

Introducción a Meter-Bus (Mayo 2011)

Iván López Espejo

Este texto supone una introducción al funcionamiento del sistema de lectura remoto de contadores estandarizado bajo el nombre de Meter-Bus.

I. INTRODUCCIÓN

METER-BUS (M-BUS) es un sistema desarrollado para cubrir la necesidad de leer remotamente contadores domésticos, por ejemplo, para la medida del consumo de gas, electricidad o agua en una vivienda. Este bus cumple con los requerimientos especiales de los sistemas accionados a distancia, incluyendo a los contadores públicos de consumo. Cuando se le envía una petición al contador, este devuelve la información que ha recogido para ser almacenada en un sistema común maestro. Este sistema puede ser, por ejemplo, un ordenador portátil, el cual se conecta a intervalos periódicos para leer todos los contadores públicos de un edificio. Un método alternativo para la recogida agrupada de los datos es transmitir la información leída vía módem.

Otras posibles aplicaciones de Meter-Bus en el entorno del hogar son los sistemas de alarma, instalaciones flexibles de iluminación o el control de la temperatura.

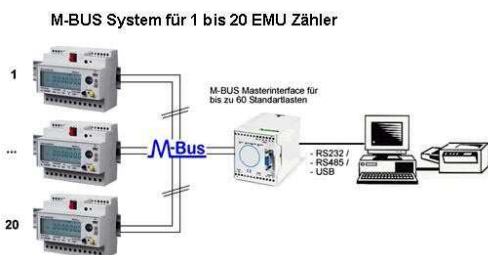


Fig. 1. Ejemplo de sistema M-Bus para la lectura de contadores.

II. VISIÓN GLOBAL DE M-BUS

La única topología de red posible para este tipo de sistema, debido a su fiabilidad y coste en el entorno de los contadores públicos de consumo, es la topología bus, la cual se recoge en la figura 2.

El requerimiento más importante es poder llevar a cabo la interconexión de varios centenares de dispositivos a lo largo de grandes distancias (por encima de varios kilómetros). Puesto que los datos enviados por los contadores se usan para el cómputo final de la factura del abonado, se requiere un alto grado de integridad en la transmisión por el bus. Por otro lado, es posible dispensar esta información a muy alta velocidad a causa de que, normalmente, sólo es necesario transferir una cantidad reducida de información. Con el fin de garantizar este alto grado de integridad en la transmisión, el bus debe ser especialmente inmune a las interferencias externas a causa del potencial acoplamiento inductivo y capacitivo. También es importante asegurar que el medio de transmisión no requiera

apantallamiento, etc.

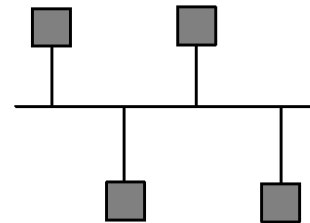


Fig. 2. Topología bus de red.

Puesto que no existía ningún bus que cumpliera con, entre otros, los anteriores requerimientos, M-Bus fue desarrollado por el profesor Horst Ziegler de la Universidad de Paderborn en cooperación con la filial alemana de Texas Instruments. La tecnología se asienta en el modelo de referencia OSI con el fin de realizar un sistema abierto que pudiera utilizar casi cualquier protocolo deseado.

Dado que M-Bus no es una red y, por tanto, no necesita la definición de las capas de transporte o sesión, los niveles del 4 al 6 del modelo de referencia se encuentran vacíos, proveyéndose funciones únicamente para las capas física, de enlace, de red y de aplicación. La tabla 1 muestra, resumidamente, las funciones de cada capa según el modelo OSI y el standard que las cubre en el entorno de la tecnología de M-Bus.

Capa	Funciones	Standard
Aplicación	Estructuras de datos, tipos de datos y acciones	EN 1434-3
Presentación	-	-
Sesión	-	-
Transporte	-	-
Red	Direccionamiento extendido (opcional)	-
Enlace	Parámetros de transmisión, direccionamiento, integridad de los datos	IEC 870
Física	Cable, representación a nivel de bit, extensiones de bus, topología, especificaciones eléctricas	M-Bus

Tab. 1. Mapeo de la estructura M-Bus sobre las capas del modelo OSI.

También existe una capa, al lado del conjunto de capas OSI, que sirve para la gestión de estas últimas. Esta capa de gestión reserva direcciones para la gestión de las capas física (direcciones 254 y 255) y de red (dirección 253).

A continuación nos centramos en describir la capa física (standard M-Bus), mencionando someramente el resto de ellas.

III. CAPA FÍSICA: M-BUS

M-Bus es un sistema jerárquico cuya comunicación es controlada por un elemento maestro (Central Allocation Logic). Por tanto, M-Bus consiste en un elemento maestro, una cierta cantidad de elementos esclavos (los contadores) y un cable de conexión de dos hilos telefónico standard para la transferencia serie de los datos. Los equipos terminales se conectan en paralelo al medio de transmisión, tal y como se muestra en la figura 3.

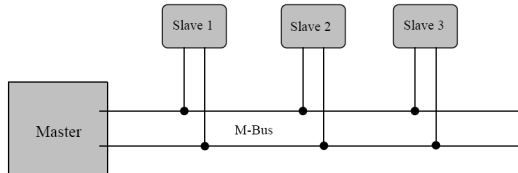


Fig. 3. Diagrama de bloques básico de M-Bus.

Con el fin de permitir la acción a distancia en los contadores, los bits en el bus desde el elemento maestro se representan como sigue: un 1 lógico se corresponde, usualmente, con un voltaje nominal de 36V y un 0 lógico con 24V. De otro lado, la representación de bits en la dirección del elemento esclavo (contador) al maestro se lleva a cabo mediante la modulación del consumo de corriente por parte del primero. Un 1 lógico se representa por un consumo de una corriente constante superior a 1.5mA, mientras que un 0 lógico hace lo propio a través del incremento de consumo, respecto del anterior caso, de entre unos 11 a 20mA. Es decir, realmente, la detección, tanto de una como de otra parte, de un 1 o 0 lógico, depende de la detección de un cambio en el voltaje en el bus de 12V (del maestro al esclavo) o de un cambio en el consumo de corriente por parte del esclavo de entre 11 a 20mA (del esclavo al maestro). Esta señal de comunicación desde el esclavo al maestro es además empleada en la alimentación de la interfaz, posibilitando el funcionamiento del contador o sensor al que se destine.

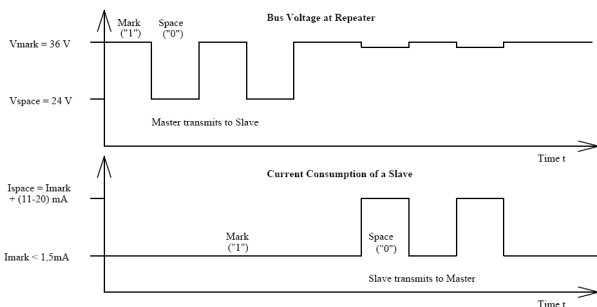


Fig. 4. Representación de los bits en M-Bus.

La transmisión de un 0 lógico por parte del contador se traduce en la reducción del voltaje en el bus debido a la impedancia de salida (dependiente a su vez de la longitud del cable), por lo que, dado que la detección de símbolos binarios se lleva a cabo de manera diferencial, la transmisión de información adopta la política semidúplex.

Un sistema M-Bus se compone de varias zonas, cada una de ellas con su propio conjunto de direcciones, quedando interconectadas gracias a elementos denominados controladores de zona así como por redes de más alto nivel. A su vez, cada zona se compone de segmentos, los cuales son conectados por turnos gracias a repetidores remotos. Sin embargo, normalmente un sistema M-Bus consiste en un segmento simple, el cual es conectado mediante un repetidor local a un PC que actúa de maestro. Estos repetidores locales convierten las señales M-Bus en señales adaptadas a la interfaz RS-232. Normalmente, al sistema compuesto del PC más el repetidor local es a lo que se conoce como elemento maestro.

Con el fin de cumplir con los requerimientos de los elementos esclavos (ciertas características de transmisión, accionamiento a distancia, medidas de protección, etc), Texas Instruments desarrolló un circuito integrado transeceptor conocido por el nombre de TSS721, el cual funciona de interfaz entre el elemento esclavo y el bus. Otras características que proporciona este IC son protección integrada contra polaridad inversa, alimentación constante de 3.3V para el microprocesador, indicación de fallo de voltaje en el bus, etc.

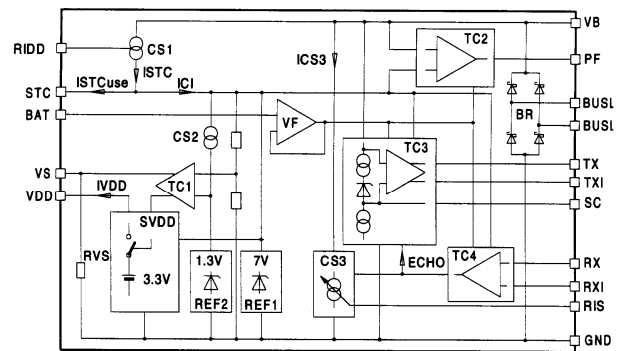


Fig. 5. Diagrama de bloques del transeceptor TSS721.

El circuito comparador TC3 se provee para detectar señales desde el maestro, cargándose el condensador SC en función de la señal procedente del mismo. Este condensador se carga a 8.6V cuando se recibe un 1 lógico y se descarga cuando se recibe un 0 lógico. Con un voltaje de carga de SC por debajo de 7.9V (nivel de comparación) el comparador establece en el pin TX un 0 lógico.

En el caso de la transmisión, la señal procedente del microprocesador aplicada al pin RX es convertida en corriente por TC4 y la fuente constante de corriente CS3. Cuando un 1 lógico se sitúa en RX, la corriente se toma del bus con ayuda de la fuente constante. Sin embargo, si en RX se fija un 0 lógico, TC4 conmuta a la fuente de corriente constante CS3. Los rangos de corriente pueden ajustarse con ayuda de RIDD y RIS.

La figura 6 muestra tres modos de operación que pueden ser usados para alimentar al microprocesador a partir del transeceptor. El procesador puede alimentarse exclusivamente a

partir del transceptor (alimentación remota), normalmente a partir del TSS721 o de una batería en caso de fallo del bus, o sólo a partir de una batería.

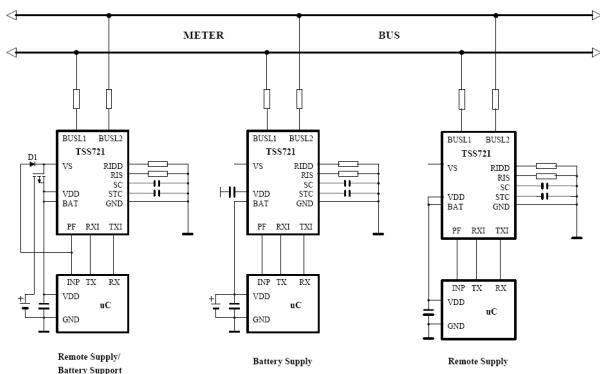


Fig. 6. Modos de operación del transceptor según el sistema de alimentación del microprocesador.

Para completar el elemento esclavo (contador) con el transceptor, aparte del microprocesador y de los elementos sensores para la medida de la magnitud correspondiente (consumo de agua, luz, etc), se necesita otra serie de componentes, como, por ejemplo, los propios de un sistema optoacoplador para aislar eléctricamente el microprocesador del transceptor con el fin de proteger el primero de posibles picos de tensión por fallos en la red, otras interferencias, etc.

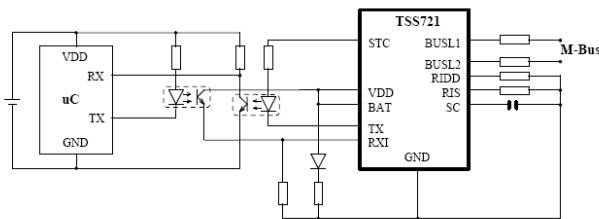


Fig. 7. Aplicación de un optoacoplador para la alimentación del microprocesador del transceptor.

IV. CAPA DE ENLACE

La estructura anteriormente presentada acerca de la capa física impone ciertas condiciones de operación a la capa de enlace: transmisión serie asíncrona semidúplex, rates en el intervalo de los 300 a los 9600 baudios, debido a la estructura maestro-esclavo los elementos esclavos no deben de poder comunicarse entre sí, etc. El protocolo de la capa de enlace está basado en el standard IEC 870-5, el cual define una serie de protocolos de transmisión para el telecontrol de equipos y sistemas.

El protocolo empleado hace uso de transmisión asíncrona de bits en serie, donde la sincronización se implementa con bits de inicio y parada para cada carácter. El bit de inicio se corresponde con un 0 lógico mientras que el de parada lo hace con un 1 lógico. El carácter transmitido se compone de 8 bits más uno que se corresponde con un bit de paridad par con el fin de detectar palabras transmitidas erróneamente. La

transmisión de los datos se lleva a cabo en orden ascendente, es decir, el primer bit es el menos significativo (LSB).

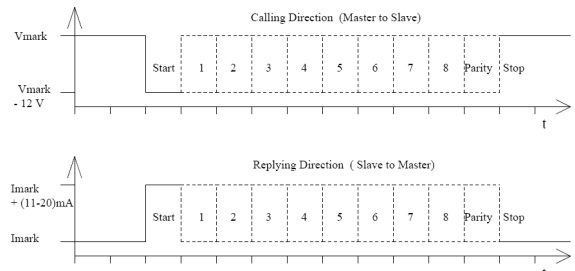


Fig. 8. Transmisión de un carácter a nivel de enlace en M-Bus.

La figura 9 recoge los tipos de trama que pueden ser intercambiados en el entorno de M-Bus (donde todos los campos de cada uno de los mensajes, salvo indicación explícita, son de 8 bits). Estos se describen a continuación:

- *Carácter simple:* Consiste en el envío del carácter 229 a modo de confirmación de recepción de datos.
- *Trama corta:* Tras el carácter inicial, se envían los datos pertenecientes a los campos C (campo de control para la indicación del sentido del flujo de datos) y A (campo de dirección para la indicación de la dirección del destinatario en el sentido del envío o del remitente en el sentido de la recepción). Finalmente se incluyen los campos de checksum para el control de errores y el byte de parada.
- *Trama larga:* Tras el carácter inicial, el campo L (campo de longitud) se transmite dos veces seguido del carácter inicial otra vez. Seguidamente se sitúan los campos C y A y el campo CI (campo de control de información que es parte de la capa de aplicación y permite la implementación de una variedad de acciones en el maestro o en los elementos esclavos). El campo L especifica la cantidad de entradas de datos de usuario más tres, a causa de los campos C, A y CI. Tras las entradas de datos de usuario se transmiten el checksum y el carácter de parada.
- *Trama de control:* Es idéntica a la trama larga pero sin datos de usuario.

Single Character	Short Frame	Control Frame	Long Frame
E5h	Start 10h	Start 68h	Start 68h
	C Field	L Field = 3	L Field
	A Field	L Field = 3	L Field
	Check Sum	Start 68h	Start 68h
	Stop 16h	C Field	C Field
		A Field	A Field
		CI Field	CI Field
		Check Sum	User Data
		Stop 16h	(0-252 Byte)
			Check Sum
			Stop 16h

Fig. 9. Formatos de trama en M-Bus.

La capa de enlace usa dos tipos de servicio de transmisión:

- *Enviar/Confirmar*: SND/CON.
- *Petición/Respuesta*: REQ/RSP.

Los procedimientos de comunicación son los siguientes:

- *SND_NKE* → *Carácter de control simple*

Este procedimiento sirve para empezar tras una interrupción o tras el comienzo de la comunicación. El esclavo, en caso de recibir la trama correctamente, responde con una confirmación consistente en el carácter E5h.

- *SND_UD* → *Carácter de control simple*

Con este procedimiento el maestro transmite información de usuario al elemento esclavo. El esclavo puede confirmar la recepción correcta de los datos con el envío de un carácter simple (E5h) o no hacer nada en caso contrario; es decir, se sigue un esquema de confirmación positiva.

- *REQ_UD2* → *RSP_UD*

El maestro realiza una petición de información al esclavo, como la que podría hacer un ordenador central a un contador doméstico para la posterior tarificación. En caso de una correcta recepción de la petición, el esclavo enviará un mensaje de respuesta con los datos solicitados.

Cuando en la recepción de un mensaje se detecta un fallo (ya sea bien a través del checksum, del bit de paridad o del campo de longitud) y no se envía confirmación positiva, el emisor, tras un tiempo de espera aguardando la confirmación que no llega, reenvía los datos no confirmados varias veces consecutivamente esperando una respuesta durante un cierto tiempo prefijado. En caso de seguir sin recibir confirmación alguna, el maestro reinicia un procedimiento SND_NKE aguardando el carácter E5h procedente del elemento esclavo. En caso negativo, se salta al siguiente dispositivo (contador) con el que se quiera establecer comunicación.

V. CAPAS DE RED Y APLICACIÓN

La capa de red se preocupa de la selección de la mejor ruta posible para la comunicación de las partes en la red. La capa de red en el protocolo M-Bus conecta un elemento esclavo con una cierta dirección secundaria, asociada a la dirección primaria de red (253), al bus. La capa de red sólo se habilita con el procedimiento SND_UD de envío de información desde el maestro a un elemento esclavo. En esta trama debe figurar, en el campo de control de información (CI), el carácter 52h o el 56h para la selección del elemento esclavo con el que se quiere comunicar, a la dirección primaria de red 253.

Por último, en cuanto a la capa de aplicación, el protocolo estandarizado en la norma EN 1434-3 es el empleado en M-Bus. Dicho protocolo de aplicación define una serie de procedimientos y reglas para el intercambio de datos con contadores domésticos (gas, agua, electricidad, etc). EN 1434-3, sin embargo, cubre únicamente la estructura de datos en el sentido de respuesta, es decir, desde el elemento esclavo al maestro.

REFERENCIAS

- [1] Texas Instruments Deutschland GmbH, *Applications Report "Designing Applications for the Meter-Bus"*. 1994.



Iván López Espejo nació en Granada en 1988. Es Ingeniero de Telecomunicación desde el año 2011 por la Universidad de Granada. Actualmente cursa estudios de Ingeniería Electrónica también por la Universidad de Granada y es alumno del Programa de Doctorado en Tecnologías Multimedia de esta misma Universidad y cuyo Máster se encuentra cursando en la actualidad.

Desde agosto de 2011 realiza una internship en el centro de Telefónica I+D Granada donde lleva a cabo tareas de soporte técnico, documentación e investigación para el desarrollo de nuevos productos y servicios en el ámbito de la telemedicina a nivel europeo. También desde octubre de ese mismo año participa como Ingeniero Colaborador en el departamento de I+D+i dentro del proyecto "La Ciudad Accesible" para la generación de productos y proyectos únicos en el ámbito de la innovación tecnológica y el desarrollo sostenible.