMAX's customer service centre for repair.

MOD FAIL: The display format for this type of errors is as follows:

ERR02 MOD FAIL STATUS: XXY (CCC...C)

When this type of errors occur, the **MO-170** presents an error message on the LCD display starting with the word STATUS and followed by an explanation of the type of error (e.g. HP TS SYNC LOST, LP TS BUFFER FULL or INVALID TS RATE). Needless to say, in this scenario the ERROR LED flashes red for 5 seconds, and then stays lit until the error count is cleared within the CONFIGURATION menu.

The numerical fields have the following meaning:

XX: Hexadecimal value composed by several information bits, with meaning according to the modulator configuration. Eight bits compose the data structure. Each bit marks an error status when its value is "1", except when the opposite is indicated:

b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0

Bits **b7** and **b6** are always “0”.

Bits **b5** to **b2** have meaning if the equipment is working in MASTER mode. They indicate the state of synchronisation of the modulator with the MPEG-2 input TS (HP or LP), as follows:

b5: HP TS buffer full. The input TS bit rate is above the maximum value. You must reduce the transport stream bit rate. If the hierarchical mode is activated, this error refers to the high priority TS (HP TS).

b4: LP TS buffer full. The input TS bit rate is above the maximum value. You must reduce the transport stream bit rate. If the hierarchical mode is activated, this error refers to the low priority TS (LP TS).

b3: HP TS sync lost. The synchronisation with the input TS has been lost. The most probable cause is that an input transport stream is not available or that it has been temporally disconnected. If the hierarchical mode is on, this error refers to the high priority TS (HP TS).

b2: LP TS sync lost. The synchronisation with the input TS has been lost. The most probable cause is that an input transport stream is not available or that it has been temporally disconnected. If the hierarchical mode is on, this error refers to the low priority TS (LP TS).

Bits **b1** to **b0** have meaning if the equipment is in SLAVE mode. If we are in hierarchical mode, the information applies to the TS selected for synchronisation (HP or LP). In non-hierarchical modes, we refer to the main TS. The meaning of each bit is as follows:

b1: TS sync lost. The synchronisation with the input TS has been lost. The most probable cause is that an input transport stream is not available or that it has been temporally disconnected.

b0: Valid TS rate. **This bit is erroneous when its value is “0”.** The data rate at the TS input is either too high or too low for the DVB-T configuration being used. Recall that this bit rate should be within $\pm 0.1\%$ of the values shown in the Tables of section 4.10.

Therefore, if the hex **XX** value shown is, for example, 0x24, and we are in MASTER mode in any of the hierarchical modes, we must split the binary code and analyse each bit separately in order to determine the type of failure:

HEX	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
24	0	0	1	0	0	1	0	0

In this case, bits **b5** and **b2** have been asserted, indicating that there are two types of errors:

- b5** The bit rate of the selected HP TS input is too high.
- b2** Loss of synchronization with selected LP TS input

YY: This complementary information is also expressed in hexadecimal. The value of each bit indicates a possible anomaly in the operation of the circuit. In all cases, a deviation with respect to the value of reference indicates a failure in some of the circuits that compose the modulator. Contact technical assistance (CSC) for repair.

The value of reference (all OK) is **1B**, which corresponds to the following value of each bit:

HEX	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
1B	0	0	0	1	1	0	1	1

Bits **b7** and **b6** are always "0". Bit **b1** is always "1".

A change in bits **b5**, **b4** or **b3**, indicates failure in the **IF** generation circuitry (Digital to Analogue converter).

A change in bits **b2** or **b0** implies failure in the COFDM DVB-T modulator circuitry.

CCC... C: This parameter is a global error counter. It counts the **number of errors at the moment in which the error message is displayed**. Therefore, if an error of any type occurs continuously, this counter will have a different value whenever we look at some of the first 16 errors detected by the equipment.

In relation to this value, it must be noted that, in order to detect an error (for example the loss of synchronization with a TS input), the equipment waits for this situation to occur for more than 5 seconds. So, it avoids errors in the transitions between different modulator functions or temporary TS input disconnections to be counted.

However, the total error counter (**CCC... C**) does count each occurrence, regardless of whether or not it lasts more than 5 seconds.

5 MAINTENANCE

5.1 Mains fuse replacement

The fuseholder is located on the later panel of the equipment.

Before replacing the fuse disconnect the mains cord.

Take out the fuse holder with screwdriver. Replace the fuse damaged by a suitable new one and place afresh the fuseholder.

Fuse 5x20 2A T 250V

THE BREACH OF THESE INSTRUCTIONS COULD DAMAGE THE EQUIPMENT

5.2 Cleaning Recommendations

CAUTION

To clean the cover, take care the instrument is disconnected.

CAUTION

Do not use scented hydrocarbons or chlorized solvents. Such products may attack the materials used in the construction of the cover.

The cover should be cleaned by means of a light solution of detergent and water applied with a soft cloth.

Dry thoroughly before using the system again.

CAUTION

Do not use for the cleaning of the front panel, alcohol or its derivatives. These products can attack the mechanical properties of the materials and diminish their useful time of life.

APÉNDICE A: Listas de Canales *APPENDIX A: Channel Plans*

Lista de canales CCIR CCIR channel plan

CHANNEL	FREQ	CHANNEL	FREQ	CHANNEL	FREQ
E02	50500000 Hz	S24	330000000 Hz	C37	602000000 Hz
E03	57500000 Hz	S25	338000000 Hz	C38	610000000 Hz
E04	64500000 Hz	S26	346000000 Hz	C39	618000000 Hz
S01	107500000 Hz	S27	354000000 Hz	C40	626000000 Hz
S02	114500000 Hz	S28	362000000 Hz	C41	634000000 Hz
S03	121500000 Hz	S29	370000000 Hz	C42	642000000 Hz
S04	128500000 Hz	S30	378000000 Hz	C43	650000000 Hz
S05	135500000 Hz	S31	386000000 Hz	C44	658000000 Hz
S06	142500000 Hz	S32	394000000 Hz	C45	666000000 Hz
S07	149500000 Hz	S33	402000000 Hz	C46	674000000 Hz
S08	156500000 Hz	S34	410000000 Hz	C47	682000000 Hz
S09	163500000 Hz	S35	418000000 Hz	C48	690000000 Hz
S10	170500000 Hz	S36	426000000 Hz	C49	698000000 Hz
E05	177500000 Hz	S37	434000000 Hz	C50	706000000 Hz
E06	184500000 Hz	S38	442000000 Hz	C51	714000000 Hz
E07	191500000 Hz	S39	450000000 Hz	C52	722000000 Hz
E08	198500000 Hz	S40	458000000 Hz	C53	730000000 Hz
E09	205500000 Hz	S41	466000000 Hz	C54	738000000 Hz
E10	212500000 Hz	C21	474000000 Hz	C55	746000000 Hz
E11	219500000 Hz	C22	482000000 Hz	C56	754000000 Hz
E12	226500000 Hz	C23	490000000 Hz	C57	762000000 Hz
S11	233500000 Hz	C24	498000000 Hz	C58	770000000 Hz
S12	240500000 Hz	C25	506000000 Hz	C59	778000000 Hz
S13	247500000 Hz	C26	514000000 Hz	C60	786000000 Hz
S14	254500000 Hz	C27	522000000 Hz	C61	794000000 Hz
S15	261500000 Hz	C28	530000000 Hz	C62	802000000 Hz
S16	268500000 Hz	C29	538000000 Hz	C63	810000000 Hz
S17	275500000 Hz	C30	546000000 Hz	C64	818000000 Hz
S18	282500000 Hz	C31	554000000 Hz	C65	826000000 Hz
S19	289500000 Hz	C32	562000000 Hz	C66	834000000 Hz
S20	296500000 Hz	C33	570000000 Hz	C67	842000000 Hz
S21	306000000 Hz	C34	578000000 Hz	C68	850000000 Hz
S22	314000000 Hz	C35	586000000 Hz	C69	858000000 Hz
S23	322000000 Hz	C36	594000000 Hz		

Lista de canales OIRT
OIRT channel plan

CHANNEL	FREQ	CHANNEL	FREQ	CHANNEL	FREQ
I	52500000 Hz	C30	546000000 Hz	C51	714000000 Hz
II	62000000 Hz	C31	554000000 Hz	C52	722000000 Hz
III	80000000 Hz	C32	562000000 Hz	C53	730000000 Hz
IV	88000000 Hz	C33	570000000 Hz	C54	738000000 Hz
V	96000000 Hz	C34	578000000 Hz	C55	746000000 Hz
VI	178000000 Hz	C35	586000000 Hz	C56	754000000 Hz
VII	186000000 Hz	C36	594000000 Hz	C57	762000000 Hz
VIII	194000000 Hz	C37	602000000 Hz	C58	770000000 Hz
IX	202000000 Hz	C38	610000000 Hz	C59	778000000 Hz
X	210000000 Hz	C39	618000000 Hz	C60	786000000 Hz
XI	218000000 Hz	C40	626000000 Hz	C61	794000000 Hz
XII	226000000 Hz	C41	634000000 Hz	C62	802000000 Hz
C21	474000000 Hz	C42	642000000 Hz	C63	810000000 Hz
C22	482000000 Hz	C43	650000000 Hz	C64	818000000 Hz
C23	490000000 Hz	C44	658000000 Hz	C65	826000000 Hz
C24	498000000 Hz	C45	666000000 Hz	C66	834000000 Hz
C25	506000000 Hz	C46	674000000 Hz	C67	842000000 Hz
C26	514000000 Hz	C47	682000000 Hz	C68	850000000 Hz
C27	522000000 Hz	C48	690000000 Hz	C69	858000000 Hz
C28	530000000 Hz	C49	698000000 Hz		
C29	538000000 Hz	C50	706000000 Hz		

Lista de canales UHF
UHF channel plan

CHANNEL	FREQ	CHANNEL	FREQ	CHANNEL	FREQ
C21	474000000 Hz	C38	610000000 Hz	C55	746000000 Hz
C22	482000000 Hz	C39	618000000 Hz	C56	754000000 Hz
C23	490000000 Hz	C40	626000000 Hz	C57	762000000 Hz
C24	498000000 Hz	C41	634000000 Hz	C58	770000000 Hz
C25	506000000 Hz	C42	642000000 Hz	C59	778000000 Hz
C26	514000000 Hz	C43	650000000 Hz	C60	786000000 Hz
C27	522000000 Hz	C44	658000000 Hz	C61	794000000 Hz
C28	530000000 Hz	C45	666000000 Hz	C62	802000000 Hz
C29	538000000 Hz	C46	674000000 Hz	C63	810000000 Hz
C30	546000000 Hz	C47	682000000 Hz	C64	818000000 Hz
C31	554000000 Hz	C48	690000000 Hz	C65	826000000 Hz
C32	562000000 Hz	C49	698000000 Hz	C66	834000000 Hz
C33	570000000 Hz	C50	706000000 Hz	C67	842000000 Hz
C34	578000000 Hz	C51	714000000 Hz	C68	850000000 Hz
C35	586000000 Hz	C52	722000000 Hz	C69	858000000 Hz
C36	594000000 Hz	C53	730000000 Hz		
C37	602000000 Hz	C54	738000000 Hz		

Lista de canales STDL
STDL channel plan

CHANNEL	FREQ	CHANNEL	FREQ	CHANNEL	FREQ
FA	50000000 Hz	C22	482000000 Hz	C46	674000000 Hz
FB	580000000 Hz	C23	490000000 Hz	C47	682000000 Hz
FC1	62750000 Hz	C24	498000000 Hz	C48	690000000 Hz
FC	66000000 Hz	C25	506000000 Hz	C49	698000000 Hz
C05	178750000 Hz	C26	514000000 Hz	C50	706000000 Hz
C06	186750000 Hz	C27	522000000 Hz	C51	714000000 Hz
C07	194750000 Hz	C28	530000000 Hz	C52	722000000 Hz
C08	202750000 Hz	C29	538000000 Hz	C53	730000000 Hz
C09	210750000 Hz	C30	546000000 Hz	C54	738000000 Hz
C10	218750000 Hz	C31	554000000 Hz	C55	746000000 Hz
C11	226750000 Hz	C32	562000000 Hz	C56	754000000 Hz
C12	234750000 Hz	C33	570000000 Hz	C57	762000000 Hz
C13	242750000 Hz	C34	578000000 Hz	C58	770000000 Hz
C14	290750000 Hz	C35	586000000 Hz	C59	778000000 Hz
D01	306000000 Hz	C36	594000000 Hz	C60	786000000 Hz
D02	318000000 Hz	C37	602000000 Hz	C61	794000000 Hz
D03	330000000 Hz	C38	610000000 Hz	C62	802000000 Hz
D04	342000000 Hz	C39	618000000 Hz	C63	810000000 Hz
D05	354000000 Hz	C40	626000000 Hz	C64	818000000 Hz
D06	366000000 Hz	C41	634000000 Hz	C65	826000000 Hz
D07	378000000 Hz	C42	642000000 Hz	C66	834000000 Hz
D08	390000000 Hz	C43	650000000 Hz	C67	842000000 Hz
D09	402000000 Hz	C44	658000000 Hz	C68	850000000 Hz
C21	474000000 Hz	C45	666000000 Hz	C69	858000000 Hz

