

Un Artículo Técnico de Aplein Ingenieros S.A.

Transmisión de datos vía radio

Y AHORA LOS CABLES

En muchas de las aplicaciones industriales, disponer de una forma de control rápida y sencilla de los procesos supone una enorme ventaja, si es que no es imprescindible. Nos permite la automatización de los mismos, la detección temprana de fallos, ahorrar recursos y conocer rápidamente su utilización, la mejora de la calidad, y la obtención de una información que nos será muy útil para mejorar.

Para conseguirlo existen en el mercado numerosos equipos de medida y control de todo tipo. Encontramos desde aquellos que sólo manejan una señal todo/nada tales como interruptores, pulsadores, fotocélulas, fines de carrera, relés, válvulas, etc. ; hasta los que recurren a protocolos de comunicación para transmitir y recibir información. Sin embargo, todos tienen algo en común: desde el más sencillo interruptor hasta el más complejo ordenador necesitan de un medio a través del que comunicarse.

En general el medio más usado ha sido y sigue siendo el cable. No obstante, cuantas veces ha ocurrido que tras imaginar un estupendo sistema de control que iba a resolver todos nuestros problemas llegamos a esa parte en la que alguien dice: ahora sólo queda pensar como llevamos los cables. Entonces nos damos cuenta de que o bien nos llevaría el presupuesto de tres años, o habría que poner patas arriba la mitad de nuestra instalación o simplemente es imposible.

No desesperemos. Muchas veces la solución es tan sencilla como cambiar de medio y recurrir a la radio.

LA SOLUCIÓN VÍA RADIO

Existen una serie de casos claros en los que la

transmisión de datos vía radio es la única manera de resolver un problema de comunicación a un coste aceptable:

1. Cuando la distancia entre los equipos a comunicar es muy grande, en especial si se trata de varios equipos muy separados entre sí. Si se utilizarán cables en estos casos, los costes de instalación se dispararían, en especial si es necesario realizar nuevas canalizaciones.

2. Cuando entre los equipos existen barreras físicas imposibles o muy difíciles de salvar. La presencia de carreteras, vías de tren, corrientes de agua, el hecho de tener que atravesar terrenos que no son de nuestra propiedad o cualquier otra barrera que haga muy complicado el tendido de cables nos lleva directamente a la utilización de la radio.

3. Cuando uno o varios de los equipos a comunicar están en movimiento.

El hecho de que uno de los dispositivos se mueva dificulta enormemente la conexión por cable, hasta el punto de no ser posible si la zona de movimiento es muy amplia, o son varios los equipos que no están en reposo.

4. Cuando la instalación de cable supone la parada total o parcial de la instalación. En ocasiones no es fácil instalar un nuevo cable sin parar la producción ya sea total o parcialmente.

En todos estos casos se trata de elegir entre la utilización de la radio o no hacer nada. Sin embargo hay otras muchas ocasiones en que aún existiendo la posibilidad de emplear cable, la comunicación por radio puede ser mucho más económica. En general cuando se plantea esta situación, se tiende a desconfiar de la radio, lo que hace que la balanza se incline hacia el lado

del cable. Es cierto que un canal de radio está más expuesto a interferencias y por ello (sobre todo en distancias cortas) el cable es siempre más recomendable cuando se trata de aplicaciones críticas, pero hay gran cantidad aplicaciones que no son críticas y en las que un equipo de radio bien diseñado puede funcionar sin problemas.

¿QUÉ DEBO PEDIR A MI SISTEMA?

En este artículo nos vamos a centrar en la información que es más común en el día a día de una planta industrial. Esta información está compuesta por las señales digitales que nos indican, por ejemplo, que alguien ha activado un interruptor o que hay que poner en marcha un motor; las analógicas que nos proporcionan una medida continua de una temperatura, presión o cualquier otra magnitud, o bien sitúan una válvula o fijan una velocidad; las de pulsos que nos sirven para totalizar cantidades, y por último los sencillos protocolos de comunicación vía serie (por ejemplo MODBUS) que emplean numerosos equipos entre los que se encuentran los PLCs. Tampoco hablaremos de los grandes sistemas tales como la telefonía móvil o las redes 'trunking' que pueden abarcar grandes zonas geográficas, sino que no limitaremos a sistemas más sencillos con un alcance de unos pocos kilómetros, y que normalmente serán más que suficientes para resolver nuestros problemas de comunicación.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, vamos a pasar a definir los requisitos que debe cumplir un sistema de comunicación radio para que pueda considerarse fiable.

En primer lugar hay que considerar el canal de radio a emplear, es decir, la frecuencia sobre la que se van a transmitir los datos. Es impor-

tante que este libre de interferencias tanto naturales como artificiales. Las frecuencias bajas (por debajo de 100 MHz) presentan mayor ruido de origen natural e industrial. Las frecuencias altas están más afectadas por las transmisiones de televisión, la telefonía móvil, los servicios de microondas, etc. Existe, no obstante una banda de frecuencias entre 400 y 500 MHz en las que el ruido es muy bajo. En la práctica las únicas interferencias importantes que se pueden producir cuando se transmite dentro de ella provendrán de otros equipos próximos que también la empleen. Para evitar este problema la mayoría de los gobiernos disponen de normativas que regulan la utilización del espacio radioeléctrico y, en concreto, existe un intervalo de frecuencias reservado para aplicaciones de telemedida y telecontrol dentro de la banda anteriormente mencionada. La norma no sólo abarca la frecuencia a utilizar sino también la potencia de transmisión, con lo que se limita el radio de acción de los equipos y la posibilidad de que se interfieran entre sí.

A pesar de lo dicho anteriormente sigue existiendo la posibilidad de que se presente ruido y, por tanto, el equipo de telemetría debe ser capaz de evitar su influencia. Para ello debe tener formas de identificar una transmisión correcta y evitar que transmisiones de equipos cercanos afecten a la fiabilidad de los datos transmitidos. La forma más eficaz de conseguirlo es recurrir a la codificación de la información en forma de tramas de datos que sean transmitidas digitalmente. Incluyendo en las tramas códigos de detección de errores se evita obtener un valor equivocado en las salidas.

También es importante reducir la posibilidad de que el ruido afecte a la señal transmitida por lo que se deben tener en cuenta los siguientes factores:

1. La duración de cada mensaje.

Cuanto menos tiempo tarde en transmitirse la información, hay menos posibilidades de que se vea afectada por alguna interferencia. La duración de un mensaje dependerá de su longitud y de la velocidad a la que sea transmitido.

2. El número de mensajes transmitidos.

Cuantos más mensajes se transmitan, más ocupación tendrá el canal de radio y por tanto mayor serán las interferencias entre sistemas próximos.

3. La detección y corrección de errores.

La rápida detección de errores permite en muchos casos su reparación y en caso de que no sea posible puede proporcionar una señal de alarma.

LOS EQUIPOS DE ELPRO

Elpro Technologies Pty Ltd es una compañía australiana fundada en 1983 y que actualmente tiene presencia en todo en el mundo. Su actividad se ha centrado siempre en la transmisión de datos vía radio, desarrollando en muchas ocasiones productos a la medida del cliente.

Elpro está representada en exclusiva en España por Aplein Ingenieros S.A., compañía con amplia experiencia en el campo de la instrumentación y que acaba de cumplir recientemente sus 20 años de existencia en el mercado.

Para su expansión internacional, Elpro desarrolló una serie de productos genéricos que pudieran ser utilizados en multitud de aplicaciones. Se trata de la serie E, que fue lanzada a mediados del año 1996.

La serie E presenta fundamentalmente dos tipos de productos: los módulos de telemetría y los radiomódems. Como veremos a continuación tanto unos como otros cumplen con las condiciones que se les debe exigir a un sistema de telemetría.

En primer lugar utilizan la banda que va desde los 400 a los 500 MHz que, como se ha dicho anteriormente, tiene un bajo nivel de ruido, y dentro de la cual un gran número de países tiene reservada una banda para el uso exclusivo de aplicaciones de telemetría.

En segundo lugar la utilización de técnicas de modulación directa en frecuencia les permite la transmisión de datos a velocidades altas (hasta 9600 baudios) para el ancho de canal usado (12,5 KHz), frente a las más antiguas técnicas de modulación analógica que sólo permiten tasas de transmisión de hasta 1200 baudios.

El análisis del resto de las capacidades de estos equipos se hará de forma separada por sus diferencias en funcionamiento y aplicación.

MÓDULOS DE TELEMETRÍA

Los módulos Elpro 105, pertenecientes a la serie E, permiten la transmisión a distancia de señales digitales, analógicas y de pulsos tanto vía serie (RS232 o RS485) como vía radio. Cada uno de ellos dispone de una serie de entradas y salidas en las que conectar directamente las señales. El estado de las señales entradas se codifica en un mensaje que es transmitido digitalmente vía radio (o vía serie) hasta otro módulo que descodifica el mensaje y lo convierte en una señal de salida.



Ilustración 1. Módulo E105U

Como vimos, el empleo de mensajes para la transmisión es fundamental para evitar salidas erróneas puesto que es prácticamente imposible que una perturbación de la señal produzca un mensaje con sentido que pueda activar de manera incorrecta una salida. La trama del mensaje contiene además un código de detección de errores que dificulta aún más este hecho.

Sin embargo, no sólo es importante evitar salidas incorrectas, sino que también debemos conseguir que el estado de las entradas llegue a las salidas. Si recordamos el apartado 3, los factores importante para evitar que el mensaje transmitido se vea afectado por el ruido son:

1. El tiempo de duración del mensaje.

Los 105 emplean tramas de corta longitud, que unido a la velocidad su velocidad de transmisión (4800 baudios), suponen duraciones del mensaje de menos de 100 ms.

2. El número de mensajes transmitidos

Muchos de los sistemas actuales de transmisión

de datos se basan en el 'polling'. En ellos existe un equipo que actúa como maestro y es el encargado de preguntar por turno a los demás cual es su estado. Estos sistemas presenta dos inconvenientes. El primero es que el número de mensajes transmitidos es muy elevado con lo que se incrementa la posibilidad de errores y se satura el canal de comunicación impidiendo que otros usuarios puedan emplearlo. El segundo es que la detección de un cambio en una señal tiene que esperar a que el maestro interroge al equipo en el que se ha producido.

Por el contrario, los 105 se basan en la 'notificación de eventos', es decir, no hay un equipo que actúe como maestro, sino que cada uno de los equipos transmite un mensaje en el momento en el que detecta un cambio en sus entradas. De esta forma se reducen el número de mensajes y el tiempo que transcurre entre el cambio en la entrada y su reflejo en una salida. La ocupación del canal de comunicación mediante este sistema es casi siempre de menos del 10% y en muchos casos de menos del 2%.

Uno de los peligros de la 'notificación de eventos' es que un equipo intente transmitir mientras que hay otro que ya lo está haciendo. Para evitarlo, cada uno de los equipos escucha el canal del radio antes de transmitir y no lo hace hasta que queda libre. Los casos en que se producen en esta circunstancia son pocos y el retraso introducido es casi siempre menor que el dado por el 'poling'

3. La detección y corrección de errores

El código de control de cada trama de comunicaciones del 105, impide la interpretación errónea de mensajes pero no que un mensaje se pierda. Para ello los 105 llevan un sencillo pero eficaz sistema de corrección: cada vez que

un módulo recibe un mensaje correcto, envía de vuelta un mensaje de reconocimiento. En caso de que se detecten errores o el mensaje no llegue no habrá mensaje de reconocimiento. Si el equipo que origina la comunicación no recibe respuesta, realiza hasta cinco reintentos. Tras los cinco reintentos se activa una señal de fallo de comunicaciones.

Hasta ahora, hemos evitado que un mensaje se pierda, pero, ¿qué pasa si el mensaje no se origina debido al fallo de alguno de los módulos?. Sin un sistema de seguridad adicional, el módulo receptor simplemente consideraría que no hay cambios en las señales a transmitir, pero nunca detectaría el fallo del módulo transmisor. La solución adoptada en los 105 es realizar una transmisión cada cierto tiempo aunque no se hayan producido cambios.

Una ventaja adicional de la comunicación a través de mensajes es la posibilidad de añadir una dirección de destino a la trama. De este modo pueden comunicarse entre sí más de dos módulos en la misma frecuencia. Todos los módulos escuchan el mensaje de radio, pero sólo el módulo cuya dirección coincide con el mensaje lo interpreta. Es entonces posible elegir a que módulo va destinada cada una de las señales de entrada. En concreto, con los 105U se puede montar una red vía radio de hasta 95 equipos.

Además, ampliando las direcciones de destino incluidas en la trama podemos elegir el camino que debe seguir el mensaje hasta llegar a su destino, es decir, no es necesario que la transmisión sea directa entre el módulo en el que entra la señal y el módulo en el que sale. Esta característica permite utilizar módulos como repetidores de señal para ampliar las distancias de transmisión y en el caso de los

105 el número de repetidores puede llegar hasta

RADIOMÓDEMS

En algunos casos dispondremos en nuestra planta de información que no podrá ser codificada en forma de sencillas señales digitales o analógicas, sino mediante un mensaje de comunicaciones que sale a través del puerto serie de algún equipo (PC, PLC, equipos de medida complejos, ...). Para poder transmitir esta información vía radio es necesario recurrir a un radiomódem.

Al igual que en los equipos de telemetría, es muy importante mantener la integridad de los datos mediante métodos de detección y corrección de errores. A veces, el tratamiento de errores lo incluirán los propios equipos que generan la comunicación, pero en otras ocasiones será necesario añadirlo externamente.

El radiomódem de Elpro, el 405U, soporta ambos casos, para lo que dispone de dos modos de comunicación: el transparente y el controlado.



Ilustración 2. Módulo 405U

El modo transparente está pensado para el caso de que la trama transmitida tenga su propio código de detección de errores. Dentro de este modo la trama que entra en el 405U es transmitida sin alteración a través del canal de radio. De esta manera se evita añadir más información para la corrección de errores, la cual sólo contribuiría a ralentizar la comunicación.

Funcionando en modo transparente, una señal transmitida por un 405U sería reproducida en su salida por el resto de los 405U que la recibieran, por lo que cualquier tipo de encaminamiento del mensaje tiene que ser tratado por los equipos que originan la señal y por los que la reciben.

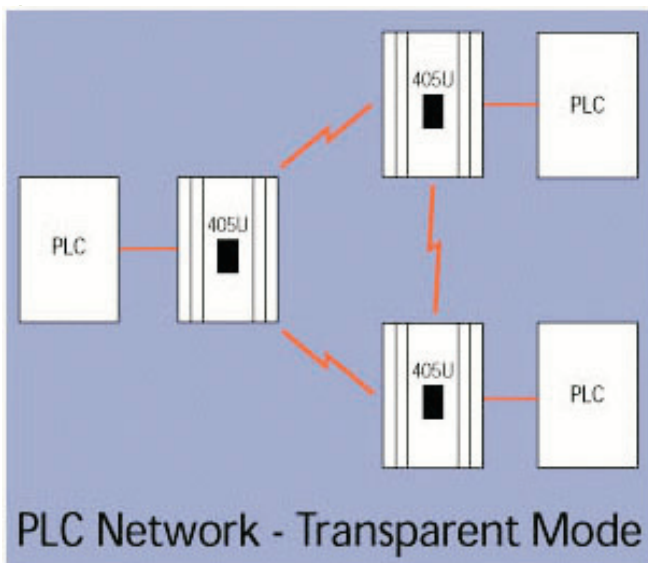


Ilustración 3. 405 funcionando en modo transparente

Por el contrario, en el modo controlado, se añade a la trama transmitida por radio un código de detección de errores que después es eliminado en la salida del 405U. Mediante el modo controlado se proporciona la necesaria protección contra errores en toda transmisión radio, cuando los equipos que generan la comunicación no disponen de ella.

Además, empleando el modo controlado es posible realizar un encaminamiento de los datos hacia el módulo 405U que elijamos como salida, por lo que no es necesario que los equipos en comunicación dispongan de esta característica. También es importante la posibilidad que proporciona el modo controlado de utilizar hasta cinco 405U como repetidores de señal.

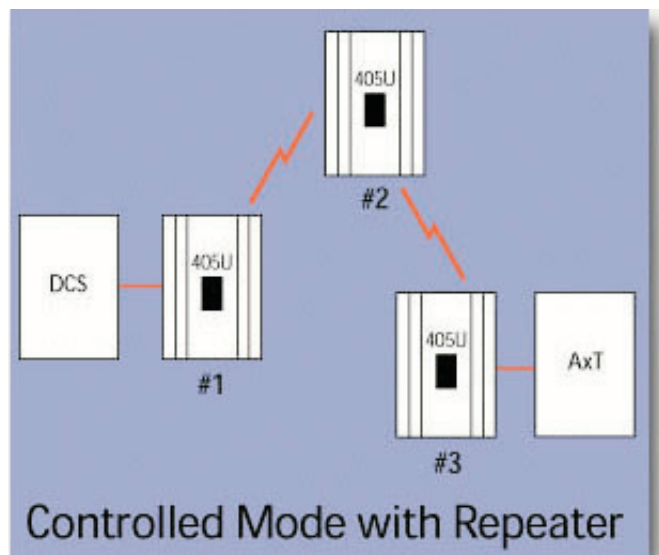


Ilustración 4. 405 en modo controlado con 1 repetidor

¿Y LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN?

Bien, ya hemos diseñado nuestro flamante sistema de comunicación vía radio que nos va quitar de encima todos los problemas que nos supondría tender un cable hasta un recóndito y perdido lugar de nuestra instalación. Pero, tan recóndito es este lugar que ni siquiera tenemos la posibilidad de enchufar nuestros equipos.

Hasta el momento nadie ha conseguido llevar la alimentación de los equipos a través del aire, así que nos quedan dos soluciones: volver a pensar en los cables o generar localmente la energía necesaria.

La instalación de una placa solar es una solución perfectamente válida para casos en los que sólo haya que alimentar equipos de medida, que en general tienen un consumo moderado.

Esta solución se simplifica aún más si tenemos en cuenta que los 105U de Elpro disponen de un regulador solar con capacidad para cargar una batería con la que dar alimentación a los propios Elpro y a los equipos que puedan estar conectados a ellos siempre que su consumo no sea excesivo.

Si las señales a transmitir son pocas y el consumo de los instrumentos que las proporcionan es pequeño, siempre puede recurrirse a una batería que sea cambiada periódicamente. Elpro ha diseñado un equipo de bajo consumo para estos casos, el 505U. El ahorro de energía se consigue de dos maneras:

1. El 505 sólo tiene entradas, lo que permite eliminar el receptor en el circuito de radio.
2. El módulo permanece en estado de bajo consumo hasta que cambia una de sus entradas.



Ilustración 5. Módulo 505U

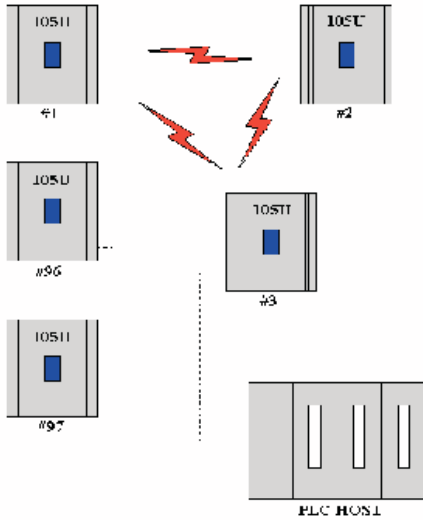
Los módulos 505 son totalmente compatibles con los 105 que serán los encargados de recoger las señales transmitidas.

ENTRANDO A MI SISTEMA DE CONTROL

Ahora ya hemos conseguido resolver todos nuestros problemas de transporte de señal e incluso de alimentación de equipos, pero no nos conformamos con esto y además queremos utilizar toda esta información que tanto esfuerzo nos ha exigido en nuestro sistema de control.

La solución más inmediata sería colocar cerca del equipo de control tantos 105U como fuera necesario para reproducir todas las señales a utilizar y cablearlas a las correspondientes tarjetas de entrada del control, que normalmente será un PLC o un PC. Utilizar este método no plantea ningún problema cuando las señales empleadas son pocas, pero las cosas se complican cuando se quiere usar un número relativamente alto de ellas.

Los equipos de Elpro ofrecen dos alternativas para resolver esta dificultad. La primera de ellas es aprovechar la capacidad que tienen los 105U para transmitir datos vía serie además de vía radio. En este caso podría conectarse el equipo de control a los 105 a través del puerto RS232 como si fuera un elemento más de la red. Un aspecto importante a considerar es que habría que programar el sistema de control para que interpretara el protocolo de comunicaciones propio de los 105U.



La segunda posibilidad ofrecida es el módulo 105U-C. El 105U-C dispone de dos interfaces de comunicación. El primero de ellos es el enlace vía radio, el cual le permite integrarse perfectamente dentro de la red de radio formada por 105. El segundo es un enlace vía serie en el cual se utiliza un protocolo estándar mediante el que es posible comunicarse fácilmente con el equipo de control. Hasta ahora Elpro ha desarrollado un interface con protocolo MODBUS (pudiendo actuar el 105U-C como maestro o como esclavo) y otro con protocolo Comli (para equipos de Alfa-Laval). En un futuro está previsto desarrollar interfaces para buses de campo tales como Profibus, Interbus, etc.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN

Para terminar, se expondrán a continuación algunas de las aplicaciones ya realizadas con los E105U.

1. Carga de camiones

Mediante un sistema 105 el conductor de un camión puede poner en marcha una cinta de

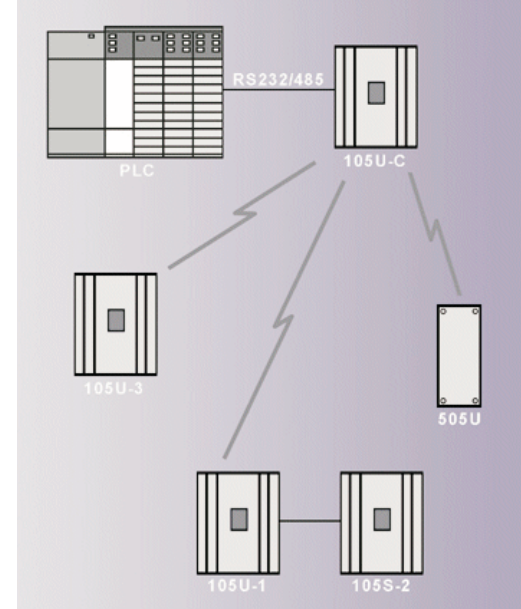


Ilustración 7. Comunicación usando protocolo estándar

carga, mejorando la eficiencia. El enlace radio también proporciona indicación de fallos en los equipos.

2. Monitorización de vertidos de aguas residuales

A través de un módulo 105 conectado a un analizador portátil de calidad del agua es posible obtener medidas continuas en tiempo real sin necesidad de realizar cableados provisionales

3. Alarma de evacuación

Un sistema compuesto por 10 105U permitió la instalación rápida y barata de un sistema de alarma de evacuación en una fábrica. Se conectó un módulo 105 a cada botón de señal de evacuación y a cada sirena de alarma.

4. Anemómetro

Mediante dos 105 se transmite la velocidad y dirección del viento desde los límites de un recinto industrial hasta la sala de control.

5. Vertidos de una fosa de neutralización

Mediante un sistema 105, se obtiene la lectura remota del nivel y PH de una fosa de neutralización situada en el exterior de una fábrica envasadora de fruta. La instalación se alimenta a través de una placa solar. Además

la salida del 105 controla una válvula dosificadora para mantener el nivel de la fosa.

6. Control de emisiones de una chimenea

La medida de un analizador de gas situado en lo alto de una chimenea y su alarma de alto nivel son transmitidas a través de un 105U. El mismo módulos controla la luz de aviso para aviación y actúa como repetidor de otros 105.

7. Seguridad

Se transmite la señal de un sensor de seguridad desde el perímetro de una instalación hasta el puesto de guardia. El mismo módulo permite la activación remota de los focos.

8. Iluminación de un almacén

Mediante un sistema 105 se controla la iluminación de un almacén y la calefacción.

9. Parques de tanques

Un sistema 105 transmite los niveles y presiones de los tanques pertenecientes a un suministrador de gas industrial.

10. Minas de carbon

Se transmite el nivel de una presa de suministro de agua y el estado de las bombas hasta la sala de control de una planta de lavado de carbón empleando 105.

11. Suministro de electricidad

A través de un sistema 105 se transmite el estado de las protecciones, el voltaje de entrada y la potencia consumida de la subestación principal de una planta industrial.

12. Máquina embotelladora

Transmisión de las señales de alarma desde la parte rotatoria de una máquina embotelladora hasta el armario de control de la máquina.

13. Bombas de riego de un campo de golf

Control remoto de las bombas de riego de un campo de golf

14. Generador de emergencia

Transmisión de las señales de alarma de un generador de emergencia perteneciente a un centro turístico hasta la sala de control. Los 105 también permiten el control manual del generador desde la sala de control.