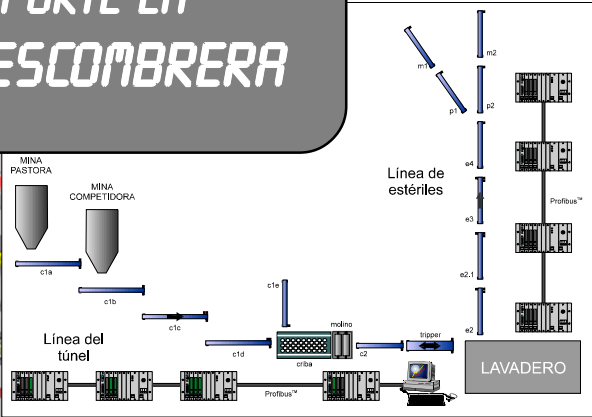
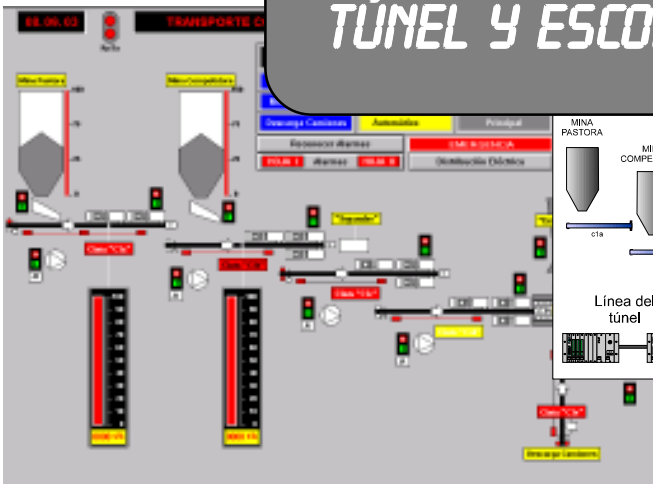


**CONTROL Y MONITRIZACION
EN LINEA DE
TRANSPORTE EN
TÚNEL Y ESCOMBRERA**



INDICE

1. Preliminar

2. Ingeniería Básica

3. Soluciones adoptadas

- 3.1. Red de Alta Tensión (5kV)
- 3.2. Cuadros de Baja Tensión (500V)
- 3.3. Lógica Distribuida
- 3.4. Lógica de Control
 - 3.4.1. Control Local
 - 3.4.2. Control Remoto

4. Central del Túnel de La Robla

- 4.1. Trabajo del Operador
 - 4.1.1. Mando Reparación
 - 4.1.2. Mando Desenclavado
 - 4.1.3. Mando Automático
- 4.2. Control y Monitorización de la Red de 5kV
- 4.3. Monitorización de Fallos
- 4.4. Histórico de Alarmas y Eventos

5. Desarrollo del Proyecto

1. PRELIMINAR

La Sociedad Anónima Hullera Vasco Leonesa (**HVL, S.A.**) planificó en 1993 la remodelación y ampliación de sus instalaciones de transporte continuo de todouno y escombro, que alimentan respectivamente al lavadero de La Robla y a la Escombrera. El motivo de tal proyecto fue doble:

- Adecuar las instalaciones existentes a los futuros incrementos de producción previstos en los planes de la empresa.
- Remodelar y/o sustituir equipos para adaptarlos a las nuevas exigencias de potencia motriz, a la vez que se adoptaban nuevos criterios de control y monitorización del conjunto de la instalación.

En términos generales, el proyecto consistió en dotar a las cintas transportadoras del Túnel de La Robla y de la Línea de Escombro de la potencia precisa para atender a la carga proyectada, sustituyendo partes de estructura y cabezas motrices por otras adecuadas a los grupos a instalar. También, realizar la nueva instalación de la estación denominada "H" en la Línea de Escombro, consecuencia de la lógica prolongación de la misma.

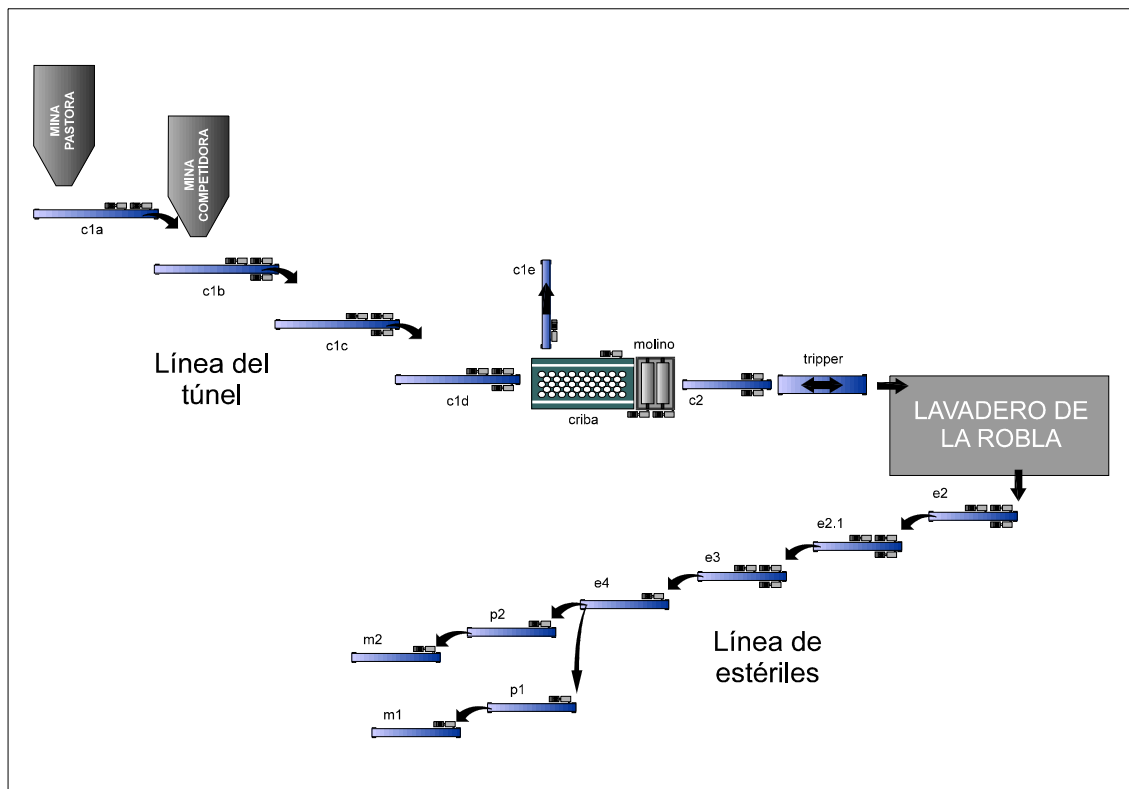


Figura 1 - Elementos de transporte.

El buen criterio de la empresa propietaria consideró que las modificaciones necesarias en el equipamiento eléctrico de potencia y control no deberían hacerse sobre el equipo existente, ya que éste estaba en funcionamiento ininterrumpido desde hacía 14 años y necesitaba una

profunda puesta a punto. Además, todo el trabajo debía hacerse con la instalación en servicio. Por tanto, se optó por un nuevo equipamiento eléctrico que incluyera también la remodelación de la distribución en A.T. (5 kV).

2. INGENIERIA ELECTRICA BASICA

Después de definir cuidadosamente las potencias requeridas para cada una de las cintas transportadoras que componen el conjunto e incluir los elementos de campo que adicionalmente deberían participar en el proyecto de transporte, se prescribieron las necesidades complementarias de la red de distribución de 5 kV. Principalmente, este punto incluyó lo siguiente:

- Sustitución de transformadores de cada uno de los centros, tanto en el Túnel como en la Línea de Escombro.
- Sustitución de aparata de maniobra por otra de nuevo diseño y prestaciones.
- Construcción y dotación completa de dos nuevas subestaciones. Una al final de la Línea de Escombro y otra cabecera de Túnel.
- Acondicionamiento en cuanto a obra civil de las subestaciones existentes, separando físicamente las celdas destinadas a ubicación de transformadores de potencia.

La ingeniería de Baja Tensión definió el sistema de cuadros a utilizar, su aparellaje y forma constructiva, poniendo el máximo énfasis en las especificaciones técnicas del aparellaje, habida cuenta del tipo de servicio ininterrumpido prescrito y de las considerables distancias de la instalación.

Finalmente, definimos el sistema de control y monitorización a aplicar, resultando de forma sumaria lo siguiente:

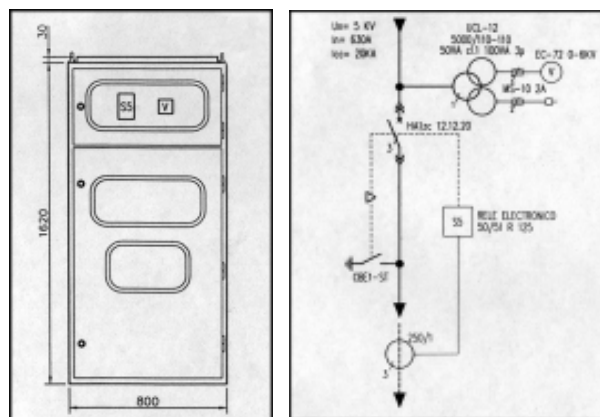


Figura 2a - Esquema funcional de celdas MTC12.

- Instalación en cada armario de potencia de un computador de proceso que dispone de la lógica operativa del área.
- Separar en cuanto a control y monitorización central las dos áreas que lo están desde el punto de vista funcional. Resultando dos centrales no enlazadas entre sí: Túnel y Lavadero. La primera controla y monitoriza la red de subestaciones y cintas del Túnel de La Robla y la segunda la de la Línea de Estéril.
- Enlazar todas las subestaciones de área entre sí y con su central respectiva por medio de una red abierta tipo **PROFIBUS®**.
- Situar en la central del Túnel un sistema de monitorización general, un mímico abreviado y una **Interface Hombre Máquina "IHM"** utilizando un PC industrial y un software del que posteriormente daremos detalles.

La empresa propietaria, **HVL, S.A.**, prescribió como condiciones irrenunciables las siguientes:

- Ejecución de cualquier trabajo de instalación, puesta en marcha, programación, etc. durante fines de semana o festivos.
- Desarrollo del proyecto de modo que después de la aprobación por **HVL, S.A.**, se realizara la instalación y posterior aprobación por la autoridad competente. Ambas formando parte de nuestra responsabilidad.
- Control y Monitorización completos de las instalaciones desde sus respectivas estaciones centrales.

La **Figura 1** representa de forma abreviada, sin hacer intervenir elementos de campo propios de protección de cintas, un esquema de las instalaciones de transporte continuo objeto del proyecto.

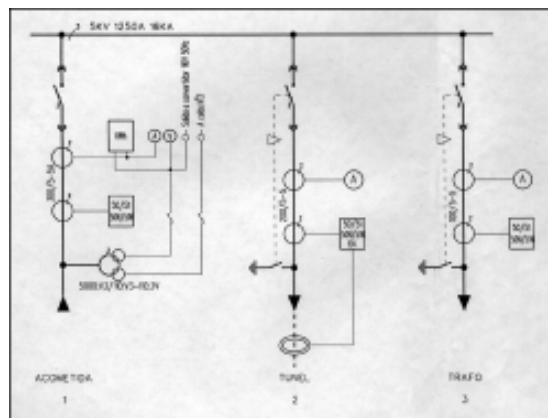


Figura 2b - Esquema funcional de celdas UNIVERC.

3. SOLUCIONES ADOPTADAS

Este punto está dedicado a exponer, sin entrar en demasiados detalles técnicos o constructivos, las distintas soluciones adoptadas para dar cumplimiento a los requerimientos del proyecto. Con ánimo de simplificar al máximo, hemos dividido la explicación en grandes bloques: Red de 5 kV, cuadros de B.T. (500 V), sistemas de lógica distribuida y Control y Monitorización centrales con **IHM**.

3.1. Red de Alta Tensión (5kV)

En las subestaciones situadas en el interior del Túnel se instalaron celdas de protección de transformadores y by-pass con grado de protección IP 547 y certificación **LOM** para ambientes subterráneos con NP 0. Un esquema funcional de ellas está representado en la **Figura 2a**.

En la subestación de nueva implantación situada en las proximidades del Lavadero, próxima a la boca de La Robla del Túnel, se instaló un conjunto autoportante de celdas tipo "Metal-clad" cuya representación esquemática está en la **Figura 2b**.

En las subestaciones existentes de la Línea de Estériles se sustituyeron todos los elementos de aparellaje de A.T. por cabinas blindadas de idéntica funcionalidad que las del Túnel. En la de nueva implantación (Subestación H) se instalaron nuevos equipos idénticos a los mencionados anteriormente. Una representación esquemática está en la **Figura 2c**.

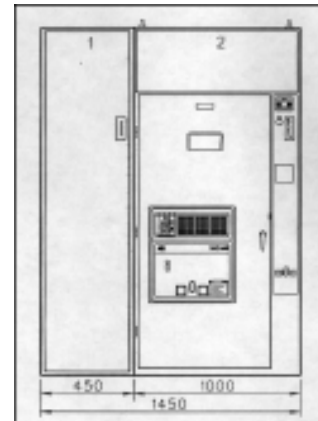
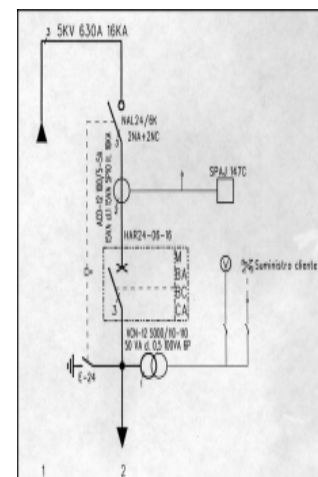


Figura 2c - Esquema funcional de celdas MTU24.

3.2. Cuadros de Baja Tensión (500 V)

El proyecto comprendió la construcción e instalación de un cuadro de B.T. por cada subestación existente o de nueva creación. Sin embargo, todos ellos fueron distintos en cuanto a cantidad de aparellaje contenido debido a que las necesidades también lo eran.

Todos los cuadros dispusieron de interruptor general de entrada con mando motor, bobina de mínima tensión, control general de aislamiento para red IT y lógica de reenganche por medio de un pequeño PLC dedicado. La aparamenta de potencia se construyó de forma modular, de modo que cada elemento funcional de campo, motor o consumidor, tiene su protección y maniobra ubicada en un mismo cubículo, incluso la tensión auxiliar del mismo es generada en él. Los cubículos de motor de cinta están equipados con contactores de operación al vacío de 150 A en categoría AC4, 1100 Vac, 50/60 Hz, interruptor automático con mando manual y curva tipo motor y protección a contactor abierto Lockout.



Cada cuadro dispone también de un compartimento de transformación 500/220 V para generar la tensión de alumbrado de zona y servicios auxiliares y de uno de compensación del factor de potencia con regulador automático. Las **Figuras 3a** y **3b** representa una vista externa de dos de ellos.

3.3. Lógica Distribuida

Cada cuadro de los descritos en el punto 3.2. da servicio a un conjunto de elementos situados en sus proximidades (motores de cintas, bombas, etc.) y dispone, como ya se comentó, de todos los elementos de potencia necesarios para ello. Paralelamente, debe poder realizar, sin

intervención de la Central correspondiente, todas las funciones lógicas de control del sistema que de él depende.



Figura 3a - Cuadro de B.T.

Para ello, en cada armario de B.T. se instaló un computador de proceso compuesto de CPU tipo **VIUC™** basada en el microcontrolador **MC68302™** a 20 MHz de **Motorola** y del conjunto adecuado, según necesidades de campo y propias del cuadro, de tarjetas de Entrada/Salida. Este conjunto con sus interfaces y fuente de alimentación está instalado en una columna separada del cuadro a donde se cablean todas las señales de entrada de campo y de cada cubículo de motor, transformador, alumbrado, etc.



Figura 3b - Cuadro de B.T.

El software residente en EEPROM está compuesto por lo siguiente:

- Sistema operativo **OS-9™**
- Librería de aplicaciones **ieelib™**
- Software de configuración de la puerta 485 para **PROFIBUS™**
- Software de aplicación de usuario.

Así pues, esta configuración cumple ampliamente con los requerimientos expresados en el punto 2. porque es capaz de realizar el control de todas las máquinas y servicios conectados al cuadro de potencia correspondiente sin intervención de la Central, también puede recibir desde ella o desde cualquier otra subestación señales de mando y finalmente, porque es capaz de enviar toda la información de estados a la Central. Estos **sistemas de Mando** serán tratados mas exhaustivamente en puntos posteriores.

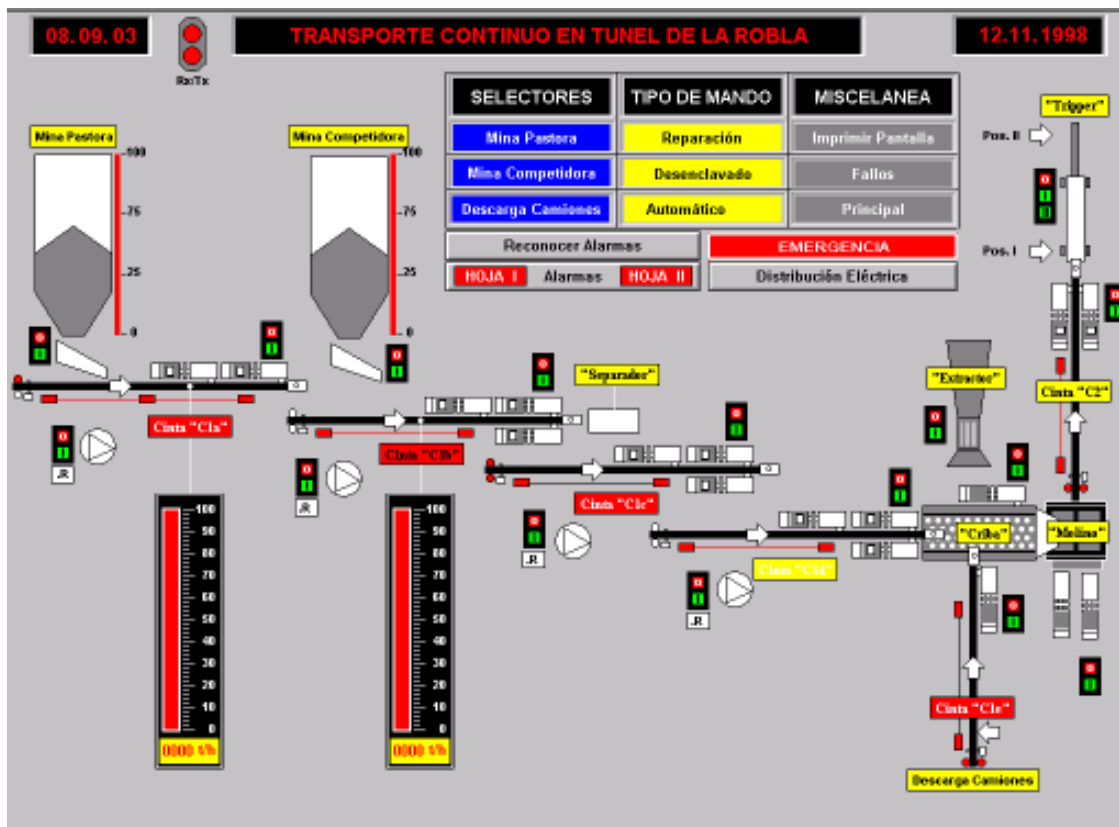


Figura 4 - Pantalla de INTOUCH (Túnel).

3.4. Ingeniería de Control

En el punto 3.3. anterior, hemos expuesto cómo se resolvió el problema de cada una de las subestaciones y de qué modo se enlazaron entre ellas y con la Central de Zona. Sin embargo, ello no termina el desarrollo del proyecto, ya que es preciso, además, poder realizar un control sencillo en ausencia de computador y uno global que enlace el conjunto de cintas y servicios y genere suficiente información para realizar la gestión del conjunto.

3.4.1. Control Local

Se designó así a la posibilidad de actuar, desde la propia subestación, sobre todos y cada uno de los equipos y servicios instalados, sin intervención del computador de proceso. Obviamente, este tipo de mando designado REPARACION es muy poco adecuado para servicio normal y debe ser considerado solamente en casos de emergencia o de mantenimiento de equipos.

Se realiza desde el frontal de cada cuadro por medio de pulsadores y dispone de una información resumida de estados y alarmas. Utiliza acción directa sobre el hardware eléctrico convencional.

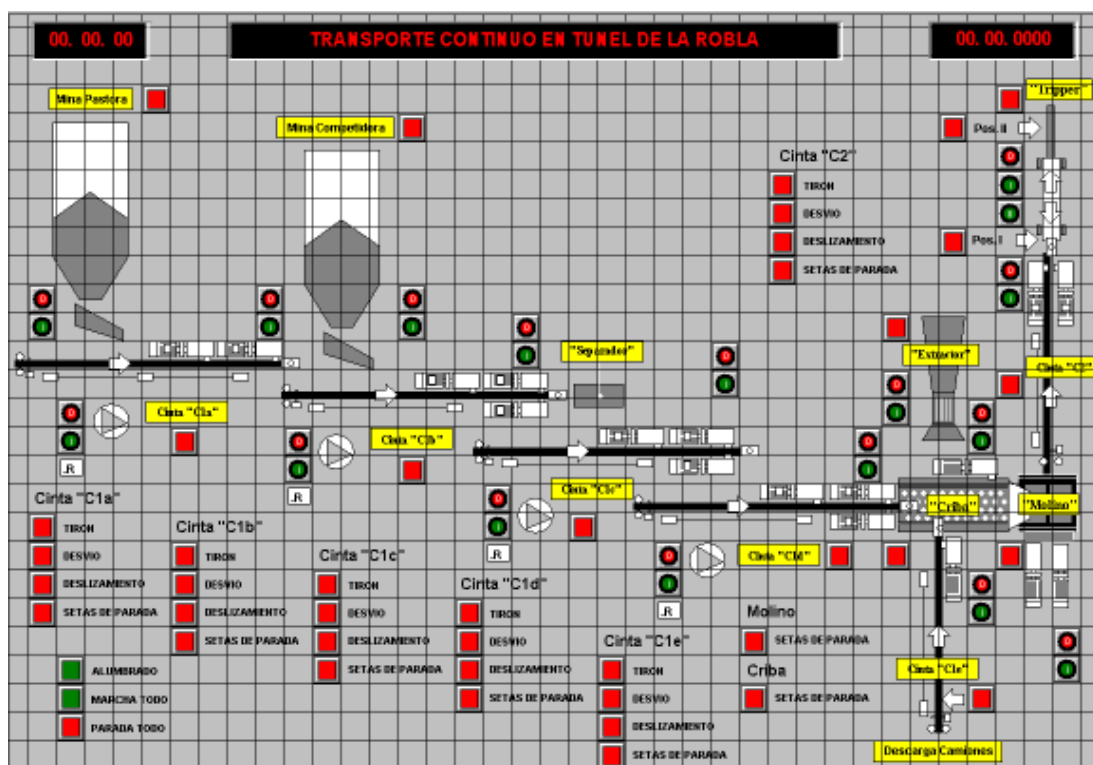


Figura 5 - Mímico.

3.4.2. Control Remoto

Cuando se utiliza el software de usuario residente en los computadores, referido en el punto 3.3., existen distintas posibilidades de actuación: Mando DESENCLAVADO desde actuadores de campo, que permite la acción de puesta en marcha de cintas cuando se dan las condiciones tecnológicas de proceso requeridas, teniendo en cuenta que todas las paradas son ejecutivas en cualquier circunstancia o tipo de mando.

Finalmente, la condición de Mando mas avanzada, denominada ENCLAVADO, permite el control de la Línea, bien de Estéril, bien del Túnel desde su Central correspondiente. En el caso del Túnel, por medio de una IHM cuya descripción sigue.

4. CENTRAL DEL TUNEL DE LA ROBLA

El transporte continuo de "todouno" en el Túnel se realiza por medio de cuatro(4) cintas transportadoras hasta la zona de clasificación situada en el exterior. Este conjunto se representa en la **Figura 4** y corresponde a un volcado de pantalla de la **IHM** de la Central del Túnel. La parte inferior derecha de la figura representa el conjunto de elementos que hemos dado en llamar "clasificación".

La Central del Túnel está situada físicamente en la subestación de la plaza, exterior del Túnel, formada por un computador del tipo ya descrito en el apartado 3.2. enlazado con el resto de las subestaciones del Túnel.

Para ergonomizar el trabajo del operador, conferir consistencia operativa a sus decisiones y mejorar con aporte de datos la gestión de explotación del conjunto, se añadió una **Interface Hombre Máquina "IHM"** formada por los siguientes elementos:

- Computador PC industrial con grado de protección IP54.
- Software SCADA tipo **intouch™** sobre **Windows 3.11™**
- Driver de comunicaciones
- Computador de Proceso - **PC™**
- UPS.
- Software de aplicación.

Este último está desarrollado en su totalidad por **IEE, S.A.** y comprende, como aplicaciones mas importantes, las siguientes:

- Máscaras para representación gráfica de procesos y/o cuadros de alarmas, eventos, ayudas, etc.
- Animación de partes para conseguir efectos de control y monitorización.
- Definición de variables y su correlación lógica con las de proceso.
- Definición de variables de estado, alarma y evento.
- Definición de histogramas de variables analógicas.
- Creación de ficheros de alarmas y eventos.
- Aplicación estadística para generación de listados e informes abreviados.
- Copias digitalizadas de manuales de usuario y despieces de equipos.

4.1. Trabajo del Operador

Este punto es una breve descripción operativa del sistema de interface Hombre-Máquina y debe seguirse, para clarificación, conjuntamente con la **Figura 4**.

El operador debe seleccionar qué tipo de Mando precisa, eligiendo entre REPARACION, DESENCLAVADO o AUTOMATICO, pulsando uno de los tres botones representados en

amarillo en la figura. También elegirá el punto desde el que se va a producir la extracción pulsando uno de los representados en azul. Con estas dos selecciones el software de control sabe cómo debe proceder y qué cintas debe de poner en marcha cuando se genere la orden ejecutiva correspondiente.

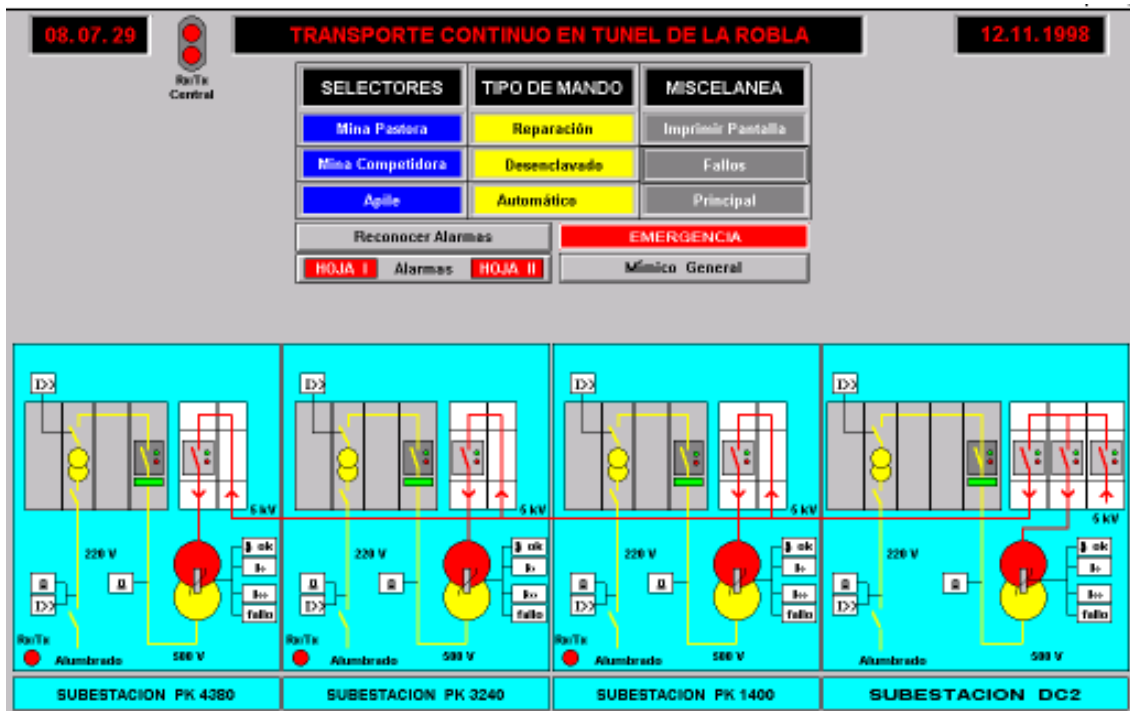


Figura 6 - Pantalla de control A.T.

4.1.1. Mando Reparación

Se realiza desde actuadores situados en las proximidades de cada motor o dispositivo y energiza exclusivamente ese elemento sin tener en cuenta nada de lo que ocurre a su alrededor, excepción hecha de las protecciones eléctricas del mismo. Quiere ello decir que este tipo de mando requiere la presencia "in situ" de personal autorizado y que debe usarse exclusivamente en casos excepcionales.

4.1.2. Mando Desenclavado

Está previsto para ejercer el control por separado de grandes bloques de sistemas. La operación de marcha o parada de cada bloque o conjunto se realiza por medio de las botoneras situadas en la pantalla junto a él o de las de campo, ya mencionadas en el punto anterior, siendo en este caso cualquiera de ellas suficiente para desencadenar el arranque ordenado de todos los grupos motrices del conjunto.

4.1.3. Mando Automático

Cuando se selecciona este tipo de mando, en la pantalla de la **Figura 4** aparece visible una botonera de Marcha-Parada, que ahora no lo está. El accionamiento del botón de Marcha genera una orden secuencial que se transmite temporizadamente al conjunto de los grupos motrices. Igualmente, el accionamiento de la Parada genera una parada ordenada del conjunto, entendiéndose por tal aquella secuencial que tiene en cuenta un tiempo de descarga para cada cinta situada "aguas abajo".

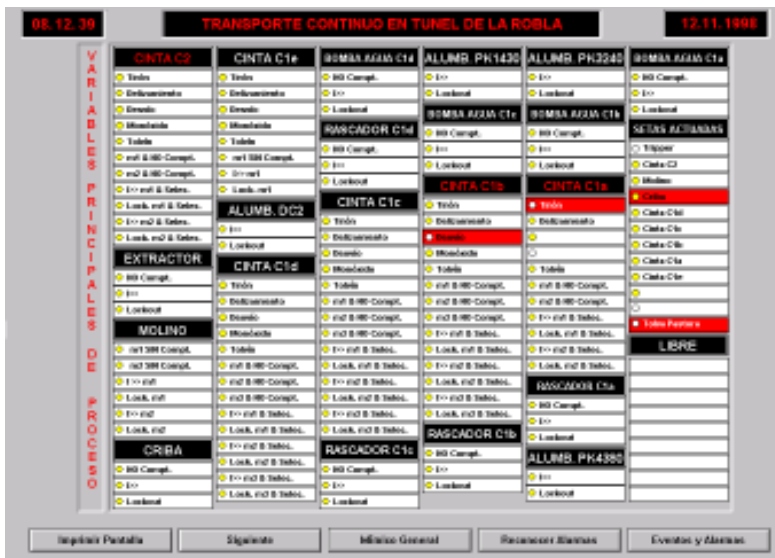


Figura 7 - Pantalla de fallos.

Para facilitar la operación de personal no familiarizado con interfaces Hombre-Máquina con computador, se desarrolló paralelamente un Mímico de mosaico abreviado que dispone solamente de una información de estados condensada y de actuadores para las operaciones de Marcha-Parada en Mando AUTOMATICO. Este se representa en la **Figura 5**.

4.2. Control y Monitorización de la Red de 5 kV

La **Figura 6** representa un volcado de la pantalla interactiva que se utiliza para control de la red de 5 kV del Túnel y del interruptor de alimentación general de los cuadros de B.T. de cada una de las subestaciones.

Puede apreciarse que existe información gráfica de cada uno de los elementos de protección mas importantes y que en la proximidad de cada interruptor están elementos activos para su actuación por el operador.

Los puntos rojos, situados en la esquina inferior izquierda de la figura representan el estado de las comunicaciones entre subestaciones y entre éstas y la Central.

4.3. Monitorización de Fallos

Además de la animación de la pantalla principal de la **Figura 4**, donde figuran los principales estados de los elementos de protección de campo anexos a las cintas y demás accesorios del



Figura 8 - Pantalla de fallos.

sistema. Se dispuso de dos pantallas mas de fallos, donde se recogen de forma exhaustiva y agrupada todos los posibles elementos contemplados en el proyecto. El estado de fallo se representa figuradamente con un LED ROJO intermitente. Estas pantallas se incluyen aquí como Figuras 7 y 8.

La diferencia entre ambas es simplemente funcional, la primera representa los fallos denominados principales o que afectan a los elementos centrales del sistema.

La segunda corresponde a elementos auxiliares (tensores, bombas de riego, alumbrado, etc.).

Sobre el panel Mímico abreviado, descrito en el punto 4.1.3. y representado en la Figura 5, existen en la parte inferior un conjunto de LEDs que también informan al operador de planta de los principales fallos. Esta dualidad de información obedece solamente a razones históricas en cuanto al lugar de ubicación del operador, ya que anteriormente a la realización del proyecto, el controlador del transporte del Túnel estaba situado en una habitación concreta en el edificio de trituración y disponía de un mímico con lógica tradicional cableada.

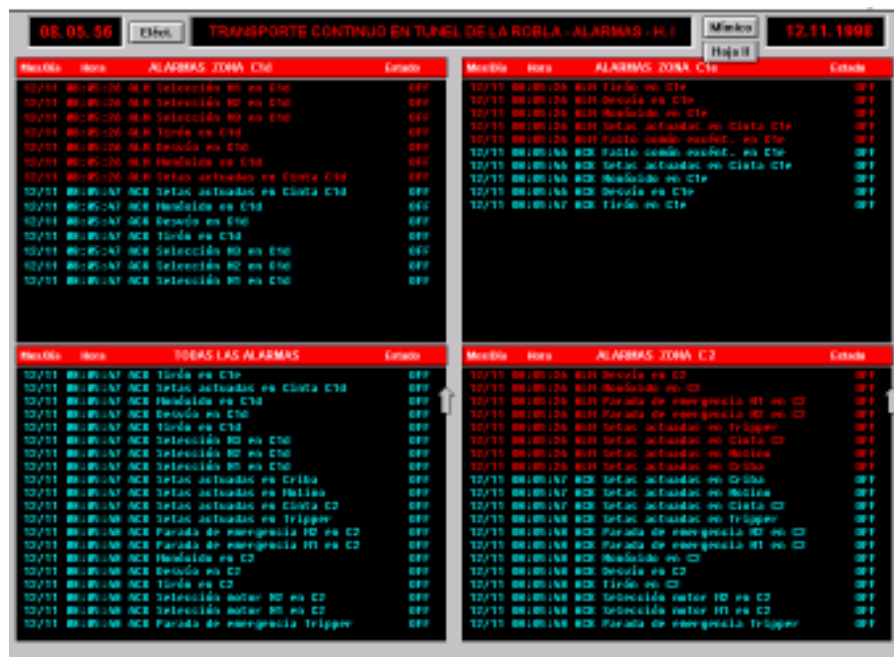


Figura 9 - Fichero login.

4.4. Histórico de Alarmas y Eventos

Una facilidad del programa de Interface Hombre-Máquina utilizado (**intouch™**) es la de generar ficheros *.log con la ordenación temporal del conjunto de alarmas y eventos ocurridos a lo largo del tiempo de explotación, señalando históricamente el estado de estas variables (alarma, alarma reconocida y OK).

Este sistema, que explicaremos brevemente a continuación, resulta muy efectivo para conocer a posteriori el desarrollo temporal de la explotación del sistema y poder inferir situaciones pasadas que, de otro modo, pueden ser prácticamente irreconstruibles.

El sistema de loggin de alarmas y eventos, también llamado de "caja negra", fue desarrollado por **IEE, S.A.** del siguiente modo:



The screenshot shows a software interface with a title bar containing the date '12.25.01', a window title 'TRANSPORTE CONTINUO EN TUNEL DE LA ROBLA - ALARMAS - H. II', and another date '12.11.1998'. Below the title bar are two main panels, each containing a table of alarm data. The left panel has two tables: 'ALARMAS ZONA C1c' and 'TODAS LAS ALARMAS'. The right panel has two tables: 'ALARMAS ZONA C1b' and 'ALARMAS ZONA C1a'. Each table has columns for 'Mes/Día', 'Hora', 'ALARMA', and 'Estado'. The 'Estado' column contains values like 'OFF', 'ON', or 'OK'.

Mes/Día	Hora	ALARMA	Estado
12/11	12:24:31	ALN Selección HI en C1c	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HD en C1c	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HI en C1b	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HD en C1b	OFF
12/11	12:24:31	ALN Tiro en C1c	OFF
12/11	12:24:31	ALN Desvío en C1c	OFF
12/11	12:24:31	ALN Hembrido en C1c	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selas actuadas en Cinta C1c	OFF

Mes/Día	Hora	ALARMA	Estado
12/11	12:24:31	ALN Selas actuadas en Cinta C1b	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HI en C1b	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HD en C1b	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HI en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HD en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Tiro en C1b	OFF
12/11	12:24:31	ALN Desvío en C1b	OFF
12/11	12:24:31	ALN Hembrido en C1b	OFF
12/11	12:24:31	ALN Fallo común en vibrador Competido	OFF

Mes/Día	Hora	TODAS LAS ALARMAS	Estado
12/11	12:24:31	ALN Transmisión PRA3200	OFF
12/11	12:24:31	ALN Transmisión PRA3800	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HI en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HD en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Tiro en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Desvío en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Hembrido en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Cierre Intert. general en PRA3200	OFF
12/11	12:24:31	ALN Temp. traf. A0150 en PRA3200	OFF
12/11	12:24:31	ALN Temp. traf. A0000 en PRA3200	OFF
12/11	12:24:31	ALN Fallo sondas traf. en PRA3200	OFF
12/11	12:24:31	ALN Cierre traf. 220_2 en PRA3200	OFF
12/11	12:24:31	ALN Cierre traf. 220_1 en PRA3200	OFF
12/11	12:24:31	ALN Fallo común excénf. en C1c	OFF
12/11	12:24:31	ALN Fallo común excénf. en C1b	OFF
12/11	12:24:31	ALN seta emergencia talva competidora	OFF
12/11	12:24:31	ALN Fallo común vibrador pastora	OFF
12/11	12:24:31	ALN Fallo común en vibrador Competido	OFF
12/11	12:24:31	ALN Ordenada la parada con descarga d	ON
12/11	12:24:34	EVT Mictorialogging	ON

Mes/Día	Hora	ALARMA ZONA C1a	Estado
12/11	12:24:31	ALN Selas actuadas en Cinta C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HI en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Selección HD en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Tiro en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Desvío en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN Hembrido en C1a	OFF
12/11	12:24:31	ALN seta emergencia talva competidora	OFF
12/11	12:24:31	ALN Fallo común vibrador pastora	OFF

Figura 10 - Fichero loggin.

- En el momento de realizar la ingeniería de control de la aplicación, definimos las variables, sus valores o estados de alarma y su modo de representación en la **IHM**. Así pues, cuando la aplicación trabaja realmente en el proyecto, el cambio de estado o el "rebase" del umbral prefijado de las variables genera automáticamente una anotación en el fichero *.log acompañada de un "fechado" en la **IHM** y de una variable de estado o valor, según estemos ante una variable digital o analógica respectivamente. En general, también se genera un aviso acústico para el operador y, eventualmente, una animación de pantallas conducidas por el evento producido.

Las **Figuras 9 y 10** representan concretamente el estado de los ficheros login del presente proyecto en un momento cualquiera de la explotación. Las líneas mas oscuras (sobre pantalla de color rojo) representan estados de alarma no reconocidos por el operador, las mas claras (sobre la pantalla de color azul) las alarmas existentes ya reconocidas por el operador.

Puede verse que, tanto las alarmas como su reconocimiento, tienen fechado. Por ello resulta posible en una inspección o seguimiento posterior detectar con facilidad el momento en que se produjo una alarma o evento concreto, la secuencia temporal de varias y el tiempo que tardó el operador en reconocer la(s) alarma(s) y proceder en consecuencia.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

La empresa propietaria, **HVL, S.A.**, pasó, conjuntamente con el pedido firme de la totalidad del proyecto, un planing global de realización de obra, un listado de los motores y su potencia con los que debía de quedar equipada la instalación y el condicionamiento para la realización de obra. Ya hemos comentado en puntos anteriores que los condicionamientos fundamentales fueron el sistema de sustitución e instalación de equipos en fin de semana o festivo y el régimen de servicio con un factor de utilización extremadamente alto.

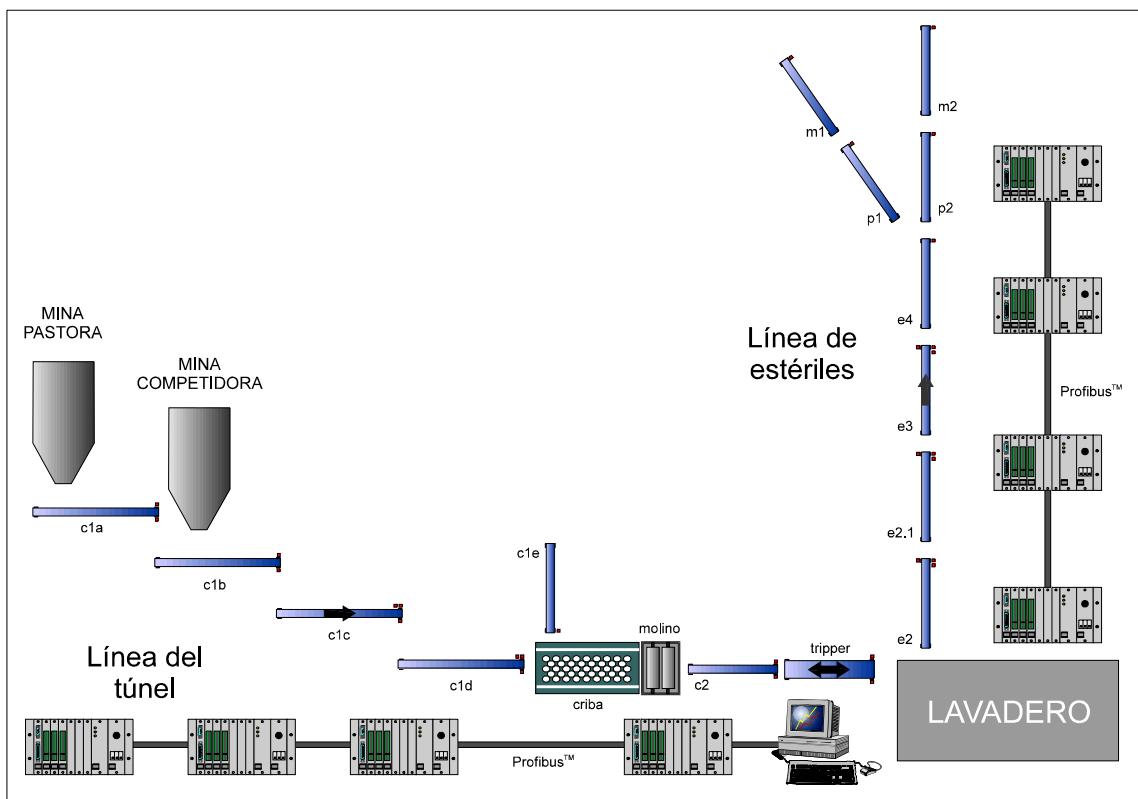


Figura 11 - Red de computadoras con cintas.

En primer lugar se desarrollaron los proyectos correspondientes a las subestaciones de nueva implantación, una como alargamiento de la Línea de Escombro y otra como ampliación, sobre nueva caseta, de la subestación de cabecera del Túnel de La Robla. Una vez aprobados, estos proyectos permitieron comenzar las obras civiles de ambas.

A continuación se discutieron con el personal técnico de **HVL, S.A.** todos los detalles, incluso los mas nimios, en cuanto al sistema de instalación, camino de nuevos cables de alimentación, circuitos auxiliares, sustituciones de servicios, etc. Este extremo resultó crucial para poder acotar la magnitud de cada una de las etapas de montaje, habida cuenta de la necesidad, ya dicha, de no prolongar los trabajos mas allá del fin de semana.

Paralelamente, se desarrolló la operación de oficina técnica correspondiente a planos y construcción de cuadros de B.T. Los de A.T. fueron definidos igualmente, pero su construcción fue encomendada por **IEE, S.A.** a **ABB, S.A.**

Teniendo en cuenta que cada cuadro debía ser instalado conjuntamente con su hardware de control y monitorización local, así como con el software correspondiente, se desarrolló éste en paralelo, dejando para el final el correspondiente a la **IHM**. Estos aspectos propios del control programable no resultaron nunca especialmente críticos, ya que la experiencia de **IEE, S.A.** en este campo y en este tipo de instalaciones era ya muy dilatada.

El sistema de pruebas en fábrica de los equipos a instalar fue un factor que, ya desde el principio, se consideró de la mayor importancia para evitar inconvenientes de última hora en la puesta en marcha. En este sentido, elavoramos un nuevo procedimiento de pruebas que añadió a los habituales según EN 60204-1, los correspondientes a la parte lógica del conjunto y a su comunicación con el resto de subestaciones vía **PROFIBUS™**.

Para desarrollar de forma veraz el ensayo de comunicaciones de campo, tratando de reproducir realmente la parametrización y el estado de la línea de comunicaciones, se procedió a realizar sistemáticamente, uno o dos días antes de la instalación, una prueba de comunicaciones en el campo, utilizando para ello el mismo cable, ya tendido, que serviría en el futuro y los mismos computadores que serían definitivamente instalados.

Cuando la sustitución de subestaciones y su equipamiento estaba acercándose al final, desarrollamos la aplicación de Interface Hombre-Máquina y el Mímico abreviado que han sido descritos con anterioridad. Realmente, el proyecto se desarrolló sin incumplir las prescripciones de **HVL, S.A.** y, por ello, sin comprometer en ningún caso los plazos ajustados de fin de semana o festivos.

La **Figura 11** representa de forma esquemática el conjunto de la instalación objeto de proyecto y las dos redes independientes **PROFIBUS™** que las enlazan entre si.



INGENIERIA ELECTRICA ELECTRONICA, S.A.

**Polígono Industrial Vega de Baiña, nº 22
33682 BAIÑA - Mieres (Asturias)**

**Telf. 985/446971 mail@ieespain.com
Fax 985/446972 www.ieespain.com**