



Fotografía: InEleco.

Lectura de contadores de energía en centrales FV (I)

Implementación del protocolo IEC 870-5-102 en sistemas de monitorización

M. Alonso-Abella y F. Chenlo

El objetivo de este trabajo es proporcionar, a la comunidad fotovoltaica en general y a los desarrolladores de sistemas de monitorización que no están familiarizados con los protocolos de comunicación de los contadores de energía, la información necesaria incluyendo ejemplos prácticos para el desarrollo de un software propio. Se explican en detalle los comandos básicos para las lecturas de valores de energía periódicos y de finales de cierre incluidas en los estándares de referencia [1, 2]. Esto puede ser útil para propietarios de instalaciones de pequeña potencia y también para grandes centrales fotovoltaicas en las que los usuarios quieren tener un sistema de medida de energía propio y automatizado independiente de las lecturas de las compañías eléctricas.

En este trabajo se presenta un modo simple y práctico para la lectura remota de los contadores de energía de centrales fotovoltaicas (FV) y su implementación en sistemas de monitorización. Los contadores de energía se pueden monitorizar local o remotamente para la obtención de los valores de energía de las instala-

ciones. Mediante el protocolo de comunicaciones IEC 870-5-102 el proceso de telelectura se puede implementar como un programa de ordenador independiente o integrado en el sistema de monitorización de las centrales fotovoltaicas. La lectura remota de los contadores de energía es un requerimiento[1]

que obligatoriamente debe estar instalado en sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica cuya potencia nominal sea igual o superior a 15 kW, y se está en proceso de que esta telelectura sea obligatoria para todos los contadores de energía eléctrica del sistema eléctrico español de cualquier tipo de instalación de generación o consumo. En general consiste en que los contadores de energía deben tener capacidad de comunicación, por puertos [2] ópticos, RS232 o RS485, junto con un modem GSM. Esta capacidad de telelectura es utilizada en la práctica casi exclusivamente para la lectura remota por parte de la compañía eléctrica para la facturación de producciones y consumos de las instalaciones FV. Las lecturas de los contadores son adquiridas remota y automáticamente por las compañías eléctricas mediante software específico para la facturación. En cualquier momento el usuario puede solicitar

una telelectura efectuada por la compañía. La tarjeta SIM del modem GSM debe estar adecuadamente mantenida y el sistema en perfecto estado de operación en tanto que los costes derivados están normalizados [1] siendo asumidos por el propietario de la instalación. En este trabajo se presenta la forma de utilizar esta infraestructura de telelectura ya disponible para realizar una lectura propia e independiente de la que ya realiza la compañía eléctrica.

Habitualmente la gran mayoría de los fabricantes de inversores ofrecen la posibilidad de adquirir sistemas de monitorización integrados en sus equipos que permiten la adquisición de los datos de operación de los sistemas FV conectados a la red mediante el registro de los parámetros eléctricos de operación del inversor (corrientes, tensiones y potencias AC y DC), junto con entradas analógicas para las señales de irradiancia y temperatura de célula y otros parámetros meteorológicos e incluso la monitorización de las corrientes de las cadenas si dispone de las cajas de conexiones inteligentes denominadas habitualmente "string box" [3]. Los datos recogidos "in situ" en las instalaciones fotovoltaicas pueden ser enviados a servidores internet de los propios fabricantes de los inversores que permiten un acceso y análisis deslocalizado. No obstante no suele ser habitual el acceso directo de estos sistemas de monitorización estandarizados por los fabricantes de los inversores a las lecturas de los contadores de energía de las centrales, salvo tal vez mediante una entrada digital que puede leer los pulsos de salida de los contadores, proporcionales a la energía, pero no bajo comunicación directa. No obstante los propietarios de las instalaciones fotovoltaicas pueden estar interesados en tener un acceso directo a las lecturas de sus contadores. En este caso las opciones pueden ser:

- Utilización de los programas comerciales de los fabricantes de los contadores.
- Contratación de empresas especializadas en ofrecer servicios de monitorización de centrales FV.
- Desarrollo de su propio software de lectura de contadores.

Los fabricantes de contadores ofertan sus propios programas para la lectura y/o programación de los contadores. Existen numerosas posibilidades que abarcan desde los programas más simples hasta los más complejos con amplias bases de datos e incluso pueden incluir la emisión de facturas. En general permiten un completo control de las lecturas. También se pueden



Figura 1.- Ejemplo de contadores de energía de diferentes fabricantes (en la figura: Landis&Gyr, Circuitor, Actaris, ZIV, Orbis) utilizados habitualmente en centrales FV.

encontrar empresas que han desarrollado software para la gestión de contadores de energía [4].

En la actualidad hay una amplia oferta de empresas [5] que ofertan servicios especializados para la monitorización de centrales FV que también incluyen las lecturas de los contadores dentro del sistema global de monitorización.

La opción que se plantea en este trabajo es suministrar la información necesaria para que cualquier usuario con ligeros conocimientos de programación pueda desarrollar su propio software de lectura de contadores de energía o incorporar estos datos en un sistema de monitorización global de la instalación.

La opción que se plantea en este trabajo es suministrar la información necesaria para que cualquier usuario con ligeros conocimientos de programación pueda desarrollar su propio software de lectura de contadores de energía o incorporar estos datos en un sistema de monitorización global de la instalación.

NORMATIVA

Los contadores de energía de cualquier fabricante deben cumplir con la norma IEC 870-5-102 [6], que en España es de obligatorio cumplimiento según las regulaciones [7] de Red Eléctrica Española, REE. Para la medida remota automatizada el usuario debe instalar un modem

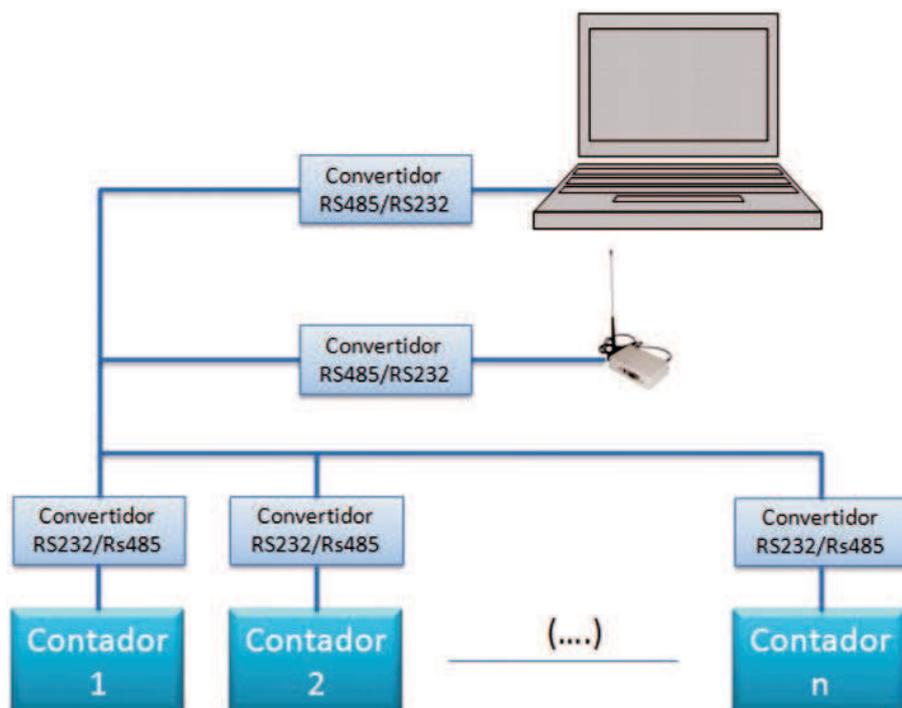


Figura 1.- Esquema de conexionado para comunicación con los contadores de energía.

GSM y suministrar a las compañías eléctricas el número de teléfono y las direcciones de los contadores y sus claves de acceso. La implementación del protocolo IEC 870-5-102 es inmediata para cualquier programador profesional o habituado a realizar este tipo de actividades. En este documento se intenta explicar de un modo sencillo este protocolo. En cualquier caso y tal como se ha comentado anteriormente los diferentes fabricantes de contadores y las empresas de ingeniería ofertan comercialmente sus programas para realizar estas funciones.

PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

El protocolo de comunicaciones está especificado detalladamente en la norma IEC 870-5-102:1996 [6] y en el documento de referencia de REEE [7]. Se reproducen en este trabajo algunos de los conceptos considerados de especial relevancia con el objeto de facilitar al lector su comprensión y poder interpretar con facilidad los comandos básicos para efectuar las lecturas de los valores de energía (integrados por periodos de tiempo o curvas de carga e información de tarificación o lecturas de cierres).

El protocolo de comunicaciones es no balanceado o desequilibrado, lo cual quiere decir que hay un equipo primario fijo (maestro) que solicitará información a una o varias estaciones secundarias (esclavos). En nuestro caso el maestro será un ordenador (PC) y los esclavos serán cada uno de los contadores, identificados con una única dirección dentro de una red RS485, figura 2, en la que se muestra el caso habitual en la que cada contador tiene una salida RS232 y es necesario un convertidor RS232/RS485 por cada conta-

dor. El intercambio de información se realiza mediante el método pregunta-respuesta (*request/respond*), pero también soporta envío/respuesta (*send/reply*) y envío/confir-mación (*send/confirm*).

| |
|----------------------------|
| INICIO (H68) |
| LONGITUD |
| LONGITUD |
| INICIO (H68) |
| CAMPO CONTROL C |
| DIRECCIÓN |
| DIRECCIÓN |
| DATOS DE APLICACIÓN (ASDU) |
| CHECKSUM |
| END (H16) |

(a)

| |
|-----------------|
| INICIO (H10) |
| CAMPO CONTROL C |
| DIRECCIÓN |
| DIRECCIÓN |
| CHECKSUM |
| END (H16) |

(b)

Figura 3.- Formato de los comandos (tramas) de (a) longitud variable o (b) de longitud fija.

Los comandos (tramas de enlace) pueden ser de longitud fija o de longitud variable, figura 3 . En los comandos de longitud variable la longitud de la trama es configurable mediante parámetros con un máximo de 255 caracteres. Los comandos constan de los siguientes campos:

- Carácter de inicio.
- Longitud.
- Campo de control.
- Dirección.
- Datos de aplicación (ASDU).

- Checksum.
- Carácter End.

CARÁCTER DE INICIO

Es el que inicia la trama (1 byte). En las tramas de longitud variable es el byte hexadecimal 68, indicado como 16#68 o H68. Se utiliza dos veces, una para comenzar la trama y otra para indicar el lugar en el que comienzan los comandos de la misma. En las tramas de longitud fija es el byte H10.

LONGITUD

Se envía por duplicado. Son dos bytes repetidos y cada uno indica el número de bytes que se envían en la trama comenzando por el campo de control (incluido) hasta el Checksum (no incluido).

CAMPO DE CONTROL

El byte (8 bits o 1 octecto) campo de control del enlace, C, de la figura 3 tiene la estructura indicada en la figura 4, en donde:

RES: Reserva (Siempre a 0).

Bite reservado para futuras aplicaciones. Actualmente vale siempre 0.

PRM: Dirección de Control.

<0> Mensaje del secundario (que responde).

<1> Mensaje del primario (que inicia).

Expresa el flujo de la información. Si el comando es de maestro a esclavo vale 1, PRM=1, y vale 0, PRM=0, si el comando es de respuesta de esclavo a maestro.

FCB: Es el bit de cuenta de trama (Frame Count Bit).

<0> <1> = bit alternante para su-

cesivos mensajes de send/confirm o request/respond.

Se utiliza para borrar pérdidas o duplicados de transferencia de información. El maestro alterna el bit FCB para cada nueva transmisión dirigida al mismo contador esclavo. En caso de no alternar este bit, el esclavo entiende que es una repetición del comando recibido con anterioridad. Por tanto el master ha de retener este bit para cambiarlo en cada mensaje a un mismo esclavo. Está relacionado con el bit FCV que lo valida o inválida.

FCV: Habilita el bit FCB.

<0> FCB inhabilitado .

<1> FCB habilitado.

ACD: Bit de solicitud de acceso. Hay dos clases de datos proporcionados, referenciados como clase 1 y clase 2.

<0> No acceso a datos clase 1.

<1> Acceso a datos clase 1.

Según el reglamento de REE, únicamente se utilizan datos de clase 2 y por tanto se ignorará el bit de estado ACD.

DFC: Control de flujo de datos.

<0> Se aceptan futuros mensajes .

<1> Los mensajes futuros causarían desbordamiento de datos (data overflow).

Bit utilizado por los contadores esclavos para indicar al ordenador maestro que el siguiente mensaje causará desbordamiento de datos.

Los códigos de función aceptados en las tramas enviadas por la estación primaria o maestro (PRM=1) son:

0 Reposición del enlace remoto. Bit FCV de código de control a 0.

3 Envío de datos de usuario. Bit FCV

| | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-------------------|----------------|----------------|----------------|--|
| Campo C | RES | PRM | FCB | FCV | 2 ³ | 2 ² | 2 ¹ | 2 ⁰ | Maestro a esclavo Esclavo a maestro |
| | | | ACD | DFC | Código de función | | | | |
| Bit | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |

Figura 4.- Estructura del campo de control C de la trama en los dos casos de dirección de comunicación, de maestro a esclavo, PRM=1, o de esclavo a maestro, PRM=0.

de código de control a 1.

9 Solicitud de estado del enlace. Bit FCV de código de control a 0.

11 Solicitud de datos clase 2. Bit FCV de código de control a 1.

Los códigos de función para las tramas enviadas por la estación secundaria o contadores esclavos (PRM=0) son:

0 ACK. Reconocimiento positivo.

1 NACK. Comando no aceptado.

8 Datos de Usuario.

9 NACK. Datos solicitados no disponibles.

11 Estado del enlace o demanda de acceso.

DIRECCIÓN

Se refiere a la dirección del esclavo a quien va dirigida la trama. La dirección tendrán una longitud de 2 octetos (2 bytes) pudiendo tomar los valores desde 0 (H0000) hasta 65535 (HFFFF), figura 3. Cada contador tendrá una única dirección de

enlace que serán distintas entre sí en las configuraciones multipunto.

DATOS DE APLICACIÓN (ASDU)

Los datos de aplicación (Application Service Data Unit) contienen la información enviada por los maestros o esclavos en los comandos o tramas de longitud variable. De acuerdo con REE se enviará un ASDU por trama. Su estructura se analiza en detalle en el siguiente apartado.

CHECKSUM

Es un byte con la suma aritmética de todos los bytes comenzando por el campo de control (incluido) hasta el checksum (no incluido).

CARÁCTER DE END

El carácter END es el que indica el fin del mensaje o trama. Se corresponde con el byte hexadecimal 16H.

ESTRUCTURA DE LOS DATOS DE APLICACIÓN (ASDU)

Según lo especificado en [6,7] en sus apartados 7 y 5 respectivamente, la estructura general de los datos de aplicación, figura 5, es:

- Una ASDU se compone de:
 - Un identificador de unidad de datos.
 - Uno o más objetos de información.
 - Una o ninguna etiqueta de tiempo común.

IDENTIFICADOR DE UNIDAD DE DATOS

El identificador de unidad de datos tiene siempre la misma estructura para todas las ASDU:

- La identificación de tipo (1 byte).
- Un cualificador de estructura variable (1 byte).
- Una causa de transmisión (1 byte).
- Una dirección común del ASDU (3 bytes).

Identificación de tipo

La identificación de tipo es un número de función indicado en la tabla 1, utilizada para indicar el tipo de acción o lectura que se desea realizar. El documento de REE [7] contiene una descripción detallada de cada uno de estos identificadores.

La nomenclatura utilizada en la IEC 870-5 es:

Identificador de tipo :=UI8[1..8]<1..255>

Y se interpreta como que el identificador de tipo de un entero sin signo de 8 bits que puede tomar los valores de 1 a 255 (H01 a HFF en notación hexadecimal). Los valores <1..127> están definidos en dicha norma, dejando los valores <128..255> para uso especial y se especifican en el documento de REE, tabla 1.

Cualificador de estructura variable

El cualificador de estructura variable contiene información acerca del número de objetos de información envia-

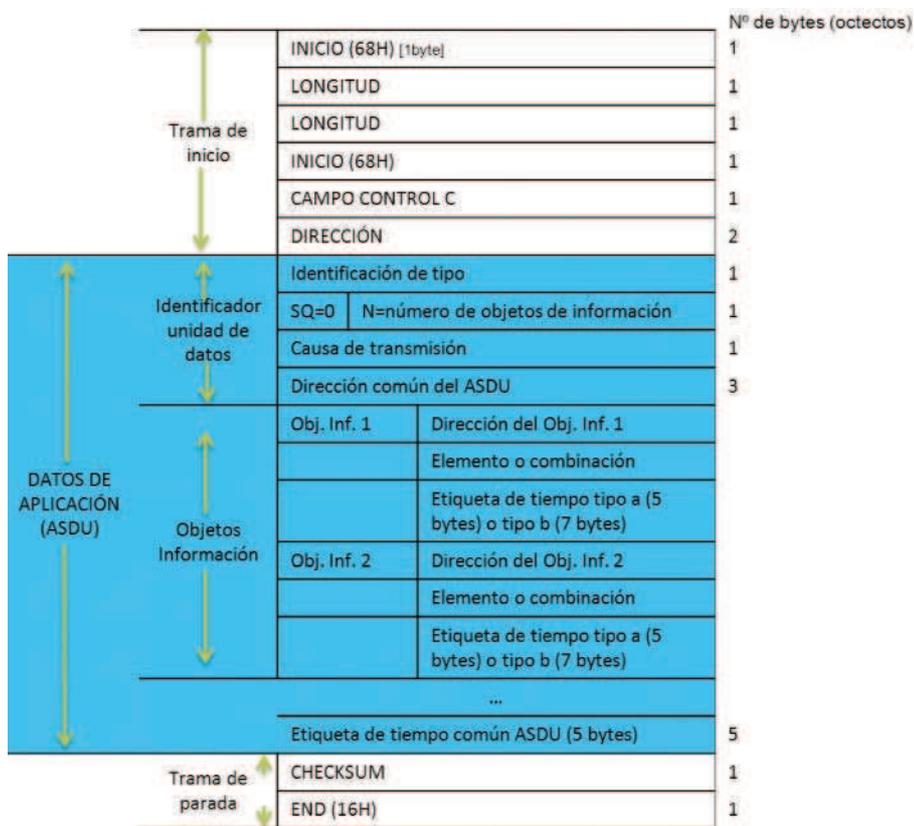


Figura 5.- Formato de las tramas de longitud variable, indicando la estructura completa de los datos de aplicación (ASDU).

| Identificadores de tipo | | |
|-------------------------|---|-----------|
| Id. | Uso | Mnemónico |
| <1> | Información de evento (single-point) con etiqueta de tiempo. Se empleará en la transmisión de incidencias | M_SP_TA_2 |
| <8> | Totales integrados operacionales, 4 octetos (lecturas de contadores absolutos, en kWh o kVARh) | M_IT_TG_2 |
| <11> | Totales integrados operacionales repuestos periódicamente, 4 octetos (incrementos de energía, en kWh o kVARh) | M_IT_TK_2 |
| <71> | Identificador de fabricante y equipo. En lugar de un código de producto se enviará un identificador de equipo | P_MP_NA_2 |
| <72> | Fecha y hora actuales | M_TI_TA_2 |
| <100> | Leer identificador de fabricante y equipo | C_RD_NA_2 |
| <102> | Leer registro de información de evento (single-point) por intervalo de tiempo | C_SP_NB_2 |
| <103> | Leer fecha y hora actuales | C_TI_NA_2 |
| <122> | Leer totales integrados operacionales por intervalo de tiempo y rango de direcciones | C_CI_NT_2 |
| <123> | Leer totales integrados operacionales repuestos periódicamente por intervalo de tiempo y rango de direcciones | C_CI_NU_2 |
| <128> | Firma electrónica de los totales integrados (lecturas) | M_DS_TA_2 |
| <129> | Parámetros del punto de medida | P_ME_NA_2 |
| <130> | Firma electrónica de los totales integrados repuestos periódicamente (incrementos de energía) | M_DS_TB_2 |
| <131> | Fechas y horas de cambio de horario oficial | M_CH_TA_2 |
| <132> | Carga de Clave Privada de Firma | C_PK_2 |
| <133> | Leer Información de Tarificación (Valores en Curso) | C_TA_VC_2 |
| <134> | Leer Información de Tarificación (Valores Memorizados) | C_TA_VM_2 |
| <135> | Información de Tarificación (Valores en Curso) | M_TA_VC_2 |
| <136> | Información de Tarificación (Valores Memorizados) | M_TA_VM_2 |
| <137> | Cerrar Período de Facturación | C_TA_CP_2 |
| <138> | Reservado para versiones futuras del protocolo RM-CM | |
| <139> | Bloques de totales integrados operacionales (lecturas de contadores absolutos, en kWh o kVARh) | M_IB_TG_2 |
| <140> | Bloques de totales integrados operacionales repuestos de energía periódicamente (incrementos de energía en kWh o kVARh) | M_IB_TK_2 |
| <141> | Leer la configuración del equipo RM | C_RM_NA_2 |
| <142> | Envío de la configuración del equipo RM | M_RM_NA_2 |
| <143> | Modificación de la configuración de los puertos de comunicaciones | C_MR_NA_2 |
| <144> | Lectura de potencias de contrato | C_PC_NA_2 |
| <145> | Envío de potencias de contrato | M_PC_NA_2 |
| <146> | Modificación de potencias de contrato | C_MC_NA_2 |
| <147> | Lecturas de días festivos | C_DF_NA_2 |
| <148> | Envío de días festivos | M_DF_NA_2 |
| <149> | Modificación de días festivos | C_MF_NA_2 |
| <150..179> | Reservados para versiones futuras del protocolo RM-CM | |
| <180> | Leer firma electrónica de los totales integrados por intervalo de tiempo (lecturas) | C_DS_TA_2 |
| <181> | Cambiar fecha y hora | C_CS_TA_2 |
| <182> | Leer los parámetros del punto de medida | C_PI_NA_2 |
| <183> | Iniciar sesión y enviar clave de acceso | C_AC_NA_2 |
| <184> | Leer firma electrónica de los totales integrados repuestos periódicamente, por intervalo de tiempo (incrementos de energía) | C_DS_TB_2 |
| <185> | Leer fechas y horas de cambio de horario oficial | C_CH_TA_2 |
| <186> | Modificar fechas y horas de cambio de horario oficial | C_MH_TA_2 |
| <187> | Finalizar sesión | C_FS_NA_2 |
| <188> | Reservado para versiones futuras del protocolo RM-CM | |
| <189> | Leer bloques de totales integrados operacionales por intervalo de tiempo y dirección | C_CB_NT_2 |
| <190> | Leer bloques de totales integrados operacionales repuestos periódicamente por intervalo de tiempo y dirección | C_CB_NU_2 |
| <191..199> | Reservados para versiones futuras del protocolo RM-CM | |
| <200..225> | Uso libre para cada fabricante | |

RM=Registradores de medida; CM=Concentradores de medida.

Tabla 1.- Identificadores de tipo, referencia [7].

do en la trama de longitud variable. En el caso en que el número de objetos de información sea superior a 1, la norma IEC 870-5-102:1996 establece dos tipos de acceso a las direcciones de los objetos de información. La selección del tipo de acceso se realiza mediante el bit nº 8 de este cualificador denominado SQ. SQ :=BS1[8]<0..1> <0> := Para cada objeto de información se indica su dirección.

<1> := Se indica la dirección exclusivamente al primer objeto, siendo las direcciones del resto consecutivas. El protocolo de REE indica que este bit toma siempre el valor cero, SQ=0. Los bits 7 a 1 indican el número



Figura 6.- Cualificador de estructura variable.



Figura 7.- Causa de transmisión.

mero N de objetos de información. Cualificador de estructura variable :=CP8{N,SQ} N=número de objetos de información :=UI7[1..7]<0..127> SQ:Secuencia :=BS1[8]<0..1> (siempre SQ=0)

Causa de transmisión

El tercer octeto (byte) del identificador de la unidad de datos define la causa de la transmisión. El bit nº 8 indica si es prueba o no (test), el bit nº 7 se refiere a la confirmación positiva o negativa y los bits 6 a 1 contienen el nº de la causa que puede tomar los valores desde 1 a 63, . Se especifica como:

Causa de transmisión :=CP8{Causa,P/N,T} Causa :=UI6[1..6]<0..63> P/N :=BS1[7]<0..1> <0> :=Confirmación positiva <1> :=Confirmación negativa T=Test :=BS1[8]<0..1> <0> :=no test <1> :=test Normalmente los bit P/N y T valen 0.

| Causa | Significado de la causa de transmisión |
|----------|---|
| <4> | Inicializada |
| <5> | Petición o solicitada (request or requested) |
| <6> | Activación |
| <7> | Confirmación de activación |
| <8> | Desactivación |
| <9> | Desactivación confirmada |
| <10> | Finalización de la activación |
| <13> | Registro de datos solicitado no disponible |
| <14> | Tipo de ASDU solicitado no disponible |
| <15> | Número de registro en el ASDU enviado por CM desconocido |
| <16> | Especificación de dirección en el ASDU enviado por CM desconocida |
| <17> | Objeto de información no disponible |
| <18> | Período de integración no disponible |
| <48..52> | Reservados para versiones futuras del protocolo RM-CM |
| <53..63> | Uso libre para cada fabricante |

Tabla 2.- Causa de transmisión referencia [6,7].

| Dirección de registro | Uso |
|-----------------------|--|
| <0> | Dirección de defecto |
| <11> | Totales integrados con período de integración 1 (curva de carga) |
| <12> | RESERVA. [Posible uso futuro para Totales integrados con período de integración 2(curva de carga, habitualmente cuartohoraria)]. |
| <13> | RESERVA. [Posible uso futuro para Totales integrados con período de integración 3(curva de carga)] |
| <21> | Totales integrados (valores diarios) con período de integración 1 (resumen diario) |
| <22> | RESERVA. [Posible uso futuro para Totales integrados (valores diarios) con período de integración 2 (resumen diario)] |
| <23> | RESERVA. [Posible uso futuro para Totales integrados (valores diarios) con período de integración 3 (resumen diario)] |
| <52> | Información de evento (single-point), sección 1: incidencias de arranques y tensión bajo límites |
| <53> | Información de evento (single-point), sección 2: incidencias de sincronización y cambio de hora |
| <54> | Información de evento (single-point), sección 3: incidencias de cambio de parámetros |
| <55> | Información de evento (single-point), sección 4: errores internos |
| <128> | Información de evento (single-point), sección 5: incidencias de intrusismo |
| <129> | Información de evento (single-point), sección 6: incidencias de comunicaciones |
| <130> | Información de evento (single-point), sección 7: incidencias de clave privada |
| <131> | Información de evento (single-point), sección 8: incidencias de Contrato I |
| <132> | Información de evento (single-point), sección 9: incidencias de Contrato II |
| <133> | Información de evento (single-point), sección 10: incidencias de Contrato III |
| <134> | Información de Tarificación relativa al Contrato I |
| <135> | Información de Tarificación relativa al Contrato II |
| <136> | Información de Tarificación relativa al Contrato III |
| <137> | Información de Tarificación relativa al Contrato Latente I |
| <138> | Información de Tarificación relativa al Contrato Latente II |
| <139> | Información de Tarificación relativa al Contrato Latente III |
| <140..199> | Reservados para versiones futuras del protocolo RM-CM |
| <200..255> | Uso libre para cada fabricante |

Tabla 3.- Direcciones de registro, referencia [6,7].

Dirección común del ASDU

Los tres últimos bytes del identificador de unidad de datos contienen la dirección común del ASDU que se compone a su vez de:

- Dirección del punto de medida, 2 bytes :=UI16[1..16]<0..65535>
- Dirección de registro, 1 byte :=UI8[1..8]<0..255>

Un Contador de energía puede gestionar hasta tres Contratos independientes entre sí, de manera que existen tres conjuntos de información, uno para cada contrato. Los contratos se asignan para los siguientes propósitos.

- Contrato I: Tarifas de Acceso.
- Contrato II: Tarifas generales de Compra.

| Dirección | Objeto de Información |
|-----------|---|
| <1> | Totales Integrados de Activa Entrante |
| <2> | Totales Integrados de Activa Saliente |
| <3> | Totales Integrados de Reactiva primer cuadrante |
| <4> | Totales Integrados de Reactiva segundo cuadrante |
| <5> | Totales Integrados de Reactiva tercer cuadrante |
| <6> | Totales Integrados de Reactiva cuarto cuadrante |
| <7> | Datos de reserva 1 |
| <8> | Datos de reserva 2 |
| <9> | Bloque de totales integrados genérico con datos de reserva(Punto de medida con direcciones de objeto 1 al 8) |
| <10> | Bloque de totales integrados genérico sin datos de reserva(Punto de medida con de direcciones de objeto 1 al 6) |
| <11> | Bloque de totales integrados de consumo puro sin reservas (Punto de medida con direcciones de objeto 1, 3 y 6) |
| <12..19> | Reservados para futuras ampliaciones del Protocolo |
| <20> | Información de Tarificación (Totales) |
| <21> | Información de Tarificación (período tarifario 1) |
| <22> | Información de Tarificación (período tarifario 2) |
| <23> | Información de Tarificación (período tarifario 3) |
| <24> | Información de Tarificación (período tarifario 4) |
| <25> | Información de Tarificación (período tarifario 5) |
| <26> | Información de Tarificación (período tarifario 6) |
| <27> | Información de Tarificación (período tarifario 7) |
| <28> | Información de Tarificación (período tarifario 8) |
| <29> | Información de Tarificación (período tarifario 9) |

Tabla 4.- Direcciones de objeto, referencia [6,7].



Figura 8.- Byte de cualificadores.

- Contrato III: Uso genérico: Auto-productores o Tarifas Generales de Compra.

En instalaciones FV el tipo de contrato habitual es el contrato tipo III. En relación con los *puntos de medida*, REE los define como la unidad de direccionamiento básico en el nivel de aplicación, por contraposición a la unidad de direccionamiento en el nivel de enlace, que es el registrador de medida o contador. Habrá al menos una clave para cada uno de los puntos de medida del contador de energía. Opcionalmente podrá haber otras claves para diferentes niveles de acceso a la información y funcionalidad del contador (p.e. una clave de acceso para operaciones de sólo lectura que no permita la alteración de ningún parámetro del registrador). En una sesión abierta para un punto de medida solo se responderá a los mensajes para dicho punto de medida. Para obtener datos de otro punto de medida es necesario cerrar la sesión y abrir otra para ese punto de medida.

OBJETOS DE INFORMACIÓN

Cada objeto de información consta de:

- Una dirección de objeto de información (opcional).
- Un conjunto de elementos de información .
- Una etiqueta de tiempo de objeto de información (opcional).

Dirección de objeto

Las direcciones de objeto se codificarán de acuerdo con la tabla 4.

Dirección de objeto, 1 byte :=UI8[1..8]<0..29>

Elementos de información

Un conjunto de elementos de información puede ser un elemento de información único, una combinación

| Información de Tarificación | | Nº Bytes |
|---|--|----------|
| Información de Tarificación: | :=CP496 _{VabA,VinA,CinA,VabRi,VinRi,CinRi,VabRc,VinRc,CinRc,R7,CR7,R8,CR8,VMaxA,FechaA,CMaxA,VExcA,CExcA,FechaIni,FechaFin} | 62 |
| VabA = Energía absoluta Activa | := UI32[1..32] <0..4.294.967.295> | 4 |
| VinA = Energía incremental Activa | := UI32[33..64] <0..4.294.967.295> | 4 |
| CinA = Cualificador de Energía Activa | := UI8[65..72] <octeto cualificador> | 1 |
| VabRi = Energía absoluta Reactiva Inductiva | := UI32[73..104] <0..4.294.967.295> | 4 |
| VinRi = Energía incremental Reactiva Inductiva | := UI32[105..136] <0..4.294.967.295> | 4 |
| CinRi = Cualificador de Energía Reactiva Inductiva | := UI8[137..144] <octeto cualificador> | 1 |
| VabRc = Energía absoluta Reactiva Capacitiva | := UI32[145..176] <0..4.294.967.295> | 4 |
| VinRc = Energía incremental Reactiva Capacitiva | := UI32[177..208] <0..4.294.967.295> | 4 |
| CinRc = Cualificador de Energía Reactiva Capacitiva | := UI8[209..216] <octeto cualificador> | 1 |
| R7 = Registro 7 reserva | := UI32[217..248] | 4 |
| CR7 = Cualificador del Registro 7 de reserva | := UI8[249..256] | 1 |
| R8 = Registro 8 reserva | := UI32[257..288] | 4 |
| CR8 = Cualificador del Registro 8 de reserva | := UI8[289..296] | 1 |
| VMaxA = Máximo de las Potencias | := UI32[297..328] <0..4.294.967.295> | 4 |
| FechaA = Fecha del Máximo | := UI40[329..368] <etiqueta de tiempo tipo a> | 5 |
| CMaxA = Cualificador de Máximos | := UI8[369..376] <octeto cualificador> | 1 |
| VexcA = Excesos de las Potencias | := UI32[377..408] <0..4.294.967.295> | 4 |
| CexcA = Cualificador de Excesos | := UI8[409..416] <octeto cualificador> | 1 |
| FechaIni = Inicio del período | := UI40[417..456] <etiqueta de tiempo tipo a> | 5 |
| FechaFin = Fin del período | := UI40[457..496] <etiqueta de tiempo tipo a> | 5 |

Tabla 5.- Información de tarificación, referencia [7].

de elementos, o una secuencia de elementos de información que comparten la misma dirección y la misma etiqueta de tiempo. Se usarán los formatos indicados en el apartado 5.2.5 de la referencia [7]. A continuación se indica el formato de algunos de ellos.

Elementos de información: totales integrados

Constan de un número de 32 bits (4 bytes u octetos) seguidos de un byte de cualificadores.

Totales integrados :=CP40{energía,cualificador}

Energía (kWh o kVAr) :CP32[1..32]<-2,147,483,648..2,147,483,647>

Cualificador :UI8[1..8]<0..255>

IV = La lectura es válida (IV=0).

CA = Contador sincronizado durante el periodo.

CY = Overflow (CY=1).

VH = Verificación horaria durante el periodo (VH=1).

MP = Modificación de parámetros durante el periodo (MP=1).

INT = Se produjo un intrusismo durante el periodo (INT=1).

AL = Periodo incompleto por fallo de alimentación en el periodo (AL=1).

RES = Reserva.

Elementos de información: información de tarificación

La información de tarificación está constituida por el conjunto de valores de interés desde el punto de vista de Tarificación elaborados por el contador de energía en cada Pe-

ríodo de Facturación para cada período tarifario. Este conjunto incluye los valores de energía, máximos, excesos y registros de reserva asociados a cada uno de los períodos tarifarios considerados de acuerdo a la discriminación horaria, así como el total referido al conjunto de todos los períodos tarifarios. Los límites en la discriminación horaria de períodos tarifarios de la Tarifa de Acceso coinciden con múltiplos de cuarto de hora. Por coherencia con el menor período para totales integrados, la máxima resolución de discriminación horaria es de múltiplos de cinco minutos.

Este tipo de lecturas de contadores se refiere habitualmente como "lecturas de cierres" y son para cada tipo de contrato (I, II o III) y para cada punto de medida.

El inicio del período de facturación o de valores en curso, es la fecha/hora de inicio de ese período, que coincidirá con la fecha/hora de cierre del anterior período de facturación, siempre y cuando haya tenido lugar un cierre de facturación previo. Ambas fechas/horas serán múltiplos de la máxima resolución de discriminación horaria anteriores al

| Etiqueta de tiempo tipo a | |
|-----------------------------|---|
| Información de tiempo | :=CP40{minuto,TIS,IV,hora,RES1,SU,diasemana,mes,ETI,PTI,año,RES2} |
| minuto | :=UI6[1..6]<0..59> |
| TIS = información de tarifa | :=BS1[7]; <0>:=tarifa OFF; <1>:=tarifa ON |
| IV = Válido | :=BS1[8]; <0>:=válido; <1>:=inválido |
| hora | :=UI5[9..13]<0..23> |
| RES1 = Reserva 1 | :=BS2[14..15]<0> |
| SU = horario de verano | :=BS1[16]; <0>:=tiempo estándar; <1>:=horario verano |
| día/mes | :=UI5[17..21]<1..31> |
| día/semana | :=UI3[22..24]<1..31> |
| mes | :=UI4[25..28]<1..12> |
| ETI = Info tarifa energía | :=UI2[29..30]<0..2> |
| PTI = Info tarifa potencia | :=UI2[31..32]<0..2> |
| año | :=UI7[33..39]<0..99> |
| RES2 = Reserva 2 | :=BS1[40]<0> |

Tabla 6.- Etiquetas de tiempo tipo a (5 bytes), referencia [6].

momento de solicitud de la información. El fin del período de facturación coincide con la fecha/hora de cierre de facturación del período en el caso de Memorias y con la fecha del último período de integración, según máxima resolución de discriminación del Contrato, ya finalizado en el momento de la petición en el caso de Valores en curso. Así por ejemplo en el caso de un período de facturación automático mensual correspondiente a Enero del 2010, las fechas de inicio y fin serían 01/01/10 00:00 y 01/02/10 00:00 respectivamente.

El octeto cualificador de la tabla 5 tiene el mismo formato que el indicado en la figura 8, con la excepción del bit de reserva 0, denominado ahora como U, que indica las unidades (0=kWh o kVAh; 1= MWh o MVAh).

Elementos de información: etiquetas de tiempo

Hay dos tipos de etiquetas de tiempo: *tipo a* de 5 bytes y *tipo b* de 7 bytes. El formato de la etiqueta de tiempo del tipo a se indica en la tabla 6. La de tipo b es similar e incluye 2 bytes iniciales adicionales para información de los segundos y milisegundos.

REFERENCIAS

- [1] RD 1110/2007, BOE 224 de 18 de septiembre 2007. Regulación unificada de medida del sistema eléctrico.
- [2] UNE EN 62 056-21 apartado 4.
- [3] Ver por ejemplo los sistemas de monitorización de www.sma.es; www.ingeteam.es; www.solarmax.com; www.fronius.com; www.xantrex.com
- [4] Ver por ejemplo: www.tellinksistemas.com; www.centegraf.com; www.mirakonta.es; www.gestinel.com
- [5] Ver por ejemplo: www.ismsolar.com;

www.netsystems.es; www.psfview.com ;
www.greenpowermonitor.com; www.sennetsolar.com

- [6] IEC 870-5-102. Telecontrol equipment and systems. Par 5: Transmission protocols. Section 102: Companion standard for the transmission of integrated total in electric power systems. First Ed. 1996-06.
- [7] Red Eléctrica Española. Reglamento de puntos de medida. Protocolo de comunicaciones entre registradores y concentradores de medidas o terminales de medidas o terminales portátiles lectura. Revisión 10.04.02, 10 de Abril de 2.002.
- [8] Sistema de información de medidas eléctricas SIMEL. Definición sentidos de energía en el concentrador principal. Mayo 1999. Documento disponible en www.ree.es (21.03.03).
- [9] Orden ITC/2794/2007, de 27 de septiembre (BOE del 29 de septiembre de 2007) por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de octubre de 2007.
- [10] Décret n° 2008-386 du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement pour le raccordement d'installations de production aux réseaux publics d'électricité, Ministère De L'écologie, De L'énergie, Du Développement Durable Et De L'aménagement Du Territoire, Paris, April 2008.
- [11] Arrêté du 23 avril 2008 relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement à un réseau public de distribution d'électricité en basse tension ou en moyenne tension d'une installation de production d'énergie électrique, Ministère De L'écologie, De L'énergie, Du Développement Durable Et De L'aménagement Du Territoire, Paris, April 2008
- [12] E. Collado, Transición, evolución y perspectivas de la industria fotovoltaica española. Asif. Revista energética XXI. Diciembre 2008.
- [13] Borrador del nuevo Procedimiento operativa P.O.12.2. E. Collado, ASIF,

<http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol?id=644> de 31/03/09.

- [14] Technische Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz, Ausgabe Juni 2008, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW), Berlin, 2008.
- [15] "TOR D4 - Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen mit Verteilernetzen", e-control GmbH, January 2009
- [16] TransmissionCode 2007. Network and System Rules of the German Transmission System Operators. VDN, August 2007.
- [17] BDEW Berlin. "Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz". Edition June 2008. Federal association for the management of energy and water (BDEW), Berlin.
- [18] Bründlinger et. Al. PV inverters supporting the grid - First experiences with testing and qualification according to the new grid interconnection guidelines in Germany, Austria and France. Proc. Of the 24th EPVSEC 2009, Hamburg, Germany.
- [19] EEG - 2004, The main features of the Act on granting priority to renewable energy sources, BMU (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety), 2004, www.bmu.de/files/english/renewable_energy/downloads/application/pdf/eeg_gesetz_merkmale_en.pdf, (August 2008). Versión en español en www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2009_sp.pdf.
- [20] Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. Boletín Oficial del Estado núm. 235, de 30 de septiembre de 2000.
- [21] En www.ree.es se puede acceder a los perfiles históricos y en tiempo real de la demanda energética en España.

M. Alonso-Abella y F. Chenlo
Ciemat