



## Radio-Módem

# T-MOD C48+ Lite



Manual de Instalación,  
Configuración y Operación  
(Incluye Mantenimiento)

V1.1

## INDICE

	Página
1 – INTRODUCCIÓN .....	4
2 – LA UNIDAD T-MOD C-48+ .....	5
2.1 – Conectores: Datos y Configuración .....	5
2.2 – Indicadores Luminosos LED .....	5
3 – TOPOLOGIAS MAS COMUNES .....	6
4 – INSTALACIÓN .....	7
4.1 – Ubicación del T-MOD .....	7
4.2 – Conexión de Datos .....	8
4.2.1 – Cableado .....	8
4.2.2 – Caso Especial: Estación Maestra con Unidades Locales de Datos .....	9
4.2.3 – Unidades de datos (RTU) con puerto RS-485 ó RS-422 .....	9
4.3 – Antena: Instalación y Conexionado .....	10
4.3.1 – Agrupación de Antenas .....	11
4.3.2 – Antenas de Pruebas .....	11
4.4 – Alimentación: Requisitos de la Fuente y Conexión .....	12
5 – CONFIGURACION .....	13
5.1 – Configuración Básica: Modo de Operación (Peer-to-Peer; Master; Slave; Repetidor FC-S&F); Frecuencia Radio; Potencia; Puerto de Datos (Velocidad; Formato; Modo Control; Retardo); etc. ...	14
5.2 – Configuración Avanzada: Detección de Fin de Trama (EOF); Nivel de Red; Código de Red; Rango Direcciones Repetición SF-S&F; etc. ....	19
5.3 – Transferencia de la configuración al T-MOD .....	21
6 – EJEMPLOS DE CONFIGURACION DE REDES BASICAS (Sin repetidores) .....	22
6.1 – Red Peer to Peer (todos contra todos).....	22
6.2 – Red Master - Slave (maestro – esclavos).....	23
7 – EJEMPLOS DE CONFIGURACION DE REDES CON REPETIDORES .....	24
7.1 – Red con repetidores Store & Forward .....	25
7.1.1 – Configuración unidades T-MOD repetidor .....	25
7.1.2 – Configuración resto unidades T-MOD .....	25
7.1.3 – Ejemplos .....	26
7.1.4 – Diagnostico remoto .....	27
7.2 – Red con repetidores Back-to-Back 1C .....	28
7.3 – Red con repetidores Back-to-Back 2C .....	29
7.3.1 – Conexionado de una estación repetidor .....	29
7.3.2 – Configuración unidades T-MOD repetidor .....	30
7.3.3 – Configuración resto unidades T-MOD .....	30
7.3.4 – Ejemplos .....	31
7.3.5 – Diagnostico remoto .....	32
8 – PUESTA EN MARCHA .....	32
8.1 – Test de Eco (mediante puente en T-MOD remoto).....	32
8.2 – Test de Transmisión: Medida de Potencia y ROE .....	34
8.3 – Diagnóstico Local ( <i>Analyze</i> ) .....	35
8.4 – Salida RSSI .....	36
8.5 – Orientación de Antenas .....	36
8.6 – Nivel de Señal Mínimo de Recepción .....	36
9 – DIAGNOSTICO REMOTO (Intrusivo) .....	36
9.1 – Activación del Modo Diagnóstico Remoto .....	37
9.2 – Test de Eco (sin puente en T-MOD remoto).....	38
9.3 – Diagnóstico Remoto en Redes con Repetidores FC-S&F .....	38
9.4 – Diagnóstico Remoto en Redes con Repetidores Back-to-Back (1C y 2C) .....	40
9.5 – Reconfiguración de un T-MOD de centro a través de su DATA COM .....	40

## INDICE (Continuación)

	Página
10 – DIAGNOSTICO REMOTO ModBus RTU (no intrusivo) .....	<b>40</b>
11 – MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	41
11.1 - Consideraciones de Mantenimiento Periódico .....	41
12 – MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	42
12.1 - Fallos de Comunicación con una Estación Remota .....	42
12.1.1 - Fallo continuo .....	42
12.1.2 - Fallos intermitentes .....	43
12.2 - Fallos de Comunicación simultáneos Estaciones Remotas - Master .....	43
 ANEXOS .....	 44
A – Señales del Data Com T-MOD C48+ .....	44
B – Señales del Aux Com T-MOD C48+ .....	44
C – Compatibilidad del T-MOD C48+ (carátula naranja) con el T-MOD C48 (carátula negra) .....	44
D – Medidas en una Estación Remota T-MOD .....	45
D.1 - Medida de la potencia de salida .....	45
D.2 - Medida de la relación de ondas estacionarias (ROE o VSWR) .....	45
D.3 - Medida del nivel de señal recibida (RSSI) .....	45
D.4 - Medida de la temperatura interna del T-MOD .....	45
D.5 - Medida de la tensión de alimentación del T-MOD .....	45
D.6 - Medida del error de frecuencia del T-MOD .....	45
E – Protocolos .....	45
F – Longitud máxima de las tramas de datos .....	45
G – Versiones firmware de la unidad T-MOD .....	45
H – Actualización del firmware de una unidad T-MOD .....	46
I – Ejemplos de velocidad de transferencia de datos mediante protocolo ModBus RTU .....	46
J – Direcciones de interés .....	46
K – Características Técnicas .....	47
<b>L – Opciones de montaje</b> .....	<b>48</b>
M – Declaración de Conformidad .....	50

## **1 - INTRODUCCION**

En este manual se describe la instalación, configuración y puesta en marcha de redes con el radiomódem **T-MOD C48+ Lite**. Para cualquier duda consulten a su proveedor.

El **T-MOD C48+ Lite** es la versión baja y media potencia del conocido radio-módem T-MOD C48+ y es totalmente compatible con él. En el puerto de datos **se ha modificado el conector para facilitar la conexión (ahora es por tornillo) y se ha aislado el puerto respecto a la alimentación, masa y antena del radiomódem, para aumentar la resistencia frente a descargas atmosféricas y a posibles diferencias de potencial de tierra entre el radiomódem y el equipo de datos conectado (DTE).**

El T-MOD C48+ Lite proporciona una velocidad de datos radio de 4800 bps y un tiempo de conmutación entre transmisión y recepción (TX/RX) extremadamente corto. Es apropiado para la comunicación con protocolos tipo half-duplex y su comportamiento es totalmente transparente. Es adecuado para sistemas de control donde la distancia entre estaciones sea grande o haya una orografía complicada. La comunicación mediante T-MOD no necesita que haya alcance visual entre las estaciones.

La configuración y puesta en marcha de una red T-MOD es enormemente simple gracias a las funciones incorporadas en los T-MOD y a la aplicación T-MOD Suite Installer suministrada (entorno Windows). No son necesarios otros equipos de medida.

El T-MOD C48+ Lite opera como si se tratase de un enlace vía cable (RS-232 o RS-485) entre equipos, con la única diferencia de unos mS de retardo añadido a cada trama de datos. Normalmente la implementación de una comunicación por radio entre equipos mediante T-MOD C48+ 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 directo. Como opción puede suministrarse con un puerto adicional tipo RJ-45 para operar con ModBus TCP-IP.

El T-MOD C48+ Lite es un equipo robusto y fiable, especialmente indicado para redes profesionales donde se exige una máxima calidad de servicio.

### **Características Destacadas**

- 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: 4.800 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 muy pequeño a las tramas: < 23 mS
- Control de flujo Automático (sin señales de control)
- Velocidad del puerto de datos configurable: 1.200 bps a 115.200 bps
- Subbandas en VHF & UHF hasta 950 MHz, uso libre o con licencia
- Potencia radio fija (2 versiones): 0,5 W o 2 W
- Alta sensibilidad: > -107 dBm @ BER  $1 \times 10^{-6}$
- Alta fiabilidad, robustez y amplio margen de temperatura (-30°C a +60°C)
- Función repetidor integrada (T-MOD Lite C48+ 2 W)
- Opción conector RJ-45 para protocolo ModBus TCP-IP
- Soportes para fijación en pared y raíl DIN
- Fácil configuración. Diagnóstico y (re)configuración local y remota
- Pruebas integradas de test de comunicaciones y medidas de calidad del enlace

## 2 – LA UNIDAD T- MOD C48+



### 2.1 - CONECTORES

**DATA COM:** Puerto de datos tipo RS-232 y RS-485. Conector enchufable de 5 pines. Conexión por tornillo. Aislado: 1.600 VCC.

**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:**

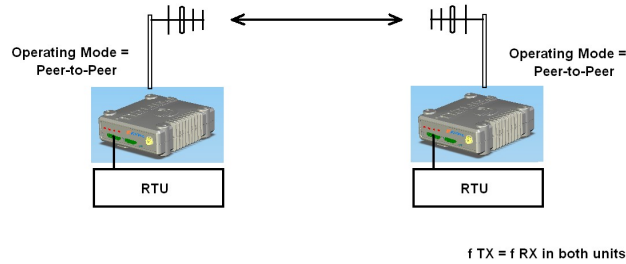
- Encendido fijo : condición normal de trabajo
- Con parpadeo lento (1 encendido/apagado cada segundo): Indica que se están efectuando operaciones de Diagnóstico Remoto al módem. No debe apagarse mientras esté en este estado.
- Con parpadeo muy rápido (10 encendidos/apagados cada segundo). Indica alarma por:
  - Junto con LED TXD indica exceso de tiempo en TX RF (es configurable). El modem se restablece automáticamente a los 5 minutos.
  - Tensión de alimentación fuera de rango (Rango: de 10,2V a 14,4V)
  - Temperatura interna fuera de límites: (Rango: -30°C a +60°C)

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

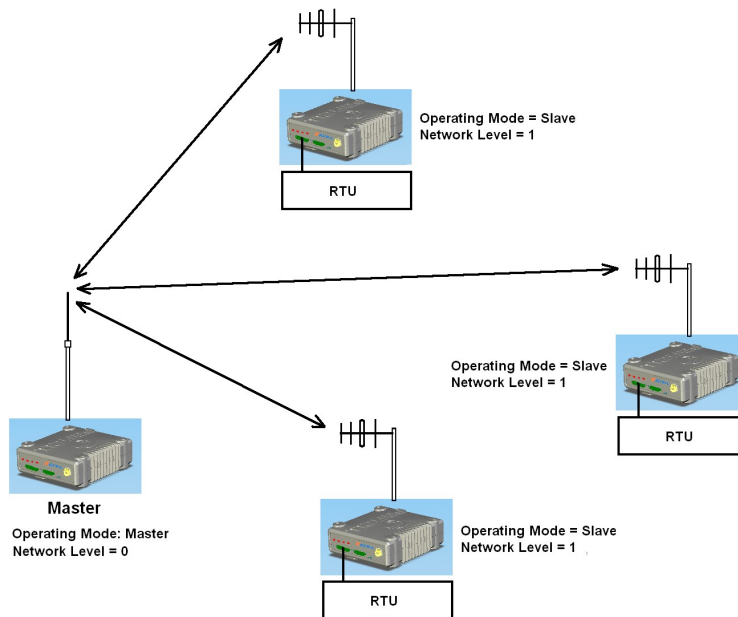
**TXD:** Entrada de datos serie al T-MOD (Emisión de datos RF)

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

### 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 C48+ Lite

Pautas a seguir :

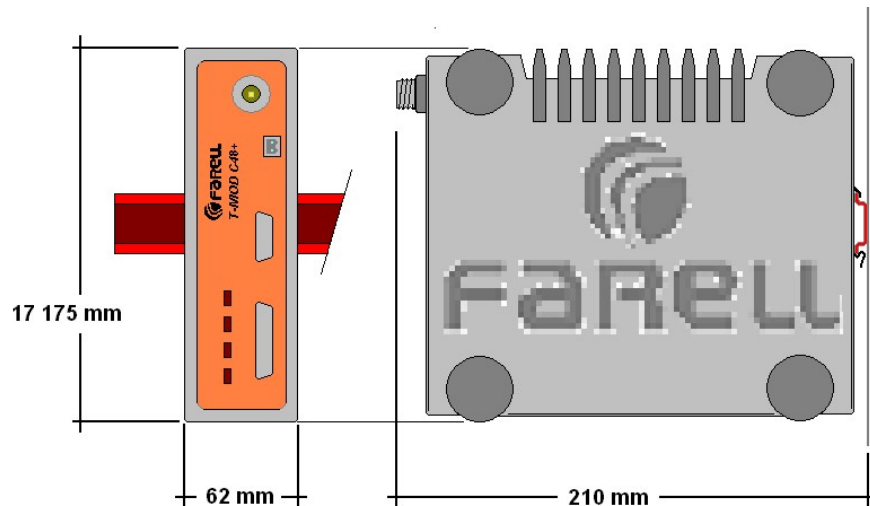
- Deberá instalarse en un lugar **libre de vibraciones** y no sujeto a radiación solar ni a temperaturas extremas.
- Deberá instalarse en un lugar seco, limpio y fuera de la acción de gases corrosivos, salpicaduras de agua o polvo excesivo.
- Se dejará un espacio libre sobre el equipo para permitir su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

La unidad T-MOD C48+ Lite 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 C48+ instalado en raíl DIN*

Ver Anexo L (pag. 48) para otras opciones de montaje.

***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

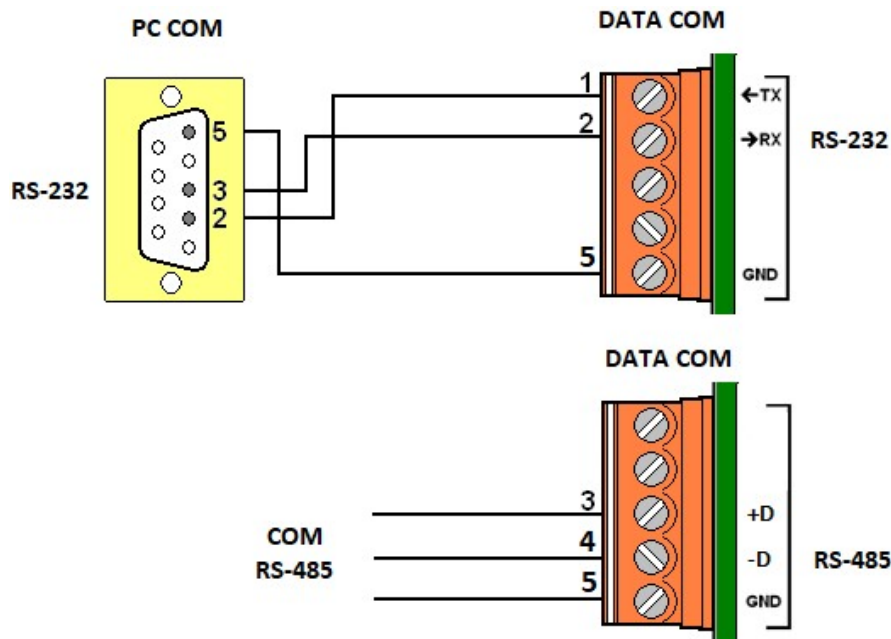
Para el conexionado del T-MOD C48+ Lite en la instalación deberán seguirse las siguientes pautas:

### 4.2.1 – CABLE DE DATOS

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).



- 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.
- La longitud máxima de una conexión RS-485 no superará los 1000 m.
- El aislamiento incorporado al puerto de datos permite interconexiones RS-485 entre el radiomodem y el equipo de datos a distancias grandes (>20 m) y/o no conectados al mismo tierra, disminuyendo la posibilidad de averías debidas a corrientes parásitas entre los equipos por tormentas, corrientes de derivación a tierra u otras causas.
- Debido a las velocidades de datos empleadas, no es necesario añadir resistencias de terminación en el interfase RS-485.
- No conectar ni desconectar los cables de datos con los equipos encendidos.

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

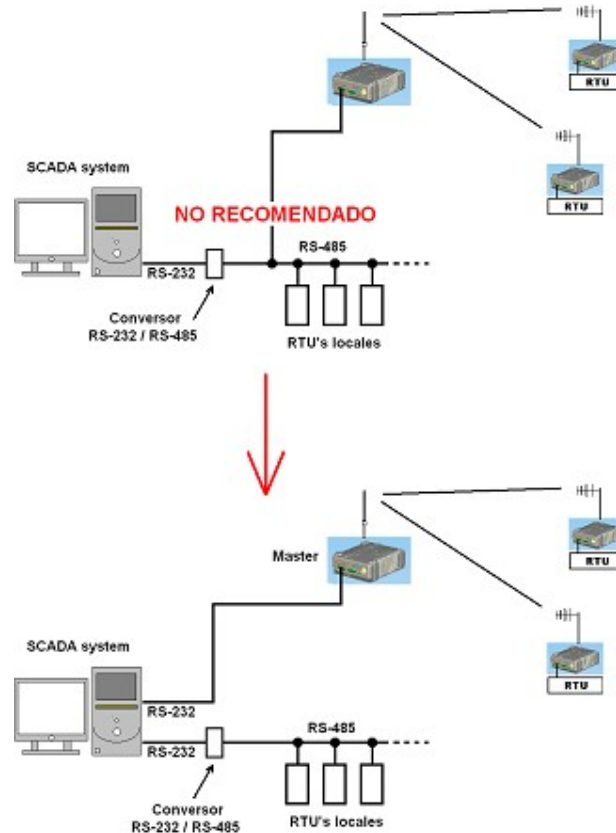
A veces una unidad maestra tiene estaciones de datos remotas a través de enlace radio y también tiene estaciones de datos locales enlazadas por cable.

En estos casos **no es recomendable** 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 serían transmitidas por radio.

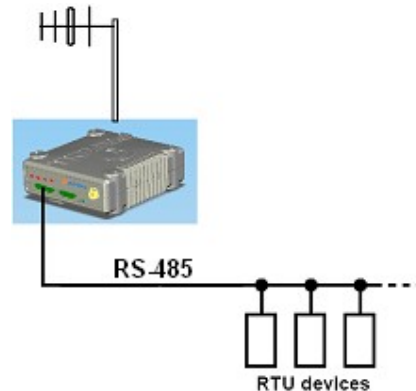
Además, puede provocarse contención de datos si, después de la recepción de una respuesta de una unidad local, existe una siguiente pregunta inmediata de la maestra a otra estación de datos (local o remota). Si la maestra fuese un SCADA una posible solución, para evitar esto, sería añadir un tiempo de 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. El control de flujo es automático.



### 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*

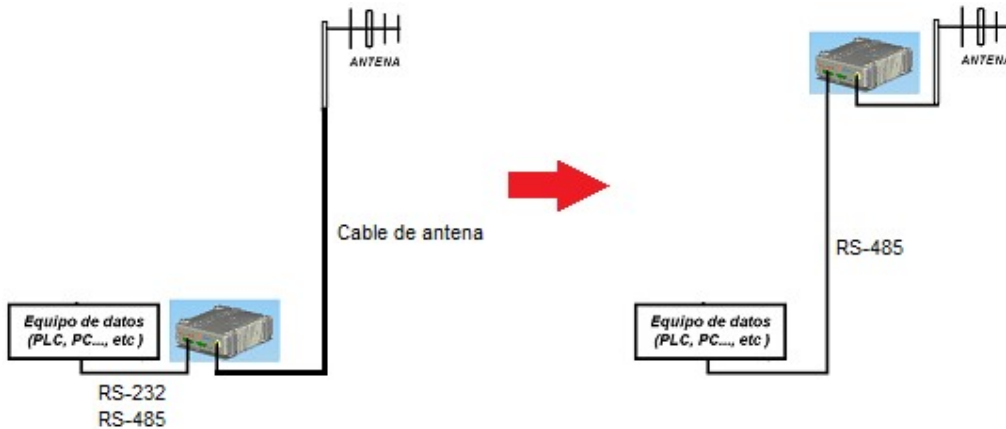
- Se recuerda que a cada 3 dB de atenuación la señal queda reducida a la mitad.

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 2W, habrá aproximadamente 1 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.



- El aislamiento incorporado del puerto de datos 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

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 entre ellas
- , orientación, ganancia,..)
- Potencias transmitidas
- Frecuencias empleadas
- Tipos de servicio

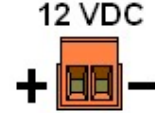
Es importante prever posibles efectos perjudiciales mutuos debidos a desensibilización, bloqueos e interferencias. Puede ser necesario incrementar distancias entre antenas, separar frecuencias, insertar cavidades de filtro, etc. En caso de duda, consultar.

#### 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 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 C48+ Lite: 12 VCC -15% +20 %).
  - Corriente de salida: Hasta 1 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.
- 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. Emplear fuentes de calidad contrastada.**

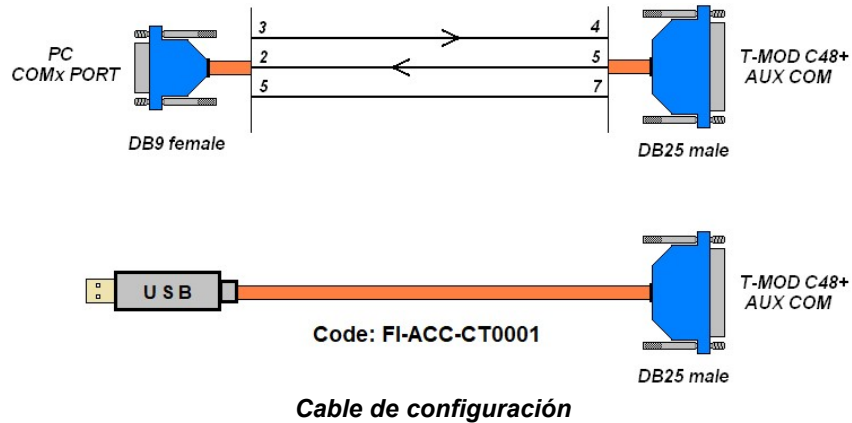
- La sección del cable de alimentación debe ser la adecuada a la corriente máxima de la unidad. La longitud deberá ser lo menor posible para evitar pérdidas.
- Verificar con un voltímetro la correcta polaridad del conector de alimentación antes de conectarlo al T-MOD.
- El T-MOD incorpora una protección 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:**

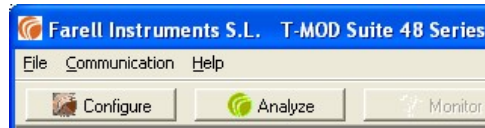
**El negativo de la alimentación está conectado internamente a la caja metálica del T-MOD y a la masa de la antena. El puerto de datos está aislado.**

## 5 - CONFIGURACION T-MOD

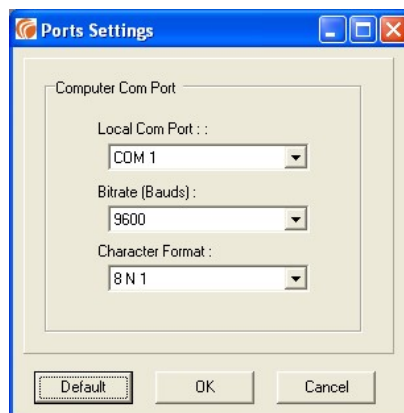
Se configura mediante la aplicación **T-MOD Suite Installer** y el cable de configuración Farell de código FI-ACC-CT0001 para USB o un cable para RS-232 realizado por el propio usuario (ver figura). Se conectará entre el PC y el puerto AUX COM del T-MOD.



Se creará una carpeta T-MOD Suite y se copiará el software T-MOD Suite Installer suministrado. Leer el fichero *LEEME.TXT* para realizar la instalación. Se creará un enlace del fichero TMOD.EXE en el escritorio. Se dará alimentación al T-MOD y se arrancará el T-MOD Suite.

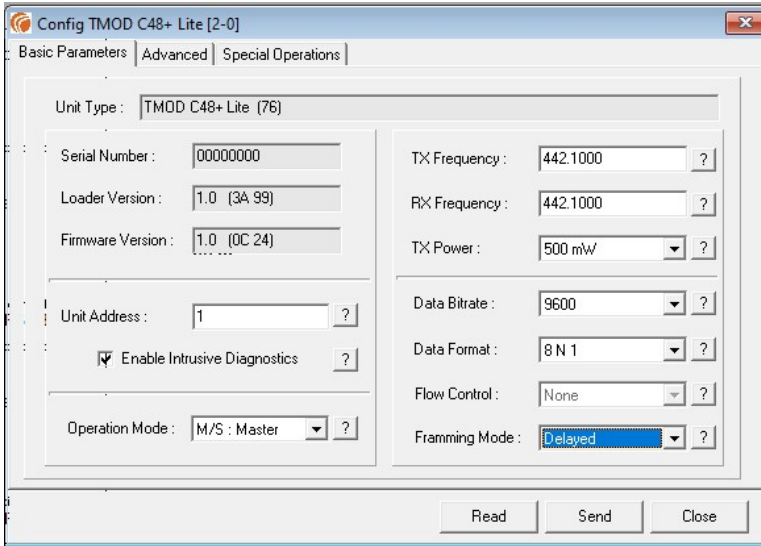


Como primer paso y entrando en la pestaña *Communication* configuraremos los parámetros de comunicación entre el PC y el T-MOD, seleccionando el número de COM adecuado y el Bitrate y el *Character Format* según figura.



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

## 5.1 – CONFIGURACION BASICA DEL T-MOD C48+



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

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

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

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

**Unit Address:** Dirección del equipo. Se emplea únicamente en funciones de Diagnóstico Remoto. Para ello cada T-MOD debe tener una dirección única en la red. La dirección de un T-MOD tiene dos campos, la Unit Address (parámetros básicos) y la Extended Address (parámetros avanzados). La Extended Address normalmente es 0 y solamente se le da otros valores en redes con más de 255 unidades T-MOD. La Unit Address admite valores desde 1 a 255

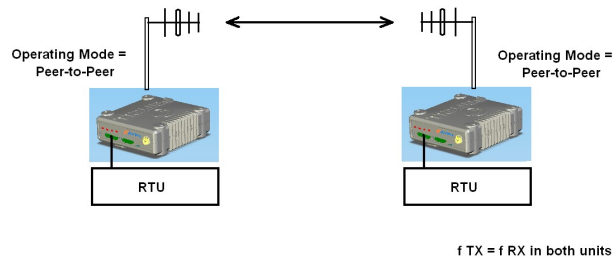
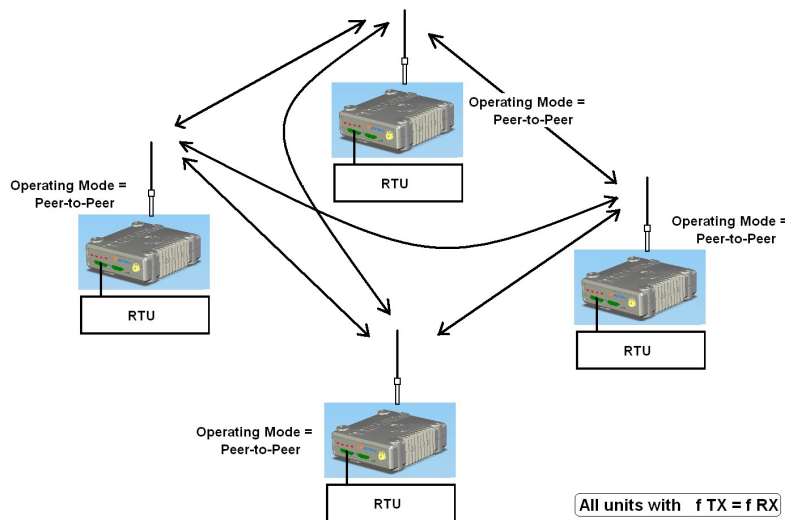
**Enable Intrusive Diagnosis:** Activa o desactiva la posibilidad de que el T-MOD entre en modo Diagnóstico Remoto (intrusivo). Cuando entra en Diagnóstico Remoto (mediante una orden recibida a través de radio y emitida desde el T-MOD configurado como Master o desde cualquiera en una red Peer-To-Peer) se puede: Reconfigurar, actualizar el firmware, monitorizar (nivel de señal del enlace, temperatura, tensión de alimentación, etc.), realizar tests de eco, etc..

Las funciones de Diagnóstico Remoto pueden usarse con las unidades T-MOD configuradas en modo de operación: **Master**, **Slave** o **S&F Repeater**. También en las configuradas en modo de operación **Peer To Peer**.

Si se emplean repetidores S&F, las direcciones Unit Address de todas las unidades T-MOD que estén detrás de un repetidor deben estar dentro del rango de direcciones a repetir del repetidor (como si se tratase de unidades de datos). La Extended Address de los T-MOD que queden detrás de repetidores FC-S&F se recomienda que sea 0.

**Operation Mode:** Modo de operación del T-MOD

**Peer To Peer :** Este es el modo básico. 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. Todos los T-MOD de la red deben trabajar en el modo Peer-to-Peer y el parámetro Network Level (parámetro avanzado) de todos ellos debe ser 0.


**Ejemplo de una red Peer-to-Peer con 2 unidades**

**Ejemplo de una red Peer-to-Peer con 4 unidades**

**Operation Mode:** (continuación)

**M/S : Master :** Los datos transmitidos por un T-MOD en modo Master son recibidos por todos los T-MOD en modo Slave de la red y los datos transmitidos por cualquier Slave sólo son recibidos por el Master. El parámetro Network Level (parámetro avanzado. Ver 5.2) del Master debe ser 0. La estructura de una red Master/Slave es de tipo jerárquico en la que puede haber varios niveles si se emplean repetidores del tipo FC-S&F (sin cambio de frecuencia). En una red del tipo Master/Slave sin repetidores Back-to-Back, sólo puede haber una unidad T-MOD declarada como Master. En redes con repetidores Back-to-Back también deben configurarse como Master las unidades de repetidores Back-to-Back que comunican en sentido 'aguas abajo'.

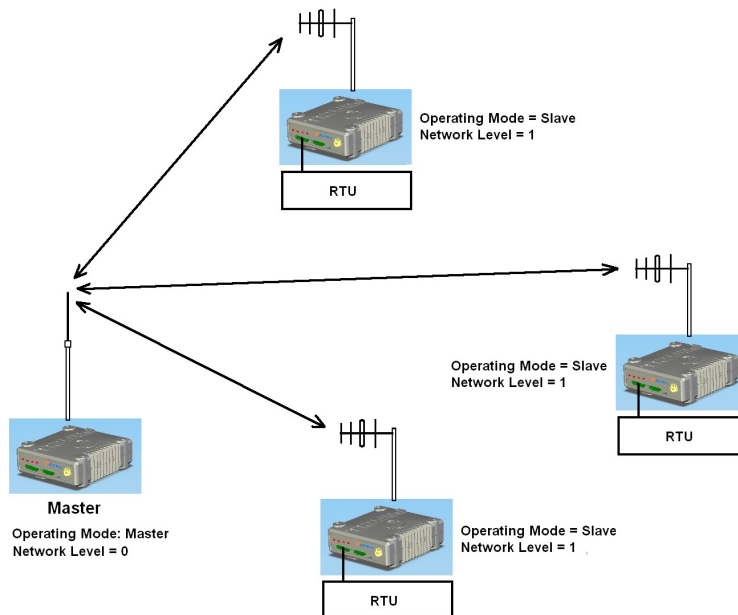
**M/S : Slave :** Modo en el que deben estar configurados los T-MOD asociados a un T-MOD en modo Master.

El parámetro Network Level (parámetro avanzado) de los Slave debe ser 1 si no pasa a través de repetidor.

Si un T-MOD Slave está asociado a un repetidor tipo FC-S&F, su Network Level deberá ser igual al Network Level +1 del repetidor inmediato con el que comunica.

Si un T-MOD Slave está asociado a un repetidor tipo Back-to-Back, su Network Level deberá ser igual 1.

También deben configurarse como Slave las unidades de repetidores Back-to-Back que comunican en sentido 'aguas arriba'. Su Network Level será igual a 1.



**Ejemplo de una red Master-Slave con 1 unidad Master y 3 unidades Slave**

### Operation Mode: (continuación)

**FC-S&F Repeater:** (T-MOD C48+ Lite 2W) Un T-MOD configurado en este modo se comporta como un T-MOD configurado en modo Slave que, además, realiza funciones de repetidor sin cambio de frecuencia en modo 'memoriza y retransmite' (Store & Forward). Cada trama recibida vía radio es almacenada y analizada y si cumple determinados requisitos, es re-emitada. Como cualquier Slave, permite la conexión local de unidades de datos en su puerto de datos.

Mediante el empleo de repetidores FC-S&F puede ampliarse la cobertura radio de una red sin necesidad de consumir canales radio (nuevas frecuencias). Cualquier unidad T-MOD Slave remota asociada a una unidad de datos RTU puede también configurarse para actuar de unidad repetidora FC-S&F (una unidad configurada FC-S&F es también Slave).

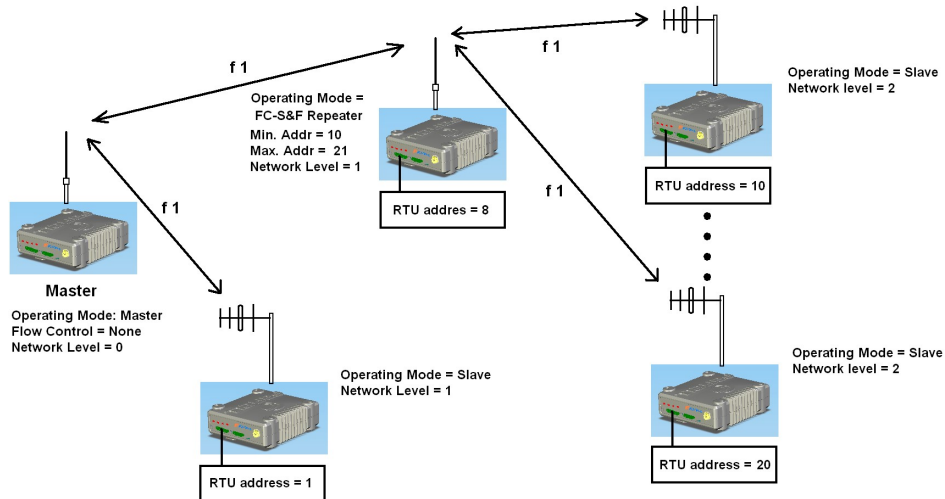
Mediante repetidores FC-S&F pueden crearse complejas redes de forma simple, decidiendo cual es el camino a seguir por cada trama de datos hasta llegar a su destino.

Los repetidores FC-S&F son compatibles con los protocolos basados en direccionamiento por el primer carácter de trama: Por ejemplo ModBus RTU y muchos otros.

### Principio de funcionamiento de un repetidor FC-S&F

En una red T-MOD con repetidores FC-S&F, las tramas radio están marcadas con un indicador de sentido (del master hacia las remotas: Downstream; o de las remotas hacia el Master: Upstream). También están marcadas con un indicador del Nivel de Red de la trama. A cada salto por repetidor FC-S&F, el nivel se modifica. Un repetidor FC-S&F analiza las tramas que recibe marcadas con sentido Downstream o Upstream de sus niveles de red contiguos para, mediante el análisis de la dirección de la trama, proceder a su retransmisión o no. Cada unidad T-MOD configurada como repetidor FC-S&F, dispone de un segmento de direcciones de trama, limitado por una dirección mínima y una dirección máxima, que debe proceder a retransmitir.

Las tramas que un T-MOD repetidor FC-S&F recibe, en sentido Upstream, no producen salida local de datos a través de su puerto Data Comm.



### Ejemplo de una red Master-Slave con 1 repetidor FC-S&F

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

**TX Power:** Potencia de TX. No es configurable. Existen dos modelos con potencias de 0,5W y 2W respectivamente.

**Data Bit Rate:** Velocidad del puerto de datos configurable: 1.200, 2.400, 3.600, 4.800, 9.600, 19.200, 38.400, 57.600, 115.200 bps. Por defecto 4.800 bps aunque puede trabajar sin problemas a velocidades menores y mayores. El T-MOD emplea un buffer interno para adaptar la diferencia de velocidades entre la del puerto y la de radio. Es posible también, en una misma red, configurar cada T-MOD 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 4.800 bps, el Framming Mode deberá configurarse en Standard. Para velocidades de puerto iguales o mayores de 9.600 bps se recomienda configurar el Framming Mode en modo Delayed (ver Framming Mode).

Consideraciones sobre **la longitud máxima de la trama de datos**: Limitada a 1023 caracteres en cualesquiera de los modos.

**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).

**Flow Control:** None.

Es automático. Cuando la RTU necesita transmitir datos simplemente los envía al T-MOD. El T-MOD, con el inicio del primer carácter recibido de la RTU, arranca la secuencia de transmisión. El T-MOD dispone de un buffer interno que permite la inmediata aceptación de datos. El T-MOD continua con la transmisión hasta que ha transmitido todos caracteres recibidos y se cumple la condición de *Data EOF* (ver 5.2).

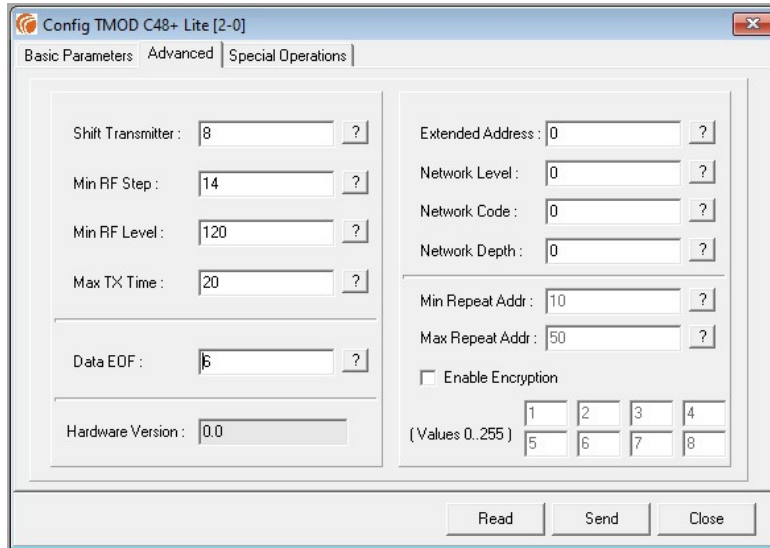
**Framming Mode:** Modo de la salida local de datos por el puerto Data Com

**Standard:** Debe seleccionarse este modo si la velocidad del puerto serie es igual a 4.800 bps o inferior.

**Delayed:** Se recomienda seleccionar este modo si la velocidad del puerto serie es igual o superior a 9.600 bps.

## 5.2 – CONFIGURACION AVANZADA DEL T-MOD C48+

Los parámetros de configuración avanzada sólo deben modificarse, en caso necesario, por personal cualificado. Aunque aquí se comenta el significado de cada uno de los campos, la comprensión exacta de cada uno de ellos no es objeto de este manual.



**Shift Transmitter:** Normalmente no requiere modificación. Únicamente puede ser necesaria si el T-MOD se encuentra ubicado en centros emisores con equipos receptores a frecuencia muy próxima a la de transmisión del T-MOD C48+. Valor por defecto: 8

**Min RF Step:** Sólo debe modificarse en casos muy especiales y por un técnico cualificado. Valor por defecto: 14

**Min RF Level:** Sólo debe modificarse en casos muy especiales y por un técnico cualificado. Valor por defecto: 120

**Max TX Time:** Tiempo máximo permitido para transmisión continua de radio (en pasos de 250 mS). Es una función de seguridad que impide que un mal funcionamiento de una unidad de datos DTE pueda producir una transmisión radio continua (que bloquearía el canal).

Si se excede este tiempo el T-MOD corta la transmisión y entra en estado de alarma con un parpadeo rápido (10 Hz) y simultaneo de los LED's ON y TXD. Permanece en este estado durante 5 minutos y a continuación se restablece el normal funcionamiento.

Valor por defecto: 20 (implica un tiempo máximo de  $20 \times 250 \text{ mS} = 5 \text{ S}$ )

Si se configura un tiempo 0, la función de alarma queda inhibida. También permanece inhibida mientras el T-MOD este en modo Diagnóstico Intrusivo.

**Data EOF:** Tiempo para la detección de fin de trama en el puerto serie de datos (Data Com). Detecta el fin de trama por el tiempo transcurrido desde la recepción del último carácter de una trama. Cuando este tiempo se supera, el T-MOD lo considera un fin de la trama.

Configurable en pasos de 0,5 mS. Valor de 1 a 255.

Velocidad del puerto de datos (bps)	Valores típicos de Data EOF
1.200	48
2.400	24
3.600	17
4.800	12
9.600	6
19.200 a 115200	4

El T-MOD Suite introduce el Data EOF al valor típico correspondiente y de manera automática cuando se configura la velocidad del puerto serie, aunque puede modificarse manualmente..

**Extended Address:** Dirección extendida del equipo. Normalmente su valor será 0 y sólo se emplean valores distintos para funciones de Diagnóstico Intrusivo en redes con más de 255 unidades T-MOD. No tiene significado para el funcionamiento normal de transmisión de datos.

Para Diagnóstico Intrusivo cada T-MOD C48+ debe tener una dirección única en la red. La dirección de un T-MOD C48+ tiene dos campos, la Unit Address (parámetros básicos) y la Extended Address (parámetros avanzados).

Valor por defecto: 0

Rango: 0 a 255

**Network Level:** Nivel de Red. Ver apartados de configuración específicos para cada tipo de red.

Valor por defecto: 0

Rango: 0 a 15

**Network Code:** Código de Red. Es un identificador para marcar las tramas radio como pertenecientes a una determinada red. Debe ser idéntico en todas las unidades T-MOD de una red que operan a la misma frecuencia radio (exceptuando las redes con repetidores Back-to-Back). Ver apartados de configuración específicos para cada tipo de red.

Valor por defecto: 0

Rango: 0 a 255

**Network Depth:** No usado. Valor por defecto: 0

**Min Repeat Addr:** Mínima dirección de trama a repetir. Sólo tiene sentido para unidades configuradas como repetidor FC-S&F.

Rango: 1 a 255 (debe ser menor o igual que la dirección máxima)

**Max Repeat Addr:** Máxima dirección de trama a repetir. Sólo tiene sentido para unidades configuradas como repetidor FC-S&F.

Una unidad configurada como repetidor FC-S&F, repetirá las tramas cuya dirección cumpla:

$$\text{Min Addr} \leq \text{Dirección de Trama} \leq \text{Max Addr}$$

Donde la Dirección de Trama corresponde al valor binario del primer carácter de la trama si se trata de trama binaria (ej. ModBus RTU) o al valor ASCII del primer carácter de la trama si es una trama ASCII.

El direccionamiento por primer carácter de trama es empleado por muchos protocolos, entre ellos el ModBus RTU.

Una unidad configurada como repetidor FC-S&F debe repetir las tramas dirigidas a los equipos de datos localizados en sentido aguas abajo (Downstream) desde el repetidor y situados en la misma rama de la red. La dirección de un equipo de datos local conectado al puerto de datos Data Com de un repetidor FC-S&F, no debe estar incluida en el rango de direcciones a repetir de dicho repetidor.

Rango: 1 a 255 (debe ser mayor o igual que la dirección mínima)

### 5.3 – TRANSFERENCIA DE LA CONFIGURACION AL T-MOD C48+

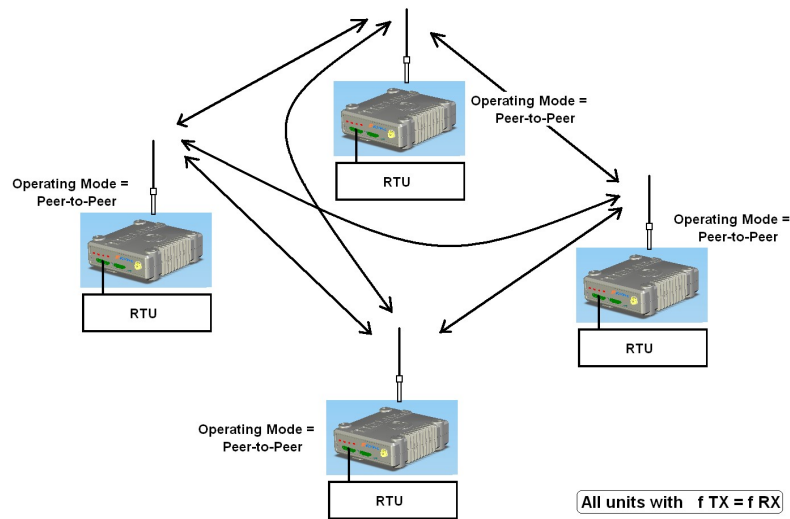
Una vez se han modificado los campos pertinentes de la configuración Básica y/o la Avanzada, es necesario realizar un *Send*. Mediante esta orden el T-MOD guarda los nuevos valores en memoria no volátil. El T-MOD Suite, a continuación, procede a realizar una nueva detección del T-MOD y la lectura de 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).

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

### **6.1 – RED PEER to PEER**

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.



T-MOD's,

**Operation Mode : Peer To Peer**

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 4800 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Flow Control = None**

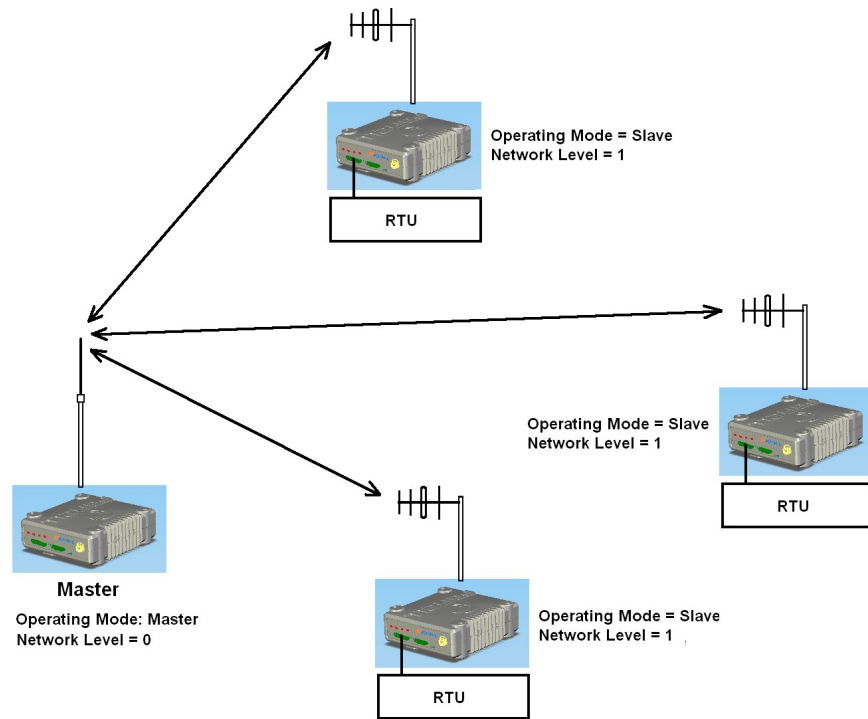
**Network Level = 0**

**Network Code**, puede ser cualquiera, pero idéntico en todos los T-MOD de la red. El rango es de 0 a 255.

**Network Depth = 0**

## 6.2 – RED Master - Slave

En este modo los datos transmitidos por el T-MOD en modo Master son recibidos por todos los T-MOD en modo Slave de la red y los datos transmitidos por cualquier Slave sólo son recibidos por el Master. Es una red jerárquica de 1 nivel.



T-MOD maestro,

**Operation Mode : M/S:Master**

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 4800 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Flow Control = None**

**Network Level = 0**

**Network Code**, puede ser cualquiera, pero idéntico en todos los T-MOD de la red. El valor de **Network Code** puede ser cualquiera en el rango 0 a 255.

**Network Depth = 0**

T-MOD's esclavos,

**Operation Mode : M/S:Slave**

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 4800 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Flow Control = None**

**Network Level = 1**

**Network Code = Network Code** del Master

**Network Depth = 0**

## **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 C48+ Lite. En cualquiera de estas estaciones (formadas por una o dos unidades de T-MOD C48+ Lite) pueden conectarse unidades locales de datos RTU, de manera que en muchos casos las estaciones repetidoras pueden ser las mismas estaciones donde existan RTU's.

Tipo de Repetidor	Store & Forward (*)	Back-to-Back 2C
Canales radio empleados	1 (una sola frecuencia)	2 (frecuencias separadas convenientemente)
T-MOD C48+ Lite empleados	1 (con función repetidor FC-S&F)	2
Topología permitida	Cascada y Estrella	Cascada y Estrella
Protocolo soportado	Dirección en primer carácter trama (ModBus RTU, etc.)	cualquiera
Longitud máxima trama	1023	1023
Antena aguas arriba	Una sola omnidireccional	Directiva u omnidireccional
Antena aguas abajo		Directiva u omnidireccional
Retardo introducido por el repetidor en una trama	Duración trama + 23 mS	23 mS
Retardo total pregunta a RTU	23 mS + (Retardo repetidor x N° repetidores hasta RTU)	23 mS + (Retardo repetidor x N° repetidores hasta RTU)
Retardo total respuesta de RTU	23 mS + (Retardo repetidor x N° repetidores desde RTU)	23 mS + (Retardo repetidor x N° repetidores desde RTU)

### ***Tipos y características de repetidores en redes T-MOD C48+***

(\*) – La función repetidor tipo Store&Forward está disponible en los **T-MOD C48+ Lite 2W**

## 7.1 – RED CON REPETIDORES Store & Forward

El repetidor **Store&Forward** 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 C48+ realice la función de repetidor **Store&Forward** (guarda (store) y reenvía (forward)) se configurará en modo **'-FC-S&F Repeater'**.

En este modo el T-MOD analiza el primer carácter de cada trama recibida y considera que es la dirección del equipo remoto RTU (PLC, etc.) al que va dirigida o del que procede. Si esta dirección pertenece al su rango de direcciones a repetir, reemite la trama una vez recibida. Este modo de repetición es válido para protocolos que empleen el primer carácter de la trama como dirección (por ejemplo ModBus RTU, y otros).

### 7.1.1 - Configuración de unidades T-MOD repetidor Store & Forward

T-MOD repetidor,

**Operation Mode : -FC-S&F Repeater**

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 4800 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Flow Control = None**

**Network Level = Network Level + 1** de la unidad T-MOD aguas arriba con la que comunique directamente

**Network Code**, puede ser cualquiera pero idéntico en todos los T-MOD de la red (aguas arriba y aguas abajo). El valor de **Network Code** puede ser cualquiera en el rango 0 a 255.

**Network Depth = 0**

**Min Repeat Address** : Dirección mínima de trama a debe repetir (incluida). No debe estar incluida la **Unit Address** del propio T-MOD ni las direcciones de unidades RTU que estén conectadas localmente.

**Max Repeat Address** : Dirección máxima de trama a debe repetir (incluida). No debe estar incluida la **Unit Address** del propio T-MOD ni las direcciones de unidades RTU que estén conectadas localmente.

### 7.1.2 - Configuración del resto de unidades T-MOD de la red

T-MOD maestro,

**Operation Mode : M/S:Master**

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 4800 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Flow Control = None**

**Network Level = 0**

**Network Code**, puede ser cualquiera pero idéntico en todos los T-MOD de la red (aguas arriba y aguas abajo). El valor de **Network Code** puede ser cualquiera en el rango 0 a 255.

**Network Depth = 0**

T-MOD's esclavos,

**Operation Mode : M/S:Slave**

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 4800 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Flow Control = None**

**Network Level = Network Level + 1** de la unidad T-MOD con la que comunica directamente aguas arriba (Unidad T-MOD Maestro o T-MOD repetidor FC-S&F)

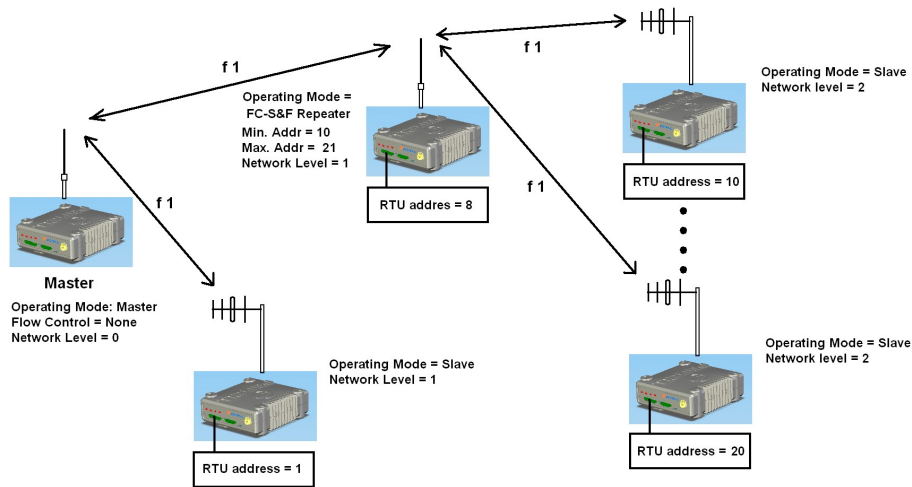
**Network Code**, puede ser cualquiera pero idéntico en todos los T-MOD de la red (aguas arriba y aguas abajo). El valor de **Network Code** puede ser cualquiera en el rango 0 a 255.

**Network Depth = 0**

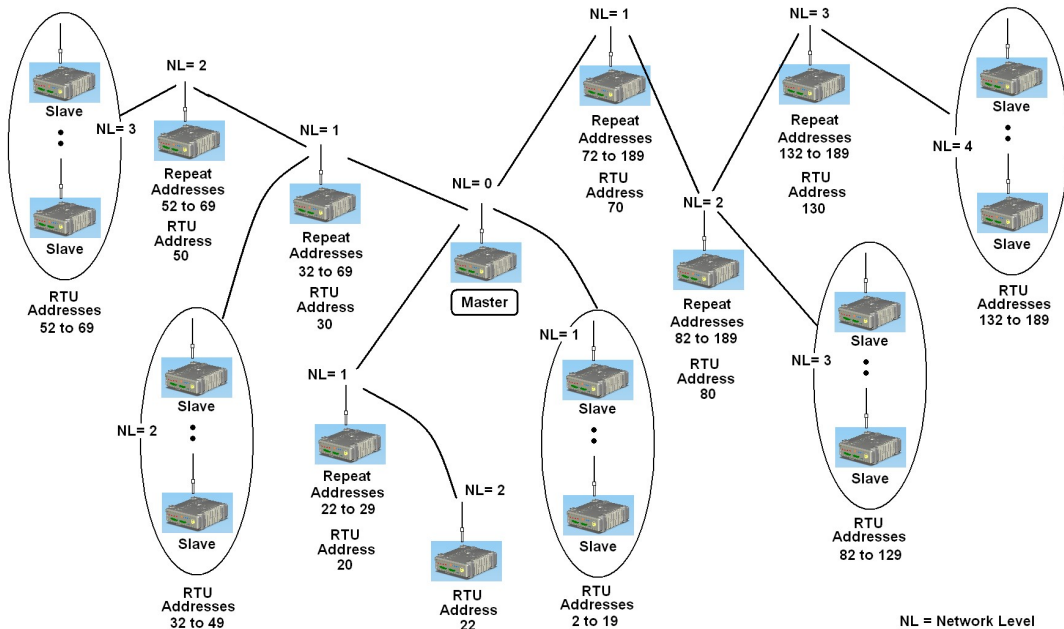
Un T-MOD asociado (aguas abajo) de un T-MOD repetidor '**-FC-S&F Repeater**' sólo comunica a través de él (no recibe tramas, aunque llegue señal radio directa, de otros T-MOD). Las tramas que un T-MOD repetidor *Store&Forward* recibe de un T-MOD asociado (en sentido aguas arriba), no producen salida local de datos a través de su puerto Data Com.

El empleo de repetidores *Store&Forward* limita la longitud de las tramas a 255 caracteres si son repetidores basados en T-MOD C48+ 5W. Generalmente esta limitación no supone ningún inconveniente ya que muchos protocolos no permiten longitudes máximas de trama superiores, como por ejemplo el ModBus RTU.

### 7.1.3 – Ejemplos



**Ejemplo de una red Master-Slave con 1 repetidor FC-S&F**



**Ejemplo de una red Master-Slave con varios repetidores FC-S&F**

*Nota: Normalmente se emplea una única frecuencia radio: TX Frequency = RX Frequency*

*En el segundo ejemplo se trata un caso con mayor número de niveles de red y varias ramas. En el dibujo están escritos los valores de los parámetros de Network Level (NL) de cada unidad y además los rangos de dirección mínima y máxima para cada repetidor. Las direcciones de las unidades de datos asociadas a las unidades T-MOD, se indican como RTU Addresses.*

*Todas las unidades:*

- *Network Code: idéntico en todas*
- *TX Frequency = RX Frequency*

#### 7.1.4 – Diagnóstico Intrusivo (remoto)

El repetidor **-FC-S&F Repeater** es compatible con operaciones de Diagnóstico Intrusivo. Este permite efectuar, desde el T-MOD **Master** (centro de control) y mediante **T-MOD Suite Installer +**, operaciones de **diagnóstico remoto** (medidas de niveles radio RSSI, temperaturas, tensiones de alimentación, etc) o reconfiguración de los T-MOD de la red. Para ello debe asignarse a cada T-MOD, en el momento de la instalación, una dirección de unidad **'Unit Address'** distinta.

Un T-MOD configurado en modo repetidor **-FC-S&F Repeater** deberá incluir en el rango de direcciones a repetir las direcciones de los T-MOD aguas abajo que comuniquen a su través, además de las direcciones de las unidades RTU (PLC's, etc,) que estos T-MOD lleven asociadas. Todas las direcciones de T-MOD's y RTU's deben ser distintas y no duplicadas. **Es importante planificar antes de la instalación la asignación de direcciones.** Ver el apartado de diagnóstico remoto en redes con repetidores **-FC-S&F Repeater**.

## **7.2 – RED CON REPETIDORES Back-to-Back 1C**

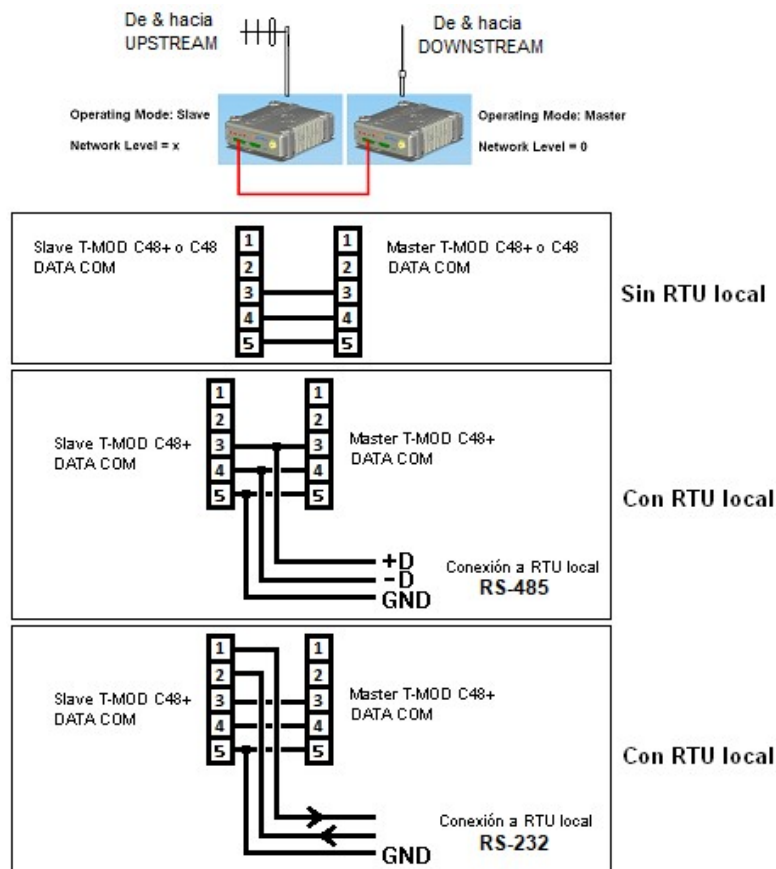
No soportado por unidades T-MOD C48+ Lite

## 7.3 – RED CON REPETIDORES Back-to-Back 2C

El repetidor **Back-to-Back 2C** conviene en redes donde no se pueda emplear el repetidor **Store&Forward**, por incompatibilidad del modo de direccionamiento del protocolo empleado o por el retardo asociado a este tipo de repetidor o porque interesa emplear antena con ganancia (directiva) en el enlace aguas arriba.

Un repetidor **Back-to-Back 2C** se forma interconectando dos T-MOD por su puerto de datos y trabajando cada uno en frecuencias radio diferentes (f1 y f2). Un T-MOD enlaza aguas arriba (UPSTREAM) hasta el maestro de la red (directamente o a través de otros repetidores) y se configura en modo '**M/S:Slave**'. El que enlaza aguas abajo (DOWNSTREAM) con los T-MOD a los que sirve de repetidor se configura como '**M/S:Master**'. Los datos recibidos por el T-MOD **Slave** pasan al T-MOD **Master** que los transmite de manera simultánea y viceversa.

### 7.3.1 – Conexión de un repetidor Back-to-Back 2C



#### **Interconexión de dos T-MOD C48+ Lite (sin o con RTU local) para formar un repetidor Back-to-Back 2C**

Normalmente se empleará una frecuencia **f1** para TX y RX en el T-MOD **Slave** y otra frecuencia **f2** para TX y RX en el T-MOD **Master**. En el repetidor el T-MOD **Master** actúa como maestro de la red a la nueva frecuencia. 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 2C** existen recepción y transmisión simultáneas. Aplica lo visto en el apartado 4.3.1 referido a la agrupación de antenas.

### 7.3.2 - Configuración de unidades T-MOD que forman un repetidor Back-to-Back 2C

T-MOD esclavo,

**Operation Mode : M/S:Slave**

**Flow Control = None**

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si velocidad > 4800 bps y se emplean protocolos con detección de fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 1**

**Network Code**, idéntico al **Network Code** del T-MOD aguas arriba con el que comunica directamente. El valor de **Network Code** puede ser cualquiera en el rango 0 a 255.

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si la velocidad del puerto es > 4800 bps y se emplean protocolos que detectan fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Depth = 0**

T-MOD maestro,

**Operation Mode : M/S:Master**

**Flow Control = None**

**Framming Mode : Igual que en el T-MOD esclavo**

**Network Level = 0**

**Network Code**, puede ser cualquiera. Todos los T-MOD que comunican aguas abajo directamente a través de este repetidor deberán configurarse con idéntico **Network Code**. El valor de **Network Code** puede ser cualquiera en el rango 0 a 255.

**Network Depth = 0**

### 7.3.3 - Configuración del resto de unidades T-MOD de la red

T-MOD maestro,

**Operation Mode : M/S:Master**

**Flow Control = None**

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si velocidad > 4800 bps y se emplean protocolos con detección de fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 0**

**Network Code**, puede ser cualquiera. Todos los T-MOD que comunican aguas abajo directamente con él, deberán configurarse con idéntico **Network Code**. El valor de **Network Code** puede ser cualquiera en el rango 0 a 255.

**Network Depth = 0**

T-MOD esclavo,

**Operation Mode : M/S:Slave**

**Flow Control = None o RTS/CTS**

**Framming Mode : Standard** (o **Delayed** si velocidad > 4800 bps y se emplean protocolos con detección de fin de trama por timeout, como ModBus RTU)

**Network Level = 1**

**Network Code**, idéntico al **Network Code** del T-MOD Maestro aguas arriba con el que comunica directamente. El valor de **Network Code** puede ser cualquiera en el rango 0 a 255.

**Network Depth = 0**

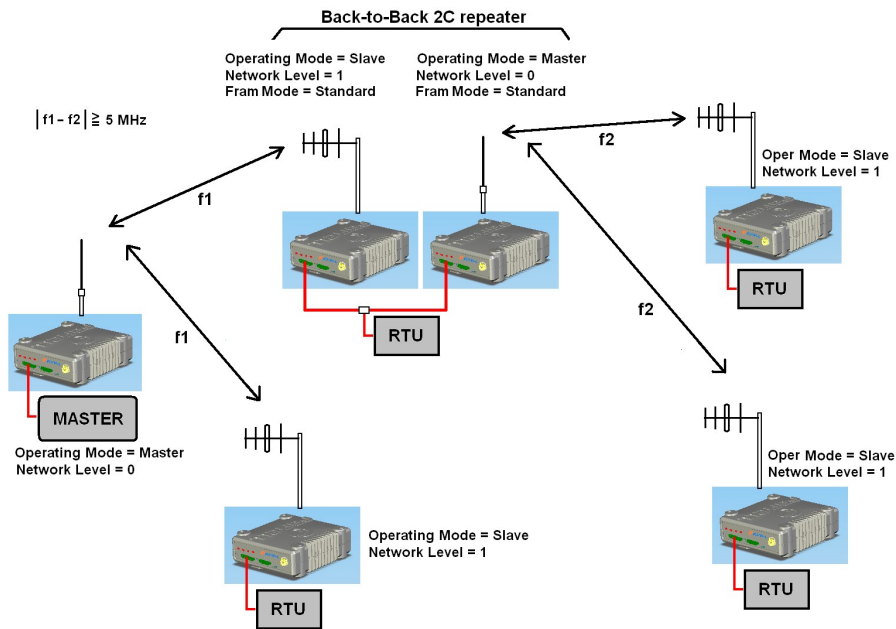
Un T-MOD asociado (aguas abajo) de un T-MOD repetidor **Back-to-Back 2C** sólo comunica a través de él (no recibe tramas, aunque llegue señal radio, de otros T-MOD).

Los T-MOD empleados para realizar un repetidor **Back-to-Back 2C** no hace falta que dispongan de la función **Repetidor Sore&Forward**.

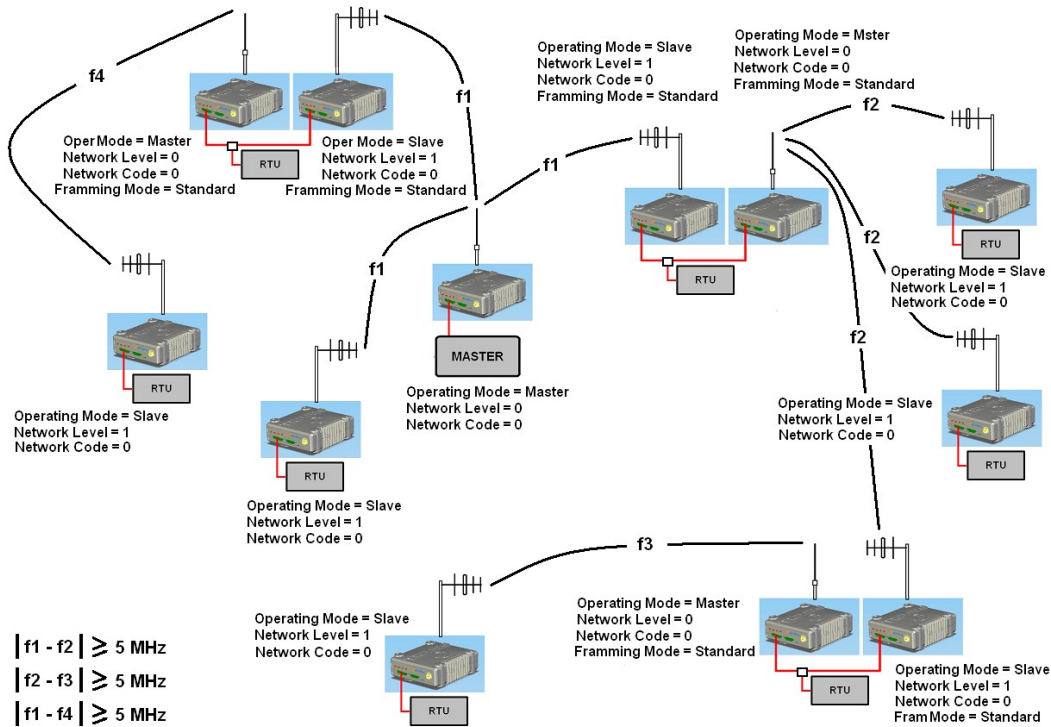
Este tipo de repetidor también soporta unidades RTU locales.

El repetidor **Back-to-Back 2C** mantiene la limitación de tramas en 1023 caracteres.

### 7.3.4 - Ejemplos



**Ejemplo: Red Master-Slave con un repetidor Back-to-Back 2C**



**Ejemplo: Red Master-Slave con varios repetidores Back-to-Back 2C**

### 7.3.5 - Diagnóstico Remoto

El repetidor **Back-to-Back 2C** es compatible con operaciones de Diagnóstico Remoto. El Diagnóstico Remoto permite efectuar, desde el T-MOD **Master** del centro de control y mediante **T-MOD Suite Installer +**, operaciones de **diagnóstico remoto** (medidas de niveles radio RSSI, temperaturas, tensiones de alimentación, tests de eco, etc) o reconfiguración de todos los T-MOD de la red, incluidos los que forman un repetidor. Para ello debe asignarse a cada T-MOD, en el momento de la instalación, una dirección de unidad '**Unit Address**' distinta. Todas las direcciones de T-MOD's y RTU's deben ser distintas y no duplicadas. **Es importante planificar antes de la instalación la asignación de direcciones.** Ver el apartado de diagnóstico remoto en redes con repetidores **Back-to-Back 2C**.

## 8 - PUESTA EN MARCHA

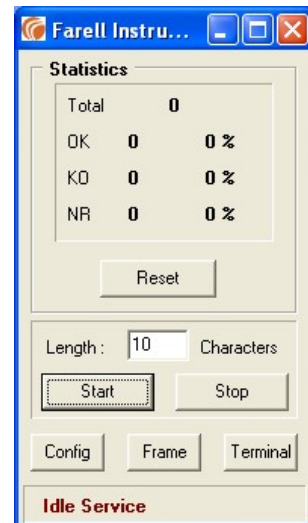
### 8.1 – TEST DE ECO (mediante puente en T-MOD C48+ Lite remoto)

(Ver apartado 9.2 para Test de Eco sin 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 1 y 2 del puerto Data Com del T-MOD C48+ Lite remoto cuyo enlace se quiera verificar (dejar libres los otros pines del conector). De esta manera el T-MOD remoto, al final de cada recepción radio, retransmitirá la trama recibida. El T-MOD remoto deberá estar en el modo normal de funcionamiento.

En la aplicación 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. Igual a la configurada en el DATA COM del T-MOD local
- **Bits**
- **8** ← Número bits de carácter del puerto del PC. Igual al configurado en el DATA COM del T-MOD local
- **Parity [N E O M S]**
- **N** ← Tipo de paridad del puerto del PC. Igual al configurado en el DATA COM del T-MOD local
- **Stop Bits**
- **1** ← Número de bits de Stop del puerto del PC. Igual al configurado en el DATA COM del T-MOD local
- **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**
- **50** ← 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
- **Activity Log TIME Y/N-OK Y/N-KO Y/N-NR Y/N-DETAIL [10 NYYY]**
- 10 N N N N

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

A continuación en la ventana *Length* se configurará el número de caracteres de la trama de test (máximo 255 para T-MOD C48+ o 1023 para T-MOD C48+ Lite). 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 el número de caracteres definido en *Length*.

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).

#### Test de ECO en unidades remotas T-MOD que pasan a través de repetidor tipo S&F

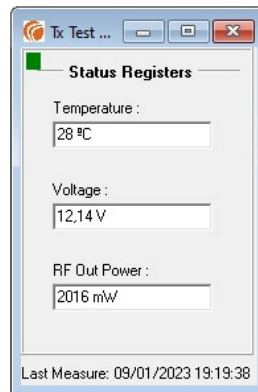
Para que las tramas enviadas lleguen al T-MOD remoto es necesario que sean repetidas por el repetidor S&F. La trama definida en *Frame* deberá tener un primer carácter cuyo valor ASCII coincida con la dirección Unit Address del T-MOD remoto. Este primer carácter debe corresponder a un carácter visible para poderlo escribir en la definición de *Frame*. Se recomiendan valores/direcciones del 32 (corresponde al carácter 'espacio') al 122 (corresponde al carácter 'z').

Otra opción para probar un enlace con una estación remota, sin necesidad de que intervenga el equipo de datos DTE conectado al T-MOD remoto, es interrogar directamente mediante protocolo ModBus al T-MOD remoto deseado (Ver apartado 10). En este caso el T-MOD remoto también debe estar en el modo normal de trabajo. No válido para T-MOD configurados en modo de operación Peer To Peer.

## 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: *Transmission 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 permanece hasta que se cierre la ventana de test pulsando sobre X roja.

### 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.

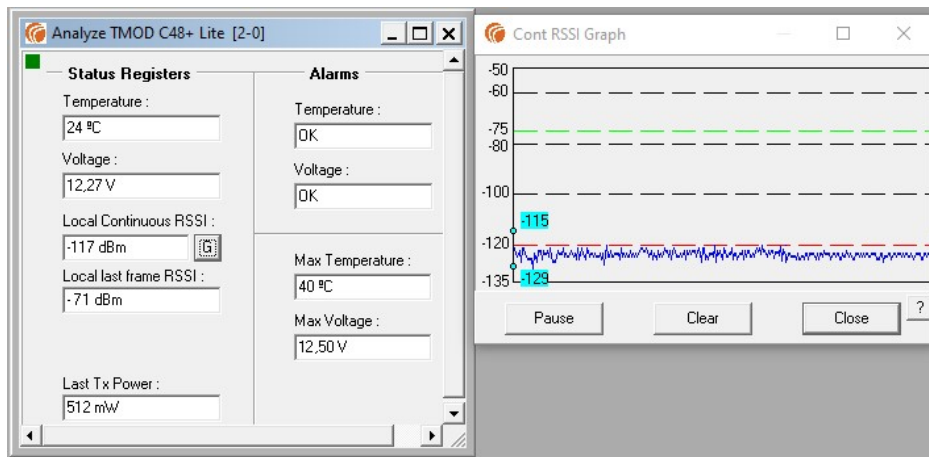
En una red radio en fase de instalación, con frecuencia asignada, puede dejarse la unidad de centro o una unidad repetidora en transmisión permanente (mediante *RF Transmisión Test*) o en transmisión periódica (mediante el *Echo Test* u otra aplicación) y orientar las antenas de las remotas mediante 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 a la entrada del módem

**Cont. RSSI:** Valor en dBm de señal radio recibido por la unidad. Medida continua. Cuando no hay recepción de datos, corresponde al nivel de ruido del canal.

**Last RSSI:** Valor en dBm del nivel de señal radio recibido en la última trama.

**Tx Power:** Potencia de Tx de la unidad. A diferencia del T-MOD C48+ 5W, el T-MOD C48+ Lite no mide la potencia. Muestra la nominal del equipo.

#### Alarmas

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

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

**Max. Temperature:** Memoria de la temperatura más alta alcanzada por el T-MOD

**Max. Voltage:** Memoria de la tensión más alta alcanzada por el T-MOD.

## 8.4 - SALIDA RSSI por tensión

No disponible

## 8.5 – ORIENTACION DE ANTENAS EN LOS T-MOD REMOTOS

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 permanente** (mediante *Tests - Transmission Test*) o en **transmisión periódica** (mediante el *Echo Test*) y proceder a orientar la antena de cada unidad T-MOD remota.

Con **transmisión permanente**: Medir en el T-MOD remoto el valor de RSSI (Valor Cont RSSI de la ventana *Analyze*). Orientar la antena hasta obtener el valor máximo.

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 RSSI inferiores a -90 dBm (Local Last Frame RSSI) (Ver 8.3).

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 20 dBm al nivel de ruido existente (Local Continuous RSSI) (Ver 8.3)

## 9 - DIAGNOSTICO REMOTO

El T-MOD dispone de la función de diagnóstico remoto a través de radio. Se trata de diagnóstico intrusivo ya que emplea el canal de datos. A través del canal de datos puede enviarse la orden a cualquier unidad T-MOD remota para que entre en el estado de diagnóstico remoto. Para activar el modo de diagnóstico remoto en un T-MOD debe disponerse de la versión '**T-MOD Suite Installer +**'. Una vez un T-MOD en este estado se puede hacer de manera remota:

A - Activar un *Analyze* remoto (Ver 8.3).

B - Ver y/o modificar la configuración, tanto la Básica como la Avanzada (Ver 5.1 y 5.2)

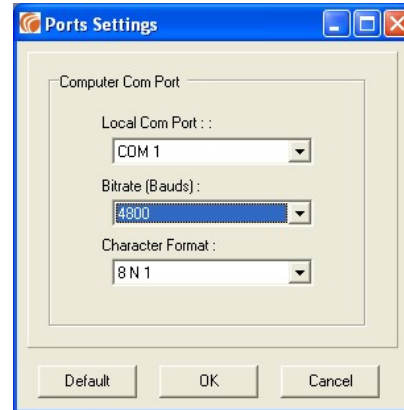
C –Actualizar el firmware o a añadir nuevas funciones (opciones) (Ver Anexo H)

El diagnóstico remoto también puede emplearse en unidades T-MOD configuradas en el modo de operación Peer To Peer.

## 9.1 – ACTIVACION DEL DIAGNOSTICO REMOTO

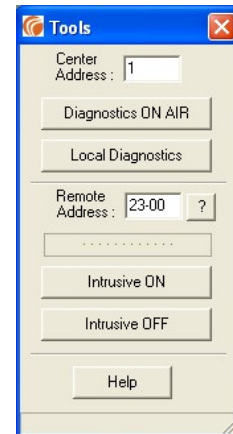
Para emplear el modo de diagnóstico remoto en un T-MOD debe disponerse de la versión '**T-MOD Suite Installer +**'. Se empleará un cable de datos entre el PC y el Data Com del T-MOD Master o de cualquiera si red Peer-to-Peer. Se seguirán los siguientes pasos:

1 - Reconfigurar en el T-MOD Suite los parámetros de comunicación del puerto para adaptarlos al puerto de datos del T-MOD local desde el que se realizarán las comunicaciones (ver apartado 5)



2 - Entrar en la pestaña *Tools* (herramientas)

3 - Introducir la *Unit Address* y la *Extended Address* del T-MOD remoto que queremos activar separadas por un guión '-' y a continuación pulsar en la pestaña de *Intrusive ON*. Un indicador verde aparecerá de forma temporal indicando que la comunicación con el T-MOD remoto ha sido correcta. El T-MOD remoto habrá entrado en modo diagnóstico remoto (intrusivo) (su LED de PWR parpadeará lentamente).



4 - A continuación, cerraremos la ventana *Tools* y podemos activar la pestaña *Configure* o *Analyze*.

En las pantallas de Configuración, si procedemos a modificar algún parámetro y lo enviamos con *Send*, el T-MOD remoto, después de proceder a su reconfiguración, saldrá de manera automática del modo de diagnóstico remoto. Si deseamos realizar otra función de diagnóstico deberemos, mediante el menú *Tools*, activarlo de nuevo.

Al realizar funciones de reconfiguración remota debe tenerse una especial precaución puesto que la reconfiguración errónea de algún parámetro podría conllevar la pérdida de la comunicación radio (por ejemplo, un cambio equivocado de la frecuencia radio).

El estado de diagnóstico remoto de un T-MOD tiene una duración limitada a 15 minutos. Transcurrido este tiempo el T-MOD remoto pasará automáticamente al modo normal de trabajo. Mediante el menú *Tools* podemos prolongar este tiempo mediante nuevas órdenes *Intrusive ON* sobre un T-MOD remoto ya en este estado. Cada nueva orden reinicia el tiempo de 15 minutos.

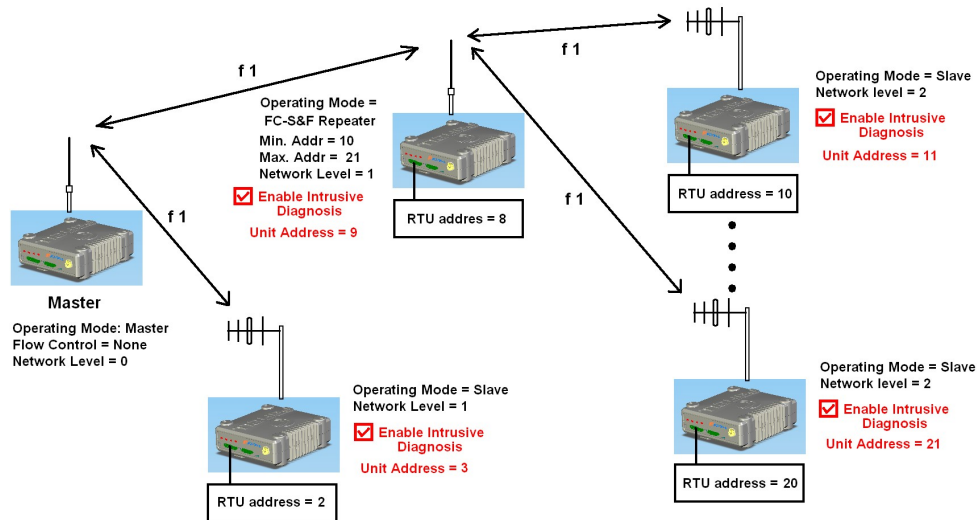
Para pasar un T-MOD remoto en estado de diagnóstico a modo normal, emplearemos la pestaña *Intrusive OFF* del menú *Tools*. Un indicador verde aparecerá de forma temporal indicando que la comunicación con el T-MOD remoto ha sido correcta.

## 9.2 – TEST DE ECO EN DIAGNOSTICO REMOTO (sin puente en T-MOD)

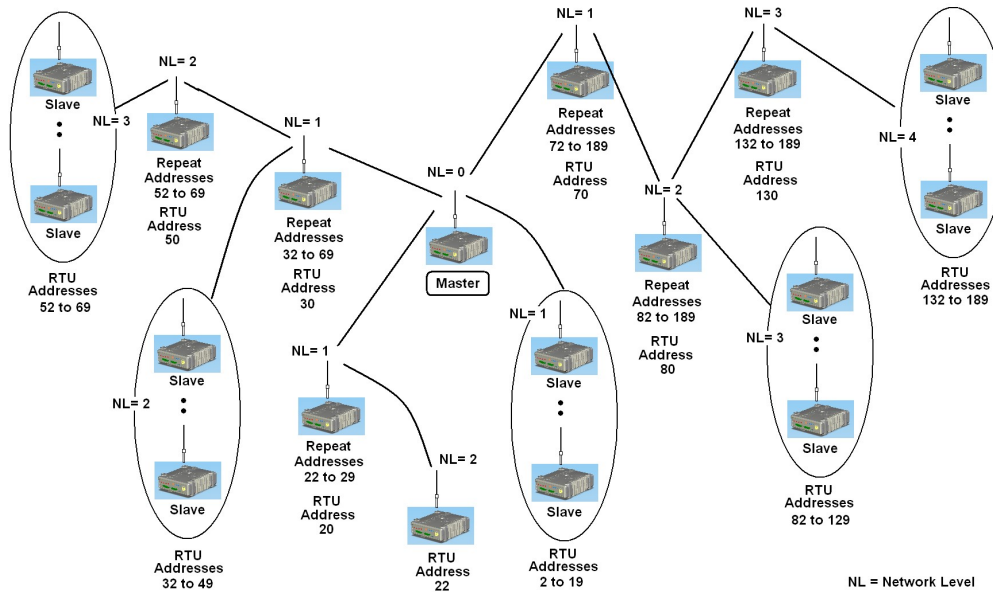
Cuando un T-MOD remoto se encuentra en estado de diagnóstico remoto, permite realizar un Test de Eco sin necesidad de realizar un puente en su puerto de datos. Para ello activaremos la pestaña de *Echo Test* en el **T-MOD Suite Installer +** y procederemos de igual manera que lo explicado para el test de eco en el apartado 8.1. Debe observarse que la duración del test no podrá ser superior a 15 minutos, que es la duración máxima del estado de diagnóstico remoto en el T-MOD remoto.

## 9.3 –DIAGNOSTICO REMOTO EN REDES CON REPETIDORES S&F

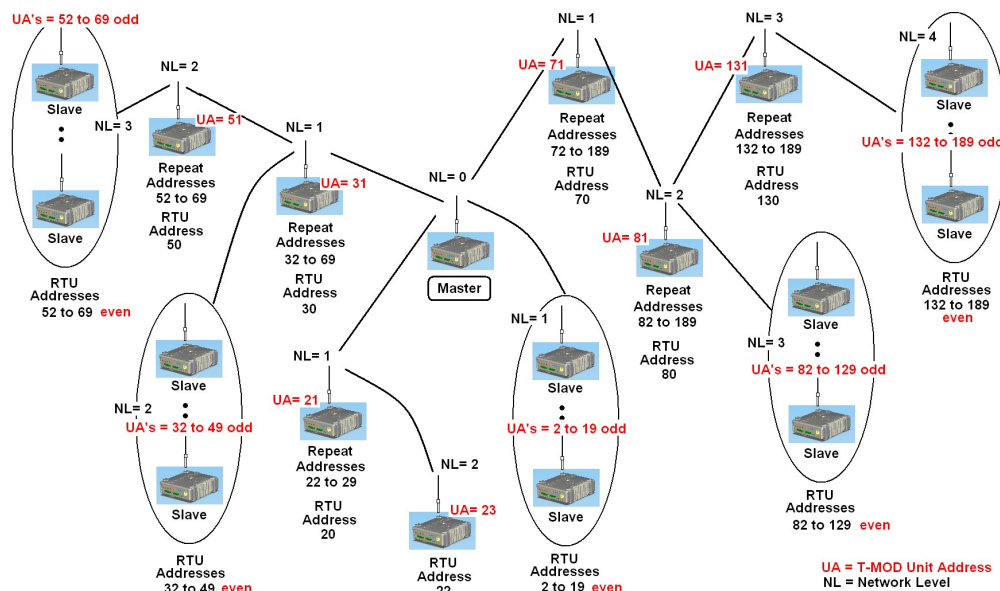
El diagnóstico remoto es compatible con redes T-MOD que contengan unidades T-MOD repetidoras del tipo FC-S&F. Un repetidor FC-S&F debe incluir, además de las direcciones de las RTU's cuyas tramas deba repetir, las direcciones *Unit Address* de los T-MOD asociados a dichas RTU's. Una forma práctica y simple de aplicar esto es asignar direcciones pares a las RTU's y a cada T-MOD la dirección de su RTU incrementada en 1.



**Ejemplo de red Master / Slave con un repetidor FC-S&F y diagnostico intrusivo**



**Ejemplo de red Master / Slave con varios repetidores FC-S&F y sin diagnostico remoto**



**Ejemplo de la red anterior, con diagnostico remoto**

*even = par y odd = impar*

## 9.4 – DIAGNOSTICO REMOTO CON REPETIDORES Back-to-Back (1C y 2C)

No disponible

## 9.5 – CONFIGURACION DE UN T-MOD C48+ MASTER DE UNA RED A TRAVES DEL DATA COM

En una red de T-MOD C48+ puede reconfigurarse también la unidad local T-MOD configurada como Master a través de su DATA COM. Para ello se activará mediante el **T-MOD Suite Installer +** el modo diagnóstico remoto de dicho T-MOD como si se tratase de un T-MOD remoto enlazado por radio. Una vez activado, pueden realizarse *Configure* y *Analyze* de dicha unidad a través del puerto de datos.

Esto es especialmente útil cuando la unidad T-MOD C48+ *Master* está alejada del equipo de control (PC SCADA, PLC, etc.) y unida únicamente a través del canal de datos (DATA COM).

## 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. Acepta únicamente lecturas de 4 o 5 registros a partir del registro 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): TENSIÓN ALIMENTACION (V) = 30 (VALOR LEIDO / 32767)

WORD (0x200E): TEMPERATURA (°C) = (VALOR LEIDO / 252 ) - 30

WORD (0x200F): RSSI TRAMA RECIBIDA (-dBm) = - VALOR LEIDO

WORD (0x2010): CONTADOR RESETS (16 BITS)

- Incrementa por: Pérdida de alimentación ; Nueva configuración o carga firmware
- No incrementa por: Timeout sin RX o TX ; Alarma de tiempo TX ; Trama > 1023 caracteres

*Notas: En un T-MOD configurado como repetidor S&F, su 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 10 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.

Es conveniente realizar inspecciones periódicas para verificar el buen estado de la instalación (cableados, estado antena, suciedad, humedad, etc.).

## 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 lento (1 parpadeo / segundo) es que el T-MOD está en fase de diagnóstico remoto. Nunca desconectar el T-MOD en esta fase. Terminado el mantenimiento ya se restablecerá el funcionamiento de forma automática.
  - \* Si el LED ON presenta un parpadeo regular muy rápido (10 parpadeos / segundo):
    - Puede tratarse de una alarma por exceso de tiempo de transmisión u otra causa. 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 conexión en el cable o conectores de datos o fallo del terminal o alimentación fuera de límites).
- 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 polling 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 directiva. 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 (esta averiado)
- Verificar que el LED de RXD en el equipo terminal RTU parpadea (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 C48+ Lite

Conector: Enchufable 5 contactos

Nº	Sentido		Nivel RS-232	Señal
	Entrada	Salida		
1		x	x	Salida datos (RXD) recibidos RF (aprox. -5,5 V cuando no conectado)
2	x		x	Entrada datos (TXD) a transmitir RF (aprox. 0 V cuando no conectado)
3	x	x		+ D RS-485 (aprox. 2 V cuando no conectado)
4	x	x		- D RS-485 (aprox. 0 V cuando no conectado)
5				Masa de datos

El puerto de datos está aislado del resto del equipo

### B – Señales del AUX COM del T-MOD C48+ Lite

Conector: Sub D, 25 contactos, hembra

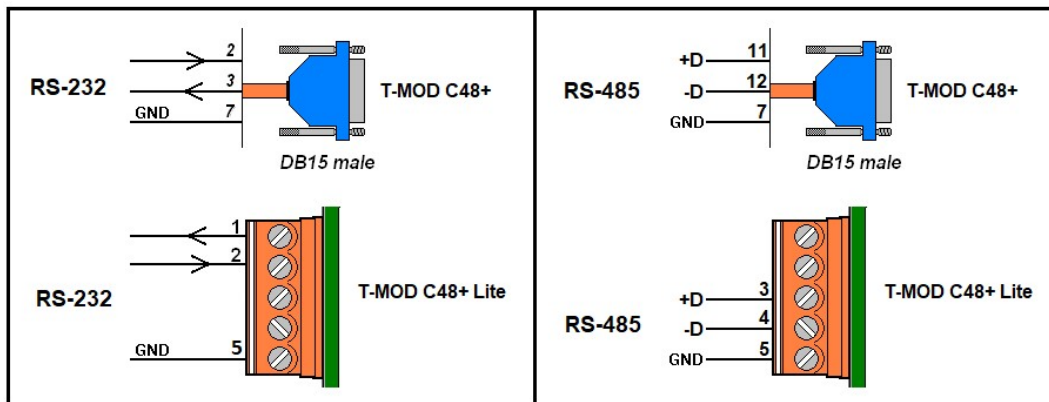
Nº	Sentido		Nivel RS-232	Señal
	Entrada	Salida		
4	x		x	Entrada datos RS-232 (RXD) configuración
5		x	x	Salida datos RS-232 (TXD) configuración
7, 8				Masa de datos
1, 14		x		+ 12V (máximo 100 mA)

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

### C – Compatibilidad del T-MOD C48+ Lite con el T-MOD C48+

El T-MOD C48+ Lite es totalmente compatible, a nivel de funciones y comunicaciones radio, con los T-MOD C48.

Respecto al puerto de datos, se ha modificado el conector para facilitar el conexionado y para permitir el aislamiento galvánico del puerto.



#### Conectores DATA COM en T-MOD C48+ y T-MOD C48+ Lite

Si se sustituye un T-MOD C48+ por un T-MOD C48+ Lite, deberá modificarse el cable de datos que conecta con la RTU local.

## D – MEDIDAS EN UNA ESTACION REMOTA T-MOD C48+

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

- Conectar un vatímetro de RF, adecuado para la frecuencia de trabajo, a la salida de antena y una carga capaz de hasta 2,5 W.
- Activar el TX del equipo mediante el T-MOD Suite (Tools).

### D.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.

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

- Mediante T-MOD Suite (Analyze)

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

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

### D.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.

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

- Conectar un frecuencímetro de precisión a la salida de antena y una carga adaptada capaz de 2,5 W.
- Activar el TX del equipo mediante el T-MOD Suite (Test – Transmission Test).
- 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.

## E – PROTOCOLOS

El T-MOD C-48 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; FREEMPORT; ES-235 TERMINAL
- **TELEMECANIQUE:** UNITEWAY; MODBUS
- **IEC 870-5-101:** RTU's de control de redes eléctricas, gas y agua.

El T-MOD C-48 es compatible con casi todos los protocolos de baja velocidad empleados por los autómatas

## F – LONGITUD MAXIMA DE LAS TRAMAS DE DATOS

Limitada a 1023 caracteres en cualesquiera de los modos de trabajo

## G – VERSIONES FIRMWARE DE LA UNIDAD T-MOD C48+

Indicada en la casilla Firmware Version de la pantalla Basic Parameters en T-MOD Suite

## H – 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 GMSK C48+ Lite yyyy Vxx.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 esperar unos segundos hasta la lectura automática de la nueva configuración y versión de firmware.

También puede actualizarse el firmware de un T-MOD de manera remota. Para ello deberemos poner al T-MOD en modo Diagnostico Remoto y realizar el mismo proceso

## I – VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE DATOS MEDIANTE ModBus RTU

A continuación se presentan varios casos que muestran la velocidad de transferencia de datos entre estaciones mediante enlaces T-MOD C48+ y empleando el protocolo ModBus RTU

Número de registros (word) del bloque a leer o escribir	Número de lecturas o escrituras realizadas del bloque cada segundo (*)
5	10,6
10	8,7
20	6,4
40	4,2
60	3,1

(\*) Si la red está formada por una estación maestra y varias estaciones remotas, este valor también corresponde al número de estaciones remotas que podrán leerse o escribirse en un segundo.

## J – 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.

## K – CARACTERISTICAS TECNICAS: T-MOD C48+ Lite

### Puerto de datos (DATA COM):

- Conector: 5 contactos, enchufable y conexión por tornillo
- Puerto serie con interfase tipo RS-232 y RS-485 aislado 1600 V
- Velocidad configurable: 1200, 2400, 3600, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 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:  $23 \pm 0,5$  mS
- Longitud máxima de trama: 1023 caracteres
- Duración máxima de una transmisión radio: Configurable (función de seguridad)
- Protocolo: Libre. Totalmente transparente
- Conector RJ-45 para protocolo ModBus TCP-IP (opción)

### Funcionamiento:

- Semiduplex con 1 ó 2 frecuencias radio

### Radio:

- Bandas disponibles (canalización 12,5 KHz):
  - o 915 MHz (canalización 25 KHz)
  - o 869 - 870 MHz (canalización 25 KHz)
  - o 450 - 470 MHz
  - o 430 - 450 MHz
  - o 406.1 - 430 MHz
  - o 160 - 175 MHz
  - o 146 - 162 MHz
  - o 138 - 150 MHz
- Potencia de salida: 500 mW ó 2 W (2 modelos)
- Impedancia de antena: 50  $\Omega$
- Sensibilidad RX datos:  $\geq -107$  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: GMSK BT=0,5 a 4800 baud

### Temperatura de operación:

- De -30 °C a +60 °C

### Alimentación y consumo:

- Alimentación: 12 VCC -15% + 20% (de 10,2 V a 14,4 V)(negativo a masa)
- Consumo típico a 12 VCC:
  - o RX : 65 mA
  - o TX 0,5 W : 261 mA
  - o TX 2 W : 630 mA

### Medidas y peso:

- T-MOD Remoto en caja de aluminio inyectado y pintada: 200 x 175 x 58 mm; 1,10 Kg aprox.

### Normativa:

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

### Otros:

- Permite la actualización de firmware y carga de opciones a través del puerto AUX. COM o de forma remota
- Analyze: Permite el diagnóstico local y remoto del T-MOD
- Echo Test: Permite realizar el test autónomo de un enlace radio entre T-MOD's

### Opciones:

- **Opción puerto RJ-45:** Adicional a los puertos RS-232 y RS-485, permite el empleo de protocolo ModBus TCP-IP.
- **Opción alimentación a 24 VCC**

*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.*

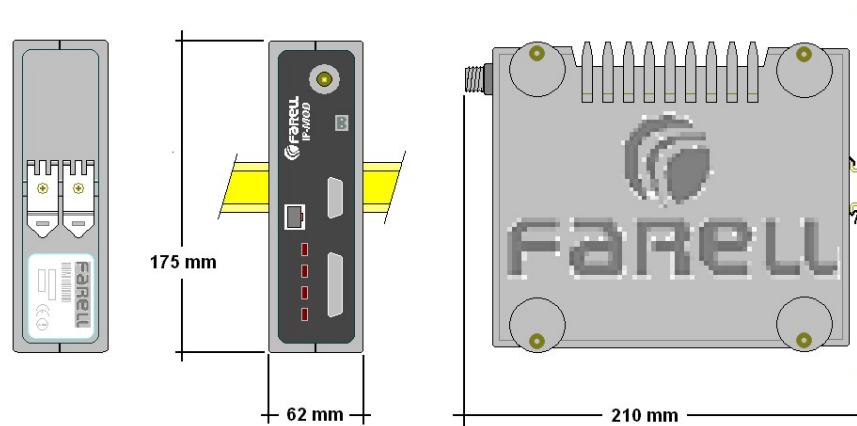
## L – OPCIONES DE MONTAJE

### **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 1,10 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.

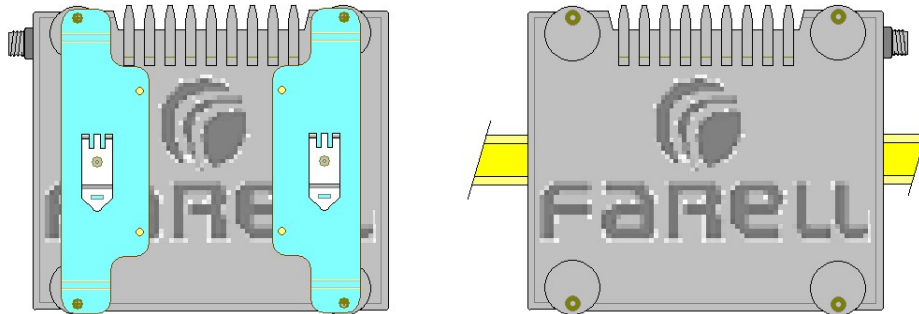
Para extraer el módem del raíl, levantar la parte inferior delantera del módem para liberar la parte inferior del clip en el raíl.



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

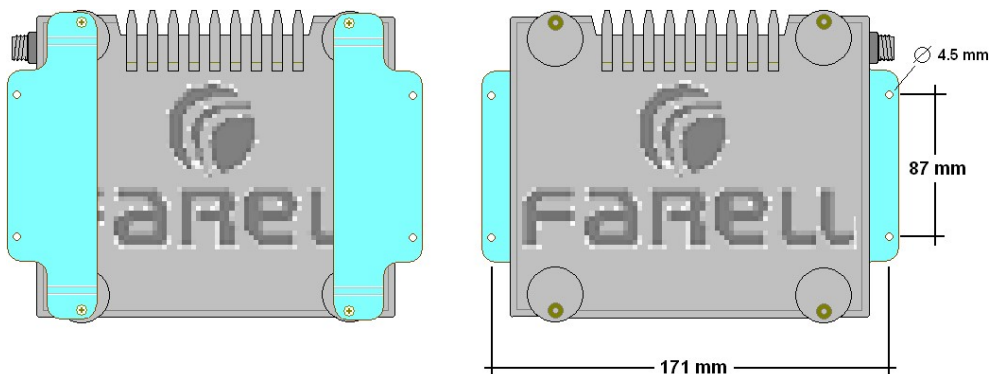
Es necesario el kit de montaje opcional: TMOD-JSPRD kit.

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.



**M - 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 C48+  
Denominación comercial: T-MOD C48+ 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, 02 de Enero de 2023



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.