

**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

## **Sincronización en el SIMEL**

**Versión 1**

**Enero de 1999**

**Departamento de Medidas**



---

## Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. REFERENCIAS.....</b>	<b>3</b>
<b>2. SINCRONIZACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. REGISTRADOR DE MEDIDAS .....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Sin GPS operativo .....	5
2.1.2. Con GPS operativo.....	6
<b>2.2. CONCENTRADOR DE MEDIDAS .....</b>	<b>6</b>
2.2.1. Diálogo con el RM .....	6
2.2.2. Diálogo con el CP.....	7
<b>2.3. CONCENTRADOR PRINCIPAL.....</b>	<b>7</b>
2.3.1. Diálogo con el CM.....	7
2.3.2. Información para el tratamiento de las sincronizaciones .....	9
2.3.2.1. CM .....	9
2.3.2.2. RM.....	9



---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

### 1.1. OBJETIVO

El presente documento constituye la especificación del tratamiento de la sincronización en el SIMEL a tres niveles:

- Registrador de Medidas (RM).
- Concentrador de Medidas (CM).
- Servidor de Comunicaciones de Concentrador Primario (CP).

Tanto los Concentradores Secundarios, como los TPL's o el Servidor de Registradores se consideran en este documento, y en lo concerniente a la sincronización, como Concentradores de Medidas, por lo que deben comportarse del mismo modo.

### 1.2. REFERENCIAS

Para la elaboración de este documento se han tenido en cuenta las siguientes referencias:

[1] Norma internacional IEC 870-5-102: Equipos y sistemas de telecontrol. Parte 5:

Protocolos de transmisión. Sección 102: Estándar de acompañamiento para la transmisión de Contadores integrados en sistemas eléctricos de potencia. IEC, 1996-06.

[2] Documento SIMEL-ESP-01 "Protocolo CP-CS".



## 2. SINCRONIZACIÓN

La hora de las medidas en el SIMEL determina el coste de la energía por lo que es de vital importancia asegurar que todos los elementos que estampan la hora de la medida no sufran deriva de tiempo. En este sistema el único equipo que estampa la hora de la medida es el RM.

En el SIMEL el reloj patrón está en el CP. El CP debe velar porque todos los equipos con que se conecta, y son responsables de sincronizar los RM's, no sufran derivas de tiempo, o sea, el CP sincroniza los CM's y cada CM sincroniza sus RM's.

Además al CP deben llegar las notificaciones de las sincronizaciones realizadas en esta cadena para decidir si los desfases habidos afectan a la valoración de la medida o no. Por lo tanto, en el SIMEL, existe una jerarquía en la que en cada nivel se toman unas acciones u otras. En la cúspide de esta jerarquía se halla el CP, que sincroniza CM's, que están en el nivel inmediatamente inferior, los cuales sincronizan RM's que constituyen el nivel más bajo. Aunque los Contadores, de un RM, también puedan disponer de un reloj, y éste pueda sufrir un desfase con respecto al del RM, éste hecho no afecta al tratamiento de la información en el SIMEL porque la hora de la medida la estampa el RM. Consecuentemente, el Contador no forma parte de la jerarquía de sincronización del SIMEL.

Por lo tanto hay que establecer una estrategia de sincronización y notificación para corregir desfases y recabar toda la información necesaria para paliar los efectos de las derivas de tiempo (para permitir que el CP pueda decidir si los desfases habidos afectan a la valoración de la medida). Esto significa que se debe saber cuándo sincronizar, cuándo aceptar una sincronización, cuándo rechazarla y cómo informar de las sincronizaciones aceptadas o rechazadas.

A continuación se describe la estrategia en cada uno de los elementos de la jerarquía de sincronización.

### 2.1. REGISTRADOR DE MEDIDAS

A todos los efectos el reloj patrón, el que marca la hora de los Periodos de Integración (PI), es el del RM. Si un Contador dispone de reloj y pierde el sincronismo con el del RM (su desfase supera T2 segundos) el RM marca el bit IV de la información de tiempo de tipo A del PI en curso (con la hora del reloj del RM, por lo que la hora del PI es correcta) y genera un evento con dirección de registro 53 (SPA = 7, SPQ = 2 y SPI = 1) estampándola con la hora del RM. Cuando el reloj del Contador recupere el sincronismo con el reloj del RM (su desfase no supera T2 segundos) genera un nuevo evento con dirección de registro 53 (SPA = 7, SPQ = 2 y SPI = 0) pero la marca debe seguir dejando constancia de la incidencia en la información de tiempo de tipo A del PI en curso. Todas las estampaciones, de PI's o de eventos, se realizan de acuerdo con el reloj del RM.

Pero el reloj del RM puede sufrir derivas y en su comunicación con el CM deben corregirse y registrarse.

El comportamiento de un RM, bajo una petición de sincronización, depende de que esté equipado, o no, con un GPS operativo. Consideremos los dos casos:



### 2.1.1. Sin GPS operativo

Cuando un RM, que no dispone de un GPS operativo (no lo tiene o no funciona correctamente) reciba una petición de sincronización, por parte del CM, siempre debe aceptarla (comunicándolo al CM con la causa de transmisión 7 y el bit P/N a 0) y modificar su hora, de acuerdo con la recibida desde el CM, para evitar la deriva de tiempos. Por lo tanto el RM adopta la hora recibida del CM, pero sólo genera eventos de sincronización si el desfase entre la hora del CM y la suya supera el umbral T1. En esta situación debe comprobar que, con la nueva hora, no ha cambiado su horario de acuerdo con las fechas de cambio de horario oficial, de que disponga, para el año en curso, en caso contrario, debe cambiar de horario (bit SU en la información de tiempo tipo A y B).

Cuando el RM es sincronizado y su desfase supera el umbral T1 tiene que generar dos eventos:

- Primero, uno (con dirección de registro 53, SPA = 7 y SPQ = 9) estampado con la hora del RM antes de sincronizarse con la hora recibida desde el CM.
- Segundo, otro (con dirección de registro 53, SPA = 7 y SPQ = 11) estampado con la hora que ha recibido del CM y que ha utilizado para sincronizarse.

Si la sincronización provoca un adelanto de la hora (si el desfase era mayor que T1 se generan los eventos correspondientes) debe considerarse que el histórico de PI's tiene que ser continuo (para eliminar la incertidumbre de si no se tienen todos los datos del RM en el CM o si el RM no tiene más), por lo que si la sincronización provoca un salto que dejara de almacenar algún PI, deben crearse esos PI's con valores cero, cualificados como inválidos y marcados con CA en el octeto de cualificación.

Si la sincronización provoca un retraso de la hora (si el desfase era mayor que T1 se generan los eventos correspondientes) el RM debe reescribir los PI's afectados y posteriores a la nueva hora adoptada (si el desfase se podía medir en PI's).

Además de generar estos eventos se deja constancia de la sincronización, mediante una marca, en el octeto de cualificación del PI que se está elaborando. Esta marca es necesaria para determinar a qué PI's afecta la sincronización y además entra a formar parte de la trama firmada por el RM para autenticar sus medidas y la calidad de estas.

La marca del octeto de cualificación, cuando se acepta una sincronización y el desfase entre la hora del CM y la del RM supera el umbral T1, consiste en poner a 1 el bit CA. El RM marca todos los octetos de cualificación de todos sus Puntos de Medida (PM) para ese PI.

Si el RM acepta la sincronización, pero el desfase no supera el umbral T1, marca el PI en curso poniendo a 1 el bit VH del octeto de cualificación de la medida.

Si coinciden más de una petición de sincronización en el mismo PI y alguna de ellas superaba el umbral T1, el PI en curso debe ser marcado con CA, de lo contrario se marca con VH.

Cuando un RM recibe una petición de actualización de fechas de cambio de horario oficial debe aceptarla (causa de transmisión 7 y bit P/N = 0). Al adoptar las nuevas fechas de cambio de horario debe comprobar si el horario en que se encuentra coincide con el que determinan las nuevas fechas recibidas de acuerdo con su reloj y, en caso negativo, cambiar de horario (bit SU en la información de tiempo tipo A y B) para todos sus PM's (pero no aplicar el cambio de horario, o sea, no adelantar o retrasar la hora para adaptarse al nuevo horario)



Por supuesto, el adelanto o retraso de la hora, de acuerdo con las fechas de cambio de horario oficial, sólo se deben realizar el día y la hora de cambio de horario oficial almacenado en el RM.

### 2.1.2. Con GPS operativo

Si el RM dispone de un GPS operativo no debe aceptar las peticiones de sincronización (causa de transmisión 7 y bit P/N = 1) pero debe marcar los octetos de cualificación de todos sus PM's con el bit VH a 1 para el PI en curso.

Si el GPS del RM deja de estar operativo se aplica una estrategia equivalente a la expuesta anteriormente que consiste en que cuando el GPS vuelva a estar operativo, y el RM reciba una hora válida, si esa hora difiere en más de T1 segundos de la del reloj del RM se genera un evento de sincronización y marca con CA los PI's afectados (con las mismas consideraciones que en el apartado anterior). Si no era mayor que T1 marca con VH el PI en curso.

Cuando un RM recibe una petición de actualización de fechas de cambio de horario oficial, y dispone de GPS operativo, debe aceptarla (causa de transmisión 7 y bit P/N = 0).

## 2.2. CONCENTRADOR DE MEDIDAS

El CM debe mantener dos diálogos diferentes, por su posición en la jerarquía, con el RM y el CP. Con el RM actúa como maestro y con el CP como esclavo.

### 2.2.1. Diálogo con el RM

Cuando el CM abre la primera sesión con un RM para uno de sus PM's se ocupa de comprobar sus fechas de cambio de horario oficial y su hora de acuerdo con la siguiente secuencia (las fechas de cambio horario oficial y la hora de sincronización que se mandan al RM siempre están referidas a la zona horaria donde se encuentra):

1º Pide las fechas de cambio de horario oficial que tiene almacenadas, independientemente de que tenga GPS operativo o no. El RM debe devolver las del año en curso.

Si las fechas de cambio de horario devueltas por el RM son correctas, no se pide que las modifique. Si son incorrectas, le pide su actualización. Si el RM las acepta, el CM genera un evento, o dos (dependiendo de que estuvieran mal la fecha de cambio de horario oficial de invierno a verano, de verano a invierno o ambas), de Concentrador de modificación aceptada de fechas de cambio de horario oficial de RM (tomando nota de las antiguas y las nuevas). Si no las acepta, el CM genera un evento, o dos, de Concentrador de modificación rechazada de fechas de cambio de horario oficial de RM (tomando nota de las antiguas y las nuevas).

2º Pide la hora al RM. Independientemente de que se considere desfasado o no (de acuerdo con un umbral T1) o de que disponga de GPS, se pide la sincronización del RM de acuerdo con la hora del CM.



Si el RM acepta la sincronización y estaba desfasado (de acuerdo con el umbral T1) el CM genera un evento de Concentrador de sincronización de RM aceptada tomando nota de la hora adoptada y la desfasada.

Si el RM no acepta la sincronización y estaba desfasado el CM genera un evento de Concentrador de sincronización de RM rechazada tomando nota de la hora del CM y la del RM.

### 2.2.2. Diálogo con el CP

Cuando el CM recibe una petición de sincronización desde el CP genera un evento de Concentrador. Si la acepta genera un evento de Concentrador de sincronización aceptada de CM (tomando nota de las horas anteriores y posteriores a la sincronización). Si no la acepta genera un evento de Concentrador de sincronización rechazada de CM (tomando nota de la hora de sincronismo mandada por el CP y de la suya).

El CM puede obtener las fechas de cambio de horario oficial del CP y debe actualizar las suyas si no coinciden con las devueltas para su zona horaria. La actualización de su fecha de cambio de horario oficial de invierno a verano o de verano a invierno produce un evento de Concentrador de cambio de fechas de horario oficial de CM.

La hora de sincronización que recibe el CM siempre está referida a su zona horaria.

## 2.3. CONCENTRADOR PRINCIPAL

El CP debe mantener sincronizados los CM's y debe obtener la información necesaria de sincronización de los RM's a través de los CM's.

### 2.3.1. Diálogo con el CM

Cuando el CP abre una sesión con un CM se ocupa de comprobar su hora (la hora de sincronización que se manda al CM está referida a la zona horaria donde se encuentra). Si el CM no devuelve la hora se genera una incidencia en la tabla TB\_INCIDENCIA y no se pide la sincronización.

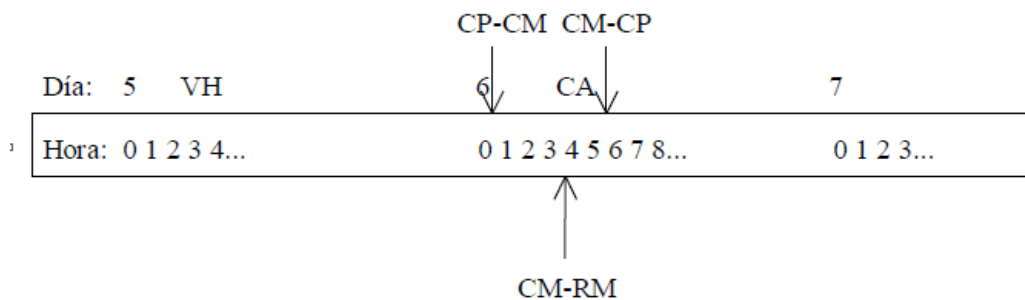
Si el CM devuelve la hora y no hay un desfase excesivo no se pide la sincronización, pero se genera un evento de CP de verificación horaria de CM, que permite saber, a posteriori, hasta dónde se propaga una falta de sincronismo que se pueda producir en el futuro.

Si el CM devuelve la hora y hay un desfase excesivo (de acuerdo a un umbral configurable T), se pide una sincronización. Si el CM acepta la sincronización se genera un evento de CP de sincronización aceptada, tomando nota de la hora del CP y la del CM. Si el CM rechaza la sincronización se genera un evento de CP de sincronización rechazada, tomando nota de la hora del CP y la del CM.

En la misma sesión abierta con el CM, el CP pide los eventos de Concentrador (incluye los de sincronización) y los eventos de RM (también de sincronización) que le permitirán el tratamiento de las situaciones en que los Contadores no correspondan a las horas en las que están etiquetadas (el TPL constituye una excepción, en este caso, porque es él quien los manda autónomamente).



El CP necesita los eventos del RM que el CM pueda provocar por la conexión al RM para conseguir los PI's solicitados en la sesión de adquisición periódica. En la conexión que el CM realizará al RM se pueden producir sincronizaciones que afecten a la calidad de los contadores del día previo. Estudiemos la siguiente situación:



El RM, al que se va a interrogar, fue sincronizado el día 5 a las 02:55 h pero el desfase no superaba el umbral T1, por lo que el PI de las 03:00 h está marcado con VH.

1. El CP abre una sesión con el CM a las 00:30 h del día 6 para pedirle los contadores por periodo de firma (PCPF) y los eventos por periodo de firma (PEPF) del día 5 (o sea, los contadores de las 01:00 h del día 5 hasta las 00:00 h del día 6 y los eventos desde las 00:00 h del día 5 hasta las 00:00 h del día 6) y los eventos por periodo de firma (PEPF) del día 6 (o sea, de las 00:00 h del día 6 hasta las 00:00 h del día 7) para obtener la información necesaria si el CM, en su conexión al RM, ha provocado una sincronización.
2. El CM llama al RM a las 03:30 h del día 6. Antes de pedir contadores y eventos le pide la hora y lo sincroniza. El reloj del RM tenía un desfase mayor que T1, por lo que, además de cambiar la hora, genera dos eventos de sincronización (al menos uno se estampa a las 03:31 horas) y marcará el PI de las 04:00 h con el bit. El CM, por su parte, genera un evento de Concentrador de sincronización aceptada. A continuación el CM pide los contadores y eventos para el periodo solicitado por el CP en los que se detecta una verificación horaria en el PI de las 03:00 h y un evento de comunicación a las 02:45 h, ambos, del día 5. Pero, además, pide al RM los eventos desde las 00:00 h del día 6 hasta las 00:00 h del día 7. En ese periodo el RM, al menos, tiene dos eventos: el de comunicación con el CM, a las 03:30 h, y el de sincronización, de las 03:31 h (los dos del día 6).
3. A las 05:30 h el CM comunica al CP los datos que le pidió. El CP recibe los contadores y eventos del día 5 y, además, los eventos del día 6 producidos en el RM hasta el momento de interrogación del RM. Dispone de la suficiente información para detectar que los contadores desde las 04:00 h del día 5 hasta las 00:00 h del día 6 están desfasados y deben entregarse al Mercado etiquetados como fuera de sincronismo. Este funcionamiento permite, además (al día siguiente) etiquetar como fuera de sincronismo los contadores del día 6 desde las 01:00 h hasta las 04:00 h.





### 2.3.2. Información para el tratamiento de las sincronizaciones

El CP dispone de eventos y marcas que le permiten decidir si debe invalidar Contadores o no. La información disponible es la siguiente:

- Eventos de sincronización de RM.
- Marcas CA en el octeto de cualificación del Contador.
- Marcas VH en el octeto de cualificación del Contador.
- Marcas IV en la información de tiempo tipo A del Contador.
- Eventos de Concentrador de sincronización de RM.
- Eventos de Concentrador de actualización de fechas de cambio de horario oficial de RM.
- Eventos de Concentrador de sincronización de CM.
- Eventos de Concentrador de actualización de fechas de cambio de horario oficial de CM.
- Eventos de CP de sincronización de CM.
- Eventos de CP de verificación horaria de CM.
- Incidencias de sincronización de CM.

El tratamiento que se le debe dar a estas marcas y eventos, para decidir si invalidar un contador, debería tener en cuenta toda esta información, pero hay un tipo de información que se elabora antes de la toma de la decisión. Esa información es la que permite saber a qué intervalo de tiempo afecta una desincronización, tanto al nivel del RM como del CM.

#### 2.3.2.1. CM

Cuando se genera un evento de sincronización por el CP que afecta a un CM se puede obtener el intervalo de tiempo que hay que invalidar buscando el último evento de verificación horaria para ese CM insertado por el CP. Toda esta información se puede contrastar con los ficheros que guardan el diálogo firmado entre el CP y el CM.

El CP genera un evento, para el CM afectado, que recoge toda esta información (intervalo de PI's afectado y desfase detectado) por lo que se puede decidir sobre la validez de las medidas de ese CM.

#### 2.3.2.2. RM

Cuando se ha producido una sincronización en un RM, por un CM, en el CP se debe recibir la siguiente información:

- Evento de sincronización del RM.



- 
- Evento de Concentrador de sincronización del RM (con el desfase encontrado).
  - Marca CA en el PI afectado por la sincronización.
  - Marca VH en algún PI previo al instante de la sincronización.

Cuando llega un evento de sincronización del RM al CP se buscan los eventos previos de comunicación y sincronización del RM y los contadores marcados con VH o CA, que permitan determinar el periodo al que afecta la sincronización bajo estudio.

El CP genera un evento, para el RM afectado, que recoge toda esta información (intervalo de PI's afectado y desfase detectado) para proceder a decidir si se deben invalidar los contadores afectados.