

**MEJORA DE LA RED DE  
COMUNICACIONES DEL PARQUE Y  
REESTRUCTURACIÓN DE ARMARIOS**



## ÍNDICE

<b>Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>Fases</b>	<b>3</b>
<b>Breve descripción de la red de comunicaciones del parque</b>	<b>4</b>
<b>Fase I: Nueva redistribución de fibras</b>	<b>4</b>
<b>Fase 2: Refuerzo de la comunicación entre equipos Sotavento</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Problemática existente con la antigua topología de comunicaciones</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Ventajas de la topología en anillo Token Ring frente a la antigua topología</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Nuevos equipos de comunicación</b>	<b>6</b>
<b>Fase 3: Renovación de armarios.</b>	<b>8</b>

## Antecedentes

La disponibilidad de toda central de generación constituye un factor decisivo. En los parques eólicos, debido a la gran extensión que ocupan, es obligado disponer de una red de comunicación fiable que garantice la correcta supervisión y control de todos los parámetros de interés. La línea de comunicación por fibra óptica del Parque Eólico Sotavento ha generado diversos problemas en los últimos años. El proyecto de ejecución del parque no contemplaba la comunicación entre aerogeneradores. Se optó por la utilización de fibra óptica, una tecnología relativamente novedosa en el sector, que sin duda representaba importantes mejoras con respecto a otros sistemas de comunicación. Actualmente se hace patente la necesidad de una sustancial mejora tanto a nivel físico como estructural esta red de comunicaciones.

Entre los principales problemas cabe destacar:

- ✓ Los cuadros de concentración de fibra de cada aerogenerador están mal dimensionados resultando insuficientes para albergar y estructurar adecuadamente todas las fibras ópticas que reciben.
- ✓ La topología de red con la que se comunican los equipos de análisis y compensación de reactiva de Sotavento (topología en cascada), resulta muy sensible a fallos y por lo tanto poco fiable.
- ✓ Los componentes actuales (convertidores de fibra y conmutadores Ethernet) no son de categoría industrial, se han deteriorado, lo que incrementa la tasa de errores e inestabilidad en la red.

Estas circunstancias magnifican el riesgo de pérdida de comunicación y el tiempo de localización y reparación de las averías. Las pérdidas económicas que pueden suponer estos retrasos, en cuanto a disponibilidad de máquinas y gestión de energía reactiva, revelan la necesidad de reforzar el sistema de comunicaciones del parque.

Por otra parte los armarios que alojan los equipos propios de Sotavento se han quedado pequeños, ya que ha aumentado el número de equipos que estos tienen que albergar debido a los sucesivos proyectos realizados. Por esta razón las labores de mantenimiento y detección de fallos resultan complicadas, además se ha detectado un sobrecalentamiento excesivo de los armarios.

## Objetivos

- ✓ Mejora de la red de comunicaciones del parque.
- ✓ Ampliación de los armarios que alojan los equipos de Sotavento.

## Fases

- I. Sustituir los cuadros de concentración de fibras por unos nuevos en las que se distribuyen de forma coherente las fibras, tanto las utilizadas por los tecnólogos como las utilizadas por Sotavento.

- II. Reforzar la comunicación entre equipos de Sotavento.  
Hasta el momento, para la comunicación entre equipos de Sotavento, se utilizaba una red de topología en cascada que utilizaba dos fibras por cada línea del parque para la comunicación entre equipos. El objetivo es cambiar a topología en anillo Token Ring y utilizar para ello seis fibras por cada línea; cuatro para dos anillos de comunicación, y dos fibras de reserva. De este modo configuraremos una red de comunicación segura y estable, que no dejará de funcionar ante eventuales fallos en equipos o en las propias fibras.
  
- III. Modificar la distribución de los equipos de Sotavento, instalando un nuevo armario por máquina ya que los armarios actuales se han quedado pequeños debido a la continua implementación de equipos para proyectos. Estos armarios alojarán los equipos de Sotavento vinculados al control de reactiva y análisis de variables eléctricas de las máquinas incluyendo también el PC y la SAI. Se dejará espacio suficiente en los mismos para futuros equipos que se puedan requerir en las máquinas.

### Breve descripción de la red de comunicaciones del parque

La línea de comunicación por fibra óptica del parque está compuesta por dos cables de 24 fibras, uno para cada línea del parque.

Cada tecnología de aerogeneradores utiliza dos o cuatro fibras dependiendo de la tecnología, para la comunicación con su Scada correspondiente.

Los equipos instalados por Sotavento utilizaban hasta el momento dos fibras por línea tanto para el control de potencia reactiva como para la transmisión de datos de los analizadores instalados en cada máquina.

### Fase I: Nueva redistribución de fibras.

Las principales operaciones que se llevaron a cabo fueron:

- ✓ Sustituir los cuadros existentes de concentración de fibra de cada aerogenerador, por cuadros de dimensiones adecuadas,
- ✓ Dotar de terminadores de tipo SC a todas las fibras.
- ✓ Identificar y etiquetar de forma uniforme todos los pares de fibra.
- ✓ Comprobar parámetros de transmisión en todos los tramos.
- ✓ Generar documentación completa de configuración de la fibra, de las pruebas y test realizados.

La empresa Pronored fue contratada para la realización de estas operaciones. La distribución final de fibra en el parque se muestra en el mapa de comunicaciones (ANEXO I). Existen dos líneas de comunicación formadas por 24 fibras cada una, estas líneas parten de la sala de control y mueren en los aerogeneradores 1 y 24. A su paso por cada aerogenerador la fibra se distribuye de la siguiente manera:

- ✓ 1 ó 2 fibras (depende de la tecnología) se destinan al equipo de comunicaciones del aerogenerador correspondiente.
- ✓ 4 (antes 2) de las fibras están destinadas a la comunicación de los equipos de Sotavento.
- ✓ 2 fibras se mantienen como fibras de reserva.
- ✓ El resto de las fibras están fusionadas.

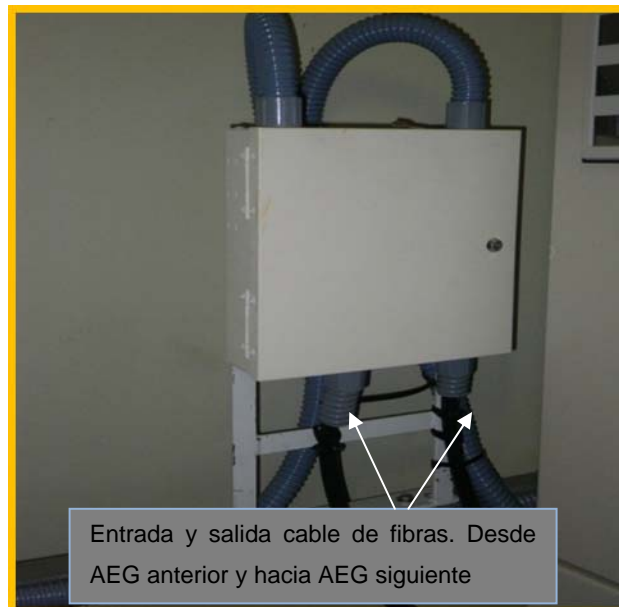


Foto 1: caja de repartición de fibras AEG 09.



Foto 2: Distribución de fibras AEG 09.

A modo de ejemplo se puede visualizar (Anexo 1) la distribución de fibras en el aerogenerador 9 (BAZÁN-BONUS) de la línea Sur, éste comparte las fibras 7 y 8 con el resto de máquinas de su tecnología, para comunicarse con la sala de control, a su vez las fibras 19 y 20 son las fibras de reserva, y las fibras de la 21 a la 24 son los dos anillos que comunican los equipos de Sotavento. Los anillos conectan las máquinas de manera alterna para asegurar que las distancias entre los equipos que cierran el anillo no sean demasiado largas. Las fibras van hasta la AEG1 desde

la sala de control por las máquinas pares y vuelve por las impares, de este modo la longitud de la fibra entre los equipos nunca es demasiado alta como para que puedan ocasionarse pérdidas en la señal.

## **Fase 2: Refuerzo de la comunicación entre equipos Sotavento.**

### **2.1 Problemática existente con la antigua topología de comunicaciones.**

El principal problema existente entre la comunicación de equipos de Sotavento era la facilidad con la que parte de una línea podía quedarse incomunicada ante el fallo de un simple switch en una máquina. Con la topología en cascada toda la información que transmite una maquina tiene que pasar por todos los equipos de comunicación intermedios hasta llegar a su destino, si uno de ellos deja de funcionar la información no se transmitirá.

Desde la aparición de una avería hasta la detección y reparación o sustitución del equipo puede pasar un tiempo considerable, teniendo en cuenta que el sistema de control centralizado de reactiva utiliza esta línea de comunicación, las pérdidas económicas debidas a este tipo fallos pueden ser importantes. Éste es el principal motivo del cambio de topología de comunicación entre equipos de Sotavento, sin obviar que otros datos que circulan por esta red son también de importancia relevante para el análisis que se realizan de las máquinas.

### **2.2 Ventajas de la topología en anillo Token Ring frente a la antigua topología.**

La ventaja de la topología en anillo radica en que la distribución física de las fibras conforma un anillo y por lo tanto entre el origen y el destino siempre hay dos posibles caminos, por lo que en el caso de que un equipo de la red de comunicación deje de operar o de que una fibra se dañe, la información podrá alcanzar su destino sin necesidad de pasar por el punto dañado.

La nueva topología utiliza 2 anillos por cada línea del parque, interconectados entre sí y con la sala de control mediante un switch Ethernet. Además se han reservado dos fibras de reserva adicionales con las que se podría conectar toda una nueva línea de comunicación en caso de fallo total del sistema. Se trata pues de una red de comunicación extremadamente blindada.

### **2.3 Nuevos equipos de comunicación**

La topología en anillo necesita la implementación de unos equipos capaces de trabajar con esta configuración. Tras analizar diferentes opciones existentes en el mercado se han seleccionado los equipos Advantech "Switch EKI-7554 S-MI" que presentan las siguientes características destacables:

- ✓ En el caso de que una fibra de un anillo se rompa o sea desconectada por accidente, el sistema es capaz de detectar esta anomalía y restablece automáticamente la conexión por el camino inverso en menos de 300 milisegundos. Una vez solventado el fallo el sistema automáticamente retorna al modo a de operación inicial.
- ✓ Los equipos tienen la posibilidad de configurar dos anillos paralelamente, de este modo aún teniendo un doble fallo en un anillo que impidiese la comunicación totalmente con los equipos que quedan aislados

entre los dos puntos dañados, el sistema recurriría inmediatamente a la comunicación a través del segundo anillo. Del mismo modo que antes una vez solventado el fallo el sistema automáticamente retornará al modo de operación inicial.

- ✓ Posee 6 puertos Ethernet para conexión de equipos mediante esta vía.
- ✓ Permite implantar filtros de acceso a la red desde el aerogenerador.
- ✓ Permite logear e informar de alertas de funcionamiento en el equipo.
- ✓ Permite alimentación redundante.



Puertos Ethernet para conexión de equipos de los diferentes proyectos.

Cuatro conexiones de fibra para formación de anillo principal y redundante

Foto 2: Equipo seleccionado Switch Advantech .



Foto 3: Equipo instalado en máquina.

### Fase 3: Renovación de armarios.

Los armarios que Sotavento ha implementado en las máquinas para el desarrollo de diferentes proyectos albergan los siguientes equipos:

- ✓ Una CPU industrial Mini-ITX Atom-230.
- ✓ Un analizador de redes Circuitor para análisis de variables eléctricas en baja tensión.
- ✓ Un controlador de reactiva Lobato cuya función es la de actuar sobre las baterías de condensadores para el ajuste del factor de potencia.
- ✓ Un switch de comunicaciones.
- ✓ Un sistema de alimentación ininterrumpido.
- ✓ Protecciones para los equipos.
- ✓ Fuentes de alimentación.

Estos equipos han ido implementándose a lo largo de los años en función de los requerimientos de algunos de los proyectos desarrollados por Sotavento. Actualmente estos armarios se habían quedado pequeños lo que implicaba un sobrecalentamiento excesivo del armario y complicaba la labor de mantenimiento.

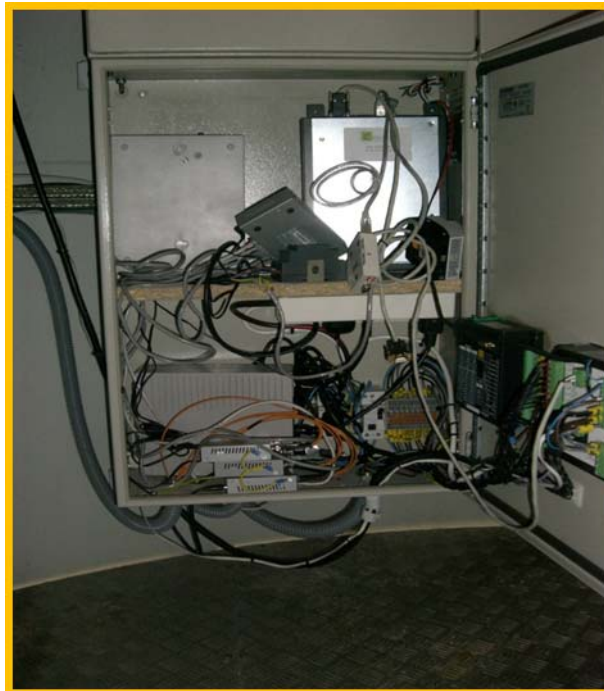


Foto 4: Armario de equipos de Sotavento previo a la renovación.

Se ha descartado económicamente la compra de nuevos armarios de mayor tamaño y se ha decidido conservar los existentes adosándoles unos nuevos armarios de igual tamaño. De esta forma se han podido redistribuir perfectamente los equipos y el cableado, quedando todos los sistemas correctamente ventilados y accesibles, además se ha dejado espacio libre suficiente para albergar nuevos equipos si con el tiempo se requieren.



Dependiendo de la tecnología de aerogenerador el emplazamiento de los armarios es diferente. Se ha tratado de armonizar la distribución de los nuevos armarios con las celdas y armarios de las máquinas. Se ha tenido especial atención en no reducir el espacio de maniobra aprovechando los espacios muertos para el emplazamiento de los nuevos armarios.



Foto 5: Vista exterior de armarios equipos Sotavento.

Con la nueva distribución, en el armario superior muestra el display del equipo de regulación de energía reactiva (izqda.) y el display del analizador de red (Dcha.). En el interior de este armario se encuentra también la CPU y el switch de comunicaciones, así como sus respectivas protecciones y fuentes de alimentación. El armario inferior alberga la SAI y la acometida eléctrica y de fibras.



Foto 6: Vista interior de armarios de equipos Sotavento.

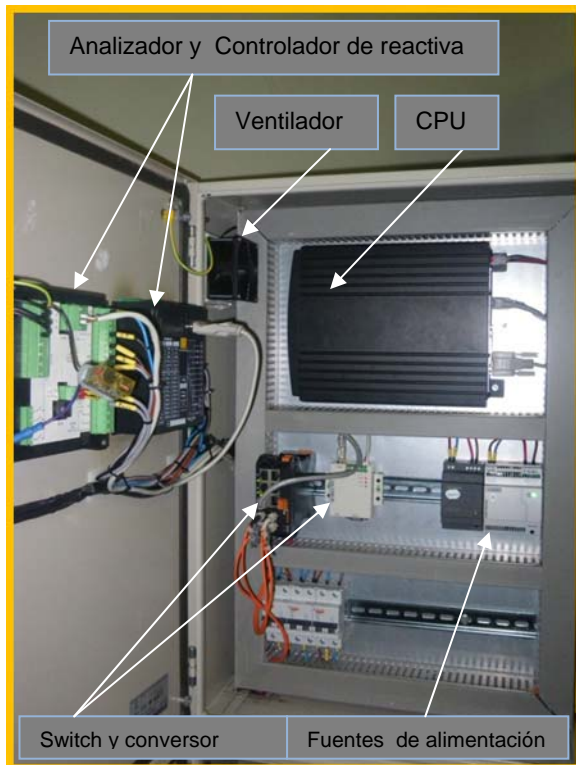


Foto 6: Vista interior armario superior.



Foto 7: Vista interior armario inferior

