

# Túnel de Pallejà

**Usuario Final:** Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya. Pallejà (Baix Llobregat).

**Integrador de sistemas:** URARES (Barcelona).

**Seguimiento técnico Schneider Electric:** Delegación Nordeste.



## Equipamiento Schneider Electric:

**2** autómatas Premium Hot  
Standby

**15** Switches

**24** I/O remotas STB

**32** Variadores de  
frecuencia 18,5 kW



## Solución Schneider Electric

### Descripción de la aplicación

El trazado del túnel de Pallejà es una vía férrea perteneciente a los Ferrocarriles Catalanes de la Generalitat, situada en el término municipal de Pallejà en el Baix Llobregat.

Las obras transcurrieron durante el periodo 2003-2007 con la finalidad de sustituir la antigua vía férrea que cruzaba de este a oeste la ciudad.

Las obras incluían el desdoblamiento y el trazado del túnel de la línea Llobregat-Anoia hasta Pallejà en un tramo de 2,4 km. Además, se le añadió la posibilidad de circulación de los dos ferrocarriles en ambos sentidos.

Así mismo se crea una nueva estación con 2.500 m<sup>2</sup> de superficie y dos andenes laterales eliminando los 3 pasos a nivel existentes.

Con esta acción se consiguen liberar 58.500 m<sup>2</sup> para el paso del ferrocarril donde se construirá una gran plaza con un paseo para los ciudadanos y con vías laterales para la circulación de vehículos.

En este proyecto URARES, como integrador de sistemas, ha realizado el control de ventilación de dos tramos de túnel ferroviario de 1 km aproximadamente cada uno.

La sala de control y la sala técnica de potencia están ubicadas en la estación en medio de estos dos tramos. Se trata de una aplicación donde la ventilación del túnel es una prioridad y todo el proyecto se estudia para ofrecer continuidad de servicio a este evento.

Hasta el momento, este tipo de aplicaciones se podía resolver con autómatas programables de proceso y de muy alto nivel, asumiendo un coste elevado.

Con la aparición de Hot Standby en la plataforma Premium se abre un abanico de posibilidades para este tipo de aplicaciones, tal y como describiremos a continuación.

### Requisitos de instalación

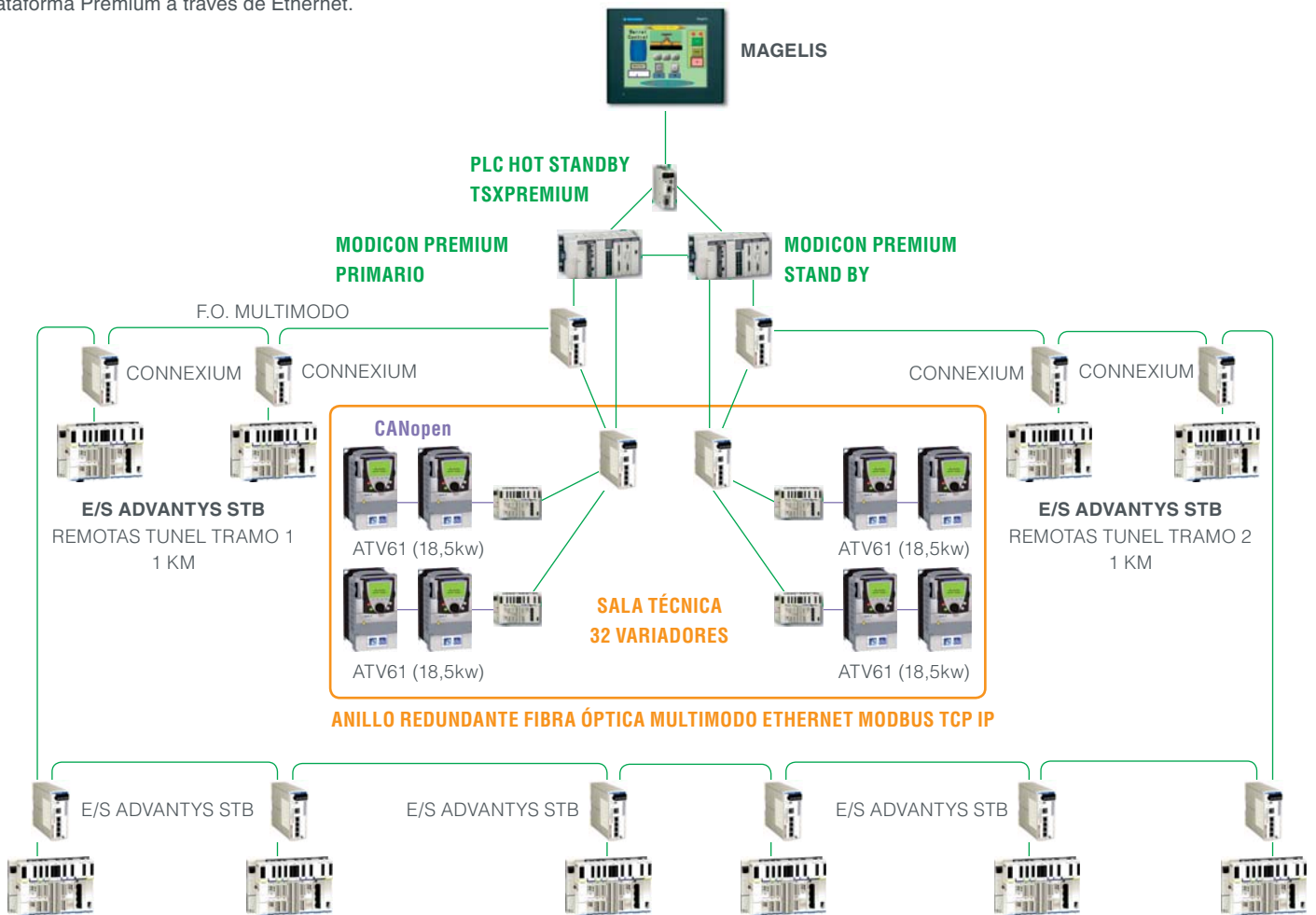


#### Desafíos

- Sistema de Control redundante Premium Hot Standby.
- Distancias entre ventiladores y los variadores.

## Solución implementada para el sistema de control

La solución Schneider Electric se presenta en el siguiente esquema, el cual consta de una arquitectura en anillo redundante mediante la plataforma Premium a través de Ethernet.



2

## Puntos Clave

### Sistemas de Control redundante Premium Hot Standby

El control de esta instalación se hace mediante un sistema redundante de Premium Hot Standby ubicado en la sala de control. La plataforma de automatización Premium mediante el sistema Hot Standby o redundancia, y compatible con el software Unity Pro, está pensado para las aplicaciones exigentes en cuanto a disponibilidad de servicio.

Los dos PLC Hot Standby están configurados con hardware y software idénticos. Uno de los procesadores Hot Standby TSX H57 24M o TSX H57 44M actúa como el controlador "Primario" y el otro como el controlador "Standby".

El autómatas "Primario" ejecuta el programa de aplicación y lleva a cabo el control de las entradas/salidas. El autómatas "Standby" permanece a la espera, listo para tomar el control si fuera necesario. El autómatas "Standby" está conectado al autómatas "Primario" con cable de cobre cruzado punto a punto realizando el sincronismo y limitando la distancia entre los dos autómatas a 100 m.

En caso de producirse un fallo imprevisto en el autómatas "Primario" el sistema de redundancia realiza una conmutación automática que transfiere la ejecución del programa de aplicación y el control de las entradas/salidas en el autómatas "Standby" con datos actualizados.

Tras la conmutación el autómatas "Standby" se convierte en el autómatas "Primario" evitando acciones bruscas al pasar de uno a otro (bumpless), sin sacudidas en las salidas y de forma transparente para el proceso, cuya gestión no se verá en definitiva alterada por la aparición de un fallo de hardware. Una vez restablecido





el estado de funcionamiento del autómatas defectuoso y conectado de nuevo al sistema de redundancia actúa como autómatas “Standby”. Estos dos bastidores están comunicados con la sala técnica donde se encuentran los variadores, mediante un anillo de fibra óptica multimodo y a través de switches gestionables Ethernet, permitiendo así realizar la arquitectura en anillo. Aguas abajo de los switches nos encontramos las islas Advantys STB (I/O remotas) repartidas en campo a lo largo de los dos tramos del túnel para complementar la seguridad y disponibilidad del sistema captando datos mediante sensores de tipo:

- Opacímetros (analizadores de gases), a su vez comunicados con una pasarela ETG100 de Modbus TCP/IP a Modbus.
- Detectores de CO.
- Vibrómetros de ventiladores.
- Alarmas de temperatura en los ventiladores (sondas PTC).

También encontramos otro conjunto de Advantys STB que enlazan en grupos de dos y mediante bus CANopen con los variadores de frecuencia. Desde el sistema de control el mapa de memoria de las islas y los variadores es transparente, con lo que el acceso a cualquier parámetro de los mismos es inmediato. Cabe destacar que estos switches (en concreto la ref. 499NES18100) son elementos “plug & play” que permiten aumentar los límites de las arquitecturas estableciendo la comunicación entre 2 o varios campos de colisión. La comunicación de los niveles superiores queda garantizada entre los diferentes puertos y las colisiones del nivel de enlace no se propagan (filtrado). Por tanto mejoran el rendimiento mediante una mejor asignación de la pasabanda debida a la reducción de las colisiones y de la carga de la red.

### ¿Cuál es la diferencia entonces entre un sistema Premium Hot Standby y un Quantum Hot Standby?

Las diferencias son diversas pero las más importantes son que en un sistema Quantum Hot Standby permite distancias de sincronismos entre los dos controladores más elevadas, a través de fibra óptica en Ethernet de hasta 2 km de distancia.

Así mismo, la plataforma Quantum Hot Standby tiene tiempos de respuesta de conmutación más altas y, por lo tanto, utilizaremos la plataforma Quantum para aquellos procesos donde es absolutamente crítica la continuidad del servicio.

### Distancia entre motores de los ventiladores y variadores

Hay 32 ventiladores repartidos entre los dos tramos a razón de 16 por tramo y equidistantes entre sí longitudinalmente. Los variadores son ATV 61 de 18,5 kW equipados con filtros senoidales para poder llegar a las distancias a las que están los motores (a partir de 200 m) de la sala técnica.

Hasta ahora la realización de este tipo de arquitectura resultaba imposible debido a que se hubiesen tenido que habilitar salas técnicas o cubículos apropiados próximos a los motores para cubrir estas distancias.

Ha sido definitivo en la elección de este sistema, la reducción de costes de instalación y el ahorro energético asociado al variador de velocidad Altivar 61. Gracias a sus leyes de ahorro energético que controlan la corriente magnetizante suministrada al motor, para que de esta forma se proporcione la intensidad justa y necesaria para mantener el par motor y que en definitiva el consumo desde la red sea inferior al modo convencional lineal ley V/F.

El variador utilizado en la aplicación de ventilación es el Altivar 61, un convertidor de frecuencia para motores asíncronos trifásicos de 0,37 kW a 800 kW.

Está dedicado a las aplicaciones más habituales de la gestión de fluidos en infraestructuras e industria (bombeo y ventilación).

Concebido para disminuir las molestias sonoras ocasionadas por el funcionamiento de los ventiladores con frecuencias ocultas mediante ajustes de frecuencias de corte.

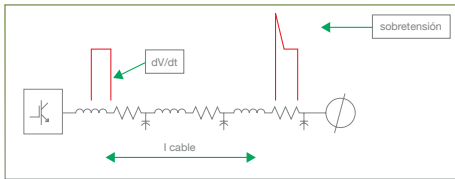


Fig. 1

En esta aplicación se pone a prueba la respuesta de los variadores para largas distancias existentes entre éstos y los ventiladores que en algunos casos llega hasta prácticamente 1 km. Los variadores están controlados mediante el bus CANopen a través de la isla de entradas salidas remotas STB.

El principal problema que ocasionan las largas distancias son las sobretensiones. Éstas son generadas por las ondas reflejadas debido a los picos de tensión y a la mala adaptación de la impedancia entre cable y motor.

La amplitud y la pendiente están en función de la longitud y del tipo del cable, así como de la técnica de modulación. La situación que se produce la podemos ver en el dibujo adjunto (Fig. 1). Los pulsos de salida del convertido llegan deformados al motor.

Los problemas que ocasionan las sobretensiones y los picos pueden degradar el aislamiento de los bobinados del motor y de los cables, siendo mayor para tensiones superiores a 400 V y para los motores que no disponen de un aislamiento compatible con los variadores de velocidad (p.e. clase F).

Además son sobretensiones destructivas a partir de 20 m de cable ya que pueden sobrepasar dos veces el valor VCC en el caso de PWM con tiempo de ciclo corto (p.e. 2 mS para 200 m 4 kW). En este caso, para disminuir las sobretensiones se utilizan dos tipos de filtros de salida:

- Inductancias de motor.
- Filtros senoidales.

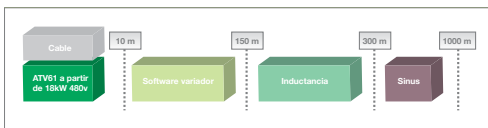


Fig. 2

Las inductancias de motor se dimensionan mediante tablas facilitadas según calibre del variador y del tipo de cable del motor. Estas inductancias, en combinación con la capacidad natural del cable motor, constituyen un filtro LC que reduce los picos de tensión. Estas inductancias, tal y como vemos en el gráfico adjunto (Fig. 2), tan sólo alarga la distancia hasta 300 m, necesitando añadir un filtro senoidal para alcanzar los casi 1.000 m que nos encontramos en esta aplicación.

Los filtros senoidales hacen la función de filtros LC diferenciales y de modo común donde la tensión de salida es parecida a una senoide (Fig. 3).

Es por esto que se utilizan los filtros senoidales, los cuales eliminan prácticamente las corrientes de fuga HF (alta frecuencia) a tierra y responden favorablemente a las CEM (compatibilidad electromagnética) radiadas.

Las ventajas son múltiples, pero el ahorro de costes en cableado e instalación es evidente, junto a la facilidad y seguridad del diagnóstico de la instalación, debido tanto al anillo redundante como a la transparencia de la comunicación a través del protocolo Modbus TCP/IP.

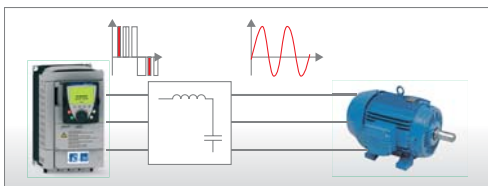


Fig. 3

Para más información contactar con la BU Automation

## Ventajas Observadas

Las ventajas son múltiples, pero el ahorro de costes en cableado e instalación es evidente, junto a la facilidad y seguridad del diagnóstico de la instalación, debido tanto al anillo redundante como a la transparencia de la comunicación a través del protocolo Modbus TCP/IP.