

Control Automático de los
Sistemas de Vacío de
Diagnósticos del Dispositivo
TJ-II

A. López Sánchez

A. Montoro Peinado

J. Encabo Fernández

J. de la Gama Serrano

E. Sánchez Sarabia

Asociación EURATOM/CIEMAT para Fusión - 60

Departamento de Fusión y Partículas Elementales

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Información y Documentación, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Ciudad Universitaria, 28040-MADRID, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesaurus del DOE para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. La catalogación se ha hecho utilizando el documento DOE/TIC-4602 (Rev. 1) Descriptive Cataloguing On-Line, y la clasificación de acuerdo con el documento DOE/TIC.4584-R7 Subject Categories and Scope publicados por el Office of Scientific and Technical Information del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Depósito Legal: M -14226-1995

ISSN: 1135 - 9420

NIPO: 238-99-003-5

Editorial CIEMAT

CLASIFICACIÓN DOE Y DESCRIPTORES

700401

CONTRO EQUIPMENT; DIGITAL SYSTEMS; ELECTRONIC CIRCUITS; ELECTRONIC
EQUIPMENT; LABORATORY EQUIPMENT; MICROPROCESSORS; SERVOMECHANIMS;
VACUUM SUSTEMS; TOKAMAK DEVICES

“Control Automático de los Sistemas de Vacío de Diagnósticos del Dispositivo TJ-II”

López Sánchez, A.; Montoro Peinado, A.; Encabo Fernández, J.;
Gama Serrano, J. de la; Sánchez Sarabia, E.
33 pp. 9 fig. 0 refs.

Resumen:

El presente trabajo describe los sistemas de monitorización y control remoto pertenecientes a los sistemas de alto vacío de los diagnósticos del TJ-II. Dichos sistemas son parte de cada diagnóstico y su control ha sido integrado en el autómeta que realiza esa tarea. Todos los controladores se han unido mediante red Profibus para el intercambio de datos entre ellos así como con los sistemas generales del TJ-II.

“Automated System for Control of the Vacuum Diagnostic System for the TJ-II.”

López Sánchez, A.; Montoro Peinado, A.; Encabo Fernández, J.;
Gama Serrano, J. de la; Sánchez Sarabia, E.
33 pp. 9 fig. 0 refs.

Abstract:

This report describes the monitorization and remote control systems belonging to the high vacuum systems of the TJ-II diagnostics. These systems are part of each diagnostic and their control has been integrated into the automata that carries out this task. All the controllers are connected through a Profibus network, so as to interchange data between themselves as well as between the general system of TJ-II.

ÍNDICE

1.-INTRODUCCIÓN.	3
2.-DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VACÍO DE UN DIAGNÓSTICO.	4
2.1.-Diagnósticos con vacío diferencial.	4
2.2.-Diagnósticos sin vacío diferencial.	5
2.3.-Protocolo de apertura y cierre de las válvulas.	6
3.-SISTEMAS DE CONTROL PARA DIAGNÓSTICOS.	9
3.1 Control remoto de diagnósticos en el TJ-II.	10
3.2.-Implementación de la red Sinec L2.	11
3.3.-Sistema de control del vacío para diagnósticos.....	11
4.-INTERFAZ DE USUARIO.	13
ANEXOS	
ANEXO 1. Descripción de la red Profibus, características.	19
ANEXO 2. Relación y situación en la cámara de las válvulas neumáticas con control automático.	25
ANEXO 3. Estructura del programa, relación de variables.....	26

1.-INTRODUCCIÓN

La explotación científica de un dispositivo de fusión consiste en obtener el mayor conocimiento posible de las propiedades físicas del plasma, en particular es esencial la determinación de los parámetros relevantes de las reacciones de fusión, tales como la densidad, temperatura y tiempo de confinamiento de la energía, entre otros. Para ello se utiliza una amplia variedad de sistemas de medida, que se denominan diagnósticos en la terminología de fusión. Debido a las altas temperaturas existentes en el interior del plasma, la mayor parte de los resultados se obtiene por métodos indirectos, es decir, los diagnósticos traducen sus observaciones en señales eléctricas y un posterior procesamiento de estas permite obtener la magnitud buscada. Los transductores que proporcionan dichas señales eléctricas son de diversa índole y en muchos casos, necesitan sistemas auxiliares para adquirir la magnitud que se trate. Algunos de esos sistemas son vacío, refrigeración, sistemas de desplazamientos, válvulas, etc.

El protocolo de la máquina TJ-II, obliga al control remoto de todos los diagnósticos conectados a la misma. Esto hace que muchos de estos diagnósticos dispongan de sistemas de control para poder realizar entre pulsos, diversas actuaciones, sobre sistemas que componen el diagnóstico. Dichas necesidades de control se han resuelto mediante el uso de PLC (Programable Logic Controller) asociados a cada diagnóstico, realizando éste las funciones de control que sean necesarias. En muchos de estos diagnósticos existen sistemas de vacío que necesitan estar relacionados con el sistema de vacío de la propia máquina, actuando de modo automático ante cualquier alarma que pueda producirse.

Se han instalado 13 válvulas neumáticas de alto vacío en otras tantas ventanas del dispositivo TJ-II. Algunas de estas válvulas pertenecen a diagnósticos que en la actualidad disponen de sistemas de control remoto. Otros diagnósticos que en la actualidad se encuentran en fase de montaje o puesta en marcha no disponen de su correspondiente PLC. Al ser necesario automatizarlos, su control se ha centralizado en el mismo autómatas.

2.-DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VACÍO DE UN DIAGNÓSTICO.

Hay dos formas distintas de hacer vacío en los diagnósticos conectados a la cámara TJ-II, siendo una de ellas la consistente en que el diagnóstico disponga de un grupo de bombeo independiente. Otros diagnósticos no disponen de un sistema de vacío independiente. En estos casos es necesario realizar un vacío previo mediante un banco móvil antes de abrir la válvula neumática de separación entre diagnóstico y cámara.

2.1.- Diagnóstico con vacío diferencial.

En la figura 1, se representan los componentes de un sistema de vacío para un diagnóstico con

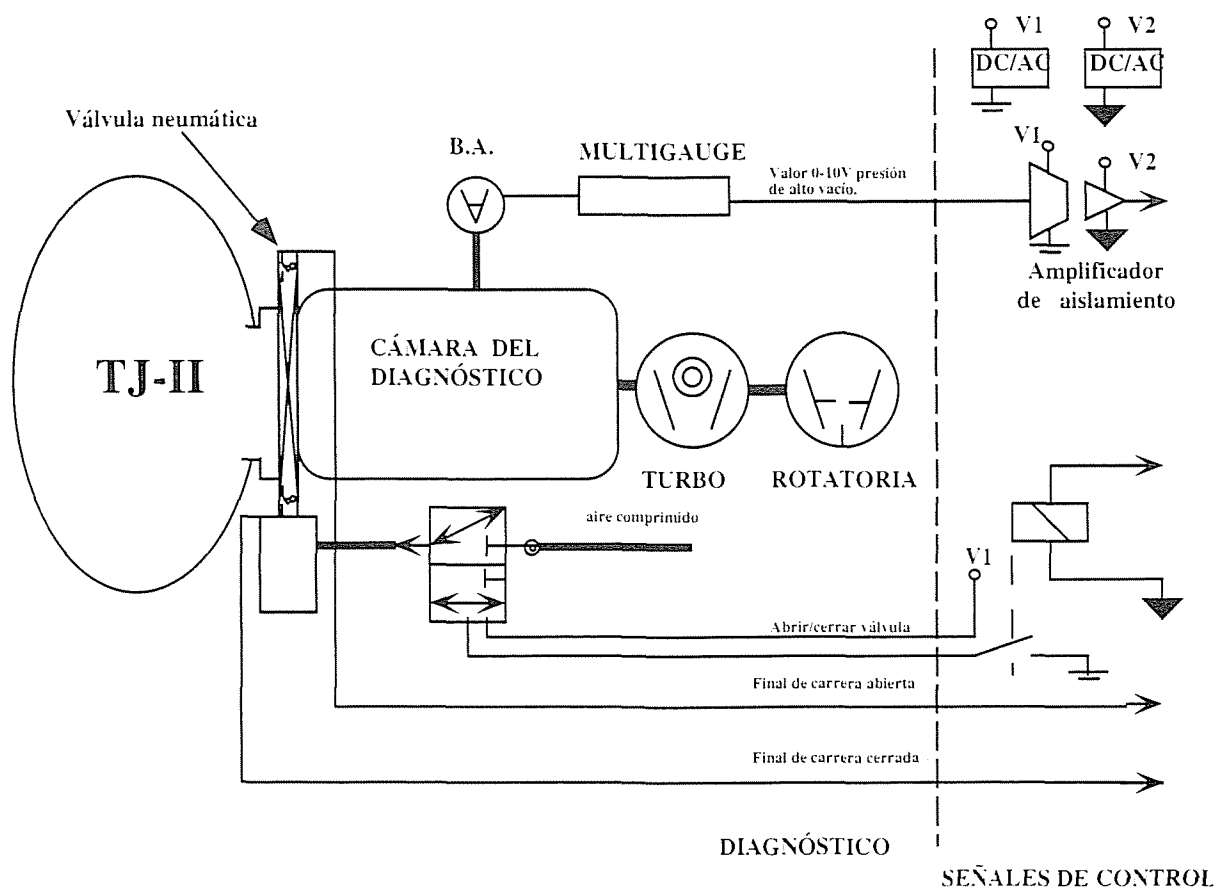


Figura 1. -Representación de los componentes del banco de alto vacío para un diagnóstico con vacío diferencial .

bombeo diferencial. Como se observa, existe una válvula para separar la cámara del TJ-II y el diagnóstico. Dicha válvula dispone de un accionamiento neumático para su apertura y cierre, así como dos contactos libres de tensión o finales de carrera para indicar la posición de la válvula abierta o cerrada.

Otro componente del banco es el Multigauge en el cual están instalados los acondicionadores de señal necesarios para todos los medidores de vacío. Cada una de esas tarjetas dispone de una salida 0-10V, proporcionales a la presión que exista en el diagnóstico. Uno de estos medidores es el correspondiente al rango de alto vacío.

El algoritmo que convierte la salida de tensión 0-10V, según el manual (Multigauge Controller de Varia), en presión es el siguiente:

Si el valor que proporciona el multigauge en voltios tiene una parte entera (V_e) y otra parte decimal (V_d), el exponente de la presión en mb será:

$$\text{Exp} = V_e - 11$$

para el cálculo de la base:

$$\text{Base} = (V_d + 0,1) / 0,11$$

El protocolo de tierras en torno a la máquina obliga a desacoplar galvánicamente las conexiones entre cuatro zonas de referencia, para poder detectar conexiones erróneas evitando la posibilidad de realizar lazos de masas. Esto ha obligado a desacoplar galvánicamente la medida de tensión que proporciona el Bayart-Alper así como todos los accionamientos y finales de carrera pertenecientes a cada válvula neumática.

2.2.-Diagnósticos sin vacío diferencial.

Otro tipo de diagnósticos no necesitan disponer de un banco de vacío propio (ver Tabla 1 del anexo 2) estando conectados directamente del vacío que proporciona el propio sistema de la cámara del TJ-II. Estos diagnósticos no incorporan medidor de alto vacío y en estos casos solo se tendrá en cuenta la presión en la cámara. Para abrir la válvula, solo deberá estar la cámara a vacío y se cerrarán cuando la presión suba hasta 1mb o cuando se produzca una alarma en el sistema de control.

2.3.-Protocolo de apertura y cierre de las válvulas.

Condiciones para la apertura de la válvula.

A continuación se detallan las condiciones que deben cumplirse en el banco de vacío del diagnóstico para la apertura de la válvula de conexión a la cámara. Dichas condiciones están también representadas en el Grafcet (modelo de representación gráfica del funcionamiento de un sistema automático) figura 2:

1º.-El sistema de control asociado a la válvula del diagnóstico que se trate, deberá comprobar que no existe ninguna alarma en el sistema de control general de vacío de la máquina.

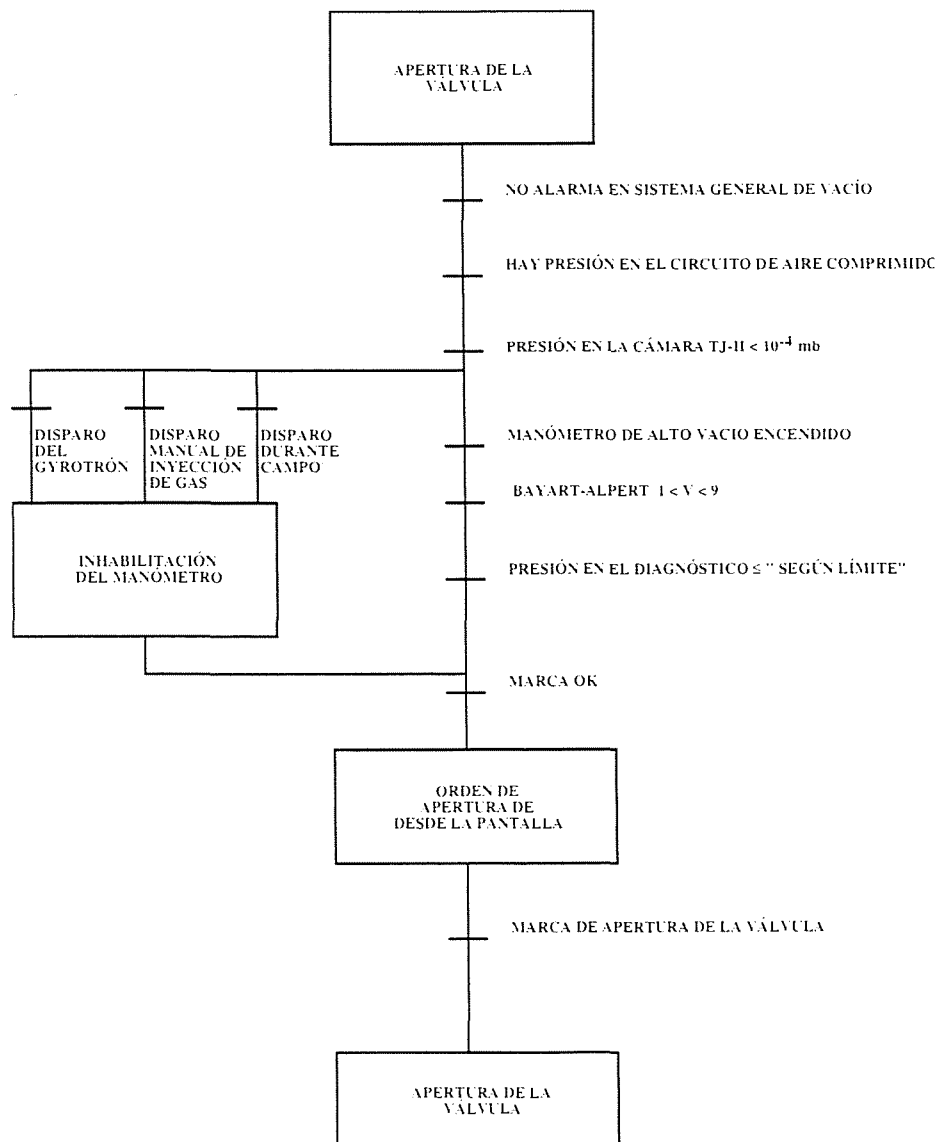


Figura 2.- Grafcet apertura de la válvula.

2°.-Comprobación que el valor de la presión en el circuito neumático, es suficiente para accionar todas las válvulas conectadas en todos los diagnósticos que dispongan de ellas y la cámara. Esta señal se toma de un contacto libre de tensión perteneciente a un sensor de presión conectado en el circuito neumático.

3°.-La cámara del TJ-II deberá estar a vacío con una presión menor de 10^{-7} mbar. Esto hace que en el momento en que se conecte el glow discharge y al subir la presión, las válvulas que en ese momento estén abiertas, se cerrarán automáticamente.

4°.-El manómetro de alto vacío Bayart-Alper del diagnóstico deberá estar encendido. Esta comprobación se realiza mediante el valor que proporciona la placa controladora de dicho manómetro conectada en el Multi-gauge del diagnóstico.

5°.-La presión que proporciona dicho manómetro debe ser menor del valor que corresponda al diagnóstico del que se trate, dependiendo del volumen del diagnóstico y la dimensión de la comunicación con la cámara. El valor límite para poder abrir la válvula se selecciona desde la pantalla de monitorización y control.

Esta lectura, y como seguridad, se inhibirá durante la existencia de campos magnético, disparo del gyrotrón y pruebas de inyección de gas, debido a posibles interferencias eléctricas y/o variaciones bruscas de presión en la cámara.

6°.-Una vez que se cumplan todas estas condiciones, el operador del diagnóstico que se trate podrá accionar la válvula remotamente para abrirla.

Si cualquiera de las condiciones enumeradas anteriormente no se cumplieran, automáticamente la válvula correspondiente se cerrará.

Condiciones necesarias para cerrar válvulas.

A continuación se enumeran las causas que provocan el cierre de las válvulas recogidas a su vez en el diagrama lógico de la figura 3.

1° Valor del manómetro estará comprendido entre $1 < V < 9$ V. Ésto indica que el multigauge correspondiente al diagnóstico está apagado o la señal que proporciona dicho manómetro es errónea.

2° Presión del diagnóstico es mayor o igual que el valor que le corresponde. En la Tabla 1 del ANEXO 2, se relacionan las válvulas neumáticas y si tienen o no vacío diferencial.

3° Cuando se produzca una alarma en el sistema general de vacío, se dará orden de cerrar. Esta señal será la misma que manda cerrar las cuatro válvulas pertenecientes a cada uno de los cuatro grupos de vacío del TJ-II.

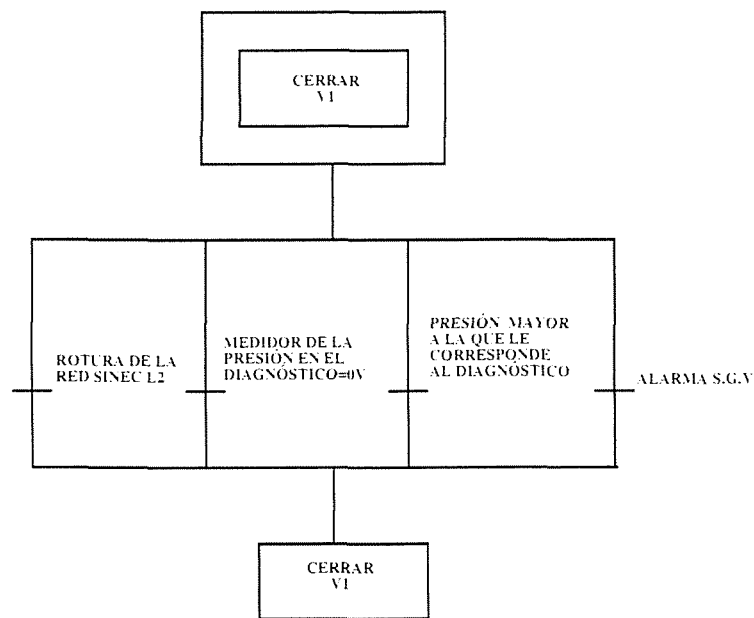


Figura 3.- Graficet de cierre de las válvulas.

4° Dado que para que se produzca la apertura de la válvula de comunicación entre diagnóstico y cámara el sistema de control compara el valor de la presión de cámara y el correspondiente al diagnóstico, es imprescindible que el valor de la presión de la cámara esté continuamente presente en el controlador donde se produce dicha comparación y permitir, si es posible, la apertura de dicha válvula. Este valor se manda por la red Sinec L2 (ver anexo 1), existiendo una vigilancia de que dicha red está funcionando. En el caso de que por cualquier causa esto no ocurra, cada uno de los PLC's participantes de la red actuarían sobre las válvulas que controlan para cerrarlas.

3.-SISTEMAS DE CONTROL PARA DIAGNÓSTICOS.

Durante la operación, entre disparos, el acceso a la nave experimental donde se encuentra el dispositivo TJ-II, es restringido por razones de seguridad, alta tensión fundamentalmente,

estando totalmente prohibido durante las descargas. Como consecuencia de estas limitaciones de acceso a los diagnósticos, se hacen necesarios sistemas experimentales que puedan realizar en tiempo real de un modo remoto, movimientos, actuaciones, etc., sobre partes que componen los diagnósticos proximos al dispositivo TJ-II.

3.1.- Control remoto de diagnósticos en el TJ-II.

Cada sistema de control realiza funciones específicas sobre el diagnóstico al que está conectado. La figura 4 representa los sistemas que componen el diagnóstico Scattering Thomson, que en este caso son: Dos sistemas independientes de vacío diferencial, control de movimientos de la estructura que soporta el diagnóstico y el control automático de la seguridad y secuencia de disparo de un laser.

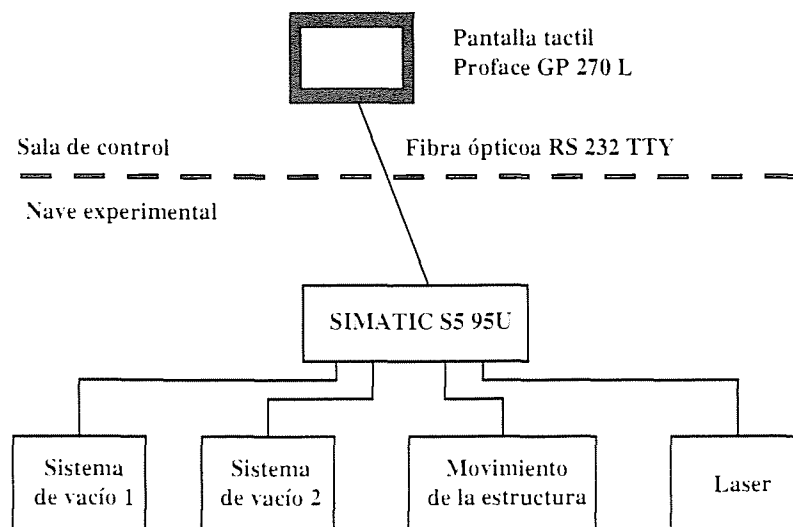


Figura 4. -Control de un diagnóstico

Para cubrir estas necesidades de control, se han utilizado PLC's S595 U de la marca Siemens. Dichos autómatas disponen de la configuración y características necesarias para realizar dichas tareas adaptándose su configuración al diagnósticos que se trate. En la sala de control se ha instalado como HMI (Human Machine Interface), una pantalla táctil desde donde, en tiempo real, es posible visualizar el estado del diagnóstico realizando las actuaciones que sean

necesarias sobre cualquier parte del mismo. Por término medio el número de señales de entradas /salidas entre analógicas y digitales es de 70, siendo necesario en algunos casos, intercalar acondicionadores de señal con o sin aislamiento galvánico, amplificadores para actuar sobre sistemas que necesitan potencia (válvulas neumáticas, motores, etc).

3.2. Implementación de la red Sinec L2.

Se han montado 4 sistemas de control pertenecientes a otros tantos diagnósticos. Debido a la necesidad de intercambio de datos y para mejorar las prestaciones del conjunto de autómatas, se han unido mediante un bus denominado Sinec L2. Dicho bus forma parte de la configuración básica del autómatas utilizado (en el Anexo 1 se describen los parámetros principales, así como el funcionamiento de dicha red). En la figura 5 están representados los participantes de la red y los diagnósticos que controlan. Además, existen dos estaciones denominadas AG1 y AG5, la primera es la perteneciente al sistema de control del vacío de la propia máquina, donde se ha

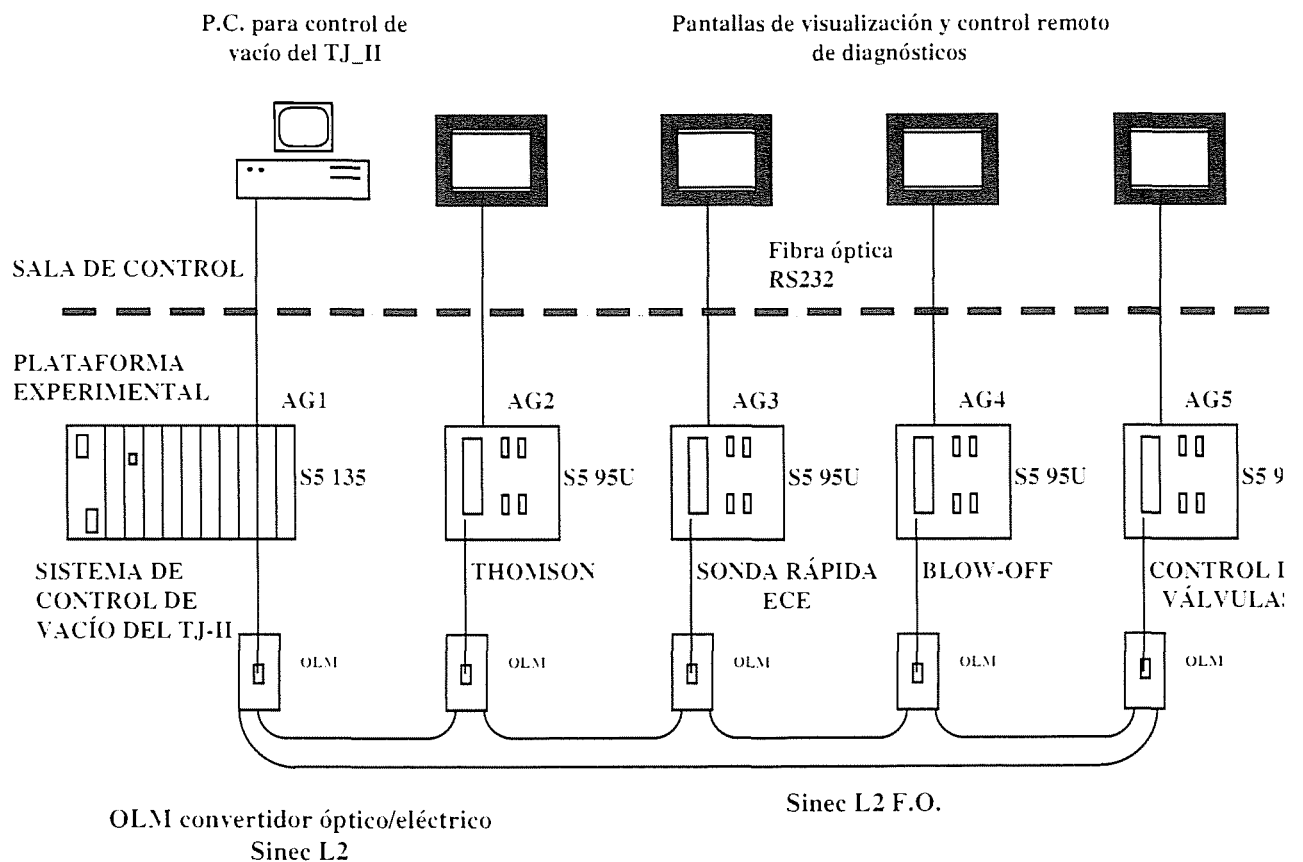


Figura 5. -Red Sinec L2 para control remoto de diagnósticos.

añadido la placa de comunicaciones necesaria para integrar dicho sistema en la mencionada red. AG5 es la estación que realiza la supervisión de todos los sistemas de vacío de los diagnósticos conectados al TJ-II. La consola de control perteneciente a dicho autómata, se encuentra situada en el puesto de operación de la máquina incorporando el control remoto, supervisión, alarmas, etc., de todos los sistemas de vacío de los diagnósticos.

Con el objeto de evitar los problemas derivados del ruido eléctrico y electromagnético existente en torno a estos dispositivos, el bus se ha montado mediante conexiones de fibra óptica, aislando galvánicamente todos los sistemas, de acuerdo con el protocolo de conexiones en torno al dispositivo TJ-II.

3.3.-Sistema de control del vacío para diagnósticos.

Debido al gran número de sistemas de vacío que se han instalado al mismo tiempo y al peligro que supone, tanto para el vacío de la cámara del TJ-II como al propio vacío de cada diagnóstico, se han automatizado todos los sistemas de vacío pertenecientes a los diagnósticos. Como se señala en el apartado 2, existen dos tipos de diagnósticos en cuanto a la forma de hacer vacío. Por un lado, aquellos que disponen de bombeo diferencial. Existen otros que necesitan realizar un bombeo previo mediante un equipo móvil, hasta que la presión alcance un valor adecuado y sea posible abrir la válvula de separación entre el diagnóstico y la cámara.

En el anexo 2 en la Tabla 1 se indica la relación de las válvulas neumáticas montadas en las ventanas del TJ-II y a qué diagnóstico pertenece y si tiene o no vacío diferencial.

Algunos de estos sistemas de vacío pertenecen a diagnósticos que disponen de su correspondiente controlador, el control de dichos sistemas se realiza desde su propio autómata, visualizándose en su pantalla correspondiente la presión y el estado de las válvulas. Por otro lado, existen un gran número de diagnósticos que no disponen de control remoto en la actualidad, siendo necesario abrir las válvulas de separación entre el diagnóstico y la cámara. Dadas las condiciones de operación de la máquina, que obliga a la operación remota de todos los diagnósticos conectados en torno al dispositivo, se ha montado un controlador específico que asume el control de todos los sistemas de vacío pertenecientes a distintos diagnósticos que no dispone aún de sistema de control específico, (en la figura 5, dicho autómata es el que tiene la

dirección AG 5). Dicho PLC, controla la presión y los accionamientos de 13 sistemas de vacío pertenecientes a otros tantos diagnósticos conectados en torno al dispositivo TJ-II. Desde su pantalla, es posible visualizar el estado de todas las válvulas, accionarlas y visualizar la presión que existe tanto en la cámara del TJ-II como en el diagnóstico. También es posible seleccionar el límite de presión para que pueda abrirse o cerrarse dependiendo de la presión que exista en el diagnóstico, según los criterios que figuran en el apartado número 2.

4.-INTERFAZ DE USUARIO.

Como pantalla de supervisión de todos los sistemas de vacío se utiliza una pantalla táctil Proface GP 270P desde donde es posible actuar, visualizar, modificar, gestionar alarmas, etc., en tiempo real, sobre las señales de todos los sistema de vacío pertenecientes a los diagnósticos del TJ-II. A continuación se describe brevemente la secuencia de funcionamiento de todas las pantallas indicándose las funciones que desde ellas es posible realizar, así como el modo de hacerlas.

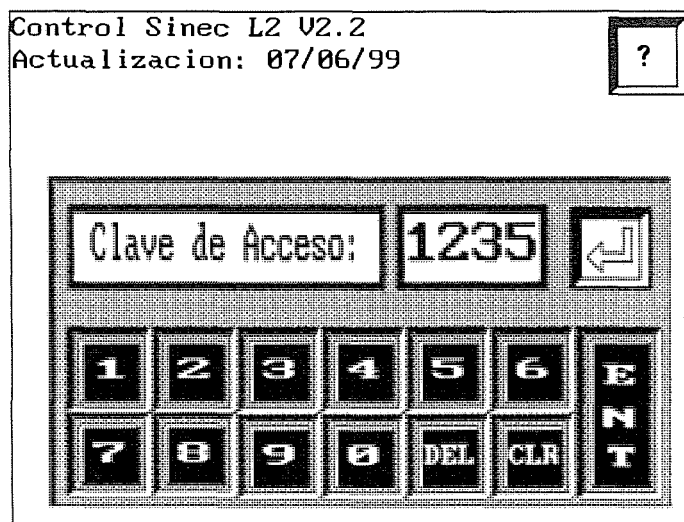


Figura 6.- Pantalla con clave de acceso

Una vez encendido el terminal, aparece una primera pantalla, fig. 6, donde hay que introducir una clave de acceso mediante el teclado que aparece en la misma pantalla. Una vez que se teclaea la clave correcta, es posible pasar a la siguiente pantalla, figura 7 o pantalla principal. Desde esta pantalla es posible acceder, a través de los botones representados, a los distintos sectores de la máquina, límites de presión, alarmas, etc., y al mismo tiempo, conocer la presión en cámara de vacío.

A continuación se describe la funciones que realizan los distintos controles que aparecen en esta pantalla:

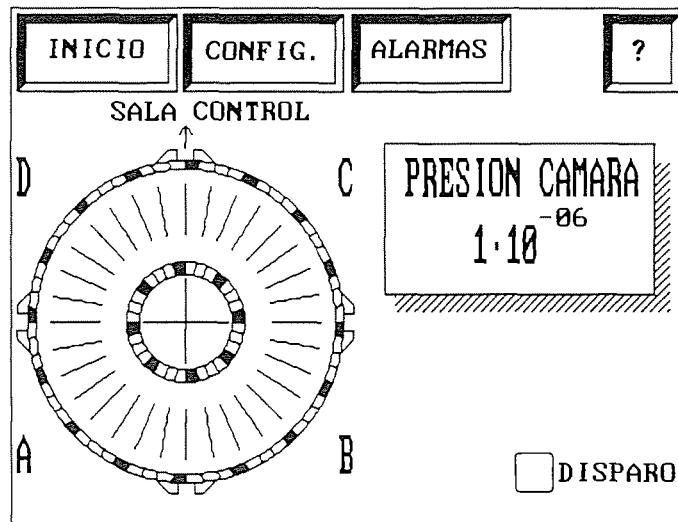


Figura 7.- Pantalla principal.

INICIO.- Una vez pulsado este espacio representado mediante un botón, se accede a la primera pantalla, figura 6. Esta tecla bloquea el acceso si se quiere dejar encendida la pantalla evitando actuaciones erróneas.

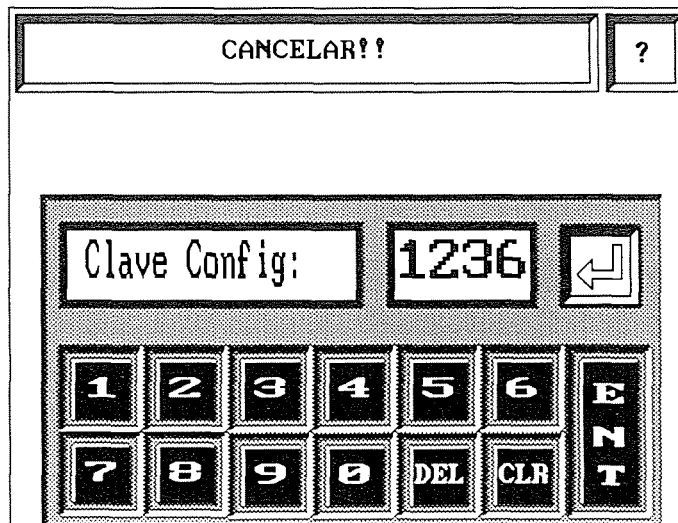


Figura 7 a.- Clave de acceso al menú de configuración de los límites de presión.

CONFIG. Mediante esta opción, es posible acceder a otra pantalla donde se selecciona el valor máximo de la presión en el diagnóstico para permitir la apertura de la válvula de separación con la cámara del TJ-II.

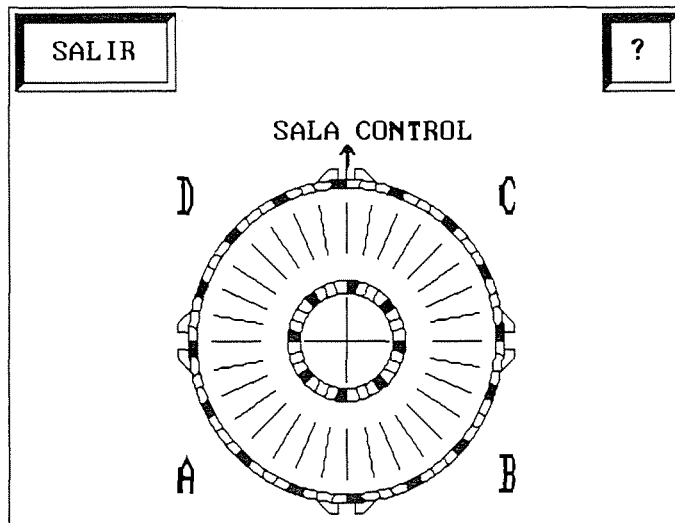


Figura 7 b.- Pantalla general de acceso a los límites de presión para cada diagnóstico.

En las siguientes figuras se representa la sucesión de pantallas para poder cambiar dicho valor de

HAZ He C8TOP	$1 \cdot 10^{-01}$	SECTOR C
HAZ Li C7TOP	$3 \cdot 10^{-05}$	
GISMO C6SIDE	$5 \cdot 10^{-02}$	

Figura 7 c.-Límite de la presión para cada diagnóstico en mb.

presión. La primera pantalla es, como ocurrió al principio, una pantalla con clave de acceso figura 7a.

A continuación (figura 7b) pulsando sobre el sector donde se encuentra el diagnóstico cuya presión límite se quiere variar, aparecerá la pantalla representada en la figura 7c, en la que aparecen los diagnósticos conectados en dicho sector y la presión límite para la apertura de la válvula que los separa de la cámara del TJ-II. Si fuera necesario cambiar dicho valor, sería suficiente pulsar sobre el valor correspondiente que se quiera variar y la pantalla que aparecerá

es la representada en la figura 7d, donde basta con seleccionar el valor mediante el teclado, validándolo por último.

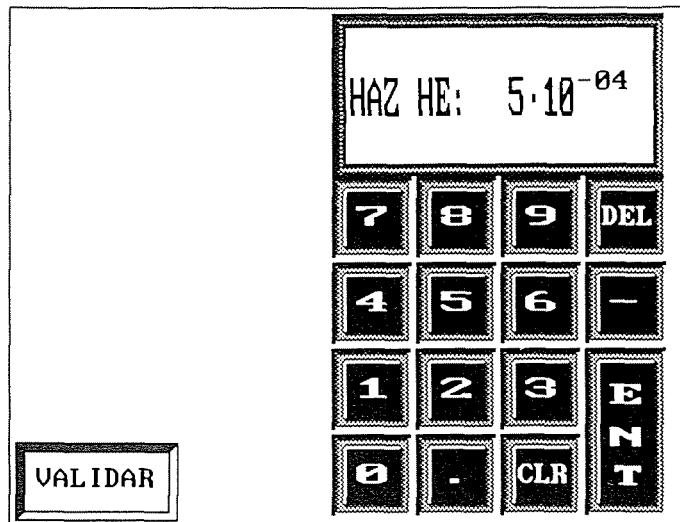


Figura 7 d.-Teclado para seleccionar el límite de presión para permitir la apertura de la válvula.

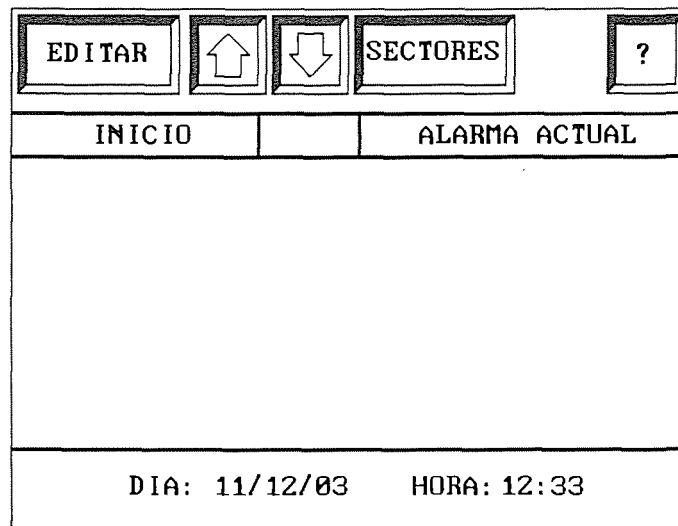


Figura 8.- Pantalla de alarmas.

ALARMAS. Al pulsar dicho botón de la pantalla de la figura 6, aparecerán todas las alarmas que se han producido, indicándose el día y la hora.

?.- Aquí se accede al menú de ayuda disponible en todas las pantallas.

Por último, para actuar sobre cualquier sistema de vacío, basta con pulsar sobre el sector correspondiente donde se encuentre, apareciendo la pantalla de la figura 9. El accionamiento de

la válvula es el interruptor de la izquierda. Pulsando dicho interruptor es posible abrir o cerrar dicha válvula. Se sabe que se completa la operación cuando se detecta el final de carrera. A continuación figura la presión que tiene el diagnóstico en mb. Desde aquí es posible acceder a cualquier otro sector, o bien volver a la pantalla principal pulsando sobre "Sectores"

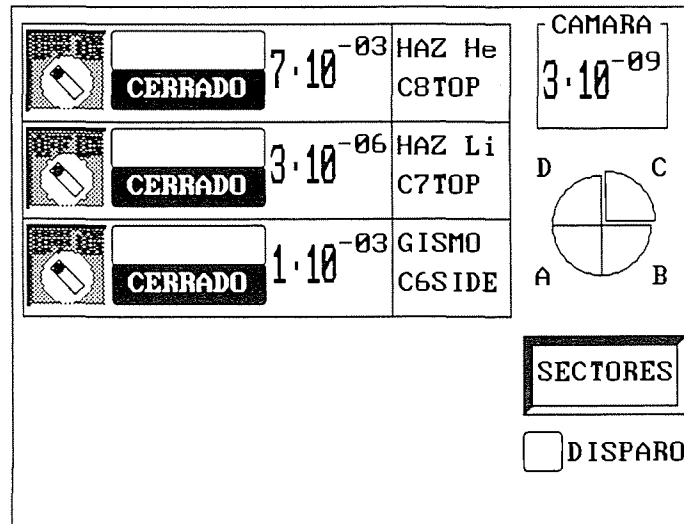


Figura 9.- Control de sistemas de vacío situados en el sector c.

ANEXOS

ANEXO 1.-RED SINEC L2FO PARA AUTOMATAS PROGRAMABLES SIMATIC.

SINEC L2 es una red de área local que asegura la interconexión de autómatas programables y equipos de campo (field devices) compatibles PROFIBUS.

PROFIBUS es una norma relativa a los buses de proceso y campo. Esta viene recogida por PROFIBUS (DIN 19245), la cual define las características funcionales, eléctricas y mecánicas para un bus de campo con una transmisión serie. Esta normalización permite conectar en una red local, autómatas programables y equipos de campo de diferentes fabricantes.

Descripción del estandar PROFIBUS.

SINEC se basa en el modelo de referencia de la Organización internacional para la estandarización ISO para la interconexión de sistemas abiertos OSI. El objetivo de este modelo es hacer posible la conexión de equipos de diferentes fabricantes a través de un único sistema de comunicación. El protocolo que se utilizará será:

SINEC L2-FMS (Field bus Message Specification) es una versión desarrollada para comunicarse con equipos de otros fabricantes siguiendo la norma DIN 19245 trabajando a nivel de enlace ISO/OSI.

Modo de funcionamiento de la red SINEC L2.

La red tendrá funcionamiento de **TOKEN BUS** (IEEE 802.4). Todas las estaciones activas forman un anillo lógico. La transmisión del testigo se efectúa según este anillo, de manera que cuando recibe el testigo, la estación activa de dirección más alta, reenvía el testigo a la estación de dirección mas baja. En el anillo lógico, sólo entran a formar parte las estaciones activas. Cada

estación activa puede tener una o varias estaciones pasivas asociadas, de manera que la estación activa, cuando tiene el testigo, envía datos, si los hay, a cada una de las estaciones pasivas y recoge los datos que estas puedan tener para ella. Esto lo realiza de manera cíclica para todos los esclavos que tenga asociados.

Un ciclo de rotación de testigo dura un cierto tiempo, el tiempo que transcurre desde que una estación emite el testigo hasta que, pasando por todos los participantes activos, vuelve al primero. El tiempo máximo de un ciclo de rotación del testigo va a ser uno de los parámetros más importantes de la red y se denomina tiempo de rotación de testigo o **Target-Rotation-Time (TRT)**.

El valor regulado para el TRT debe ser respetado incluso en presencia de un gran volumen de datos a transferir. Con el fin de respetar dicho tiempo, la norma PROFIBUS utiliza el siguiente principio:

A la hora de definir conexiones entre distintas estaciones vamos a poder establecer un atributo denominado prioridad. Una conexión podrá tener prioridad alta o prioridad baja. La prioridad de una conexión influye sobre el tratamiento de los telegramas que deben ser emitidos por la conexión considerada.

Cada estación activa mide el tiempo durante el cual ella no está en posesión del testigo. Dicho tiempo representa para ella el tiempo efectivo de rotación del testigo y compara este tiempo medido con el TRT parametrizado.

El tratamiento de los telegramas a emitir depende del resultado de esta comparación y de la prioridad de las conexiones. Ante esta comparación hay dos resultados posibles:

1.-El tiempo medido de rotación del testigo es inferior al TRT.

Todas las ordenes de emisión y recepción existentes son ejecutadas hasta que finalice el TRT hasta que todas las ordenes en espera sean ejecutadas. En primer lugar las órdenes cuyas conexiones tienen prioridad alta y después las órdenes cuyas conexiones tienen prioridad baja.

2.-El tiempo medido de rotación del testigo es igual o mayor al TRT. Sólo se elabora una orden cuya conexión tenga prioridad alta. Las ordenes con prioridad baja solamente se elaborarán en los siguientes ciclos de red de la estación en los cuales el tiempo de rotación de testigo sea menor que el TRT.

Cada estación mide el tiempo efectivo de rotación del testigo y calcula la diferencia con el TRT. Esta diferencia corresponde al tiempo de mantenimiento de testigo.

Durante este tiempo, la estación puede emitir, primero los telegramas de prioridad alta y a continuación los telegramas (mensajes) de prioridad baja. Cuando el tiempo de mantenimiento del testigo se consume, la estación debe transmitir el testigo a la estación siguiente.

Nosotros fijaremos el TRT y, al fijarlo, no establecemos el tiempo que puede tener un participante el testigo, sino cuánto tiempo tiene que pasar desde que lo tiene una vez hasta que lo vuelve a tener. Esto va a tener como principal consecuencia que podremos fijar el tiempo de reacción en el TRT.

Cada estación activa conoce las direcciones de las restantes estaciones activas. Una estación activa controla de manera cíclica el campo de direcciones entre ella y la estación activa siguiente. A este campo de direcciones se le denomina **GAP**. Este control permite detectar si se añade o se elimina una estación de la red.

Características Generales.

Procedimiento de acceso.

Token Bus según IEEE 802.4 entre participantes activos.

Maestro-Esclavo entre los participantes activos con sus pasivos asociados.

Tipo de Red.

Banda Base.

Velocidad de transmisión.

Ajustable por software entre 9600 bit/s y 1.5Mbit/s.

La velocidad va a depender de la distancia entre participantes más alejados dentro de un segmento, y deberá ser la misma para todos los participantes.

Modo de transmisión.

Bit serie.

Técnica de transmisión.

RS 485

Medio de Transmisión.

Fibra óptica de cuarzo (62.5/125 μm) (SINEC L2FO).

Topología.

Estructura de ANILLO.

Distancia máxima.

23,8Km con fibra óptica de cristal.

Nº máximo de participantes.

Nº máximo de participantes = 127

Nº máximo de participantes por segundo = 32

Nº máximo de participantes activos = 32

La unión entre segmentos se realiza mediante repetidores.

Servicios de usuario.

Módulos de manejo (módulos funcionales de comunicaciones para envío/recepción de datos).

Periferia global.

Periferia cíclica.

Servicios FMA (Field-bus Manegement Acces).

Funciones FDL (Field Data Link)

Servicios de comunicación a nivel 2 ISO/OSI.

Parámetros de la red:

Velocidad = 187,5 kBaud

Tiempo de rotación (trt) =57430 bit*

Tiempo de espera a recepción (st) =400 bit*

Tiempo de inicialización (set) =80 bit*

Tiempo de retardo de estación mínimo (SDT 1) =80 bit*

Tiempo de retardo de estación máximo (SDT 2) =360 bit*

* La unidad de tiempo bit es el intervalo que transcurre al enviar un bit (inverso de la velocidad de transmisión).

A continuación se muestran los parámetros relacionados con las comunicaciones entre los participantes de la red, tanto cuando emiten como cuando reciben.

CONFIGURACIÓN DE LOS NÚMEROS DE ESTACIÓN

EMISION RECEPCION	AG1 EMITE A ...	AG2 EMITE A ...	AG3 EMITE A ...	AG4 EMITE A ...	AG5 EMITE A ...	EMITE A ...
AG1 RECIBE DE.....					ANR 1 MB 20 ANR 5 MB 33	
AG2 RECIBE DE.....	ANR 1 MB 21	ANR 2 MB 20			ANR 2 MB 23 ANR 5 MB 33	
AG3 RECIBE DE.....		ANR 2 MB 23	ANR 3 MB 23		ANR 3 MB 26 ANR 5 MB 33	
AG4 RECIBE DE.....	ANR 1 MB 21	ANR 4 MB 26	ANR 3 MB 27	ANR 4 MB 25	ANR 4 MB 29 ANR 5 MB 33	
AG5 RECIBE DE.....	ANR 1 MB 21	ANR 5 MB 29	ANR 2 MB 24	ANR 5 MB 29 ANR 3 MB 27	ANR 5 MB 29 ANR 4 MB 30	

ANEXO 2. Relación y situación en la cámara de las válvulas neumáticas con control automático.

TABLA 1.-Inventario de válvulas en TJ-II
3.5.99

		¿Presurizada?	¿Controlada?
D2TOP	CF100 neumática	Sí	Sí (1) Th
D2BOT	CF100 neumática	Sí	Sí (1) Th
D4TOP	CF63 manual		
D4SIDE	CF40 manual (bombeo externo) CF40 manual (inyección gas) CF40 manual (horno boro)		
D5TOP	CF63 neumática (Cuadrupolo dif.)	Si	Si
D7SIDE	CF100 manual		
A1SIDE	CF63 neumática	Si	No (1) Blow-off
A1TANG	CF160 neumática	Si	Si (2) RX-A1
A2SIDE	CF100 neumática CF40 manual (bombeo externo)	Sí	Si (2) RX-A2S
A2BOT	CF100 neumática	Sí	Si (2) RX-A2B
A3SIDE	CF100 neumática	Sí	Si (2) RX-A3
A4SIDE	CF40 manual (inyección gas) CF40 manual (horno boro)		
A4BOT	CF40 neumática (Cuadrupolo dif.)	Si	Si
A6SIDE	CF160 neumática	Sí	Si
A8SIDE	CF160 neumática CF160 neumática	Si Si	Si (1) CX 1 Si (1) CX 2
B3BOT	CF160 neumática CF40 manual (bombeo externo)1	Sí	Sí
B4TOP	CF160 neumática	Sí	Si (1) HIBP 1
B4SIDE	CF250 neumática Valvula rectangular eléctrica	Sí	Si (1) HIBP 2
B5SIDE	CF40 manual (inyección gas) CF40 manual (horno boro)		
B7TOP	CF63 manual CF63 manual CF40 manual(bombeo externo) CF40 manual(bombeo externo)		
B7SIDE	CF100 manual CF40 manual(bombeo externo)		
C3SIDE	CF100 neumática	Sí	No
C4SIDE	CF40 manual (inyección gas) CF40 manual (horno boro)		
C6SIDE	CF160 neumática	Si	Si (1) Gismo
C7TOP	CF63 neumática	Si	Si (1) Li
C8TOP	CF40 neumática	Si	Si (1) He

(1)- Diagnóstico con vacío diferencial con un valor de presión máxima seleccionable para conectarse a la cámara.

(2)- Diagnóstico sin presión diferencial. estas válvulas se cerrarán cuando la presión en la cámara esté por encima de 10^{-2} mb.

ANEXO 3. Estructura del programa, relación de variables.

A continuación se describe la asignación que tienen todas las variables en cada autómata.

AG1.

Como se sabe, este PLC es el correspondiente al control del vacío de la máquina, se han añadido los módulos para la conexión de la Sinec L2 a los diagnósticos, y a través de ella llevar las señales de alarma y presión en la cámara. Toda la comunicación con el resto de los componentes de la red están en el módulo funcional FB 10. Los datos enviados parten del DB8 y se reciben en el DB7.

(1).- Accionamiento remoto y manual control independiente.

(2).- Accionamiento remoto manual y automático mediante AG5

MARCAS.

DB 7	MARCA	DB 8	DENOMINACIÓN
	MW 80	DW 1	PRESION DE LA CAMARA TJ II
	A 14.6	D 0.1	Estado VI grupo A
	A 14.7	D 0.2	Estado VI grupo B
	A 15.0	D 0.3	Estado VI grupo C
	A 15.1	D 0.4	Estado VI grupo D
		DW 11	COMPROBACION COMUNICACION CON AG 2
DW 11			COMPROBACION COMUNICACION CON AG5

AG2 (THOMSON)

DB 7	MARCA	DB 6	DENOMINACIÓN
DW 1			PRESION CAMARA TJ-II
DW19			BASE PRESION TJ-II
DW20			EXPONENTE PRESION CAMARA TJ-II
D 17.0			ALARMA PRESION AIRE COMPRIMIDO
		DW 11	PALABRA DE COMPROBACION DE RED
DW 11			PALABRA DE COMPROBACION DE RED

AG3 (SONDA)

DB 7	MARCA	DB 6	DENOMINACIÓN
D 1.0	M 5.0		ALARMA AIRE COMPRIMIDO
	M 10.0	D 2.1	SHUTTER ECE
		DW 11	PALABRA DE COMPROBACION DE RED
DW 11			PALABRA DE COMPROBACION DE RED

AG4 (BLOW-OFF)

DB 7	MARCA	DB 6	DENOMINACIÓN
DW 1			PRESION DE LA CAMARA TJ-II
D 18.7	M50.0		ALARMA VACIO CERRAR VALVULA V1
		DW 11	PALABRA DE COMPROBACION DE RED
DW 11			PALABRA DE COMPROBACION DE RED
D 3.0	M 50.1		AIRE COMPRIMIDO
	M 50.2	D 7.0	BLOW-OFF V1 ABIERTA
	M50.3	D 7.1	BLOW-OFF V1 CERRADA
	MW52	DW 4	BLOW-OFF PRESION BASE
	MW 54	DW 5	BLOW-OFF PRESION EXPONENTE
	M 50.4		ABRIR CERRAR VALVULA
DW19			BASE PRESION TJ-II
DW20			EXPONENTE PRESION CAMARA TJ-II

AG5

ENTRADAS ANALÓGICAS.

BORNE	ENTRADA	MARCA	DENOMINACIÓN
40	EW 40	MW 200	CX B.A. 1
42	EW 42	MW 202	CX B.A. 2
44	EW 44	MW 204	GISMO B.A. 1
46	EW 46	MW 206	HIBP B.A. 1
48	EW 48	MW 208	HIBP B.A. 2
50	EW 50	MW 210	HAZ AT B.A. 1
52	EW 52	MW 212	HAZ AT B.A. 2
	EW 54	MW 214	

SALIDAS DIGITALES

BORNE	SALIDA	BB 7	DENOMINACIÓN
	A 32.0		CX VALVULA V11
	A 32.1		CX VALVULA V12
	A 32.2		GISMO V1
	A 32.3		HIBP VALVULA V11
	A 32.4		HIBP VALVULA V12
	A 32.5		HAZ AT. VALVULA V11
	A 32.6		HAZ AT. VALVULA V12
	A 32.7	D 7.0	SHUTTER ECE
	A 33.0		RX-A3
	A 33.1		RX-A2S
	A 33.2		RX-A2B
	A 33.3		RX-A1

ENTRADAS DIGITALES

BORNE	ENTRADA	DB6	DENOMINACIÓN
20	E 32.0		CX FINAL CARR. 1 V11
21	E 32.1		CX FINAL CARR. 2 V11
22	E 32.2		CX FINAL CARR. 1 V12
23	E 32.3		CX FINAL CARR. 2 V12
30	E33.0		GISMO FINAL CARR. 1 V1
31	E 33.1		GISMO FINAL CARR. 2 V1
32	E 33.2		HIBP FINAL CARR. 1 V11
33	E 33.3		HIBP FINAL CARR. 2 V11
34	E 33.4		HIBP FINAL CARR. 1 V12
35	E 33.5		HIBP FINAL CARR. 2 V12
36	E 33.6		HAZ AT. FINAL CARR. He V11
37	E 33.7		HAZ AT. FINAL CARR. He V11
24	E 32.4		HAZ AT. FINAL CARR. Li V12
25	E 32.5		HAZ AT. FINAL CARR. Li V12
26	E 32.6	D2.0	MANÓMETRO DEL AIRE COMPRIMIDO
27	E 32.7		INHABILITACION DE LA LECTURA DE LA PRESIÓN (Timing).
	E 0.0		INHABILITACION DE LA LECTURA DE LA PRESIÓN (Girotrón).
	E 0.1		RX-A3 FINAL CARR. 1
	E 0.2		RX-A3 FINAL CARR. 2
	E 0.3		RX-A2S FINAL CARR. 1
	E 0.4		RX-A2S FINAL CARR. 2
	E 0.5		RX-A2B FINAL CARR. 1
	E 0.6		RX-A2B FINAL CARR. 2
	E 0.7		RX-A1 FINAL CARR. 1
	E 1.0		RX-A1 FINAL CARR. 2
	E 1.1		Inhabilitación de la lectura de la presión (puffing)

MARCAS

DB 7	MARCA	DB6	DENOMINACIÓN
DW 1	MW 100		PRESION DE LA CAMARA TJ II
	MW 78		BASE PRESION CX 1
	MW 80		EXPONENTE PRESION CX 1
	MW 82		BASE PRESION CX 2
	MW 84		EXPONENTE PRESION CX 2
	MW 86		BASE PRESION GISMO
	MW 88		EXPONENTE PRESION GISMO
	MW 90		BASE PRESION HIBP 1
	MW 92		EXPONENTE PRESION HIBP 1
	MW 94		BASE PRESION HIBP 2
	MW 96		EXPONENTE PRESION HIBP 2
	MW 98		BASE PRESION HAZ He
	MW 110		EXPONENTE PRESION HAZ He
	MW 112		BASE PRESION HAZ Li

DB 7	MARCA	DB6	DENOMINACIÓN
	MW 114		EXPONENTE PRESION HAZ Li
	MW 116		BASE PRESION CAMARA TJ II
	MW 118		EXPONENTE PRESION CAMARA TJ II
	MW 140		PRESION CX1
	MW 142		PRESION CX2
	MW 144		PRESION DEL GISMO
	MW 46		PRESION HIBP 1
	MW 48		PRESION HIBP 2
	MW 50		PRESION HAZ He 1
	MW 52		PRESION HAZ Li 2
	M 58.1	D 10.9	MARCA O.K APERTURA BLOW-OFF
	M 57.2		MARCA O.K. APERTURA CX V11
	M 57.3		MARCA O.K. APERTURA CX V12
	M 57.4		MARCA O.K. APERTURA GISMO V1
	M 57.5		MARCA O.K. APERTURA HIBP V11
	M 57.6		MARCA O.K. APERTURA HIBP V12
	M 57.7		MARCA O.K. APERTURA HAZ He V11
	M 57.0		MARCA O.K. APERTURA HAZ Li V12
	MB 120		MARCA AUXILIAR CX 1
	MB 121		MARCA AUXILIAR CX 2
	MB 122		MARCA AUXILIAR GISMO
	MB 123		MARCA AUXILIAR HIBP 1
	MB 124		MARCA AUXILIAR HIBP 2
	MB 125		MARCA AUXILIAR HAZ He 1
	MB 126		MARCA AUXILIAR HAZ Li 2
	MB 127		
	MW160		SUMA 3V(4915) A LA PRESION DEL CX1
D 7.0			BLOW-OFF FINAL CARRERA ABIERTO
D 7.1			BLOW-OFF FINAL CARRERA CERRADO
DW 4			BLOW-OFF PRESION BASE
DW 5			BLOW-OFF PRESION EXPONENTE
	MW 10		LIMITE PRESION BASE I CAMARA TJ-II
	MW 12		LIMITE PRESION EXPO. I CAMARA TJ-II
	MW 14		LIMITE PRESION BASE CX1
	MW 16		LIMITE PRESION EXPO. CX1
	MW 18		LIMITE PRESION BASE CX2
	MW 36		LIMITE PRESION EXPO. CX2
	MW 38		LIMITE PRESION BASE GISMO
	MW 54		LIMITE PRESION EXPO. GISMO
	MW 58		LIMITE PRESION BASE HIBP 1
	MW 62		LIMITE PRESION EXPO. HIBP 1
	MW 0		LIMITE PRESION BASE HIBP2
	MW 2		LIMITE PRESION EXPO. HIBP2
	MW 4		LIMITE PRESION BASE HAZ DE HELIO

DB 7	MARCA	DB6	DENOMINACIÓN
	MW 6		LIMITE PRESION EXPO. HAZ DE HELIO
	MW 8		LIMITE PRESION BASE HAZ DE LITIO
	MW 40		LIMITE PRESION EXPO. HAZ DE LITIO
	MW 42		LIMITE PRESION BASE RX's
	MW 44		LIMITE PRESION EXPO. RX's
	MB 56		MARCA AUXILIAR RX-A3; RX-A2S
	MB 60		MARCA AUXILIAR RX-A2B; RX-A1

A continuación se enumeran los módulos que componen el programa indicándose la función que cumple cada uno.

OB 1	Módulo de organización.
PB 2	Contiene los datos relativos al CX1
PB 3	Contiene los datos relativos al CX2
PB 4	Contiene los datos relativos al GISMO
PB 5	Contiene los datos relativos al HIBP 1
PB 6	Contiene los datos relativos al HIBP 2
PB 7	Contiene los datos relativos al HAZ DE HELIO
PB 8	Contiene los datos relativos al HAZ DE LITIO
FB 1	Contiene todas las comparaciones de los manómetros con los valores prefijados para cada diagnóstico.
FB 2	Vigila que la red Sinec L2 no se ha interrumpido
FB 3	Idéntico al FB1 pero para las válvulas pertenecientes a los diagnósticos que no disponen de vacío diferencial.
FB 11	Com para ción de los valores del CX1 debido a un problema con la lectura de la presión de dicho diagnóstico.
FB 99	Intercambio de datos con otros participantes de la red.
FB 100	Módulo de cálculo de los valores de las entradas analógicas a un valor representado en mb, utiliza las marcas comprendidas entre MW 170 hasta MW195.
FB 101	Igual que el módulo anterior pero referido al valor de la presión de la cámara TJ-II
FB 110	Igual que el módulo anterior pero referido al valor de la presión del diagnóstico TJ-II

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

