



## Radio-Módem

# T-MOD C24+

Manual de Instalación,  
Configuración y Operación  
(Incluye Mantenimiento)



V1.5

## INDICE

	Página
1 – INTRODUCCIÓN .....	4
2 – LA UNIDAD T-MOD C-24+ .....	6
2.1 – Conectores: Datos y Configuración .....	6
2.2 – Indicadores Luminosos LED .....	6
3 – TOPOLOGIAS MAS COMUNES .....	7
4 – INSTALACIÓN .....	8
4.1 – Ubicación del T-MOD .....	8
4.2 – Conexión de Datos .....	9
4.2.1 – Cableado de Datos .....	9
4.2.2 – Caso Especial: Estación Maestra con Unidades Locales de Datos .....	11
4.2.3 – Unidades de datos (RTU) con puerto RS-485 .....	11
4.3 – Antena: Instalación y Conexión .....	12
4.3.1 – Agrupación de Antenas .....	13
4.3.2 – Antenas de Pruebas .....	13
4.4 – Alimentación: Requisitos de la Fuente y Conexión .....	14
5 – CONFIGURACION .....	15
5.1 – Configuración Básica: Modo de Operación; Frecuencia Radio; Potencia; Puerto de Datos (Velocidad; Formato; Modo Control; Retardo); etc. ....	16
5.2 – Configuración Avanzada: Nivel de Red; Códigos de Red; Rango Direcciones Repetición ModBus; etc. ....	19
5.3 – Transferencia de la configuración al T-MOD .....	22
5.4 – Equivalencia de parámetros entre T-MOD C24+ y T-MOD TMD0500AZ .....	22
6 – EJEMPLOS DE CONFIGURACION DE REDES BASICAS (Sin repetidores) .....	23
6.1 – Red Peer to Peer (todos contra todos).....	23
6.2 – Red Master - Slave (maestro – esclavos).....	24
7 – EJEMPLOS DE CONFIGURACION DE REDES CON REPETIDORES .....	25
7.1 – Red con repetidores ModBus .....	26
7.1.1 – Configuración unidades NO repetidoras .....	26
7.1.2 – Configuración unidades repetidoras .....	26
7.1.3 – Ejemplos .....	27
7.2 – Red con repetidores Universal .....	29
7.2.1 – Configuración de la unidad T-MOD Master .....	29
7.2.2 – Configuración de las unidades T-MOD directas a T-MOD Master o T-MOD asociados a repetidor pero no finales .....	29
7.2.3 – Configuración de las unidades T-MOD repetidores Universal .....	29
7.2.4 – Configuración de las unidades T-MOD finales a través de repetidor .....	30
7.2.5 – Ejemplos .....	30
7.3 – Red con repetidores Back-to-Back .....	32
7.3.1 – Conexión de una estación repetidor .....	33
7.3.2 – Configuración unidad T-MOD Master .....	34
7.3.3 – Configuración de la unidad T-MOD 'A' de repetidor Back-to-Back .....	34
7.3.4 – Configuración de la unidad T-MOD 'B' de repetidor Back-to-Back .....	34
7.3.5 – Configuración de unidades T-MOD asociadas a unidades remotas RTU .....	34
7.3.6 – Ejemplo .....	35
8 – PUESTA EN MARCHA .....	36
8.1 – Test de Eco (mediante puente en T-MOD remoto).....	36
8.2 – Test de Transmisión: Medida de Potencia y ROE .....	37
8.3 – Diagnóstico Local ( <i>Analyze</i> ) .....	38
8.4 – Salida RSSI .....	39
8.5 – Orientación de Antenas .....	39
8.6 – Nivel de Señal Mínimo de Recepción .....	39
9 – LINK-TEST .....	40
9.1 – Configuración unidades .....	40
9.2 – Herramienta Link-Test en T-MOD Suite .....	40
9.3 – Redes con repetidores .....	41
9.4 – Formato de tramas .....	46

## INDICE (Continuación)

	Página
<b>10 – DIAGNOSTICO REMOTO NO INTRUSIVO (ModBus RTU)</b> .....	<b>43</b>
<b>11 – MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> .....	<b>44</b>
11.1 - Consideraciones de Mantenimiento Periódico .....	44
<b>12 – MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b> .....	<b>45</b>
12.1 - Fallos de Comunicación con una Estación Remota .....	45
12.1.1 - Fallo continuo .....	45
12.1.2 - Fallos intermitentes .....	46
12.2 - Fallos de Comunicación simultáneos Estaciones Remotas - Master .....	46
<b>ANEXOS</b> .....	<b>47</b>
A – Señales del Data Com T-MOD C24+ .....	47
B – Señales del Aux Com T-MOD C24+ .....	47
C – Medidas en una Estación Remota T-MOD .....	47
C.1 - Medida de la potencia de salida .....	47
C.2 - Medida de la relación de ondas estacionarias (ROE o VSWR) .....	47
C.3 - Medida del nivel de señal recibida (RSSI) .....	47
C.4 - Medida de la temperatura interna del T-MOD .....	47
C.5 - Medida de la tensión de alimentación del T-MOD .....	46
C.6 - Medida del error de frecuencia del T-MOD .....	48
D – Protocolos .....	48
E – Versiones firmware de la unidad T-MOD .....	49
F – Actualización del firmware de una unidad T-MOD .....	49
G– Direcciones de interés .....	49
H – Características Técnicas .....	50
<b>I – Opciones de montaje</b> .....	<b>51</b>
J – Declaración de Conformidad .....	53

*Nota: En color, los añadidos / modificaciones respecto del manual de versión anterior*

## **1 - INTRODUCCION**

En este manual se describe la operación e instalación del radiomódem **T-MOD C24+ (CLASSIC SERIES)**. Es importante estudiar este manual antes de acometer una instalación. Para cualquier duda consulten a su proveedor, al teléfono de asistencia técnica de Farell Instruments, S.L. o mediante correo electrónico.

El **T-MOD C24+** es la evolución del conocido radio-módem T-MOD TMD0500AZ, de 2400 bps de velocidad de datos en canal radio (caja metálica rectangular y soporte posterior para raíl DIN). Es totalmente compatible a nivel de velocidad y protocolo con aquel y puede integrarse perfectamente en una red donde existan modems del modelo anterior. Dispone de las mismas opciones y modos de trabajo.

Se ha añadido un puerto auxiliar (AUX COM) que facilita la instalación y configuración del equipo. Para ello se emplea el software para PC sobre Windows **T-MOD Suite**. También permite la actualización del firmware para poder incorporar futuras prestaciones o mejoras.

El T-MOD C24+ aumenta la potencia de emisión hasta 5 W y puede configurarse desde 100 mW hasta 5 W, en 7 pasos.

El T-MOD C24+ (2400 bps radio) comparte la misma envolvente y conexionado que los modems T-MOD C48+ (4800 bps radio) y T-MOD 400 (9600 bps radio), todos con canalización de 12,5 KHz.

El T-MOD C24+ proporciona una velocidad de datos radio de 2400 bps y un tiempo de conmutación (TX/RX) muy corto. Es apropiado para la comunicación con protocolos tipo half-duplex (comunicación bidireccional no simultánea entre equipos) y su comportamiento es totalmente transparente. El T-MOD C24+ incorpora funciones auxiliares de ayuda a la puesta en marcha, al mantenimiento, alarmas y medidas de calidad del enlace radio. La configuración y puesta en marcha de una red T-MOD se ha simplificado enormemente gracias a las nuevas funciones incorporadas y a la aplicación T-MOD Suite suministrada (entorno Windows).

El T-MOD C24+ opera como si se tratase de un enlace vía cable (RS-232; RS-485; RS-422) entre equipos, con la única diferencia de un pequeño retardo añadido a las tramas de datos. Normalmente la implementación de una comunicación por radio entre equipos mediante T-MOD C24+ no necesita ninguna modificación, ni en el software de comunicaciones ni en la configuración de los equipos de datos (RTU), respecto a la misma comunicación realizada vía cable serie.

El T-MOD C24+ es un equipo robusto y fiable, especialmente indicado para redes profesionales donde se exige una máxima calidad de servicio.

## **Características Destacadas del T-MOD C24+**

- **Permite redes de transmisión de datos por radio (PLC's, PC's, SCADA's, etc)**
- **Para cortas, medias y largas distancias (enlaces directos hasta 50 Km)**
- **Velocidad radio: 2.400 bps (canalización de 12,5 KHz)**
- **Adecuado para protocolos serie tipo half-duplex (ModBus, etc.)**
- **Totalmente transparente al protocolo: Como un enlace por cable serie**
- **Añade un retardo pequeño a las tramas: < 45 mS**
- **Control de flujo Automático (sin señales de control): RS-232 o RS-485**
- **Velocidad del puerto de datos configurable: de 1200 bps a 38.400 bps**
- **Incorpora buffer interno, para tramas de hasta 2047 caracteres de longitud**
- **Subbandas en VHF & UHF, uso libre o con licencia: 800 canales configurables**
- **Potencia radio configurable: de 0,1W hasta 5W**
- **Alta sensibilidad: > -112 dBm @ BER  $1 \times 10^{-6}$**
- **Alta fiabilidad, robustez y amplio margen de temperatura (-30°C a +60°C)**
- **Función repetidor sin cambio de frecuencia: Modo ModBus y modo Universal (compatible con todos protocolos)**
- **Soportes para fijación en pared y raíl DIN**
- **Fácil configuración. Diagnóstico y (re)configuración local**
- **Pruebas integradas de test de comunicaciones y medidas de calidad del enlace**

## 2 – LA UNIDAD T- MOD C24+



### 2.1 - CONECTORES

**DATA COM:** Puerto de datos tipo RS-232 y RS-485. Conector tipo Sub D, 15 pines, hembra (macho en cable)

**AUX COM:** Puerto auxiliar tipo RS-232. Para configuración de la unidad y otras señales auxiliares. Conector tipo Sub D, 25 pines, hembra (macho en cable).

**12VDC:** Entrada de alimentación

**ANTENNA:** Conexión a antena 50  $\Omega$ . Tipo N hembra (N macho en cable)

### 2.2 – INDICADORES LUMINOSOS (LED): Significado

**ON:**

- Encendido fijo : condición normal de trabajo
- Con parpadeo muy rápido (10 encendidos/apagados cada segundo). Indica alarma por:
  - Tensión de alimentación fuera de límites (Límites: 10,8V y 15V)
  - Potencia RF fuera de límites (Límites: +/- 3 dB de la potencia configurada)
  - Temperatura interna fuera de límites: (Límites: -30°C y +60°C)
  - Avería interna.

*Nota: El tipo de alarma puede verse mediante la aplicación T-MOD Suite. En esta condición el T-MOD puede que siga funcionando, aunque no está garantizado.*

**AUX:** Actividad de datos en el puerto auxiliar.

**TXD:** Entrada de datos serie al T-MOD (Transmisión de datos RF)

**RXD:** Salida de datos serie del T-MOD (Recepción de datos RF)

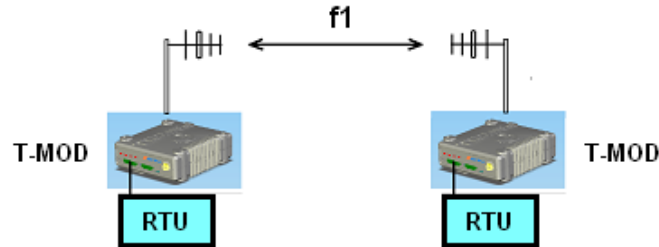
**ON → AUX → TXD → RXD → ON → ...** (encendido correlativo de los LED's):

Esta indicación supone un estado de alarma producido por alguna de estas dos causas:

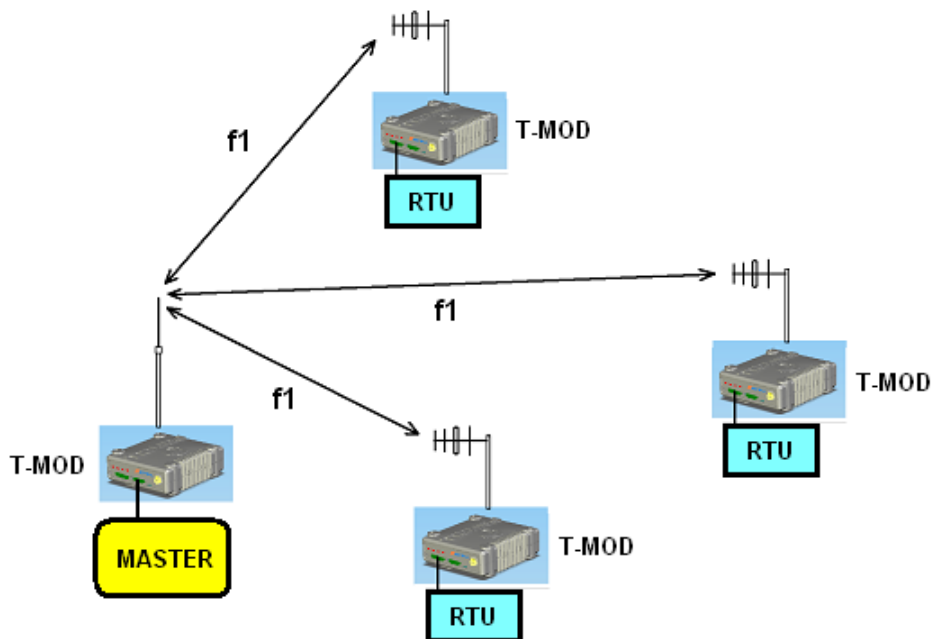
1. El T-MOD ha recibido, a través del puerto Data Com, una trama de longitud superior a 2047 caracteres.
2. Se ha excedido el tiempo máximo continuo de transmisión radio (por ejemplo, por una avería en el equipo de datos conectado). Este tiempo es configurable.

Para evitar que se bloquee el canal radio de una red por una transmisión continua, el T-MOD corta la transmisión radio y permanece en este estado por un período de 5 minutos, para reanudar a continuación el funcionamiento normal. Si la avería continuase, se repetiría el proceso. De esta manera el canal radio sólo quedaría bloqueado algunos segundos cada 5 minutos.

### **3 - TOPOLOGIAS MAS COMUNES**



Ejemplo de una instalación con 2 equipos y antenas directivas. Si los equipos son fijos y la distancia es grande se procurarán emplear antenas directivas. Si son móviles o la distancia es pequeña se emplearán antenas omnidireccionales (más económicas, pero de menor ganancia).



Ejemplo de una instalación tipo maestra-remotas. Si la maestra es fija y tiene remotas en varias direcciones o son móviles, se montará en ella una antena omnidireccional. En las remotas fijas se emplearán antenas directivas y omnidireccionales en las móviles. La polarización de las antenas deberá ser la misma. Una antena omnidireccional de varilla tiene polarización vertical. Si se emplean antenas directivas en las remotas se montarán en polarización vertical.

## **4 – INSTALACION**

### **4.1 – UBICACION T-MOD C24+**

Pautas a seguir :

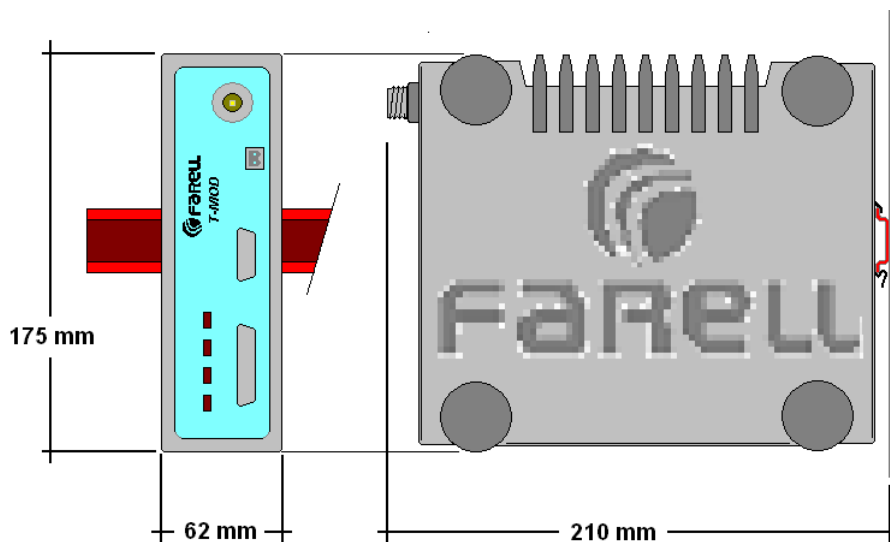
- Deberá instalarse en un lugar **libre de vibraciones** y no sujeto a radiación solar ni a temperaturas extremas.
- Deberá instalarse en un lugar seco, limpio y fuera de la acción de gases corrosivos, salpicaduras de agua o polvo excesivo.
- Se dejará un espacio libre sobre el equipo para permitir su correcta ventilación. Si se instala en posición vertical, el radiador deberá quedar en la parte superior.

La unidad T-MOD C24+ se monta normalmente en interior de armario, sujeta a raíl DIN a través del clip de sujeción que incorpora en su parte posterior. El raíl DIN deberá estar unido firmemente al panel de sujeción posterior para soportar, sin flexar, el peso de la unidad (1,2 Kg).

Para sujetar la unidad al raíl se inserta la parte superior del clip del T-MOD en la parte superior del raíl y a continuación se presiona la parte frontal del T-MOD hacia abajo hasta que entre la parte inferior del clip en la parte inferior del raíl.

Para retirar la unidad se sigue el proceso inverso.

Deberá dejarse espacio suficiente entre la parte delantera de la unidad T-MOD y la puerta del armario para que quepan, sin forzar, los conectores de datos, alimentación y antena (todos ellos se conectan en la parte frontal). Debe tenerse en cuenta que el cable de antena no puede curvarse en exceso.



*T-MOD C24+ instalado en raíl DIN*

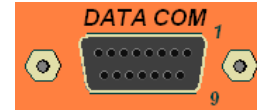
***Nota: Se recomienda dejar una distancia mínima de 10 cm entre la parte frontal de la unidad y la puerta del armario.***

## 4.2 – CONEXIONADO de DATOS

Para el conexionado del T-MOD C24+ en la instalación deberán seguirse las siguientes pautas:

### 4.2.1 – CABLE DE DATOS

El conector DATA COM es del tipo Sub D de 15 contactos, hembra. Para conectar se empleará un conector Sub D macho de 15 contactos.



Dispone de 2 tipos de interfaces:

- RS-232
- RS-485

Puede emplearse el interfase que más convenga de forma indistinta. En algunos casos pueden emplearse los dos de manera simultánea (Por ejemplo, si el T-MOD está unido a dos o más unidades RTU esclavas, donde una de ellas dispone de RS-232 y la(s) otra(s) de RS-485).

#### Interfase RS-232 :

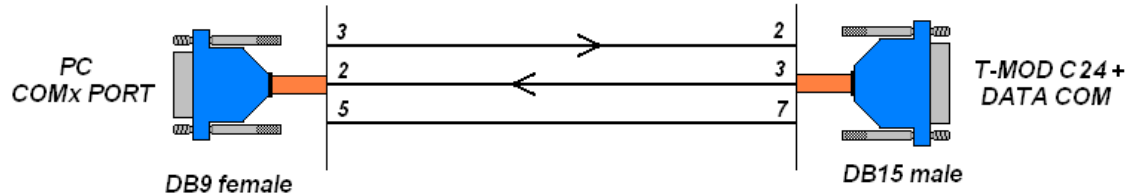
Pin 2: TXD (entrada)  
Pin 3: RXD (salida)  
Pin 7: Data GND

#### Interfase RS-485 :

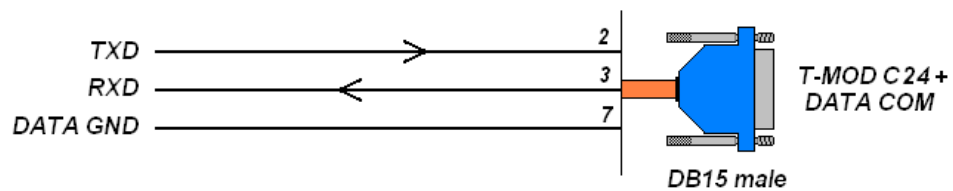
Pin 11: +D  
Pin 12: -D  
Pin 7: Data GND

- Siempre deben interconectarse las partes metálicas de los conectores Sub D de cada extremo. Para ello, puede emplearse un hilo o la malla del cable de datos.
- Siempre se deberá conectar la señal Data GND entre los equipos, tanto si se emplea el interfase RS-232 como el RS-485.
- La longitud máxima de una conexión tipo RS-232 no superará los 15 m y los equipos deben estar conectados al mismo tierra.
- La longitud máxima de una conexión RS-485 no superará los 1000 m.
- **Para las interconexiones RS-485 entre equipos distantes (> 50 m) y/o no conectados al mismo tierra, o en instalaciones con maquinaria eléctrica de potencia, se añadirá un convertor aislado tipo RS-232/RS-485 ó RS-485/RS485 en uno de los extremos. Esto evitará corrientes parásitas entre los equipos debidas a tormentas, corrientes de derivación a tierra u otras causas.**
- Debido a las bajas velocidades de datos empleadas, no se recomienda añadir resistencias de terminación en el interfase RS-485.
- No conectar ni desconectar los cables de datos con los equipos encendidos.

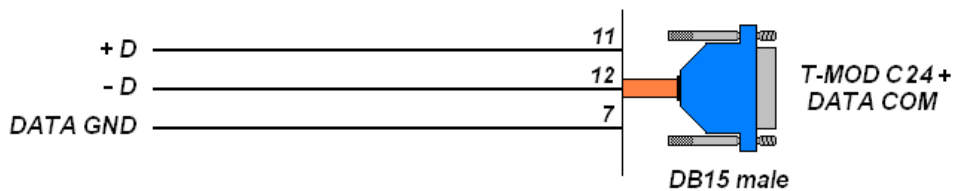
**A: Cable de conexión RS-232 a equipo PC**



**B: Cable de conexión RS-232 a equipo RTU (terminal, PLC, etc..)**



**C: Cable de conexión RS-485 a equipo RTU (terminal, PLC, etc..)**



#### 4.2.2 – CASO ESPECIAL: ESTACION MAESTRA CON UNIDADES DE DATOS LOCALES Y OTRAS POR RADIO

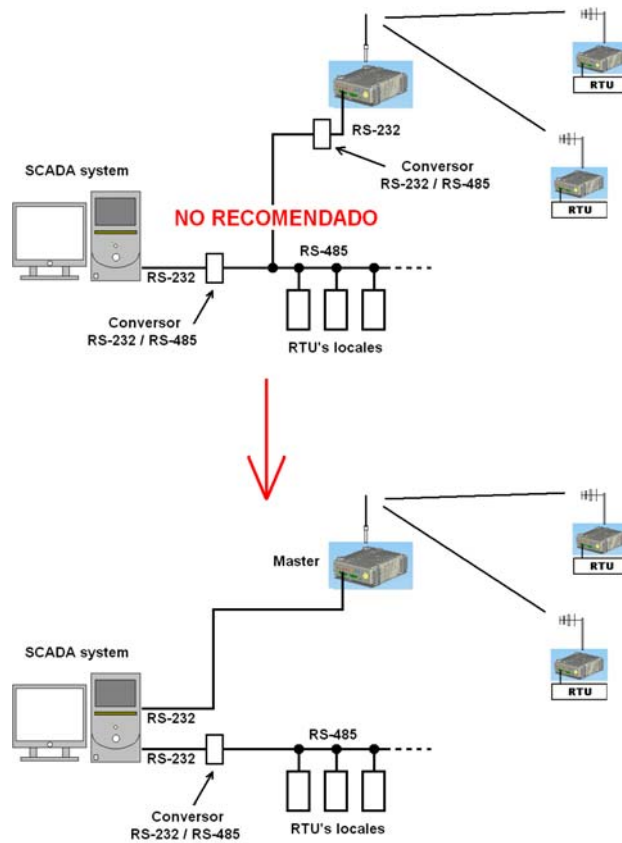
A veces una unidad maestra tiene estaciones de datos remotas a través de enlace radio y también tiene estaciones de datos locales enlazadas por cable.

En estos casos **no conectar** el T-MOD en el mismo canal de datos que las unidades locales.

Esto es debido a que las tramas de respuesta de las unidades locales también serán transmitidas por radio.

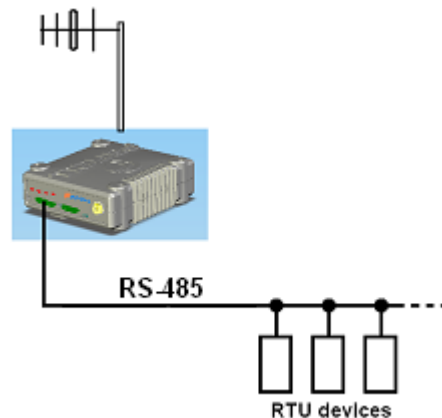
Además, puede provocarse contención de datos si, después de la recepción de una respuesta de una unidad local, existe una probable siguiente pregunta inmediata de la maestra a otra estación de datos (local o remota). Si la maestra fuese un SCADA una posible solución, para evitar esto, sería añadir un tiempo de espera entre la recepción de respuesta de una estación local y el inicio de la siguiente trama de pregunta. Muchos sistemas SCADA permiten introducir este retardo, llamado 'interframe gap', de manera general y no únicamente asociado a las respuestas de determinadas unidades (las locales en este caso), por lo que la introducción de este retardo ralentiza la velocidad de muestreo de todo el sistema.

**La solución recomendada es añadir otro puerto independiente en la estación maestra para los enlaces con las remotas vía canal radio.**



#### 4.2.3 – UNIDADES REMOTAS CON PUERTO RS-485

Se empleará el interfase RS-485.



### 4.3 –INSTALACION y CONEXIONADO de la ANTENA

- El T-MOD dispone de un conector de antena tipo N hembra (**N macho en cable**).  
**La impedancia es de 50  $\Omega$ .**
- **La antena** es un elemento crucial para obtener unas buenas comunicaciones. De la elección del tipo, su ubicación, instalación y orientación, dependerá en gran medida la calidad del enlace:
  - Emplear siempre que sea posible antenas directivas (mayor ganancia y menos señales parásitas debidas a reflexiones de la propia señal y a otras fuentes)
  - Emplear antenas de buena calidad: estancas a la lluvia, resistentes a la humedad y al viento y a otras condiciones específicas de la ubicación.
  - Escoger antenas bien sintonizadas a la frecuencia de trabajo (bajas pérdidas por reflexión)
- **Altura de la antena:** Es muy importante. En ubicaciones con poca señal un incremento de 10 metros en altura puede proporcionar ganancias de hasta 10 dB. Una antena debe quedar separada de cualquier superficie de obra y despejada, sin vientos metálicos que la crucen o elementos cercanos de otras antenas.
- **Orientación de la antena:** En antenas directivas debe buscarse la orientación (en horizontal y en vertical) que proporcione la señal máxima.
- **Polarización:** Todas las antenas deberán emplear el mismo tipo de polarización.
- **Cable de antena:** Debe tener una impedancia de 50  $\Omega$ . Será de longitud lo más corta posible para evitar pérdidas. Se instalará sin curvaturas pronunciadas ya que la deformación del dieléctrico interno provoca pérdidas adicionales de señal muy importantes. Se cuidará el correcto sellado de los conectores de antena contra entrada de agua. Normalmente se empleará cable del tipo RG-58 para realizar latiguillos cortos (hasta salida de armario, etc.) y cable RG-213 para la tirada hasta la antena.

Tipo de cable	Frecuencia	Atenuación (dB / 100 m)
RG-58	100 MHz	10,4
	200 MHz	15,0
	450 MHz	22,6
RG-213	100 MHz	6,8
	200 MHz	10,2
	450 MHz	15,5

*Atenuaciones típicas de los cables de antena más comunes*

- Se recuerda que por cada 3 dB de atenuación, la señal queda reducida a la mitad.

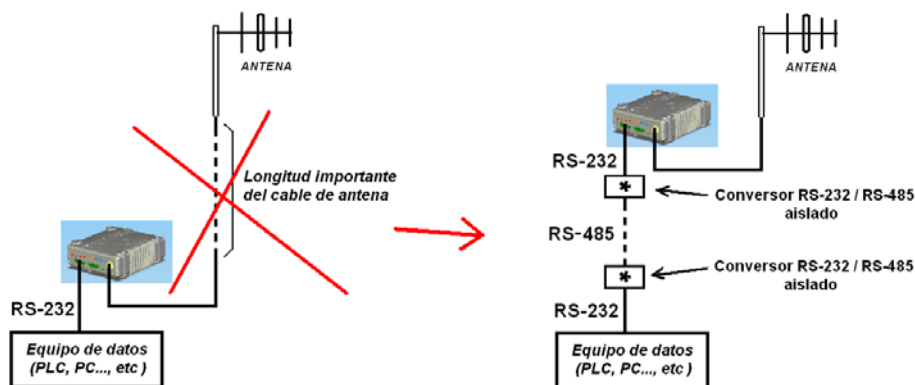
Atenuación del cable (dB)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Potencia en Antena respecto a la Potencia del T-MOD (%)	79	63	50	40	32	25	20	16	13	10

*Porcentaje (%) de potencia de salida en antena respecto a la potencia del T-MOD, en función de la atenuación del cableado*

**Ejemplo:** Una tirada de cable de 20 m de cable RG-213 entre un T-MOD y su antena, en UHF, provoca una atenuación de unos  $15,5/100 \times 20 = 3,1$  dB, que sumada a la de un latiguillo de salida ya las pérdidas de los conectores (total 1 dB) hacen un total aproximado de 4 dB. Si el T-MOD está configurado con una potencia de transmisión de 5W, habrá sólo unos 2 W en antena.

- Deberá evitarse la instalación de tiradas largas de cable de antena (de varias decenas de metros). Es preferible acercar el T-MOD a la antena y realizar la conexión de datos entre el T-MOD y el equipo de datos empleando RS-485. En este caso si, además, el T-MOD y el equipo de datos están:
  - alimentados por fuentes independientes
  - conectados a distintas tierras
  - en ubicaciones con maquinaria de potencia
  - en entornos sujetos a descargas atmosféricas

se empleará para la conexión de datos un conversor del tipo RS-232/RS-485 aislado, en el lado del equipo de datos. La conexión RS-485, unida al empleo de un conversor aislado evitará corrientes de tierra parásitas entre el T-MOD, la antena y el equipo de datos. Se empleará un cable de datos de buena calidad (buen aislamiento) y se tenderá separado de cualquier instalación eléctrica de potencia. El aislamiento proporcionará, también, una protección adicional frente a tormentas.



- Todas las antenas exteriores están sujetas a posibles descargas atmosféricas. Deberá cuidarse la correcta puesta a tierra del mástil y la antena. Donde sea necesario se instalarán los correspondientes elementos descargadores. También es aconsejable el empleo de **antenas del tipo cortocircuitado** (el elemento activo está cortocircuitado a masa) puesto que proporcionan una importante protección adicional frente a las descargas atmosféricas.

#### 4.3.1 – AGRUPACION DE ANTENAS, CENTROS REPETIDORES, ETC.

En ubicaciones donde exista más de una antena transmisora (de T-MOD u otros equipos), deberá prestarse especial atención a:

- La ubicación relativa de las antenas (distancia vertical, orientación, ganancia,...)
- Potencias transmitidas
- Frecuencias empleadas
- Tipos de servicio

**Es importante prever posibles efectos perjudiciales mutuos debidos a desensibilización, bloqueos e interferencias. Puede ser necesario incrementar distancias entre antenas, separar frecuencias, insertar cavidades de filtro, etc. En caso de duda, consultar.**

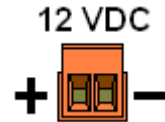
#### 4.3.2 – ANTENAS DE PRUEBAS

Cuando se realicen pruebas de comunicaciones en un laboratorio o taller, previas a una instalación, deberá conectarse a la salida de antena de cada T-MOD un atenuador de

20 dB o más y terminar con una pequeña antena tipo helicoidal. Se configurará el T-MOD a su potencia mínima. Se empleará una frecuencia de uso libre o se realizarán las pruebas en cámara anecoica radioeléctrica para no interferir a otros usuarios. Las antenas se instalarán de forma que no tengan elementos metálicos en las proximidades y que en el trayecto entre ellas no haya equipos o personas en movimiento.

#### 4.4 – ALIMENTACIÓN: REQUISITOS de la FUENTE y CONEXIONADO

- Se empleará una fuente aislada de la tensión de la red eléctrica.
  - Tensión de salida: 12 VCC (rango de tensión de entrada del T-MOD C24+: 10,8 VCC a 15,6 VCC).
  - Corriente de salida: Hasta 2,5 A continuos (en el margen de temperatura de trabajo previsto). Hay que notar que en muchas fuentes de tipo conmutado disminuye apreciablemente la capacidad de corriente de salida (potencia) en función de la temperatura de trabajo. Comprobar en la hoja de características de la fuente que la potencia será suficiente a la temperatura ambiente máxima prevista de trabajo.
  - Debe cumplir los requisitos para fuente de potencia limitada del apartado 2.5 de la norma UNE-EN 60950
- La fuente debe ser compatible con la alimentación de equipos de transmisión de radiofrecuencia. Si se trata de una fuente conmutada debe verificarse, además, que:
  - Rizado y ruido durante la transmisión radio del T-MOD:
    - < 100 mV pico-pico para frecuencias inferiores o iguales a 1 kHz
    - < 2 mV pico-pico para frecuencias superiores a 1 kHz



**Atención: No todas las fuentes conmutadas, aún estando debidamente homologadas, cumplen estos requisitos, que son específicos para equipos transmisores de radiofrecuencia. En caso de duda, deberá verificarse o consultar. Una fuente inadecuada puede provocar espúreos de transmisión que perjudiquen a otros usuarios. Es importante emplear fuentes de calidad contrastada.**

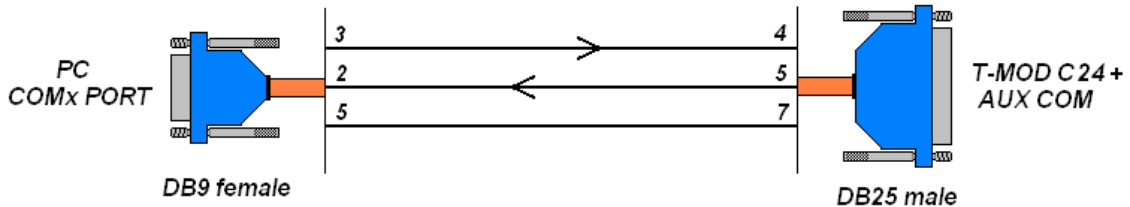
- La sección del cable de alimentación debe ser la adecuada a la corriente máxima de la unidad. La longitud deberá ser lo menor posible para evitar pérdidas.
- Verificar con un voltímetro la correcta polaridad del conector de alimentación antes de conectarlo al T-MOD.
- El T-MOD incorpora una protección contra inversión de polaridad mediante un sistema interno limitador de corriente que también actúa, a modo de fusible, en caso de un consumo excesivo del T-MOD. Este limitador se auto rearma pasado un tiempo sin alimentación del equipo. En caso de actuación del limitador deberá analizarse la causa que la provocó y no conectar el equipo hasta subsanada la misma.
- En algunas instalaciones puede ser necesaria la instalación de un fusible de alimentación exterior.
- En caso de superarse la tensión de alimentación máxima pueden producirse daños permanentes al equipo.
- Si la zona es susceptible de descargas en la red, deberán instalarse las protecciones adecuadas. Se procurará conectar la fuente de alimentación del T-MOD en el mismo punto de la red que la RTU (equipo de datos).

**Atención:**

**El negativo de la alimentación está conectado internamente a la caja metálica del T-MOD y a la antena. También está conectado internamente a la masa de datos de los puertos Data Com y Aux Com.**

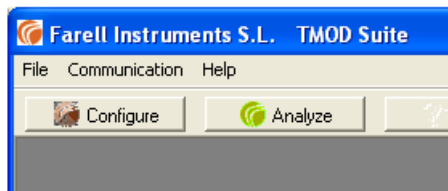
## 5 - CONFIGURACION T-MOD

Se configura mediante el software T-MOD Suite. Se empleará un cable de configuración y se conectará un extremo a un puerto RS-232 de PC y el otro al puerto AUX COM del T-MOD.

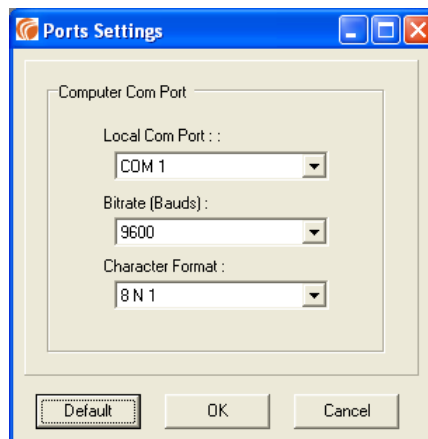


**Cable de configuración**

Se creará una carpeta T-MOD Suite y se copiará el software T-MOD Suite suministrado. Se creará un enlace del fichero TMOD.EXE en el escritorio. Se dará alimentación al T-MOD y se arrancará el T-MOD Suite.

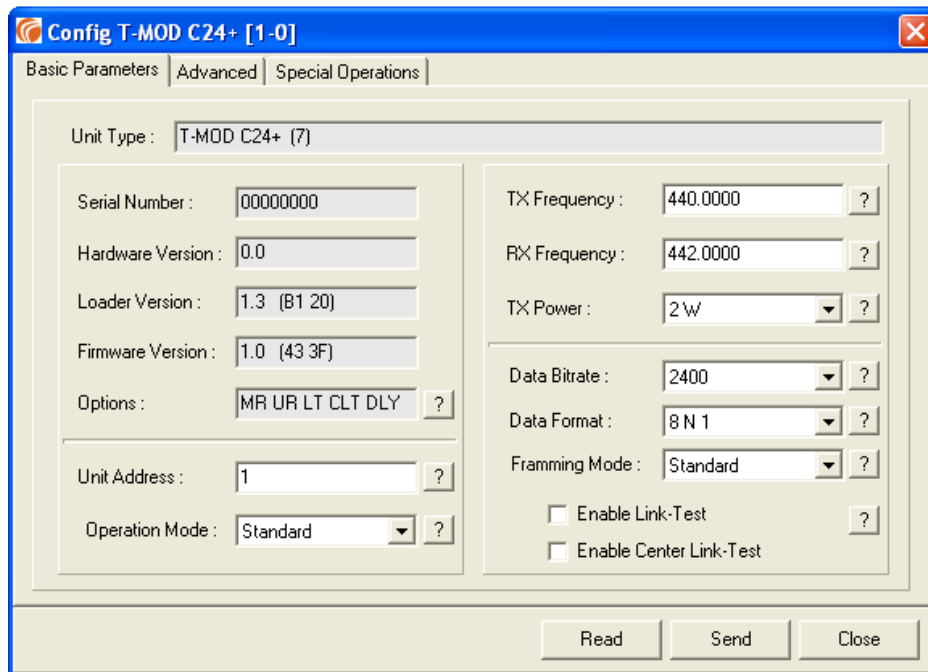


Como primer paso y entrando en la pestaña *Communication* configuraremos los parámetros de comunicación entre el PC y el T-MOD, seleccionando el número de COM adecuado y el Bitrate y el *Character Format* según figura.



A continuación, mediante la pestaña *Configure* la aplicación detectará automáticamente el tipo y dirección de la unidad T-MOD conectada y al dar OK presentará la pantalla de configuración básica:

## 5.1 – CONFIGURACION DEL T-MOD C24+: Basic Parameters



**Unit Type:** Tipo de unidad. Es detectado automáticamente por el T-MOD Suite

**Serial Number:** Número de serie del equipo

**Hardware Versión:** Versión del hardware de la unidad

**Loader Versión:** Versión del firmware de actualización local (Versión y Checksum)

**Firmware Versión:** Versión del firmware del equipo (Versión y Checksum)

**Options:** Opciones que la unidad incorpora

*MR: Opción repetidor tipo ModBus*  
*UR: Opción repetidor tipo Universal*  
*LT: Opción LinkTest Remote*  
*CLT: Opción LinkTest Master*  
*DLY: Opción modo retardado*

**Unit Address:** Dirección del equipo. Se emplea únicamente por la aplicación T-MOD Suite para configuración y actualización de firmware. La dirección de unidad de un T-MOD tiene dos campos, la Unit Address (parámetros básicos) y la Extended Address (parámetros avanzados). No es necesario modificar estos campos. Dejar Unit Address = 1 y Extended Address = 0.

**Operation Mode:** Define el modo de operación del T-MOD C24+

- *Standard:* Es el modo normal de trabajo de los T-MOD en una red sin repetidores.
- *ModBus Repeater Type:* Para las unidades T-MOD que actúan de repetidor tipo ModBus
- *Universal Repeater Type:* Para las unidades T-MOD que actúan de repetidor tipo Universal
- *Tx-delayed Terminal:* Para algunas de la unidades T-MOD en redes con repetidores de tipo Universal.

**TX Frequency:** Frecuencia de transmisión (xxx.xxxx MHz). Admite saltos de canal de 12,5 KHz. La frecuencia debe estar dentro del rango soportado por la unidad (pulsar en el recuadro ? asociado). Normalmente se elige la misma frecuencia de TX que de RX. Para emplear frecuencias cuyo uso requiere licencia se deberá disponer de la licencia correspondiente.

**RX Frequency:** Frecuencia de recepción (xxx.xxxx MHz). Admite saltos de canal de 12,5 KHz. La frecuencia debe estar dentro del rango soportado por la unidad (pulsar en el recuadro ? asociado). Normalmente se elige la misma frecuencia de RX que de TX. Para emplear frecuencias cuyo uso requiere licencia se deberá disponer de la licencia correspondiente.

**TX Power:** Potencia de TX. Es configurable. Algunos niveles (los marcados con signo '-') pueden no estar disponibles, dependiendo de la banda de trabajo del equipo o de la legislación local. Es recomendable no trabajar con potencias mayores que las necesarias. Una mayor potencia supone también un mayor consumo de corriente. Pensemos que el duplicar la potencia de transmisión representa sólo una ganancia de señal de 3 dB en el T-MOD equipo receptor. En caso de falta de señal es preferible mejorar las antenas (mayor altura y/o mayor ganancia) o reducir las pérdidas en el cable de antena (cables de menor pérdida y/o acercar el T-MOD a la antena para reducir longitud de cable de antena).

**Data Bit Rate:** Velocidad del puerto de datos en bps. Configurable: 1200, 2400, 3600, 4800, 9600, 19200 y 38400 bps. Por defecto 2400 bps. El T-MOD C24+ opera a 2400 bps en el canal radio. Se recomienda emplear también una velocidad de 2400 bps en el puerto de datos, aunque puede trabajar sin problemas a velocidades menores y mayores. Cuando se configura a velocidades mayores que 2400bps, el T-MOD emplea un buffer interno para adaptar la diferencia de velocidades. Es posible también, en una misma red, configurar cada T-MOD C24+ a velocidades de puerto distintas para adaptarlo a la velocidad de su equipo local de datos asociado.

Para velocidades de puerto menores o iguales a 2400 bps, el Framming Mode deberá configurarse en Standard. Para velocidades mayores que 2400bps, puede que deba configurarse el Framming Mode en modo Delayed (ver Framming Mode).

En una red T-MOD C24+ donde haya repetidores (Back-to-Back o de tipo ModBus o Universal) , el Data Bit Rate deberá configurarse a 2400 bps o mayor, para evitar posibles contenciones de datos.

Consideraciones sobre **la longitud máxima de la trama de datos**: A pesar de que el T-MOD C24+ dispone de un buffer interno para adaptarse a velocidades de puerto mayores que la velocidad radio, existe una limitación para la longitud máxima de las tramas:

Data Bit Rate	Longitud Máxima de Trama
cualquiera	2047

**Data Format:** Formato de carácter del puerto de datos. Es configurable. Se soportan los siguientes formatos: 8N1, 8E1, 8O1, 8M1, 8S1, 8N2, 7E1, 7O1, 7M1, 7S1, 7N2, 7E2, 7O2, 7M2 y 7S2, donde:

- El numero inicial significa el número de bits de datos por carácter
- La letra supone: N: sin paridad; E: paridad par; O: paridad impar; M: bit de paridad en 'marca'; S: bit de paridad en 'espacio'
- El número final significa el número de bits de paro (stop).

**Framming Mode:** Modo de la salida local de datos por el puerto Data Com

**Standard:** Debe seleccionarse este modo si la velocidad del puerto serie es igual a 1.200 bps o 2.400 bps. Para velocidades de puerto mayores, también puede dejarse en Standard, excepto si se trabaja con protocolos que detectan el final de trama por el tiempo entre caracteres de la trama recibida (como ModBus RTU).

**Delayed:** En este modo cuando un T-MOD recibe vía radio una trama de datos, la almacena y espera hasta que finalice la recepción de la misma para empezar a sacarla por el puerto de datos. Debe seleccionarse este modo si la velocidad del puerto serie es igual a 4.800 bps o superior **y además**, estamos trabajando con protocolos que detectan el final de trama por tiempo entre caracteres (por ejemplo: ModBus RTU).

Si se selecciona el modo *Delayed* para protocolos o velocidades de puerto que no lo necesitan, las comunicaciones funcionarían normalmente pero habrá un incremento del retardo asociado a la comunicación radio.

El modo *Delayed* no influye en la longitud máxima de trama soportada (2047 caracteres).

El modo *Delayed* es compatible y puede activarse en cualquier *Operation Mode*

## 5.2 – CONFIGURACION DEL T-MOD C24+: Advanced

The screenshot shows the 'Config T-MOD C24+ [1-0]' window with the 'Advanced' tab selected. The 'Basic Parameters' tab is also visible. The 'Advanced' tab contains the following fields:

- Extended Address: 0
- Network Level: 0
- Code A: 0
- Code B: 0
- Code C: 0
- Code D: 0
- Shift Transmitter: 16
- Max R/T Standby: 30
- Max TX Time: 180
- Enable Backward Compatibility: ☐
- Tx RF Sync Bits: 28
- Tx RF Pause Bits: 21
- Rx RF Pause bits: 17
- LKT Address: 0 1 2 3
- Modbus Address Position: 1
- Modbus Address Repeat table: 01 09, 02 0A, 03 0B, 04 0C, 05, 06, 07, 08

Buttons: Read, Send, Close

**Extended Address:** Dirección extendida del equipo. Se emplea únicamente por la aplicación T-MOD Suite para configuración y actualización de firmware. La dirección de unidad de un T-MOD tiene dos campos, la Unit Address (parámetros básicos) y la Extended Address (parámetros avanzados). No es necesario modificar estos campos. Dejar Unit Address = 1 y Extended Address = 0.

**Network Level:** Nivel de la unidad en la red. Se emplea únicamente en algunas de las unidades T-MOD en redes que incorporan repetidores tipo Universal. Si la red no tiene repetidores de este tipo, dejar en 0. Ver el apartado correspondiente a Redes con Repetidores del tipo Universal para más detalle.

**Code A, Code B, Code C y Code D (valores válidos: 0 a 15):** Corresponden a los códigos de recepción y transmisión radio de la unidad. Su funcionamiento depende del modo de operación (Operation Mode) de la unidad.

**Redes sin repetidores del tipo ModBus o Universal (todos los T-MOD de la red con Operation Mode: Standard):**

Code A: Corresponde al código de recepción radio (recibe únicamente de equipos con igual código de transmisión (Code B).

Code B: Corresponde al código de transmisión radio (es recibido únicamente por equipos con igual código de recepción (Code A).

Code C: No usado (dejar 0)

Code D: No usado (dejar 0)

**Redes con repetidores del tipo ModBus**

**Unidad de Centro (Operation Mode: Standard):**

Code A: Corresponde al código de recepción radio (recibe únicamente de equipos con igual código de transmisión (Code B).

Code B: Corresponde al código de transmisión radio (es recibido únicamente por equipos con igual código de recepción (Code A).

Code C: No usado (dejar 0)

Code D: No usado (dejar 0)

**Unidad remota (Operation Mode: Standard):**

Code A: Corresponde al código de recepción radio (recibe únicamente de equipos con igual código de transmisión (Code B).

Code B: Corresponde al código de transmisión radio (es recibido únicamente por equipos con igual código de recepción (Code A).

Code C: No usado (dejar 0)

Code D: No usado (dejar 0)

**Unidad repetidora ModBus (Operation Mode: ModBus Repeater):**

Code A: Corresponde al código de recepción y transmisión radio en sentido aguas arriba (upstream) de y hacia el centro.

Code B: Corresponde al código de recepción y transmisión radio en sentido aguas abajo (downstream) hacia y del extremo más lejano.

Code C: No usado (dejar 0)

Code D: No usado (dejar 0)

**Redes con repetidores del tipo Universal**

**Unidad de Centro (Operation Mode: Standard):**

Code A: Corresponde al código de recepción radio.

Code B: Corresponde al código de transmisión radio.

Code C: No usado (dejar 0)

Code D: No usado (dejar 0)

**Unidad remota directa al Centro o a través de repetidor, pero no final (Operation Mode: TX-Delayed Terminal):**

Code A: Corresponde al código de recepción radio.

Code B: Corresponde al código de transmisión radio.

Code C: No usado (dejar 0)

Code D: No usado (dejar 0)

**Unidad remota final (pasa por el repetidor más lejano al Centro) (Operation Mode: Standard):**

Code A: Corresponde al código de recepción radio.

Code B: Corresponde al código de transmisión radio.

Code C: No usado (dejar 0)

Code D: No usado (dejar 0)

**Unidad repetidora Universal (Operation Mode: Universal Repeater):**

Code A: Corresponde al código de recepción radio en sentido aguas arriba (upstream) de y hacia el centro.

Code B: Corresponde al código de transmisión radio en sentido aguas arriba (upstream) de y hacia el centro.

Code C: Corresponde al código de recepción radio en sentido aguas abajo (downstream) hacia y del extremo más lejano.

Code D: Corresponde al código de transmisión radio en sentido aguas abajo (downstream) hacia y del extremo más lejano.

**Redes con repetidores del tipo Back-to-Back (todos los T-MOD de la red con Operation Mode: Standard):**

Se configuran como unidades normales de red sin repetidores. La unidad A de un repetidor comunica con el centro (si es del primer repetidor) o con la unidad B del repetidor anterior. A cada salto de repetidor pueden repetirse los Code A y Code B, puesto que al haber un cambio de frecuencia se comporta como una nueva red.

**Shift Transmitter:** Debe dejarse en 16.

**Max. R/T Standby:** Tiempo máximo sin transmisión y sin recepción radio de tramas. Si transcurre este tiempo sin haberse recibido una trama o sin haberse transmitido una trama, el T-MOD realiza un reset y arranca de nuevo. Las unidades de este campo son en minutos y el rango es de 1 a 255. El valor 0 inhibe esta función.

**Max. TX Time:** Función de seguridad que interrumpe la transmisión radio si esta tiene una duración continua superior al valor configurado. Las unidades son múltiplos de 50 mS (el valor 180 corresponde a 9 S). El rango es de 1 a 255. El valor 0 inhibe esta función.

En el caso de que la transmisión de una trama llegue al tiempo configurado, la transmisión se detiene y provoca una pausa en el funcionamiento del T-MOD por un período de 5 minutos y lo señala mediante el encendido secuencial continuo de los LED's frontales. Transcurridos los 5 minutos, el T-MOD arranca de nuevo. Esta función impide que una anomalía de funcionamiento de una unidad conectada al puerto de datos pueda generar una transmisión permanente que bloquee el canal radio.

**Enable Backward Compatibility :** Si se activa permite compatibilidad con T-MOD Classic antiguos (a cristal con firmware V5.1 o inferior y con sintetizados con firmware S3.0 o inferior). En caso de activar esta función, no usar los valores 8, 9, 12 o 13 para Code A o Code B. Si no se necesita compatibilidad con T-MOD Classic antiguos, no activar esta función.

**TxRF Sync Bits:** Dejar en 28.

**TxRF Pause Bits:** Dejar en 21.

**RxRF Pause Bits:** Dejar en 17.

**LKT Address:** Es la dirección del T-MOD para la función LinkTest. Consta de 4 caracteres ASCII. Un T-MOD con esta opción activa, responderá a las tramas de pregunta LinkTest recibidas vía radio cuya dirección coincida.

Un T-MOD que esté enlazado mediante repetidores ModBus y disponga de esta opción, puede interrogarse LinkTest si el valor Hexadecimal correspondiente al primer carácter se toma como dirección ModBus y los repetidores la contemplan. (Se supone que los repetidores están configurados con ModBus Address Position = 1. Si fuese 2, se miraría el segundo carácter de la LKT Address, etc.)

**Correspondencia de caracteres ASCII con su valor Hexadecimal**

Hx	Chr	Hx	Chr	Hx	Chr
20	Space	40	@	60	`
21	!	41	A	61	a
22	"	42	B	62	b
23	#	43	C	63	c
24	\$	44	D	64	d
25	%	45	E	65	e
26	&	46	F	66	f
27	'	47	G	67	g
28	(	48	H	68	h
29	)	49	I	69	i
2A	*	4A	J	6A	j
2B	+	4B	K	6B	k
2C	,	4C	L	6C	l
2D	-	4D	M	6D	m
2E	.	4E	N	6E	n
2F	/	4F	O	6F	o
30	0	50	P	70	p
31	1	51	Q	71	q
32	2	52	R	72	r
33	3	53	S	73	s
34	4	54	T	74	t
35	5	55	U	75	u
36	6	56	V	76	v
37	7	57	W	77	w
38	8	58	X	78	x
39	9	59	Y	79	y
3A	:	5A	Z	7A	z
3B	;	5B	[	7B	{
3C	<	5C	\	7C	
3D	=	5D	]	7D	}
3E	>	5E	^	7E	~
3F	?	5F	_	7F	DEL

**ModBus Address Position:** En unidades repetidoras tipo ModBus, el T-MOD mira en la trama recibida el carácter correspondiente a esta posición y lo toma como dirección de la trama. Luego lo compara con la tabla de direcciones a repetir y repite la trama si hay coincidencia. El rango es de 1 a 255.

Aunque en el protocolo ModBus RTU, el carácter de dirección es el primero (ModBus Address Position = 1), el T-MOD acepta protocolos que lo tengan en otra posición.

**ModBus Address Repeat Table:** Tabla con 64 casillas donde se escriben las direcciones ModBus a repetir. Sólo válido para T-MOD configurado en Operation Mode = ModBus Repeater Type. Las casillas en blanco corresponden al valor FFh, que no se retransmite (la dirección FFh no es válida). Rango de direcciones válidas 00h a FEh (las direcciones se escriben en formato hexadecimal). Para borrar una casilla, escribir FF.

### 5.3 – TRANSFERENCIA DE LA CONFIGURACION AL T-MOD C24+

Una vez se han modificado los campos pertinentes de la configuración Básica y/o la Avanzada, es necesario realizar un *Send*. Mediante esta orden el T-MOD guarda los nuevos valores en memoria no volátil. El T-MOD Suite, a continuación, procede a realizar una nueva detección del T-MOD y la lectura de los nuevos parámetros de configuración, para presentarlos por pantalla. También pueden forzarse nuevas lecturas del T-MOD mediante el botón *Read*.

**Importante:** Para configurar un nuevo equipo T-MOD siempre debe cerrarse la ventana de configuración y proceder a realizar un nuevo *Configure* para que la aplicación T-MOD Suite detecte automáticamente el tipo y dirección del nuevo T-MOD conectado y pueda recabar del mismo una serie de datos específicos (algunos de ellos no presentados por pantalla).

### 5.4 – EQUIVALENCIA DE PARAMETROS ENTRE T-MOD C24+ Y T-MOD TMD0500AZ

The diagram illustrates the parameter mapping between the T-MOD C24+ configuration window (left) and the T-MOD TMD0500AZ configuration window (right). Arrows indicate the correspondence between specific fields in both windows.

**Left Window (Config T-MOD C24+ [1-0]):**

- Unit Type: T-MOD C24+ [7]
- Serial Number: 00000000
- Hardware Version: 0.0
- Loader Version: 1.3 (B1 20)
- Firmware Version: 1.0 (43 3F)
- Options: MR UR LT CLT DLY ?
- Unit Address: 1
- Operation Mode: Standard
- TX Frequency: 440.0000
- RX Frequency: 442.0000
- TX Power: 2 W
- Data Btrate: 2400
- Data Format: 8 N 1
- Framming Mode: Standard
- Enable Link-Test: ?
- Enable Center Link-Test: ?

**Right Window (Config T-MOD C24+ [1-0]):**

- Extended Address: 0
- Network Level: 0
- Code A: 0
- Code B: 0
- Code C: 0
- Code D: 0
- Shift Transmitter: 16
- Max R/T Standby: 30
- Max TX Time: 180
- Tx RF Sync Bits: 28
- Tx RF Pause Bits: 21
- Rx RF Pause bits: 17
- LKT Address: 0 1 2 3 ?
- Modbus Address Position: 1 ?
- Modbus Address Repeat table: ?

**Mapping Table:**

Standard	0
ModBus Repeater Type	4
Universal Repeater Type	5
Tx-delayed Terminal	6

**Formulas:**

- $RU = xx, xx, x$
- $RM = xx, yy, zz, ....$
- $C = xxx, xx, xx, xx, xxx, xxx, xx, xx, x, x, x$

**Indexing:**

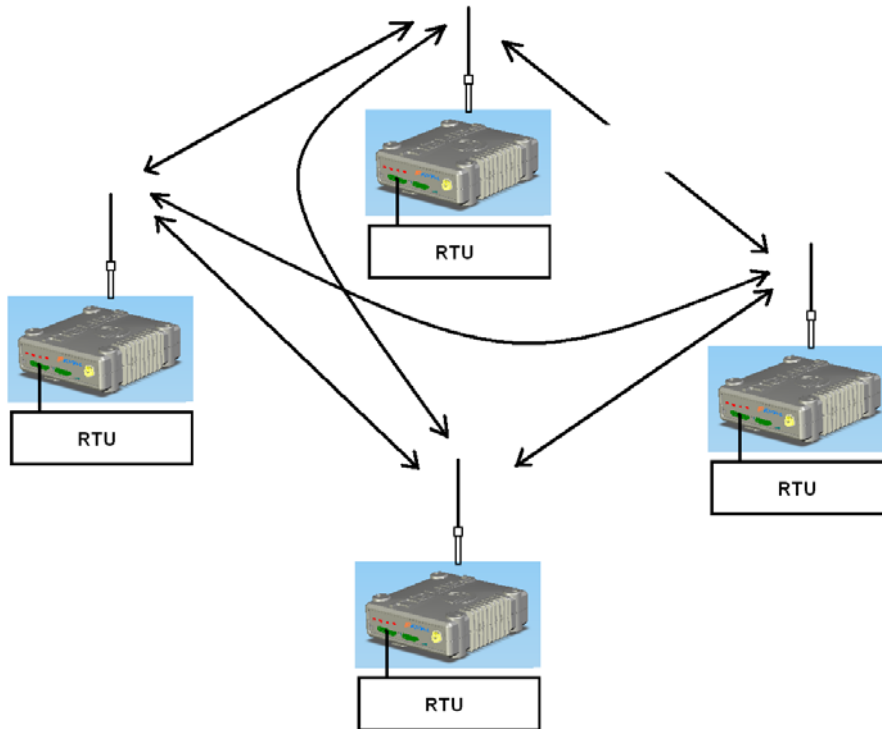
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

- El valor 1 o el valor 2 del parámetro 11 de la línea de configuración del T-MOD TMD0500AZ (C=....) equivale en el T-MOD C24+ a Operation Mode = Standard y Max R/T Standby = 0.
- El valor 3 del parámetro 11 de la línea de configuración del T-MOD TMD0500AZ equivale en el T-MOD C24+ a Operation Mode = Standard y Framming Mode = Delayed.

## **6 – CONFIGURACION de REDES BASICAS (Sin repetidores)**

### **6.1 – RED PEER to PEER (todos contra todos)**

En este modo los datos transmitidos por un T-MOD son recibidos por los otros T-MOD de la red y viceversa. Se trata de una red no jerárquica, con un único nivel. En la figura se supone cada T-MOD asociado a una unidad de datos tipo RTU.



**T-MOD's** (todos los de la red),

**Operation Mode : Standard**

**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia elegida de trabajo)

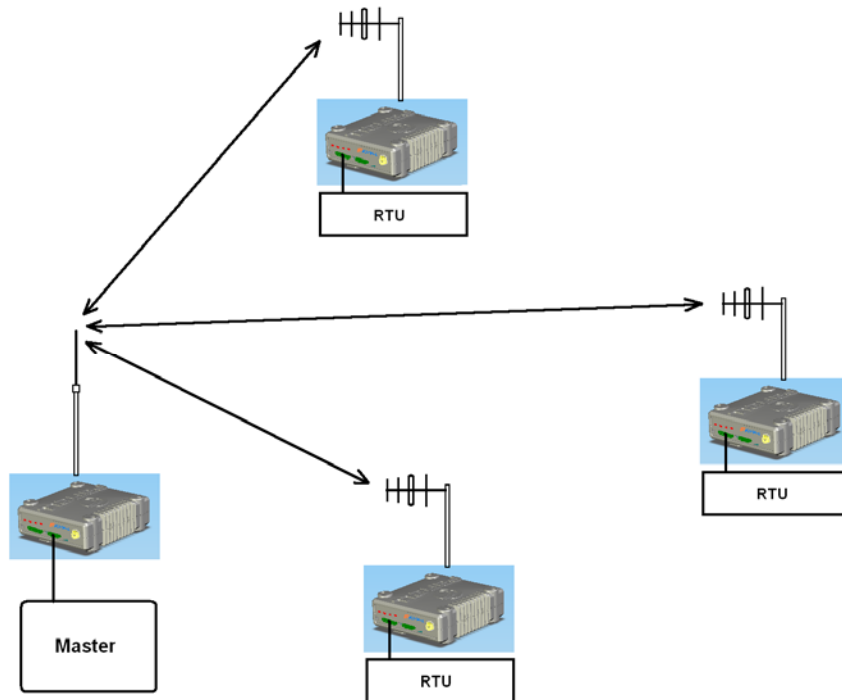
**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 0**

**Code A = Code B** (valores válidos de 00 a 15)

## 6.2 – RED MASTER – SLAVE (maestro – esclavos)

En este modo los datos transmitidos por el T-MOD asociado a un equipo maestro son recibidos por todos los T-MOD asociados a los equipos RTU (equipos esclavos o remotos) y los datos transmitidos por cualquiera de estos sólo son recibidos por el T-MOD asociado al equipo maestro. Es una red jerárquica de 1 nivel.



T-MOD asociado a Maestro,

**Operation Mode : Standard**

**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia elegida de trabajo)

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 0**

**Code A = XX** (valores válidos de 00 a 15, excepto YY)(ejemplo: 00)

**Code B = YY** (valores válidos de 00 a 15, excepto XX)(ejemplo: 01)

T-MOD's asociados a RTU's,

**Operation Mode : Standard**

**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia elegida de trabajo)

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 0**

**Code A = Code B del Maestro**

**Code B = Code A del Maestro**

Nótese que en este tipo de redes, normalmente el T-MOD asociado a la unidad maestra dispone de una antena omnidireccional, mientras que los T-MOD asociados a unidades RTU disponen de antenas del tipo directivo.

## 7 – CONFIGURACION de REDES con REPETIDORES

En redes donde la orografía, distancia y/o presencia de obstáculos importantes no permitan el enlace directo de todas las estaciones, deberán emplearse estaciones repetidoras. En la siguiente tabla se muestran los tipos de estaciones repetidoras más comunes empleados en redes T-MOD C24+. En cualquiera de estas estaciones (formadas por una o dos unidades de T-MOD C24+) pueden conectarse unidades locales de datos RTU, de manera que en muchos casos las estaciones repetidoras pueden ubicarse en puntos donde existan RTU's.

Red con repetidores tipo	Tipo ModBus	Tipo Universal	Back-to-Back
Canales radio empleados	1 (una sola frecuencia)	1 (una sola frecuencia)	Nº repetidores + 1 (frecuencias separadas conveniente-mente)
T-MOD C24+ empleados en un repetidor	1	1	2
Topología permitida	Cascada y Estrella	Cascada	Cascada
Protocolo soportado	Tramas de pregunta y respuesta con Dirección de RTU en posición fija en la trama (ModBus RTU, etc.)	cualquiera	cualquiera
Longitud máxima trama	2047	2047	2047
Antena aguas arriba	Una sola omnidireccional	Una sola omnidireccional	Directiva u omnidireccional
Antena aguas abajo			Directiva u omnidireccional
Retardo introducido por un repetidor	Duración trama + 45 mS	Duración trama + 45 mS	45 mS
Retardo total trama de Centro a RTU con uno o más repetidores	45 mS + (Duración trama Centro-a-RTU x Nº repetidores de Centro a RTU)	45 mS + (45 mS+ Duración trama Centro-a-RTU) x Nº repetidores hasta RTU	45 mS + (Retardo repetidor x Nº repetidores de Centro a RTU)
Retardo total trama de RTU a Centro con uno o más repetidores	45 mS + (Duración trama RTU-a-Centro x Nº repetidores de Centro a RTU)	45 mS + (45 mS + Duración trama Centro-a-RTU) x Nº repetidores desde RTU a final aguas abajo + 45 mS + (45 mS + Duración trama RTU-a-Centro) x Nº repetidores desde RTU a Centro	45 mS + (Retardo repetidor x Nº repetidores de Centro a RTU)
Notas:	<i>El retardo depende de la posición de la RTU en la red. Unidades RTU cercanas a la Master tienen retardos menores. Unidades directas a la Master, no tienen retardo.</i>	<i>El retardo no depende de la posición de la RTU en la red. Las unidades tienen el retardo correspondiente a la RTU más lejana a la Master.</i>	

### Tipos y características de repetidores en redes T-MOD C24+

Notas:

- $Duración\ trama = 4,17\ mS \times N^{\circ}\ caracteres\ trama$
- Los retardos introducidos por los repetidores son, de mayor a menor, en este orden: Retardo repetidor Universal > Retardo repetidor ModBus > Retardo repetidor Back-to-Back

## 7.1 – RED CON REPETIDORES TIPO ModBus

El repetidor tipo ModBus permite ampliar la cobertura de una red tipo Master-Slave sin necesidad de consumir nuevos canales radio (nuevas frecuencias). Pueden crearse redes de forma muy simple, decidiendo cual es el camino a seguir por cada trama de datos hasta llegar a su destino.

Para que un T-MOD C24+ realice la función de repetidor **ModBus** se configurará en modo '**ModBus Repeater Type**' (el T-MOD deberá adquirirse con esta opción).

En este modo el T-MOD analiza, de cada trama radio recibida, el carácter correspondiente a la posición de dirección de la trama (primer carácter en tramas ModBus RTU) y considera que es la dirección del equipo remoto RTU (PLC, etc.) al que va dirigida o del que procede. Si esta dirección coincide con alguna de su tabla de direcciones a repetir, la reemite. Este modo de repetición es válido para protocolos que tengan la dirección en una posición fija de la trama (por ejemplo ModBus RTU, y otros).

### 7.1.1 - Configuración de unidades T-MOD NO repetidoras :

**Operation Mode : Standard**

**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia elegida de trabajo)

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 0**

**Code A y Code B**

- **T-MOD asociado a Master: Code A = 00 ; Code B = 00**
- **T-MOD directo a Master : Code A = 00 ; Code B = 00**
- **T-MOD a través de Repetidor : Code A = Code B = Code B del repetidor inmediato aguas arriba a través del que comunica con el T-MOD Master**

### 7.1.2 - Configuración de unidades T-MOD repetidoras (encuadrados en rojo en la figura) :

**Operation Mode : ModBus Repeater Type**

**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia elegida de trabajo)

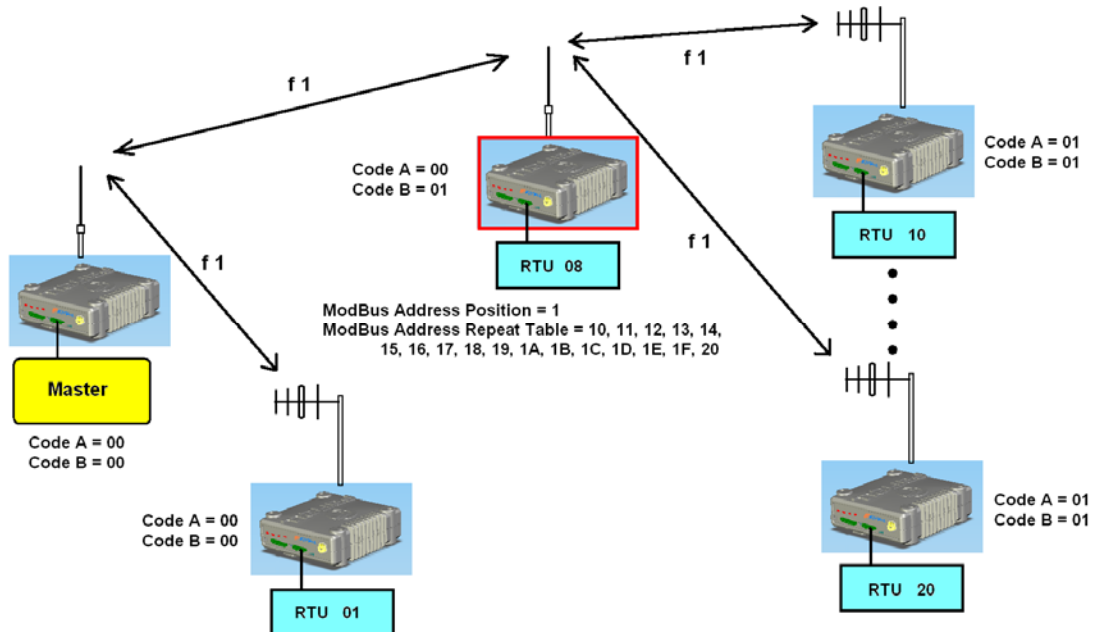
**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 0**

**Code A: Igual al Code B del T-MOD (centro o repetidor) inmediato aguas arriba**

**Code B: Igual a Code A + 1**

### 7.1.3 – Ejemplos

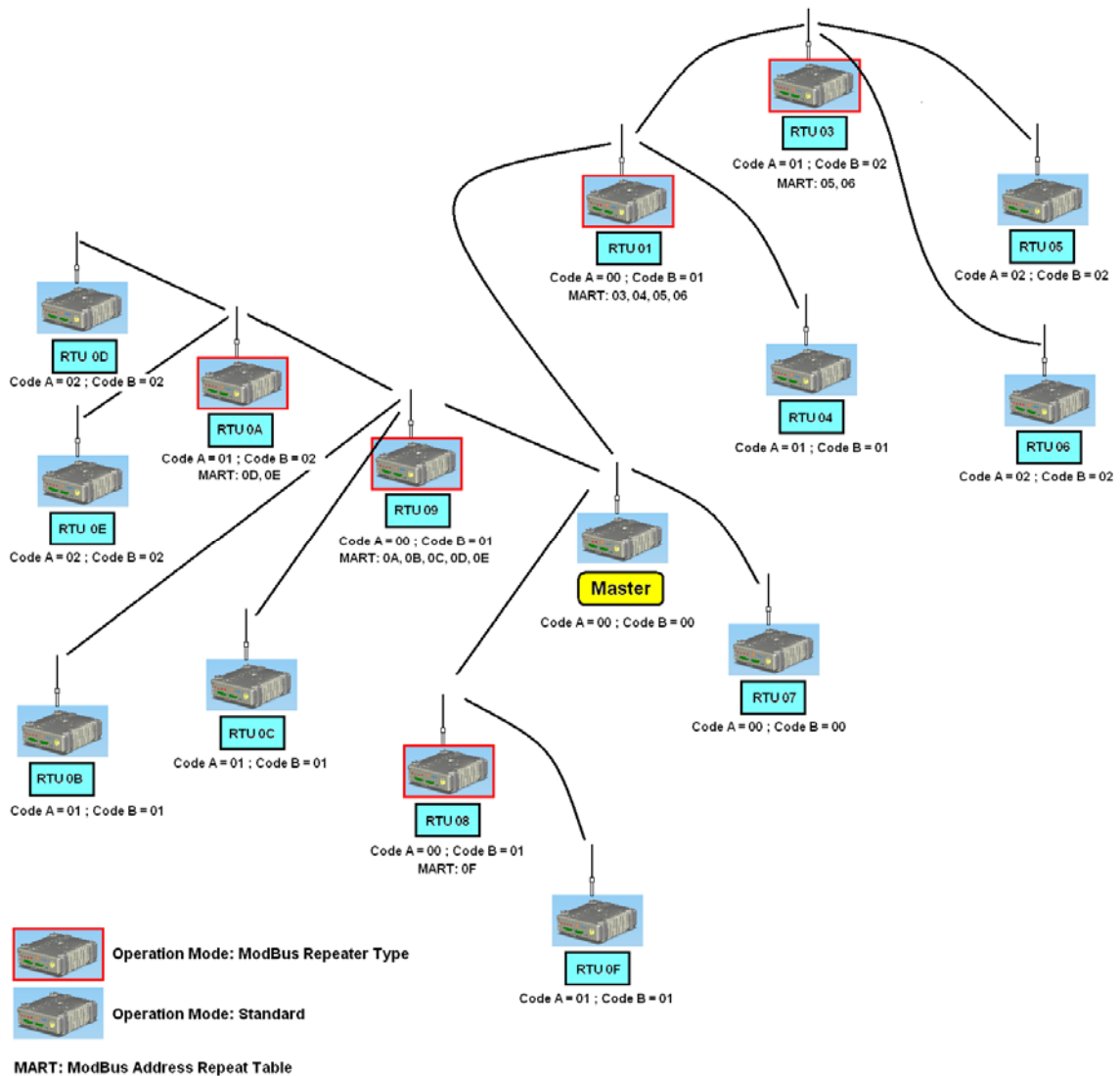


Operation Mode : ModBus Repeater Type



Operation Mode : Standard

**Ejemplo: Red con 1 repetidor tipo ModBus**



### **Ejemplo: Red con varios repetidores tipo ModBus**

En la red del ejemplo 2 se emplea una única frecuencia radio. También puede observarse que la red puede tener ramificaciones de repetidores en estrella. En el ejemplo se ha conectado una unidad RTU a cada T-MOD repetidor, pero puede haber más de una o ninguna.

Normalmente se emplearán antenas del tipo omnidireccional en las unidades repetidoras y en el centro, y antenas directivas en las demás.

Como se puede apreciar, cada unidad T-MOD repetidor ModBus debe contener en su tabla de direcciones a repetir (MART), todas las direcciones de las unidades RTU que pasan a través de él y no debe contener la(s) dirección(es) de la(s) unidad(es) RTU locales conectadas en su DATA COM.

## 7.2 – RED CON REPETIDORES TIPO UNIVERSAL

El repetidor Universal permite ampliar la cobertura de una red sin necesidad de consumir nuevos canales radio (nuevas frecuencias). Pueden crearse redes en línea de forma muy simple. Este modo, a diferencia del modo ModBus, tiene la limitación de no poder formar líneas de repetición en estrella, sólo en cascada. Sin embargo su uso no depende del protocolo empleado. Por tanto, es válido para cualquier protocolo tipo pregunta / respuesta.

Para que un T-MOD C24+ realice la función de repetidor Universal se configurará en modo '**Universal Repeater Type**' (el T-MOD deberá adquirirse con esta opción).

En este modo un T-MOD repetidor guarda cada trama recibida vía radio y la re-emite una vez finalizada la recepción. Un conjunto de mecanismos implementados en los propios T-MOD hace que no pueda haber solapamientos de transmisiones y por tanto que el funcionamiento sea totalmente transparente para las unidades de Centro y RTU's. Las tramas procedentes del Master son recibidas por todas las RTU's. Las tramas respuesta de una RTU sólo son recibidas por el Master.

### 7.2.1 - Configuración de la unidad T-MOD Master :

**Operation Mode : Standard**

**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia elegida de trabajo)

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 0**

**Code A = 00**

**Code B = 15**

### 7.2.2 - Configuración de las unidades T-MOD directas a T-MOD Master o T-MOD asociados a repetidor pero no finales (encuadradas en azul en la figura):

**Operation Mode : Tx-delayed Terminal**

**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia elegida de trabajo)

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = Número de repetidores UNIVERSAL que hay aguas abajo desde su nivel**

**Code A = Code D del Master o del repetidor inmediato aguas arriba**

**Code B = Code C del Master o del repetidor inmediato aguas arriba**

### 7.2.3 - Configuración de las unidades T-MOD repetidores Universal (encuadradas en rojo en la figura) :

**Operation Mode : Universal Repeater Type**

**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia elegida de trabajo)

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = Número de repetidores UNIVERSAL + 1 que hay aguas abajo desde su nivel**

**Code A: Igual al Code B del T-MOD (centro o repetidor) inmediato aguas arriba**

**Code B: Igual a Code A + 1**

#### 7.2.4 - Configuración de las unidades T-MOD finales a través de repetidor:

**Operation Mode : Standard**

**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia elegida de trabajo)

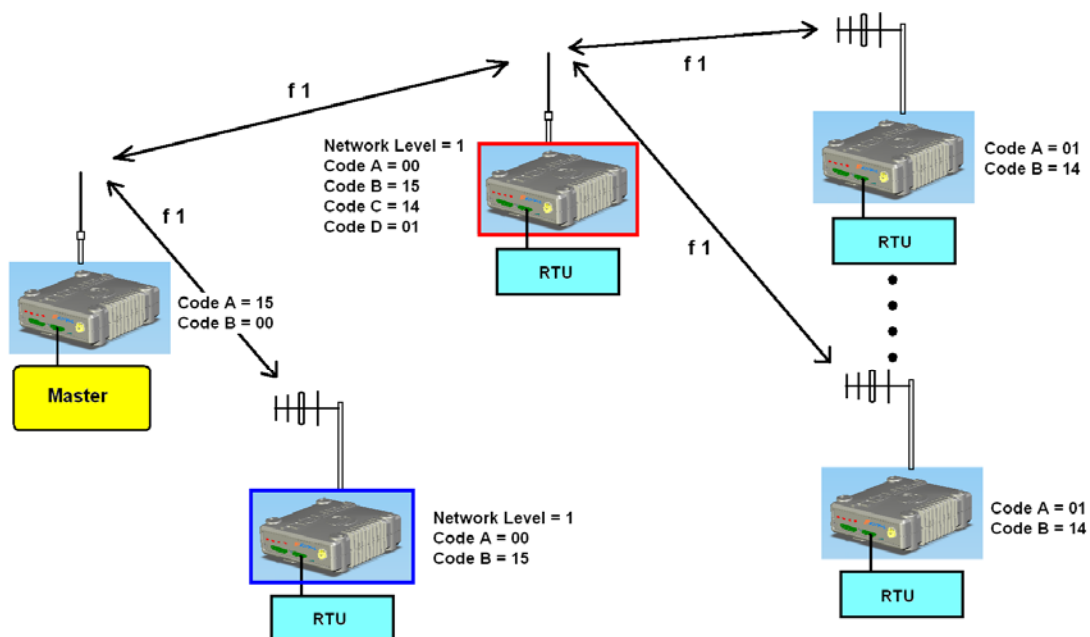
**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 0**

**Code A = Code D del del repetidor inmediato aguas arriba**

**Code B = Code C del repetidor inmediato aguas arriba**

#### 7.2.5 – Ejemplos



Operation Mode : Tx-delayed Terminal

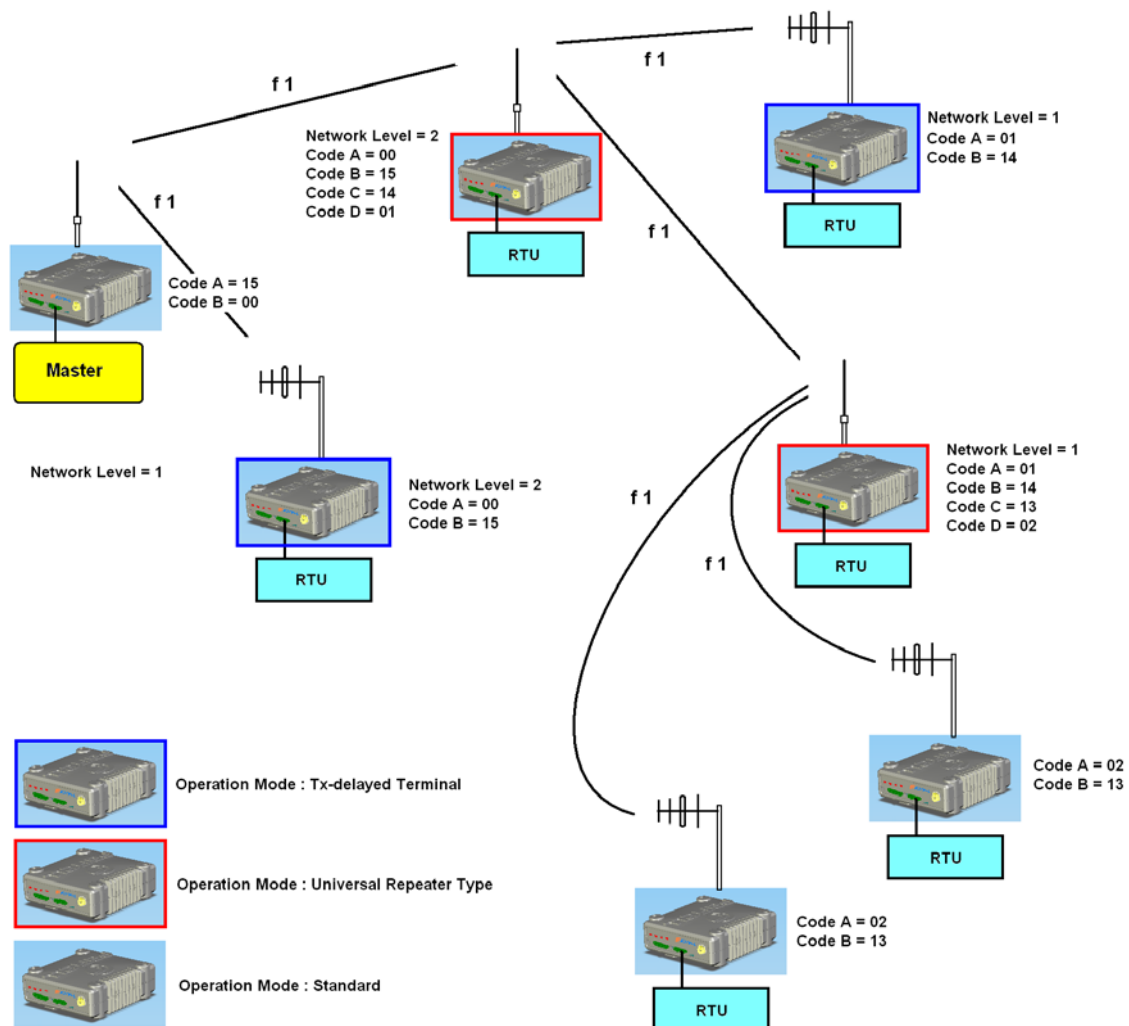


Operation Mode : Universal Repeater Type



Operation Mode : Standard

**Ejemplo: Red con 1 repetidor tipo UNIVERSAL**



### ***Ejemplo: Red con 2 repetidores tipo UNIVERSAL***

En la red del ejemplo 4 se emplea una única frecuencia radio. También puede observarse que la red no puede tener ramificaciones de unidades repetidoras en estrella. En el ejemplo se ha conectado una unidad RTU a cada T-MOD repetidor, pero puede haber más de una o ninguna.

Normalmente se emplearán antenas del tipo omnidireccional en las unidades repetidoras y en el centro, y antenas directivas en las demás.

## 7.3 – RED CON REPETIDORES **Back-to-Back**

El repetidor **Back-to-Back** conviene en redes donde no se puedan emplear ni el repetidor **ModBus** ni el repetidor **Universal**, por el retardo asociado a este tipo de repetidores o porque interesa emplear antena con ganancia (directiva) en el enlace aguas arriba.

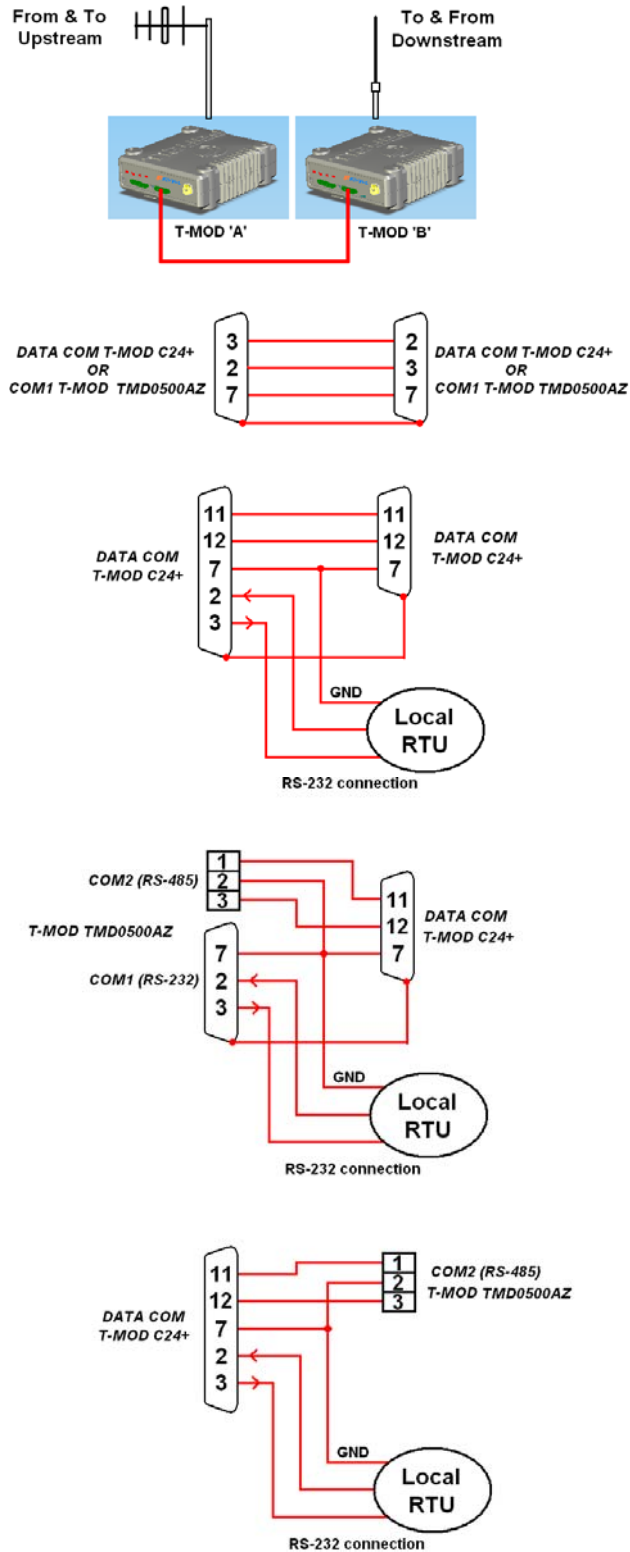
La estación repetidora **Back-to-Back** se forma interconectando dos T-MOD a través de su puerto de datos (Data Com) y trabajando cada uno en frecuencias diferentes (f1 y f2). En la figura el T-MOD 'A' se emplea para enlazar aguas arriba (*Upstream*) con el T-MOD **Master** de la red (directamente o a través de otros repetidores) y el T-MOD 'B' es el que enlaza aguas abajo (*Downstream*) con los T-MOD a los que sirve de repetidor. Los datos recibidos vía radio por el T-MOD 'A' salen por el puerto serie y entran al T-MOD 'B' que los transmite de manera simultánea. Igualmente los datos recibidos por el T-MOD 'B' son retransmitidos por el T-MOD 'A'.

Este tipo de repetidor permite encadenamiento de repetidores, pero sólo en cascada. No pueden formarse encadenamientos en estrella. (Otros modelos como el T-MOD C48+ sí que lo permiten)

Normalmente se empleará una única frecuencia **f1** para TX y RX en el T-MOD 'A' y otra frecuencia **f2** para TX y RX en el T-MOD 'B'. **Debe tenerse cuidado a la hora de elegir las frecuencias (f1 y f2) y la disposición de antenas ya que en una estación repetidora tipo **Back-to-Back** existen recepción y transmisión simultáneas. Aplica lo visto en el apartado 4.3.1 referido a la agrupación de antenas.**

**En redes con repetidores Back-to-Back es necesario que todos los T-MOD de la red trabajen con velocidades de puerto de datos iguales o superiores a 2400 bps.**

### 7.3.1 – Conexión de un repetidor Back-to-Back



**Interconexión de T-MOD para formar un repetidor Back-to-Back. Se presentan varias combinaciones: Sin y con RTU local y con ambos T-MOD del tipo C24+ o con uno del tipo C24+ y el otro del tipo TMD0500AZ**

### 7.3.2 - Configuración de la unidad T-MOD Master :

**Operation Mode : Standard**  
**TX Frequency = RX Frequency**  
**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)  
**Network Level = 0**  
**Code A = 00**  
**Code B = 01**

### 7.3.3 - Configuración del T-MOD 'aguas arriba' de repetidor Back-to-Back :

**Operation Mode : Standard**  
**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia aguas arriba (upstream))  
**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 2400 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)  
**Network Level = 0**  
**Code A = 01**  
**Code B = 00**

### 7.3.4 - Configuración del T-MOD 'aguas abajo' de repetidor Back-to-Back :

**Operation Mode : Standard**  
**TX Frequency = RX Frequency** (frecuencia aguas abajo (downstream))  
**Framming Mode : Standard**  
**Network Level = 0**  
**Code A = 00**  
**Code B = 01**

### 7.3.5 - Configuración de unidades T-MOD asociadas a unidades remotas RTU :

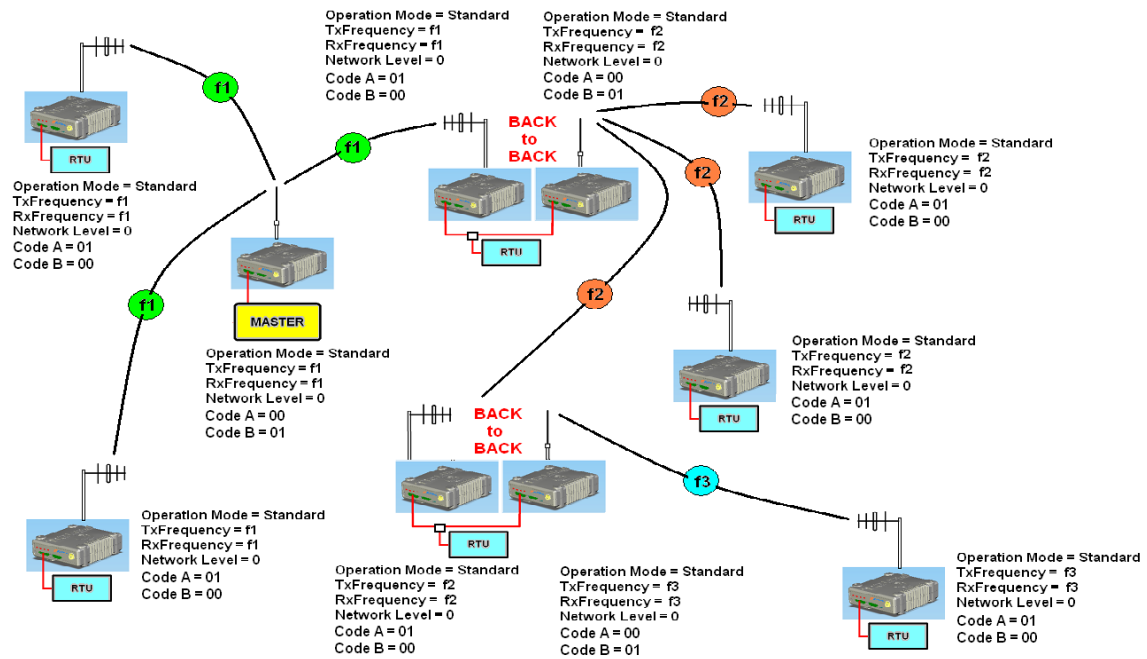
**Operation Mode : Standard**  
**TX Frequency = RX Frequency**  
**Framming Mode : Standard**  
**Network Level = 0**  
**Code A = 01**  
**Code B = 00**

Un T-MOD asociado (aguas abajo) a un T-MOD repetidor **Back-to-Back** sólo comunica a través de él (no recibe tramas, aunque llegue señal radio, de otros T-MOD).

Este tipo de repetidor también soporta unidades RTU locales.

El repetidor **Back-to-Back** es totalmente transparente al protocolo empleado.

### 7.3.6 - Ejemplo :



**Ejemplo: Red con 2 repetidores Back-to-Back**

## **8 - PUESTA EN MARCHA**

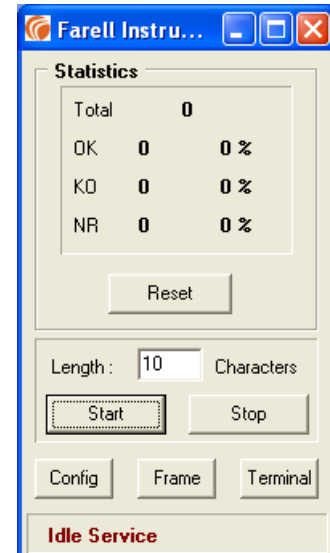
### **8.1 – TEST DE ECO (mediante puente en T-MOD remoto)**

Envía tramas de datos desde un T-MOD Master a un T-MOD Slave o de un T-MOD Peer-to-Peer a otro T-MOD Peer-to-Peer, para verificar la calidad del enlace mediante generación de una estadística de tramas.

Para este test debe conectarse el PC en el que corra la aplicación T-MOD Suite, al puerto DATA COM del T-MOD local. Igualmente deberán unirse mediante un puente los pines 2 y 3 del puerto Data Com del T-MOD remoto cuyo enlace se quiera verificar. De esta manera el T-MOD remoto, al final de cada recepción radio, retransmitirá la trama recibida.

En el T-MOD Suite se selecciona la pestaña *Tests* y la opción: *Echo Test*. El test no emplea la configuración de puerto de PC del T-MOD Suite (pestaña *Communication*). Dispone de la suya propia.

Se abrirá la configuración (botón *Config*) y aparecerá una ventana con los campos:



- **ComPort**
  - 1 ← Número de puerto del PC
- **Bauds**
  - 4800 ← Velocidad del puerto del PC (\*)
- **Bits**
  - 8 ← Número bits de datos de carácter del puerto del PC (\*)
- **Parity [N E O M S]**
  - N ← Tipo de paridad del puerto del PC (\*)
- **Stop Bits**
  - 1 ← Número de bits de Stop del puerto del PC (\*)
- **Offset TimeOut mSeg 30..65535**
  - 2000 ← Tiempo de espera máxima para la recepción de la trama de eco antes de dar la trama como KO o NR
- **InterFrame Gap (mSeg) 1..65535**
  - 500 ← Tiempo entre la recepción de una trama (eco) y la emisión de la siguiente
- **Log Port Trace Y/N**
  - N ← Genera un fichero de traza
- **Number of Radio Jumps [1,2,4,6,...]**
  - 2 ← Número de saltos radio de una trama (para incremento de Total y OK)
- **Show Full Stats Y/N**
  - Y ← Muestra toda la estadística de tramas
- **RTS Toggle Y/N**
  - N ← No conmuta el RST (Si debe conmutar: RTSToggle = Y & Use RTS = N)
- **Use RTS Y/N**
  - Y ← RTS activado todo el tiempo
- **Error Tones TIME FREQ-OK FREQ-KO FREQ-NR [500 0 1000 600]**
  - 500 0 0 0 ← Zumbido PC: duración(mS); Frec OK(Hz); Frec KO(Hz); Frec NR(Hz)
- **Stop on OK KO NR Y/N [N Y Y]**
  - N N N ← Cese del test si incremento de trama OK KO NR respectivamente

Se configurarán los campos correspondientes (sin modificar la estructura) y se cerrará la ventana.

(\*) : Debe coincidir con el puerto Data Com de T-MOD local

A continuación en *Length* se configurará el número de caracteres de la trama de test (máximo 2047 en T-MOD C24+ o 255 caracteres en un T-MOD TMD0500AZ). Se realizará una puesta a cero mediante la pestaña *Reset* y se activará el ensayo mediante *Start*.

Tramas:

- Total: Número de trama enviadas
- OK: Número de tramas recibidas satisfactoriamente y el porcentaje sobre el total
- KO: Número de tramas recibidas con algún error y el porcentaje sobre el total
- NR: Número de tramas no recibidas (excedido el tiempo de espera sin recepción de ningún carácter) y el porcentaje sobre el total

Mediante la pestaña *Frame* se pueden definir los caracteres de la trama a enviar. Si la trama definida es más corta que la trama a enviar, se va repitiendo hasta que se completa.

Para detener el ensayo se pulsará *Stop* y se esperará un tiempo sin realizar otras maniobras hasta que se cierre completamente el puerto del PC (se indica *Idle Service* en la parte inferior de la ventana).

## 8.2 – TEST DE TRANSMISION: MEDIDA DE POTENCIA DE EMISION Y ROE

Para este test debe conectarse el PC al puerto AUX COM del T-MOD. La configuración de los parámetros de comunicación del puerto del PC será idéntica a la empleada para la configuración del T-MOD (9600 bps; 8N1).

En la pestaña *Tests* del T-MOD Suite se seleccionará la opción: *RF Transmisión Test*. Una primera ventana da algunas advertencias y nos pide confirmación para iniciar el test.

La activación del test inicia una transmisión radio continua con señal modulada. Una vez en marcha podremos medir, con los equipos de medida adecuados, la potencia del equipo y la relación de ondas estacionarias de la antena.

El test de transmisión queda activado hasta que no cerremos la ventana de test.

ATENCIÓN:

- **La emisión de potencia radio puede causar interferencias a otros equipos que empleen la misma frecuencia.**
- **Antes de iniciar el test es necesario conectar una antena adaptada a la frecuencia o una carga de 50  $\Omega$  de potencia adecuada.**
- El test continuará hasta que se de al T-MOD la orden de fin al cerrar la ventana.
- Si por error se desconectase el PC del T-MOD durante el test, el T-MOD, como medida de seguridad, terminará la transmisión como máximo 1 minuto después de la desconexión.

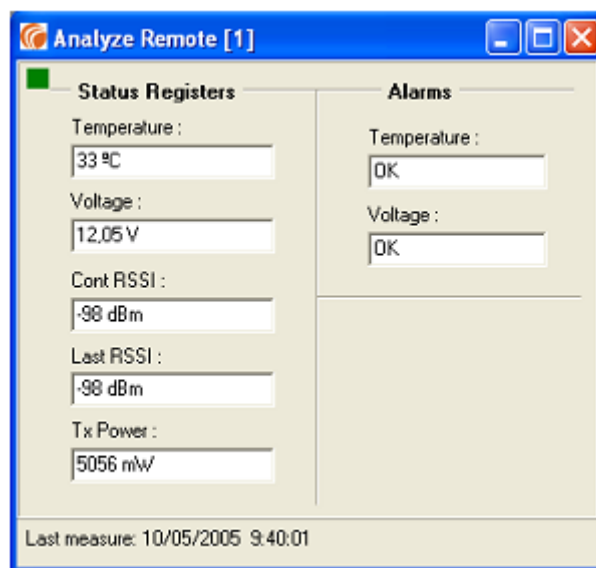
En una red radio en fase de instalación, con frecuencia asignada, puede dejarse una unidad en transmisión periódica (mediante el *Echo Test* u otra aplicación) en el centro (master) y en las remotas orientar las antenas mediante el diagnóstico local *Analyze* o la salida RSSI.

### 8.3 - DIAGNOSTICO LOCAL (Analyze)

Permite la monitorización local de un T-MOD durante el funcionamiento normal (transmisión de datos) en una red.

Se realiza mediante el software T-MOD Suite y se emplea el mismo cable de configuración. Se conectará el cable al PC y al puerto AUX COM del T-MOD (9600 bps; 8N1).

Una vez arrancado el T-MOD Suite, se pulsará sobre la pestaña *Analyze*. La detección del tipo y dirección de la unidad conectada es automático. Aparecerá la ventana de la figura. Los campos de la ventana se van actualizando continuamente mientras no la cerremos (un pequeño indicador parpadeante de color verde en la parte superior izquierda de la ventana indica que existe comunicación local con la unidad T-MOD).



#### **Registros de Estado**

**Temperature:** Temperatura interna de la unidad expresada en °C .

**Voltage:** Valor de la tensión de alimentación en la entrada del módem

**Cont. RSSI:** Valor en dBm de señal radio recibido por la unidad. Medida continua. Muy útil para la orientación de antena.

**Last RSSI:** Valor en dBm de señal radio recibido por la unidad, en la última trama recibida.

**Tx Power:** Medida de la potencia de Tx de la unidad. Indica el valor de potencia de la última transmisión realizada. (Medidas continuas de potencia durante un test de transmisión).

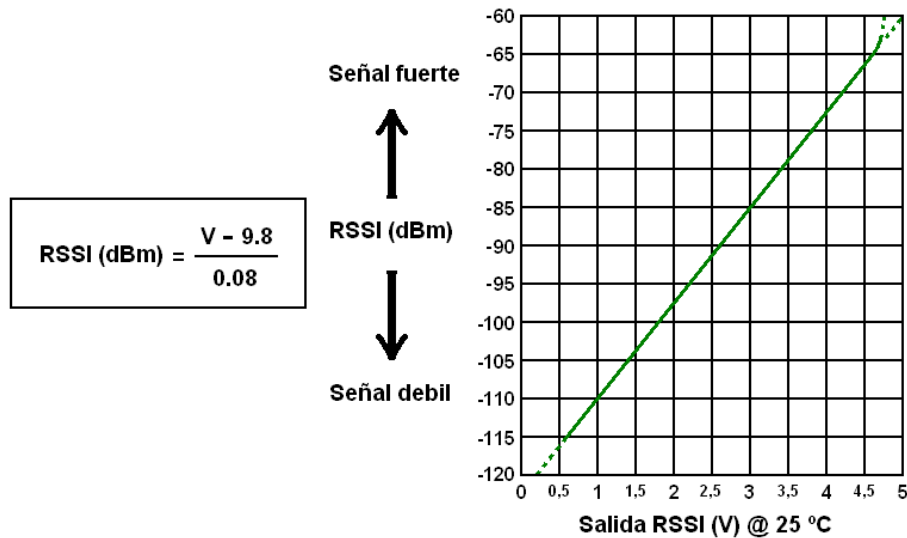
#### **Alarmas**

**Temperature:** Alarma de temperatura demasiado elevada.

**Voltage:** Alarma de tensión fuera de límites.

## 8.4 - SALIDA RSSI

El T-MOD incorpora una salida analógica normalizada en AUX COM (entre pines 20 (+) y 7 (GND)) que es proporcional en valor al nivel de señal radio recibido. Esta señal es muy útil en las remotas, por ejemplo, a la hora de orientar la antena o también para el mantenimiento de antenas.



La señal RSSI tiene una impedancia de salida de 1 K $\Omega$  y su tiempo de respuesta es de unos 50 mS. Para medir dicha señal se recomienda emplear un voltímetro de impedancia superior a 100 K $\Omega$ .

## 8.5 – ORIENTACION DE ANTENAS

En una red radio en fase de instalación, con frecuencia asignada, puede dejarse una unidad T-MOD de centro de control (o de repetidor) en **transmisión periódica** (mediante el *Echo Test*) o en **transmisión continua** mediante el TX Test y proceder a orientar la antena de cada unidad T-MOD remota.

Con transmisión continua: Mediante un voltímetro conectado a la salida RSSI o mediante PC conectado al AUX COM del T-MOD remoto y la ventana *Analyze* de T-MOD Suite, orientar la antena hasta obtener el valor máximo (valor *Last RSSI* en *Analyze*).

Con transmisión periódica: Mediante PC conectado al AUX COM del T-MOD remoto y la ventana *Analyze* de T-MOD Suite, orientar la antena hasta obtener el valor máximo (valor *Last RSSI*).

## 8.6 – NIVEL DE SEÑAL MINIMO DE RECEPCION

Para tener un margen de seguridad aceptable frente al envejecimiento de las antenas y sus cables y frente a condiciones climáticas adversas (lluvias fuertes, nieve, pájaros, etc.), no se recomiendan instalaciones con niveles de señal inferiores a -85 dBm a la entrada de los módem.

Debe considerarse también que en algunos entornos urbanos o industriales puede haber un nivel de ruido de RF interferente que aconseje aumentar los niveles de señal recomendados. En estas instalaciones se recomienda disponer de un nivel de señal superior en unos 30-35 dBm al nivel de ruido existente.

## 9 – LINK-TEST

El T-MOD dispone de la opción de diagnóstico remoto Link-Test a través de radio. Se trata de diagnóstico intrusivo ya que emplea el canal de datos. A través del canal de datos puede enviarse desde la unidad Master de la red la orden Link-Test de pregunta a cualquier unidad T-MOD remota para que responda con la trama Link-Test de respuesta.

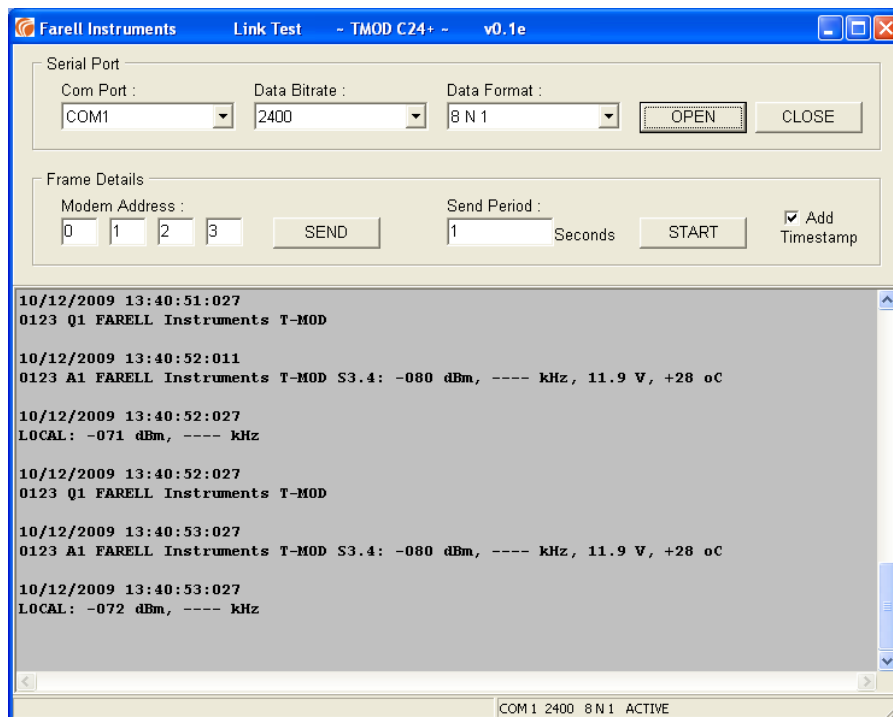
### 9.1 – CONFIGURACION UNIDADES

Los T-MOD remotos deben disponer de la opción Link-Test y tener la casilla *Enable Link-Test* activada. Se deberá configurar cada T-MOD con una dirección Link-Test diferente (*LKT Address*).

Si el T-MOD Master dispone también de la opción LinkTest y está configurado con la casilla *Enable Center Link-Test* activada, añadirá una trama de LinkTest adicional con datos de recepción a cada trama de LinkTest recibida de respuesta de un T-MOD remoto.

### 9.2 – HERRAMIENTA LINK-TEST

El T-MOD Suite dispone de una pantalla de Link-Test. Se selecciona la pestaña *Tests* y la opción: *Link-Test*. El test no emplea la configuración de puerto de PC del T-MOD Suite (pestaña *Communication*). Dispone de la suya propia.



Mediante esta pantalla podemos generar preguntas Link-Test a cualquier unidad y observar la respuesta del T-MOD remoto. Las preguntas pueden iniciarse de manera manual o periódica. La pantalla terminal presenta, además, la fecha/hora de cada pregunta y la fecha/hora de cada respuesta, con una resolución de mS con lo que podemos ver el retardo del canal. Debe notarse que la precisión en la medida del tiempo viene determinada por el PC, por lo que está del orden de los +/- 10 mS.

En ComPort se selecciona el puerto empleado en el PC. En Data Rate y Data Format se seleccionará el mismo configurado para el Data Com del T-MOD maestro desde el que se realizará el Link-Test.

En Modem Address se pondrá la dirección Link-Test del T-MOD remoto que se vaya a interrogar.

Cada vez que pulsemos en SEND se iniciará el envío de una trama Link-Test.

Si el proceso quiere hacerse periódico, puede escribirse el período en Send Period y pulsar en START. Una vez iniciado el proceso, la pestaña START se convierte en STOP. Pulsando sobre STOP se detiene el proceso.

## 9.3 – LINK-TEST EN REDES CON REPETIDORES

### Redes con repetidores ModBus

Puede emplearse Link-Test con todas las unidades, las directas a master, las unidades repetidoras y las unidades finales. Debe tenerse en cuenta que para que una unidad repetidora retransmita las tramas Link-Test dirigidas a T-MOD que pasan a su través, el primer carácter (en valor hexadecimal) (si Address ModBus Position = 1) de cada dirección LinkTest de estos T-MOD debe estar incluido en su lista de direcciones a repetir.

Hay que señalar que para unidades que pasan a través de repetidor el valor de RSSI recibido por la unidad Maestra corresponde al nivel recibido del repetidor a través del que se ha recibido la respuesta.

### Redes con repetidores Universal

Puede emplearse Link-Test con las directas a master, las unidades repetidoras 'A' y las unidades finales.

Hay que señalar que para unidades que pasan a través de repetidor el valor de RSSI recibido por la unidad Maestra corresponde al nivel recibido del repetidor a través del que se ha recibido la respuesta.

### Redes con repetidores Back-to-Back

Puede emplearse Link-Test con todas las unidades, las directas a master, las unidades repetidoras y las unidades finales.

## 9.4 – FORMATO DE TRAMAS

### Trama de pregunta (33 caracteres)

a	a	a	a	Q	1	F	A	R	E	L	L	I	n	s	t	r	u	m	e	n	t	s	T	-	M	O	D	<CR>
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------

**aaaa** corresponde a los 4 caracteres de la dirección Link-Test del T-MOD interrogado  
Las casillas en blanco corresponden al carácter espacio  
**<CR>** corresponde al carácter Retorno de Carro (13h)

### Trama de respuesta del T-MOD remoto (74 caracteres)

a	a	a	a	A	1	F	A	R	E	L	L	I	n	s	t	r	u	m	e	n	t	s	T	-	M	O	D	*	b	.	b	:
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

-	c	c	c	d	B	m	,	-	-	-	-	k	H	Z	,	e	e	.	e	V	,	s	f	f	o	C	<CR>
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------

**aaaa** Corresponde a los 4 caracteres de la dirección Link-Test del T-MOD interrogado  
Las casillas en blanco corresponden al carácter espacio  
\* Corresponde a un carácter indicativo del tipo de T-MOD (**V** para T-MOD no sintetizado, **S** para T-MOD TMD0500AZ y **C** para T-MOD C24+)  
**b.b** Corresponden a la versión del firmware del T-MOD  
**-ccc** Corresponde al nivel de señal radio (dBm) con el que el T-MOD recibe  
**ee.e** Corresponde a la tensión de alimentación del T-MOD en V  
**sff** Corresponde a la temperatura (s es el signo) del T-MOD en °C  
**<CR>** corresponde al carácter Retorno de Carro (13h)

### Trama añadida por el T-MOD maestro a la recepción de la trama respuesta del T-MOD remoto (26 caracteres)

L	O	C	A	L	:	-	g	g	g	d	B	m	,	-	-	-	-	k	H	z	<CR>
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------

Las casillas en blanco corresponden al carácter espacio  
**-ggg** Corresponde al nivel de señal radio (dBm) con el que el T-MOD maestro recibe la trama de respuesta  
**<CR>** corresponde al carácter Retorno de Carro (13h)

Las tramas de Link-Test también pueden generarse con otros programas, como por ejemplo el HyperTerminal de Windows.

## 10 - DIAGNOSTICO REMOTO NO INTRUSIVO

El diagnóstico remoto no intrusivo permite interrogar individualmente y en cualquier momento, a las unidades T-MOD de forma remota y mediante protocolo ModBus RTU, para conocer:

- Nivel de señal radio recibida de la última trama (la de la pregunta): (-dBm)
- Tensión de alimentación: (V)
- Temperatura interna: (°C)
- Alarmas

La unidad acepta preguntas con la función ModBus 03 (Read Multiple Holding Registers) o la función 04 (Read Input Registers) indistintamente. La dirección ModBus del T-MOD corresponde con la *Unit Address* configurada. Para ello se leerán en una misma trama 4 registros (word) a partir de la dirección 0x200C.

Formato de los words de respuesta:

WORD (0x200C): ALARMAS  
b15 - b8 : sin significado  
b7 b6 b5 : ALARMAS DE POTENCIA DIRECTA  
000 --> sin alarma  
001 --> aviso potencia inferior a nominal - 1 dB  
010 --> alarma potencia inferior a nominal - 3 dB  
011 --> alarma potencia mut baja (- 6 dB)  
101 --> aviso potencia superior a nominal + 1 dB  
110 --> alarma potencia superior a nominal + 3 dB  
b4 b3 : sin significado  
b2 b1 : ALARMAS DE TENSION DE ALIMENTACION  
00 --> sin alarma (12 < VALIM < 15 V)  
01 --> alarma VALIM > 15 V  
10 --> aviso 10,8 < VALIM < 12 V  
11 --> alarma VALIM < 10,8 V  
b0 : ALARMAS DE TEMPERATURA  
0 --> sin alarma  
1 --> alarma ( TEMP < -30°C o TEMP > +60°C )  
WORD (0x200D): VALIM (V) = 30 (VALOR LEIDO / 32767)  
WORD (0x200E): TEMP (°C) = (VALOR LEIDO / 252 ) - 30  
WORD (0x200F): RSSI TRAMA RECIBIDA (-dBm) = - VALOR LEIDO

Notas:

- Función disponible para: T-MOD C24+ VHF (V>=1.3); T-MOD C24+ UHF (V>=1.5)  
En un T-MOD configurado como repetidor S&F, la dirección Unit Address debe quedar fuera del rango de direcciones de repetición.

Notas:

- Función disponible para: T-MOD C24+ VHF (V>=1.3); T-MOD C24+ UHF (V>=1.5)
- Para permitir el diagnóstico remoto no intrusivo, debe activarse la función **Enable Link-Test** (mediante la pestaña *Configure/Basic Parameters* del T-MOD Suite)
- El diagnóstico remoto no intrusivo solamente funciona en los modos de T-MOD C24+ terminal configurado como *Operation Mode: Standard o ModBus Repeater*
- En un T-MOD configurado como **ModBus Repeater**, la dirección Unit Address debe quedar fuera del rango de direcciones de repetición.

## **11 – MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

### **11.1 - CONSIDERACIONES DE MANTENIMIENTO PERIODICO**

Todos los equipos radio incorporan referencias de frecuencia basadas en cristal de cuarzo. Estos cristales presentan una deriva en el tiempo (envejecimiento) que, aún siendo muy pequeña, produce el efecto de un progresivo desplazamiento de la frecuencia radio. La corrección de este desplazamiento puede requerir una recalibración eventual del equipo.

Los T-MOD incorporan cristales de cuarzo de referencia de alta calidad y muy baja deriva para asegurar un largo período entre recalibraciones. Este período depende de la severidad de los extremos de temperatura a que se haya visto sometido el equipo pero, en general y para equipos que hayan trabajado dentro de las condiciones normales de temperatura, puede considerarse que no deberán realizarse recalibraciones periódicas para los equipos en VHF y en intervalos superiores a 5 años para los equipos en UHF.

Aparte de las recalibraciones de frecuencia mencionadas, el hardware del equipo no requiere otras operaciones de mantenimiento periódico.

Normalmente el proceso de recalibración se realiza reemplazando el módem en la instalación por uno de repuesto y enviando el sustituido al centro de servicio para su recalibración y la comprobación del mantenimiento de especificaciones.

## **12 – MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

La mayoría de anomalías de funcionamiento pueden corregirse empleando un análisis lógico de la situación. En una estación remota tanto el módem T-MOD como el terminal de datos (RTU) intervienen en las comunicaciones. Aquí, no obstante, se hace referencia únicamente a la detección de anomalías asociadas al módem. Se supone que la RTU no presenta anomalías, está configurada adecuadamente y es interrogada periódicamente desde el master.

### **12.1 - Fallos de comunicación con una única estación remota:**

Se considera que otras estaciones remotas enlazadas al mismo master no presentan fallos de comunicación. Se supone, también, que el T-MOD está configurado de manera adecuada. En caso de duda es mejor verificarlo.

#### **12.1.1 - FALLO CONTINUO**

- Verificar que el T-MOD está alimentado (debe tener el LED ON encendido fijo) y que la tensión está dentro de especificaciones.
  - \* \* Si el LED ON presenta un parpadeo regular muy rápido (10 parpadeos / segundo):
    - Se trata de una alarma. Verificar que la tensión de alimentación está dentro de límites y que la temperatura no es excesiva. Verificar también que el cable de antena y la antena están en buen estado. Retirar la alimentación del T-MOD y desconectar el cable de datos. Conectar la alimentación de nuevo. Si el parpadeo persiste, sustituir el T-MOD. Si no persiste, retirar la alimentación y conectar de nuevo el cable de datos. Dar la alimentación y comprobar durante un tiempo que no hay parpadeo. Si el parpadeo reaparece deberá investigarse la causa (fallo de conexionado en el cable o conectores de datos o fallo del terminal).
- Verificar que la temperatura de la caja del T-MOD y de la fuente (tocándolas) es normal.
- Inspeccionar visualmente el estado del cable de datos y de los conectores y que éstos estén convenientemente fijados a los equipos.
- Verificar mediante el T-MOD Suite (u otro software adecuado) que el T-MOD está configurado adecuadamente (frecuencia de TX y RX, modo de trabajo, velocidades puerto, etc.)

Para seguir con el análisis se necesita que la estación master correspondiente esté activa y realizando pulling y disponer de un T-MOD adicional (de repuesto)

- Medir la señal RSSI del T-MOD. Verificar que su valor está dentro de especificaciones.
  - Si no lo está:
    - Conectar a la antena el T-MOD de repuesto (configurado en el canal de trabajo). Repetir la medida de RSSI y si es correcta indica que el anterior T-MOD está averiado. Si sigue sin ser correcta reinstalar el T-MOD original y seguir.
    - Verificar el cable de antena, los conectores, el estado de la antena y su orientación si es correcta. Sustituir o reparar hasta que la indicación de RSSI sea correcta.
- Verificar que el LED de RXD en el T-MOD está parpadeando (no necesariamente de forma regular)
  - Si no lo está sustituir el T-MOD (está averiado)
- Verificar que el LED de RXD en el equipo terminal está parpadeando (no necesariamente de forma regular)
  - Si no lo está sustituir el T-MOD por el T-MOD de repuesto y ver si parpadea
    - Si parpadea, indica que el anterior T-MOD está averiado
    - Si sigue sin parpadear el problema está en el cable de datos o en el terminal. Reinstalar el T-MOD original
- Verificar que el LED de TXD en el equipo terminal parpadea de tanto en tanto (transmite datos)
  - Si no lo hace, debe tratarse de un problema en el terminal
- Verificar que el LED de TXD en T-MOD parpadea de tanto en tanto (transmite datos)
  - Si no lo hace sustituir el T-MOD por el T-MOD de repuesto y ver si parpadea
    - Si parpadea, indica que el anterior T-MOD está averiado
    - Si sigue sin parpadear el problema está en el cable de datos o en el terminal. Reinstalar el T-MOD original.
- Si el LED de TXD en T-MOD parpadea de tanto en tanto (transmite datos) pero en el centro se sigue sin recibir datos, sustituir el T-MOD por el de repuesto y verificar si ya se reciben datos en el centro.
- Si en el centro se sigue sin recibir datos, reinstalar el T-MOD original y sustituir la fuente. Puede que sea incapaz de mantener la tensión adecuada durante la transmisión del T-MOD (mayor consumo en esta fase).
- Si en el centro se sigue sin recibir datos, sustituir el cable de antena o la antena (pueden estar rotos, contener humedad y/o estar desadaptados).

### 12.1.2 - FALLO INTERMITENTE

Para el análisis se necesita que la estación master correspondiente esté activa y realizando pulling y disponer de un T-MOD adicional (de repuesto)

Puede ser debido a:

- T-MOD con una señal RSSI débil:
  - o Medir la señal RSSI del T-MOD. Verificar que su valor está dentro de especificaciones.  
Si no lo está:
    - Conectar a la antena el T-MOD de repuesto (configurado en el canal de trabajo). Repetir la medida de RSSI y si esta dentro de especificaciones indica que el anterior T-MOD está averiado. Si tampoco lo está, reinstalar el T-MOD original y seguir.
    - Verificar el cable de antena, los conectores, el estado de la antena y su orientación. Si los elementos están bien, puede que deba aumentarse la ganancia de la antena (antena directiva y/o incrementar altura y/o mejorar la orientación).
- T-MOD situado en un entorno con presencia de otras señales interferentes en la banda.
  - o Deberá aumentarse la ganancia de la antena (antena directiva y/o incrementar altura y/o mejorar la orientación).
- Fallos intermitentes de la alimentación eléctrica. Verificar cableados y conectores. Mover los cables para ver si provocan fallos, lo que indicaría algún problema en los mismos.
- Fallos intermitentes en la antena o en el cable de antena. Mover el cable de antena y la antena para ver si provoca fallos. Puede ser debido a ramas u otros objetos que de forma intermitente y movidos por el viento toquen la antena.
- Fallos intermitentes en el cable de datos. Mover el cable para ver si provoca fallos.
- T-MOD instalado en un soporte con vibraciones. Montar el T-MOD en otro soporte o lugar (sin vibraciones).
- Presencia de vehículos altos y con carrocería metálica que aparquen junto a la estación remota y que modifiquen sustancialmente el camino de propagación de las ondas de radio. Si es frecuente, cambiar la antena de sitio o incrementar su altura.
- Vehículos en malas condiciones que generen parásitos electromagnéticos, situados en las proximidades de una estación.
- Equipos emisores de otros sistemas, en malas condiciones y que generen señales espúreas, continuas o esporádicas, a la frecuencia de trabajo del T-MOD.
- Fallos intermitentes en el T-MOD (probar si moviéndolo o golpeándolo ligeramente con la mano se aprecian fallos). En este caso sustituir el T-MOD por el de repuesto.

### 12.2 - Fallos de comunicación simultáneos con muchas estaciones remotas asociadas a una misma estación master:

Se supone que los T-MOD están configurados de manera adecuada

#### FALLO CONTINUO o INTERMITENTE

- Si no comunica con ninguna estación remota seguramente se tratará de un fallo de:
  - Alimentación de la master
  - Pérdida del enlace entre master y centro
  - Antena del master (incluyendo todos los elementos adaptadores y filtros)
  - Fallo de la unidad master
- Si comunica con alguna estación remota seguramente se tratará de un fallo de:
  - Antena a alguno de los elementos asociados (duplexor, filtros, cables, etc.): Verificar dichos elementos
  - Módulo TX de la master (pérdida de potencia) o módulo RX de la master (pérdida de sensibilidad): Sustituir la master o intercambiar módulos (RX por TX y viceversa)

## ANEXOS

### A – Señales DATA COM del T-MOD C24+

Conector: Sub D, 15 contactos, hembra

Nº	Sentido		Nivel RS-232	Señal
	Entrada	Salida		
2	x		x	Entrada datos (TXD) a transmitir RF
3		x	x	Salida datos (RXD) recibidos RF
7				Masa de datos (conectada también internamente al negativo de alimentación, a la caja del equipo y a la masa del conector de antena)
11	x	x		+ D RS-485
12	x	x		- D RS-485

*Nota: Dejar libres los pines no mencionados en la tabla (uso del fabricante)*

### B – Señales del AUX COM del T-MOD C24+

Conector: Sub D, 25 contactos, hembra

Nº	Sentido		Nivel RS-232	Señal
	Entrada	Salida		
4	x		x	Entrada datos RS-232 (RXD) configuración
5		x	x	Salida datos RS-232 (TXD) configuración
7, 8				Masa de datos
20		x		Salida analógica RSSI (Normalizada a 5V). Impedancia de carga >100KΩ
1, 14		x		+ 12V (máximo 100 mA)

*Nota: Dejar libres los pines no mencionados en la tabla (uso del fabricante)*

### C – MEDIDAS EN UNA ESTACION REMOTA T-MOD C24+

#### C.1 - Medida de la potencia de salida:

- Conectar una carga adaptada a la salida de antena del T-MOD capaz de hasta 10 W.
- Activar el TX del equipo mediante el T-MOD Suite (Tools).
- Realizar la medida mediante T-MOD Suite (Analyze). La medida es cualitativa. Precisión:  $\pm 1,5$  dB

#### C.2 - Medida de la relación de ondas estacionarias (ROE o VSWR):

- Conectar un extremo de un medidor de estacionarias, adecuado para la frecuencia de trabajo, a la salida de antena del T-MOD y el otro extremo al cable de antena.
- Activar el TX del equipo mediante el T-MOD Suite (Tools).
- Repetir la medida, pero conectando ahora el medidor de estacionarias entre la antena y el cable de antena, en el caso de que el cable de antena sea largo y/o presente una atenuación importante (> 2 dB). Las pérdidas en el cable podrían haber ocultado en la primera medida una antena defectuosa.
- En ningún caso la ROE deberá exceder 1,5:1

**Atención:** La activación de la transmisión del T-MOD puede provocar interferencias en el resto de la red.

#### C.3 - Medida del nivel de señal recibida (RSSI):

Método 1:

- Conectar un voltímetro entre 20 y 7 de Aux Com (ver apartado 6).

Método 2:

- Mediante T-MOD Suite (Analyze)

#### C.4 - Medida de la temperatura interna del T-MOD:

- Mediante T-MOD Suite (Analyze). Lectura directa en °C.

#### C.5 - Medida de la tensión de alimentación del T-MOD:

- Mediante T-MOD Suite (Analyze). Lectura directa en V. En caso de duda, verificar con un voltímetro en el conector de alimentación.

#### C.6 - Medida del error de frecuencia del T-MOD:

- Conectar mediante un atenuador un frecuencímetro de precisión (+/- 0,01 ppm) a la salida de antena y una carga adaptada de 50  $\Omega$  capaz de 10 W.
- Activar el TX del equipo mediante el T-MOD Suite (Tools).
- Leer la frecuencia y calcular el error.

Nota: El frecuencímetro y el T-MOD deberán alimentarse con anterioridad un tiempo suficiente para asegurar que están estabilizados antes de realizar la medida.

## D – PROTOCOLOS

El T-MOD C-24+ es compatible con casi todos los protocolos de baja velocidad empleados por los autómatas industriales (PLC) más comunes. También con la mayoría de protocolos empleados en la transmisión de señales de telesupervisión y telecontrol en redes de suministro eléctrico, gas, agua y alarmas.

Algunos de los protocolos más comunes:

- **ALLEN-BRADLEY:** DF1; DH485
- **MOELLER:** LADDER
- **OMRON:** HOST-LINK; ASCII; PCLINK; Pantallas táctiles
- **SIEMENS:** SINAUT; AS511; MODBUS; FREEPORT; ES-235 TERMINAL
- **TELEMECANIQUE:** UNITELWAY; MODBUS
- **IEC 870-5-101:** RTU's de control de redes eléctricas, gas y agua.

El T-MOD C-24+ es compatible con casi todos los protocolos de baja velocidad empleados por los autómatas

## E – VERSIONES FIRMWARE DE LA UNIDAD T-MOD C24+

### V1.0

- Primera versión para el nuevo modelo T-MOD C24+

## F – ACTUALIZACIÓN LOCAL DEL FIRMWARE

- Para actualizar el firmware de una unidad T-MOD deberemos proceder a conectarnos localmente al puerto AUX COM mediante el cable de configuración.
- Abriremos la aplicación T-MOD Suite y configuraremos el puerto adecuado del PC a 9600 bps 8N1, de igual forma que si procediésemos a realizar una configuración de la unidad. Una vez en **Configure** seleccionaremos la pestaña **Special Operations** y mediante **Browse** escogeremos la versión adecuada del nuevo firmware, que es un fichero del tipo: '**T-MOD\_MLU\_C24+\_NO\_SECURE\_Vxx\_xxxx.HBK**'.
- Una vez realizada la selección, realizar un **Send**. Se abrirá una ventana donde se informa de la versión de firmware actual del equipo. Seleccionar en **Frame Size** el valor 240 y realizar un **Start** para iniciar la transferencia del nuevo firmware y la ejecución final de la actualización.
- Una vez terminado el proceso realizar un **Close** y pasar a la pestaña **Basic Parameters** y realizar un **Read** para verificar la correcta actualización del firmware.

## G – DIRECCIONES DE INTERES

- Teléfono de asistencia técnica de Farell Instruments S.L.: **+34 902 305 304** (\*)
- Dirección de correo electrónico de asistencia técnica de Farell Instruments S.L.: **tech@farell-i.com**

(\*) *En función del tipo de consulta o su complejidad, la asistencia telefónica puede no ser gratuita.*

## H - CARACTERISTICAS TECNICAS: T-MOD C24+

### Puerto de datos (DATA COM):

- Conector: DB15 hembra
- Puerto serie con interfase tipo RS-232 y RS-485
- Velocidad: 1200, 2400, 3600, 4800, 9600, 19200, 38400 bps
- Formatos de carácter: 7E1; 7O1; 7M1; 7S1; 7N2; 7E2; 7O2; 7M2; 7S2; 8N1; 8E1; 8O1; 8M1; 8S1; 8N2
- Control de flujo: Ninguno (automático)
- Latencia: Tiempo entre bit start primer carácter en TXD de T-MOD emisor, a bit start primer carácter recibido en RXD de T-MOD receptor: 45 mS
- Longitud máxima de trama: 2047 caracteres
- Duración máxima transmisión radio continua: Configurable (función de seguridad)
- Protocolo: Libre. Totalmente transparente

### Funcionamiento:

- Semiduplex con 1 ó 2 frecuencias radio

### Radio:

- Bandas: VHF o UHF (canalización de 12,5 KHz)
- Frecuencias configurables (800 canales).
- Potencia de salida configurable: de 0,1W a 5 W, en 7 pasos
- Impedancia de antena: 50  $\Omega$
- Sensibilidad RX datos:  $\geq -112$  dBm para BER =  $1 \times 10^{-6}$
- Estabilidad de frecuencia:  $\pm 1$  ppm (de -30 °C a +60 °C)
- Envejecimiento:  $\leq 1$  ppm el primer año (menor en años sucesivos)
- Modulación: SIN FMSK

### Rango de temperaturas de trabajo:

- Normal: de +15 °C a +35 °C
- Máximo: de -30 °C a +60 °C

### Alimentación y consumo:

- Alimentación: 12 VCC (de 10,8 V a 15,6 V)(negativo a masa)
- Consumo en RX a 12 VCC: típico 150 mA
- Consumo en TX 5 W a 12 VCC: Inferior a 2 A (típico 1,5 A)

### Medidas y peso:

- T-MOD Remoto en caja de aluminio inyectado y pintada: 200 x 175 x 58 mm; 1,25 Kg aprox.

### Normativa:

- Radio: ETS EN 300 113-2
- EMC: ETS EN 301 489-5
- Seguridad eléctrica: UNE-EN 60950

### Otros:

- Puerto auxiliar AUX COM tipo DB25 hembra
- Salida analógica normalizada RSSI (0 a 5 VCC). Tensión proporcional al nivel de señal de radio recibido (medida logarítmica en dBm).
- Local Load: Permite la actualización de firmware y carga de opciones a través del puerto AUX. COM
- Analyze: Permite el diagnóstico local del T-MOD a través del puerto AUX. COM
- Echo Test: Permite realizar el test autónomo de un enlace Master – Remota – Master

### Opciones:

- **Repetidor ModBus:** Permite realizar funciones de repetidor tipo 'almacena –retransmite' sin cambio de frecuencia para protocolos con direccionamiento por carácter: ModBus, etc. Redes repetidoras en Cascada y en Estrella.
- **Repetidor Universal:** Permite realizar funciones de repetidor tipo 'almacena –retransmite' sin cambio de frecuencia para cualquier protocolo. Redes repetidoras en Cascada.
- **Link-Test:** Permite ser interrogado desde un T-MOD remoto para conocer la calidad del enlace (RSSI) así como su tensión de alimentación y otros datos.
- **Opción Modo Retardado:** Permite al T-MOD velocidades de puerto superiores a 2400 bps para protocolos con detección de fin de trama por tiempo como ModBus RTU.

*Nota: Estas especificaciones corresponden a las del equipo en el momento de la realización de este manual y están sujetas a modificación sin previo aviso. Es responsabilidad del comprador confirmar dichas especificaciones. Los datos de características corresponden a valores típicos de los equipos.*

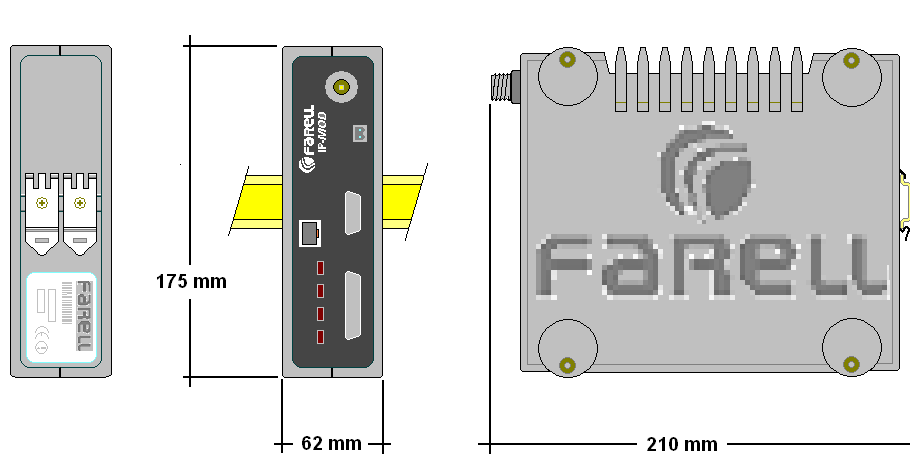
## I – OPCIONES DE MONTAJE

### **Estandar: Montaje vertical en raíl DIN**

Se suministran 2 clips DIN. Deben atornillarse los clips en la parte posterior. Se recomienda que el raíl esté sujeto a la placa de montaje en puntos cercanos a donde se va a colgar el módem para evitar que flexe (el T-MOD pesa unos 1,26 Kg y su centro de gravedad estará a unos 110 mm del raíl). Deben quedar libres unos 10 cm entre la parte frontal del módem y la tapa del armario para permitir la conexión de los conectores de alimentación, datos y antena.

Para sujetar el módem en el raíl, insertar primero la parte superior de los clips en el raíl con el módem ligeramente inclinado hacia arriba y finalmente insertar la parte inferior.

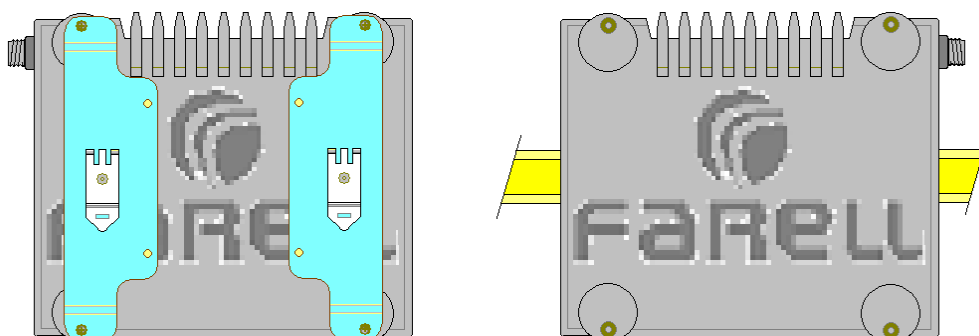
Para extraer el módem del raíl, levantar la parte inferior delantera del módem para liberar la parte inferior del clip en el raíl.



### **Opción A: Montaje lateral en raíl DIN**

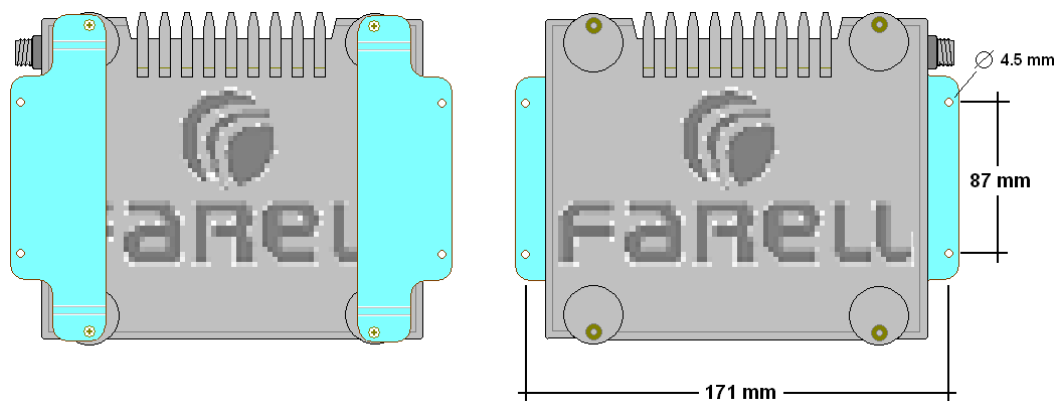
Es necesario el kit de montaje opcional: TMOD-JSPRD kit.

Para colgar o descolgar el modem del raíl, seguir la misma técnica explicada en el montaje estandar.



**Opción B: Montaje lateral atornillado sobre placa de montaje**

Es necesario el kit de montaje opcional: TMOD-JSPRD kit.



## J - DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD<sup>1, 2</sup>

### DECLARACION DE CONFORMIDAD

Nombre del suministrador: FARELL Instruments, S.L.  
Representado por D. José Luis Prieto Sáenz  
Documento de identificación B-58834797  
Dirección: Telemática, 17  
Pol. Ind. La Ferreria  
08110 Montcada i Reixac (BARCELONA - ESPAÑA)  
Teléfono/ Fax: (+34) 902 405 404 / (+34) 93 572 52 60

Declaramos bajo nuestra exclusiva responsabilidad la conformidad del producto:

Descripción: Transmisor/Receptor de datos  
Fabricante: FARELL Instruments S.L.  
País de fabricación: ESPAÑA  
Marca: FARELL INSTRUMENTS  
Modelo: T-MOD C24+  
Denominación comercial: T-MOD C24+ CLASSIC SERIES

al que se refiere esta declaración, con las normas:

Uso del espectro radioeléctrico: ETSI EN 300 113 - 2  
Compatibilidad Electromagnética: ETSI EN 301 489 - 05  
Seguridad Eléctrica: UNE-EN 60950


de acuerdo con las disposiciones de la Directiva 99/05/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 1999, transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 1890/2000, de 20 de noviembre de 2000.

Barcelona, 18 de Setiembre de 2009



D. José Luis Prieto Sáenz

Director Departamento de I+D Telecomunicaciones

<sup>1</sup>  Equipo radiotransmisor cuyo uso no está armonizado en la Unión Europea - es decir, las frecuencias legales de operación pueden variar de un estado de la UE a otro. El equipo de radio ha de operar dentro de las bandas de frecuencia previstas por la legislación de cada país de la Unión Europea y su utilización debe estar amparada por las correspondientes concesiones de dominio público radioeléctrico y del servicio.

<sup>2</sup> FARELL Instruments S.L. declara, bajo su responsabilidad, que este aparato cumple con lo dispuesto en la Directiva 99/05/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 1999, transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 1890/2000, de 20 de noviembre.