

OP-170-E

GENERADOR DE RUIDO BLANCO / ECOS

WHITE NOISE & ECHOES GENERATOR

- 0 MI1441-



SUMARIO
CONTENTS

☞ **Manual español**

☞ **English manual**

ÍNDICE

1	GENERALIDADES.....	1
1.1	Descripción.....	1
1.2	Especificaciones.....	3
1.3	Generación de ruido blanco Gaussiano.....	3
1.4	Simulación del canal multitrayecto (Generación de ecos).....	4
2	INSTRUCCIONES DE USO.....	6
2.1	Acceso a las funciones del menú.....	6
2.2	Funciones de RUIDO. (NOISE).....	6
2.3	Simulador del canal. (ECHOES).....	6
2.4	Funciones de CONFIGURACIÓN.....	7
2.5	Ampliación de los comandos de control remoto.....	7

Generador de Ruido Blanco / Ecos

OP-170-E



1 GENERALIDADES

1.1 Descripción

Este anexo contiene las instrucciones de uso para la siguiente opción del modulador **COFDM DVB-T MO-170-E**:

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

El **MO-170** es un modulador profesional **DVB-T** muy versátil que incorpora un completo conjunto de pruebas para facilitar las medidas sobre la cadena de la señal **DVB-T** en diferentes puntos. Además de los modos de prueba que se incluyen habitualmente este tipo de equipos, el **MO-170** aporta varias nuevas funciones, como por ejemplo la adición de **ruido blanco Gaussiano** con **C/N** variable y la **simulación de canales multitrayecto fijos y móviles** con hasta seis pulsos de eco de amplitud, retardo, fase y frecuencia Doppler variable.

El modulador permite añadir digitalmente a la señal **COFDM** ruido blanco Gaussiano con un ancho de banda el doble del correspondiente a la señal **DVB-T**. Tanto el valor de la relación **C/N** como el nivel de la señal **RF** (señal **COFDM** combinada con el ruido) pueden ser modificables. Esto permite mantener una potencia de señal constante mientras varía la relación **C/N** (p.e.: para obtener la característica del **BER** respecto al **C/N** de un determinado demodulador), o bien mantener un **C/N** constante mientras varía la potencia de la señal (p.e.: para determinar la sensibilidad de un receptor). Además, la señal **DVB-T** puede ser desconectada independientemente del generador de ruido y viceversa. De este modo es posible medir tanto el ruido como la potencia media de la señal **DVB-T** mediante un instrumento externo adecuado, así como también verificar el valor del **C/N** seleccionado. Al sintetizar digitalmente tanto la señal como el ruido, se consiguen valores de **C/N** con una precisión difícil de alcanzar utilizando las configuraciones de los generadores tradicionales.



(1) Digital Video Broadcasting Trade Mark of the DVB Digital Video Broadcasting Project (4026)

El **MO-170** ofrece la posibilidad de simular canales multitrayecto, tanto de tipo estático como dinámico, sirviéndose de hasta cinco pulsos de eco adicionales (a parte del trayecto principal).

Entre otras aplicaciones, el simulador del canal puede ser utilizado para el estudio de los siguientes escenarios:

- **Pre-ecos** en una red **SFN** o, en general, cualquier perfil de retardo de la potencia que se dé en la práctica en las transmisiones con un único emisor en redes de frecuencia múltiple (**MFN**) o con múltiples emisores en redes de frecuencia única (**SFN**).
- **Canales estáticos** correspondientes a receptores aéreos fijos y portátiles. En particular, son buenas las aproximaciones con seis ecos para generar los canales **F1** y **P1**, definidos en el **Apéndice B** del documento **ETSI EN 300 744**. Otros perfiles con seis ecos aparecen definidos en el **Apéndice K.2** del documento **ETSI TR 101 290**.
- **Canales móviles** con desviación de la frecuencia Doppler pura. Un ejemplo de este fenómeno es el perfil del eco de 0 dB propuesto en el **Apéndice K.3** del documento **ETSI TR 101 290**.

El simulador del canal puede ser utilizado en combinación con el generador de **C/N** para evaluar las prestaciones de un sistema **DVB-T** sobre un canal multitrayecto predefinido, en función de la cantidad de ruido aditivo presente en el canal.

La amplia selección de opciones de pruebas disponibles en el **MO-170** le convierten en una herramienta ideal para cualquier tarea de comprobación y validación de los requerimientos técnicos más críticos a lo largo de la cadena **DVB-T**, tales como la medida del ruido cocanal, la planificación de la distribución de potencia, el ensayo y verificación de los sistemas de medida **DVB-T** o la simulación práctica de defectos en el canal de transmisión.

1.2 Especificaciones

GENERADOR DE RUIDO

Características	Síntesis digital compleja en banda base. Señal y/o ruido suprimibles de forma independiente.
Ancho de banda	Ecuilizado para un 2x BW de la señal DVB-T. (Desviación máxima de planitud: ± 1 dB @ BW_{DVB-T})
C/N	De 3 a 40 dB por pasos de 0,1 dB (potencia del ruido variable con una potencia de señal constante).

SIMULADOR DEL CANAL

Características	Síntesis digital compleja en banda base.
Número de pulsos	Seis ecos activables de forma individual.
Perfil	Desviación de Doppler puro o con fase constante (p.e.: perfiles F1 y P1 especificados en el documento ETSI EN 300 744)
Amplitud	0 a - 40 dBc por pasos de 0,1 dB
Retardo	0 a 447,9 s por pasos de 100 ns en canal de 8 MHz. 0 a 511,9 s por pasos de 100 ns en canal de 7 MHz. 0 a 597,2 s por pasos de 100 ns en canal de 6 MHz.
Doppler	De - 830 a 830 Hz por pasos de 0,1 Hz
Fase	0 a 359,9° por pasos de 0,1°

1.3 Generación de ruido blanco Gaussiano

El **MO-170** puede añadir ruido blanco Gaussiano sobre una señal **COFDM** con una relación **C/N** determinada. Este ruido aleatorio se genera digitalmente en ambas salidas **FI** y **RF**. El ancho de banda para el ruido es mayor que el doble del ancho de banda de la señal **DVB-T**.

El generador de ruido permite fácilmente su conexión o desconexión. Cuando está conectado, la relación **C/N** puede ser establecida por el usuario en un margen de 3 a 40 dB por pasos de 0,1 dB. Debido a que tanto el ruido como las señales portadoras se generan digitalmente, su precisión y la de la relación **C/N** es muy elevada.

La potencia media del ruido dentro del ancho de banda de la señal puede ser fácilmente medida en la salida del modulador desconectando la señal de salida útil (Opción del menú “Supresión de Portadoras: **NO** / (**SÍ**)”). Obviamente, la potencia del ruido medido será de aproximadamente **C/N** dB por debajo de la potencia de la señal **DVB-T**. Nótese que la potencia de la señal **COFDM** permanece constante tanto si se añade o no, ruido en la salida.

1.4 Simulación del canal multitrayecto (Generación de ecos)

El simulador del canal implementado en el **MO-170** permite al usuario simular tanto un escenario multitrayecto de tipo estático como dinámico. Es posible activar hasta seis pulsos de eco (incluyendo el trayecto principal) con amplitud, fase, retardo y frecuencia doppler variable.

El canal en banda base compleja y variante en el tiempo, se consigue simular digitalmente a través de la siguiente expresión:

$$h(t; \tau) = \rho_1 e^{j(2\pi f_{D,1} t + \phi_1)} + \sum_{n=2}^6 \rho_n e^{j(2\pi f_{D,n} t + \phi_n)} \delta(t - \tau_n)$$

Cuando $f_{D,n} = 0$, para cualquier valor de n el canal no varía en el tiempo y entonces, $h(t; \tau) = h(\tau)$. Este es el canal utilizado para caracterizar la recepción de antenas fijas aéreas. Generalmente resulta útil, no obstante, agregar una frecuencia Doppler (1 ó 2 Hz) a un canal estático para distribuir lentamente su fase.

Dado un número de ecos n , donde $n = 1..6$, la amplitud (ρ_n) se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\rho_n = \frac{10^{\frac{A_n}{20}}}{\sqrt{\sum_{n=1}^6 10^{\frac{A_n}{10}}}}$$

donde A_n , es la amplitud del eco número (n) con relación al eco de máxima amplitud del canal y viene expresada en dBc (margen válido de 0 dBc a -40dBc por pasos de 0,1 dB). Notar que el eco de máxima amplitud no es necesariamente el primero en aparecer, por ejemplo, cuando existan pre-ecos en el canal. La expresión anterior normaliza el canal de forma que la potencia total de la señal **DVB-T** (suma acumulada de ecos) permanezca igual al valor nominal de la potencia de la señal **DVB-T** cuando no existen ecos.

La escala de valores para el retardo de los pulsos de eco es de 0 a 447,9 μs , 511,9 μs y 597,2 μs para canales de 8, 7, y 6 MHz respectivamente. En todos los casos el retardo para cada uno de los seis ecos puede ser incrementado por pasos de 0,1 μs .

La fase del eco es fija, dentro del margen de 0° a $359,9^\circ$ por pasos de $0,1^\circ$.

El margen de valores válidos para la frecuencia Doppler es de -830 Hz a $+830$ Hz por pasos de $+0,1$ Hz. Nótese que dependiendo de la frecuencia que se utilice en la salida (**FI** 36 MHz ó **RF**), la misma frecuencia Doppler banda base puede corresponder a diferentes velocidades de vehículo.

El canal de 8 MHz, configurado por defecto en el arranque del sistema, corresponde a la siguiente configuración de amplitud y retardo. Se trata de una aproximación con 6 pulsos a los 21 pulsos del canal de recepción fijo **F1** de distribución Ricean, definido en el **Apéndice B** de las especificaciones para **DVB-T ETSI EN 300 744**.

Pulso	Retardo τ_n (μs)	Amplitud A_n (dBc)	Fase ϕ_n ($^\circ$)
1	-	0	0
2	0,4	-16,7	20,8
3	0,7	-18,5	156,9
4	2	-18,6	351,1
5	2,7	-21	231,7
6	3,2	-19,7	354,1

Tabla 1: Aproximación con 6 pulsos al canal **F1** definido por **ETSI EN 300 744**.

El canal **P1**, para recepción portátil, definido en el mismo Apéndice de las especificaciones **DVB-T**, también puede ser simulado de forma bastante aproximada si se utiliza el siguiente perfil para los retardos de los pulsos de eco:

Pulso	Retardo τ_n (μs)	Amplitud A_n (dBc)	Fase ϕ_n ($^\circ$)
1	-	-8,9	195,3
2	0,4	0	0
3	0,6	-2,1	125
4	1,9	-4,6	333,6
5	2,7	-6,3	210,1
6	3,2	-6,9	164

Tabla 2: Aproximación con 6 pulsos al canal **P1** definido por **ETSI EN 300 744**.

2 INSTRUCCIONES DE USO

*Las instrucciones de utilización expuestas a continuación, presuponen el conocimiento por parte del usuario del funcionamiento del **MO-170**, descrito en el manual de instrucciones.*

2.1 Acceso a las funciones del menú

Pulsar la tecla MENU para acceder a la pantalla principal de estado. Al girar el selector rotativo CW ó CCW, cambia el título del submenú entre:

1. MODULADOR
2. RF
3. NIVEL
4. TEST
5. RUIDO
6. ECOS
7. CONFIGURACIÓN

2.2 Funciones de RUIDO. (NOISE)

Es menú contiene un conjunto de funciones relativas a la generación digital del ruido:

- **Generador:** Activa o desactiva el generador de ruido.
- **C/N:** Establece el valor de la relación Portadora-Ruido entre 3 y 40 dB por pasos de +0,1 dB.
- **Suprimir Portadora:** Permite activar o desactivar (ON/OFF) la portadora **COFDM** sobre la que se añade el ruido blanco.

2.3 Simulador del canal. (ECHOES)

Este menú contiene una serie de parámetros necesarios para realizar las pruebas de transmisión de los pulsos de eco:

- **Generador:** Activa o desactiva los pulsos de eco.
- **ECHO 1:** Establece los parámetros del primer pulso del canal (eco de referencia). Este pulso presenta un retardo cero y se toma como referencia para la base de tiempos de todos los demás ecos. Nótese que su amplitud no es necesariamente 0 dBc. Esto permite definir canales con pre-ecos, es decir, perfiles de canal cuyo eco de máxima amplitud no corresponde al primero.

Pulsar el selector rotativo para acceder a los siguientes parámetros de definición del pulso:

- **Amplitud:** Permite activar o desactivar el eco (ON/OFF) y establecer su nivel de amplitud entre 0 y -40 dBc por pasos de 0,1 dB.
- **Fase:** Fase del pulso de 0° a 359,9° por pasos de 0,1°.
- **Doppler:** Frecuencia doppler de desvío para definir pulsos estáticos (0 Hz) ó dinámicos (de ± 830 Hz).
- **ECHO n:** Establece los parámetros de cada pulso del canal respecto al eco de referencia.
 - **Amplitud:** Permite activar o desactivar el pulso (ON/OFF) y establecer su nivel de amplitud entre 0 y -40 dBc por pasos de 0,1 dB.
 - **Fase:** Fase del pulso de 0° a 359,9° por pasos de 0,1°.
 - **Doppler:** Frecuencia doppler de desvío para la definición de pulsos estáticos (con 0 Hz) ó pulsos dinámicos (desde ± 830 Hz).
 - **Retardo:** En función del BW del canal, es el retardo del eco respecto al eco 1 y variable por pasos de 100 ns.

2.4 Funciones de CONFIGURACIÓN

Este menú se ha ampliado con las siguientes opciones:

- **Guardar C/N & Ecos:** El MO-170 almacena en la memoria los parámetros relativos a la configuración previamente establecida del valor C/N y el generador de pulsos de eco.

Girar el selector rotativo y seleccionar la opción deseada. Pulsar el selector rotativo para confirmar la acción. Pulsar la tecla MENU para cancelar la acción.

- **Carga C/N & Ecos:** Permite cargar la última configuración almacenada del equipo.

2.5 Ampliación de los comandos de control remoto

Debido a las nuevas funciones disponibles, se han añadido algunas entradas a la lista de comandos de control remoto. Dichos comandos se describen a continuación:

Nombre	Mensaje	Respuesta	Descripción y Formato
SHP	*SHP <i>d</i> <cr>		Fija el modo de formación de pulsos del modulador. 'd' dígito codificado en ASCII. 0: BYPASS, 1: STANDARD, 2: USER
	*?SHP<cr>	*SHP <i>d</i> <cr>	Pregunta por actual modo de formación de pulsos del modulador. 'd' como antes.
SBT	*SBT <i>d</i> <cr>		Fija el valor beta de formación de pulsos del modulador. 'd' dígito codificado en ASCII. 0: $\beta=4$, 1: $\beta=8$, 2: $\beta=16$, 3: $\beta=32$
	*?SBT<cr>	*SBT <i>d</i> <cr>	Pregunta por el actual valor beta de formación de pulsos del modulador. 'd' como antes.
NOI	*NOI <i>d</i> <cr>		Fija el estado del generador de ruido. 'd' dígito codificado en ASCII. 0: OFF, 1: ON
	*?NOI<cr>	*NOI <i>d</i> <cr>	Pregunta sobre el estado del generador de ruido. 'd' como antes.
CNR	*CNR <i>ddd</i> <cr>		Establece el valor del C/N cuando el generador de ruido está a ON. 'ddd' dígitos codificados en ASCII C/N en dBx10 (030 a 400)
	*?CNR<cr>	*CNR <i>ddd</i> <cr>	Pregunta el valor del C/N actual. 'ddd' como antes.
SIG	*SIG <i>d</i> <cr>		Fija la señal COFDM a ON/OFF. 'd' dígito codificado en ASCII. 0: ON, 1: OFF
	*?SIG<cr>	*SIG <i>d</i> <cr>	Pregunta por el estado del generador de señal COFDM. 'd' como antes.
ECO	*ECO <i>d</i> <cr>		Fija el generador de ecos a ON/OFF. 'd' dígito codificado en ASCII. 0: OFF, 1: ON
	*?ECO<cr>	*ECO <i>d</i> <cr>	Pregunta sobre el estado del generador de ecos. 'd' como antes.
EAM	*EAM <i>daaaa</i> <cr>		Establece la amplitud del eco. 'd' número de eco (0 a 5) 'aaaa' amplitud en dBc x 10
	*?EAM<cr>	*EAM <i>daaaa</i> <cr>	Pregunta sobre la amplitud del eco. 'd' y 'aaaa' como antes.
EPH	*EPH <i>dpppp</i> <cr>		Establece la fase del eco. 'd' número de eco (0 a 5) 'pppp' fase en DEG x 10.
	*?EPH<cr>	*EPH <i>dpppp</i> <cr>	Pregunta sobre la fase del eco. 'd' y 'pppp' como antes.
EDO	*EDO <i>dsffff</i> <cr>		Establece la frecuencia Doppler del eco. 'd' número de eco (0 a 5) 's' signo + / - 'ffff' frecuencia en Hz x 10.
	*?EDO<cr>	*EDO <i>dsffff</i> <cr>	Pregunta sobre la frecuencia Doppler del eco. 'd', 's' y 'ffff' como antes.
EDL	*EDL <i>dtttt</i> <cr>		Establece el retardo del eco. 'd' número de eco (0 a 5) 'tttt' tiempo del retardo en μs x 10. Cuando 'd' = 0, el retardo se fija internamente a 0 μs independientemente del valor 'tttt'.
	*?EDL<cr>	*EDL <i>dtttt</i> <cr>	Pregunta sobre el tiempo del retardo. 'd' y 'tttt' como antes.

Nombre	Mensaje	Respuesta	Descripción y Formato
DRO	*DRO <i>d</i> <cr>		Fija el modo de distribución de los paquetes <i>null</i> de la entrada TS. <i>d</i> dígito codificado en ASCII. 0: sin distribución , 1: con distribución
	*?DRO<cr>	*DRO <i>d</i> <cr>	Pregunta por el modo de distribución actual de los paquetes <i>null</i> . <i>d</i> como antes.
STE	*STE<cr>		Guarda la configuración del eco, C/N y datos de formación de pulsos en la memoria E2P.
RCE	*RCE<cr>		Recupera la configuración del eco, C/N y datos de formación de pulsos de la memoria E2P.

TABLE OF CONTENTS

1	GENERAL	1
1.1	Description	1
1.2	Specifications	3
1.3	White Gaussian noise generator	3
1.4	Multipath channel simulation. Echoes generator	4
2	OPERATING INSTRUCTIONS	6
2.1	Access to main menu functions	6
2.2	Noise generator functions. (NOISE)	6
2.3	Channel simulator. (ECHOES)	6
2.4	CONFIGURATION functions	7
2.5	Remote control commands extension	8

White Noise & Echoes Generator

OP-170-E



1 GENERAL

1.1 Description

This appendix contains the operating instructions for the following option belonging to the **COFDM** modulator: **MO-170**

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

The **MO-170** is a versatile professional **DVB-T** modulator providing a complete test suite, which can be used to perform measurements on the **DVB-T** signal chain at different points. In addition to the test modes typically found in other equipment, the **MO-170** includes other novel features, such as the addition of **white Gaussian noise** with selectable **C/N** ratio and the **simulation of fixed and mobile multipath channels** with up to 6 taps of variable amplitude, delay, phase and Doppler frequency.

In the **MO-170**, white Gaussian noise with twice the bandwidth of the **DVB-T** signal is digitally added to the **COFDM** signal. Both the **C/N** ratio and the **RF** signal level (**COFDM** and noise combined) can be varied. This provides the means to either keep the signal power constant whilst varying the **C/N** (e.g. to plot the **BER** vs. **C/N** ratio of a demodulator), or to keep the **C/N** ratio constant whilst varying the signal power (e.g. to find the sensitivity of a receiver). In addition, the **DVB-T** signal may be switched off while the noise is still on, and vice versa. This way, noise and signal average powers can be measured externally using the appropriate equipment so as to verify the selected **C/N** ratio reading. The fact that both noise and signal are digitally synthesised has the added benefit of generating **C/Ns** with a precision difficult to achieve in a traditional assorted test set-up.

The **MO-170** offers the possibility of simulating dynamic and static multipath channels with five echoes (plus the main path).



(1) Digital Video Broadcasting Trade Mark of the DVB Digital Video Broadcasting Project (4026)

Among other applications, the channel simulator feature can be successfully used to simulate the following scenarios:

- **Pre-echoes** in a **SFN** or, in general, any power delay profile found in practice in single transmitter (**MFN**) and multiple transmitter (**SFN**) networks.
- **Static channels** corresponding to roof-top fixed and portable reception. In particular, good 6-ray approximations can be generated for the **F1** and **P1** channels defined in **Appendix B** of document **ETSI EN 300 744**. Other 6-path profiles are those defined in **Appendix K.2** of document **ETSI TR 101 290**.
- **Mobile channels** with pure Doppler shift. An example of this is the 0 dB echo profile proposed in **Appendix K.3** of document **ETSI TR 101 290**.

The channel simulator may be used in conjunction with the **C/N** ratio generator to evaluate the performance of a **DVB-T** system for a pre-defined multipath channel as a function of the amount of additive noise present in the channel.

The wide selection of test options available in the **MO-170** makes it the perfect companion for anybody interested in checking and validating a variety of critical aspects throughout the **DVB-T** system, such as in-band noise measurements, power budgetting, receiver performance, test and verification of **DVB-T** measuring systems, or simulation of real-world channel impairments.

1.2 Specifications

NOISE GENERATOR

Characteristics	Fully digital complex baseband generation Both signal and/or noise can be switched off
Bandwidth	Flat within twice the bandwidth of the DVB-T signal (± 1 dB of flatness within the DVB-T bandwidth)
C/N	3 to 40 dB in 0.1 dB steps (noise power varies whilst the COFDM signal power remains constant)

CHANNEL SIMULATOR

Characteristics	Fully digital complex baseband generation.
Number of taps	6 echoes, which may be switched on/off individually
Profiles	Pure Doppler shift or constant phase (e.g. profiles F1 and P1 specified in document ETSI EN 300 744)
Amplitudes	0 to – 40 dBc in 0.1 dB steps
Delays	0 to 447.9 μ s in steps of 100 ns - 8 MHz channels 0 to 511.9 μ s in steps of 100 ns - 7 MHz channels 0 to 597.2 μ s in steps of 100 ns - 6 MHz channels
Doppler	– 830 to 830 Hz in 0.1 Hz steps
Phase	0 to 359.9° in 0.1° steps

1.3 White Gaussian noise generator

The **MO-170** can add white Gaussian noise to the **COFDM** signal with a given Carrier-to-Noise Ratio (**C/N**). This random noise is generated digitally and is available on both **IF** and **RF** outputs. The noise bandwidth is more than twice the bandwidth of the **DVB-T** signal.

The noise generator can be easily switched on and off. When it is on, the user can select the **C/N** ratio. The valid range is 3 to 40 dB in 0.1 dB steps. Because both noise and signal are generated in the digital domain, the accuracy of the so-simulated **C/N** ratio is very high.

The average power of the noise within the signal bandwidth can be easily measured at the output of the modulator by switching the useful signal off (Menu entry Suppress Carrier: **NO** / **(YES)**). Obviously, the measured noise power will be approximately **C/N** dB below the **DVB-T** signal power. Note that the **COFDM** signal power remains the same regardless of whether noise is added or not at the output.

1.4 Multipath channel simulation. Echoes generator.

The channel simulator implemented in the **MO-170** allows the user to simulate both dynamic and static multipath scenarios. Up to 6 echoes (including the main path) of variable amplitude, delay, phase and Doppler frequency can be selected.

The time-varying complex-baseband channel is simulated in the digital domain according to the following equation:

$$h(t; \tau) = \rho_1 e^{j(2\pi f_{D,1}t + \phi_1)} + \sum_{n=2}^6 \rho_n e^{j(2\pi f_{D,n}t + \phi_n)} \delta(t - \tau_n)$$

Echoes 2 to 6 have amplitude ρ_n , constant phase ϕ_n , delay τ_n , and pure Doppler frequency $f_{D,n}$. Echo number 1 has amplitude ρ_1 , constant phase ϕ_1 , and Doppler frequency $f_{D,1}$. Its delay is assumed 0 and therefore it is taken as the time base reference for all the other echoes.

When $f_{D,n} = 0$ for all n , the channel does not vary in time and $h(t; \tau) = h(\tau)$. This is the channel used to characterise fixed or roof-top reception. It's usually nonetheless useful to add some Doppler (1 or 2 Hz) to a static channel in order to slowly stir its phase.

For echo number n , $n = 1..6$, its amplitude ρ_n is computed using the following formula:

$$\rho_n = \frac{10^{\frac{A_n}{20}}}{\sqrt{\sum_{n=1}^6 10^{\frac{A_n}{10}}}}$$

where A_n is the amplitude of echo number n referred to the echo of maximum amplitude of the channel and expressed in dBc (valid range is 0 dBc down to -40 dBc in 0.1 dB steps). Note that the echo of maximum amplitude is not necessarily the first echo as happens, for instance, when pre-echoes are present in the channel. The above formula normalises the channel so that the total power of the **DVB-T** signal (sum of echoes) remains equal to the nominal **DVB-T** signal power when no echoes are present.

The range of echo delays goes from 0 to 447.9 μ s, 511.9 μ s and 597.2 μ s for 8, 7, and 6 MHz channels, respectively. In all cases, the delay for each of the six echoes can be incremented in steps of 0.1 μ s.

The echo phase is fixed, ranging between 0° and 359.9° in 0.1° steps.

The Doppler frequency has a valid range of -830 Hz to $+830$ Hz in $+0.1$ Hz steps. Note that, depending on the output frequency in use (36 MHz **IF** or **RF**), the same baseband Doppler frequency may correspond to different vehicle speeds.

The 8 MHz channel loaded by default at start-up corresponds to the following amplitudes and delays. This is a 6-ray approximation to the 21-ray fixed reception (Ricean) channel **F1** defined in **Appendix B** of the **DVB-T** specification **ETSI EN 300 744**.

Tap	Delay τ_n (μ s)	Amplitude A_n (dBc)	Phase ϕ_n ($^\circ$)
1	-	0	0
2	0.4	-16.7	20.8
3	0.7	-18.5	156.9
4	2	-18.6	351.1
5	2.7	-21	231.7
6	3.2	-19.7	354.1

Table 1: 6-ray approximation to channel **F1** defined in **ETSI EN 300 744**.

Channel **P1** in the same Appendix of the **DVB-T** specification can be closely approximated using the following tapped delay profile:

Tap	Delay τ_n (μ s)	Amplitude A_n (dBc)	Phase ϕ_n ($^\circ$)
1	-	-8.9	195.3
2	0.4	0	0
3	0.6	-2.1	125
4	1.9	-4.6	333.6
5	2.7	-6.3	210.1
6	3.2	-6.9	164

Table 2: 6-ray approximation to channel **P1** defined in **ETSI EN 300 744**.

2 OPERATING INSTRUCTIONS

The following operating instructions assume the user's knowledge in operating the MO-170, as described in its user's manual.

2.1 Access to main menu functions

Pressing MENU key, takes us to the main status display. Turning the encoder CW or CCW, cycles through the submenu titles:

1. MODULATOR
2. RF
3. LEVEL
4. TEST
5. NOISE
6. ECHOES
7. CONFIGURATION

2.2 Noise generator functions. (NOISE)

This menu item collects the functions related to the digitally synthesized white noise:

- **Generator:** Turns the noise generator ON/OFF.
- **C/N:** Selects a C/N ratio value from 3 to 40 dB in +0,1 dB steps.
- **Suppress Carrier:** Turns **ON/OFF** the COFDM signal to which the white Gaussian noise is added.

2.3 Channel simulator. (ECHOES)

This menu contains a series of parameters to be defined in order to simulate terrestrial transmission channels:

- **Generator:** Turns the channel simulator ON/OFF.
- **ECHO 1:** Sets the parameters for the first channel tap (Reference Echo). This tap exhibits zero delay and is taken as the reference of the time base for all the other echoes. Note that its amplitude is not necessarily 0 dBc. This allows to define channels with preechoes, i.e.: channel profiles whose tap of maximum amplitude is not the first one.

Press the encoder key to access the first echo parameters definition:

- **Amplitude:** Turns this tap ON/OFF or sets its amplitude level from 0 down to -40 dBc in 0.1 dB steps.
- **Phase:** Tap phase from 0° to 359.9° in 0.1° steps.
- **Doppler:** Doppler shift frequency to define static (0 Hz) or dynamic (from \pm 830 Hz) taps.

- **ECHO n :** Defines the settings for each channel tap referred to the echo set as reference.
 - **Amplitude:** Turns this tap ON/OFF or sets its amplitude level from 0 down to -40 dBc in 0.1 dB steps.
 - **Phase:** Tap phase from 0° to 359.9° in 0.1° steps.
 - **Doppler:** Doppler shift frequency to define static (0 Hz) or dynamic (from \pm 830 Hz) taps.
 - **Delay:** Depending on the channel BW, this is the echo delay referred to echo 1 and variable in 100 ns steps.

2.4 CONFIGURATION functions

The following options have been added to this menu:

- **Save C/N & Echoes:** The **MO-170** stores in memory the parameters related to C/N & Echoes previously defined.

Turn the encoder to select the desired option. Press the encoder key to confirm the storing action. Press the MENU key to cancel the action.

- **Load C/N & Echoes:** Allows to load the previously stored settings.

2.5 Remote control commands extension

Due to the new available functions, it is necessary to add several items to the MO-170 remote control command list. These new commands are described below:

Name	Message	Answer	Description and Format
SHP	*SHPd<cr>		Select modulator pulse shaping mode. 'd' ASCII coded digit. 0: BYPASS, 1: STANDARD, 2: USER
	*?SHP<cr>	*SHPd<cr>	Ask for the current modulator pulse shaping mode. 'd' as before.
SBT	*SBTd<cr>		Select modulator pulse shaping beta value. 'd' ASCII coded digit 0: $\beta=4$, 1: $\beta=8$, 2: $\beta=16$, 3: $\beta=32$
	*?SBT<cr>	*SBTd<cr>	Asks for the current modulator pulse shaping beta value. 'd' as before.
NOI	*NOId<cr>		Select noise generator state. 'd' ASCII coded digit 0: OFF, 1: ON
	*?NOI<cr>	*NOId<cr>	Asks for the noise generator state. 'd' as before.
CNR	*CNRddd<cr>		Set C/N value when noise generator is ON. 'ddd' ASCII coded digits C/N in dBx10 (030 to 400)
	*?CNR<cr>	*CNRddd<cr>	Asks the current C/N value. 'ddd' as before.
SIG	*SIGd<cr>		Set COFDM signal ON/OFF. 'd' ASCII coded digits 0: ON, 1: OFF
	*?SIG<cr>	*SIGd<cr>	Asks for the COFDM signal generation state. 'd' as above.
ECO	*ECOD<cr>		Set Echo generator ON/OFF. 'd' ASCII coded digits 0: OFF, 1: ON
	*?ECO<cr>	*ECOD<cr>	Asks for the echo generator value. 'd' as before.
EAM	*EAMdaaaa<cr>		Set echo amplitude. 'd' echo number (0 to 5) 'aaaa' amplitude in dBc x 10
	*?EAMd<cr>	*EAMaaaa<cr>	Asks for the echo amplitude. 'd' and 'aaaa' as before.
EPH	*EPHdpppp<cr>		Set echo phase 'd' echo number (0 to 5) 'pppp' phase in DEG x 10.
	*?EPHd<cr>	*EPHpppp<cr>	Asks for the echo phase 'd' and 'pppp' as before.
EDO	*EDODsffff<cr>		Sets echo Doppler frequency. 'd' echo number (0 to 5) 's' sign + / - 'ffff' frequency in Hz x 10.
	*?EDOd<cr>	*EDODsffff<cr>	Asks for the echo Doppler frequency. 'd', 's' and 'ffff' as above.
EDL	*EDLdtttt<cr>		Set echo delay time. 'd' echo number (0 to 5) 'tttt' delay time in μs x 10 When 'd' = 0, the delay is internally fixed at 0 μs regardless of the field 'tttt'.
	*?EDLd<cr>	*EDLtttt<cr>	Asks for the echo delay. 'd' and 'tttt' as above.

Name	Message	Answer	Description and Format
DRO	*DRO <i>d</i> <cr>		Set dropping mode for TS input null packets. * <i>d</i> * ASCII coded digit 0: don't drop , 1: drop
	*?DRO<cr>	*DRO <i>d</i> <cr>	Asks for the current null packets dropping mode * <i>d</i> * as above.
STE	*STE<cr>		Save echo, C/N and pulse shaping data to the E2P memory.
RCE	*RCE<cr>		Recall echo, C/N and pulse shaping data from the E2P memory.



PROMAX ELECTRONICA, S.A.

C/ Francesc Moragas, 71-75
08907 L'HOSPITALET DE LLOBREGAT (Barcelona)
SPAIN
Tel. : 93 260 20 00 ; Tel. Intl. : (+34) 93 260 20 02
Fax : 93 338 11 26 ; Fax Intl. : (+34) 93 338 11 26
<http://www.promax.es>
e-mail: promax@promax.es