

CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA AUTOMOCIÓN

J.A. Chávez, J. Bosch, M. García

Presentamos nuestra experiencia en el desarrollo de un equipo de verificación para cuadros de automoción. El equipo ha sido concebido con una gran flexibilidad tanto en el hardware como en el software. Es amigable con el operario ya que requiere una mínima formación y a su vez es puede ser programado por

repetibilidad, y reducción de la tensión del operario.

1. Introducción.

La Normas de Calidad de reciente implantación en nuestra industria, por ejemplo la serie de normas ISO 9000 [1], incluyen controles de calidad cada vez más riguro-

na sea mínima. Esta automatización también permite el control de una gran cantidad de información que es vital en el control del proceso de producción.

Por otro lado, la variada gama de productos que una empresa debe manufacturar en sus líneas comporta la utilización tanto de células de fabricación como de unidades de

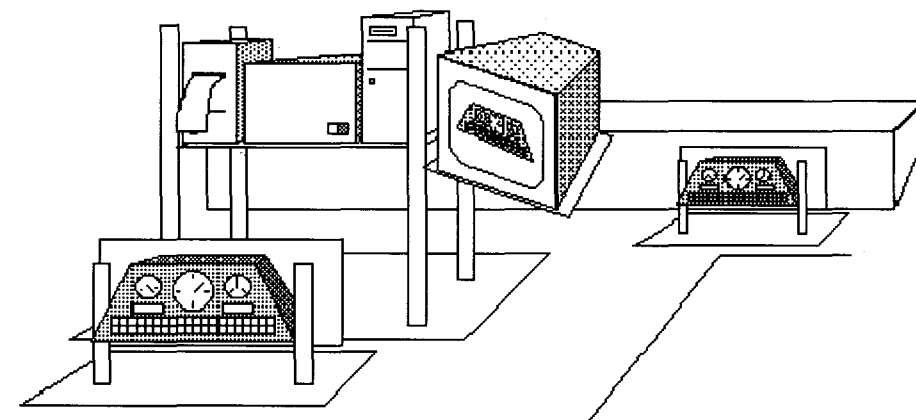


Figura 1. Estación de trabajo para un operario y cadena de montaje.

el administrador del sistema cada vez que se desee añadir un nuevo modelo de cuadro. El equipo, actualmente en funcionamiento, ha supuesto el aumento de la productividad del operario, disminución del tiempo de testeo, mayor rigurosidad en las pruebas que exijan los clientes, mayor control y

fiabilidad y el uso de técnicas estadísticas de control. Por ello, tanto para conseguir que la verificación tenga un alto grado de repetibilidad como un coste reducido, se tiende a realizar la verificación mediante sistemas automáticos donde la intervención huma-

verificación flexibles: en nuestro artículo describimos la concepción y la realización de un Sistema Experto para Verificación y Control de Calidad que en este caso se ha aplicado a líneas de fabricación de equipos electrónicos para la industria de la automoción.

2. Definición del sistema.

El sistema planteado [2] se ha pensado teniendo en cuenta que debe integrarse en la línea de producción como un paso más en la fabricación del producto, fig. 1. Las características fundamentales que

JUAN ANTONIO CHAVEZ está realizando el doctorado en el Departament d'Enginyeria Electrònica de la UPC, en la línea de espectrometría de infrarrojos.

J. BOSCH es profesor en la Escola Universitària Politècnica del Baix Llobregat.

MIGUEL GARCIA HERNANDEZ es profesor de la UPC. Dentro de la línea de sensores y sistemas está especializado, entre otros, en la espectrometría de infrarrojos y en ultrasonidos.

ha de cumplir el sistema de verificación son:

- o *Amplia gama de equipos a verificar cubierta.* Dentro de las tendencias actuales de flexibilidad de producción, el sistema ha de estar preparado para verificar una gran cantidad de equipos de características diferentes. Esto provoca que el verificador sea:

- Programable.
- Ampliable.
- Adaptativo.
- Modular.

- o *Control estadístico.* Se han de medir y guardar todas aquellas variables que sean interesantes para el control estadístico tanto del proceso como de la producción. Todos estos datos se gestionan desde el Departamento de Control de Calidad de la empresa.

- o *Ayuda al operador.* El sistema debe ser amigable hacia el

operador, que no debe encontrar ninguna dificultad respecto a la verificación manual que realizaba hasta la fecha. Es más, debería reducirse considerablemente la dificultad de uso de forma que

Este tipo de sistema descarga al operario de tareas rutinarias y por tanto evita el fallo por cansancio, por lo que es posible aumentar el ritmo de producción y consecuentemente la productividad.

disminuya el número de fallos posibles.

El equipo ha sido concebido con una gran flexibilidad tanto en el hardware como en el software

- o *Control de planta en tiempo real.* En ningún caso el control automático puede ser más

lento que el control manual. Además el tiempo de verificación ha de ser predecible y repetible.

Todas estas características se han desarrollado sobre un sistema modular como el descrito en la fig. 2.

Se puede observar el esquema de un puesto de trabajo compuesto por la estación de trabajo que contiene la electrónica y la mecánica necesaria para el análisis de datos, la intercomunicación con

el operador y la conexión con el control de planta. También está presente el módulo de testeo que contiene el equipo a testear.

El proceso de verificación se podría resumir de la siguiente forma:

1. Llega el módulo a testear, que circula por la línea de producción, a la estación de trabajo. Si hay más de una estación de trabajo se suele programar la cadena de for-

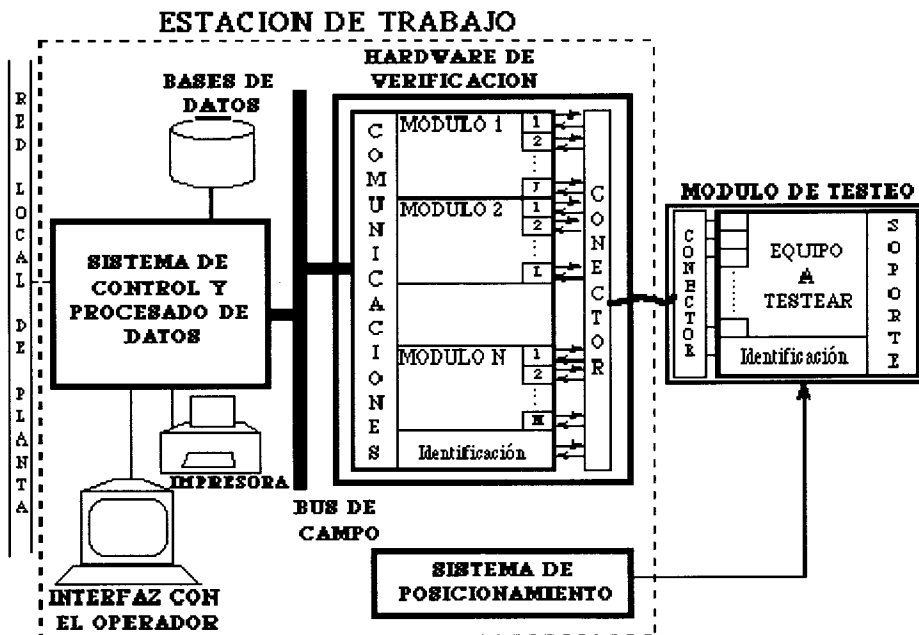


Figura 2. Estación de trabajo autónoma para un sistema de control de calidad.

ma que se reparten los cuadros por tipos en cada estación de forma que no varíe excesivamente los tipos de cuadro con el tiempo. Esto beneficia al operario ya que le permite retener fácilmente en su memoria las características de los cuadros.

El módulo de testeo se compone de un chasis sobre el cual se monta el cuadro, un sistema de identificación programable que permite cambiar el tipo de cuadro que transporta el chasis sin ninguna modificación física.

2. Se posiciona el módulo y se conecta a la estación de trabajo. Un sistema de aire comprimido conecta el hardware de verificación al módulo de testeo.
3. Se reconoce automáticamente el tipo de equipo a testear.
4. El sistema comienza la verificación informando al usuario mediante una representación en pantalla del equipo que se testeará. Ver fig. 3.
5. Se realiza el test de forma automática, manual o mixta si así lo desea el operario. Ver fig. 4.
6. Se genera una etiqueta de validación o error que el operario se encarga de adherir al cuadro. Ver fig. 5.
7. Se guardan los datos de la verificación. Los datos guardados permiten, en el caso

que sea necesario, reconstruir totalmente cada paso de verificación.

8. Se libera el módulo de testeo para que vuelva a la línea de producción.

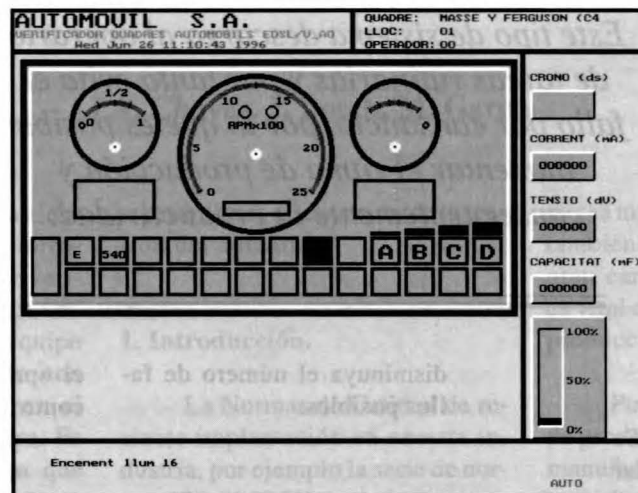


Figura 3. Pantalla de trabajo.

Si en cualquier momento el equipo detecta una anomalía se detiene el test automáticamente. El operario puede detener el test manualmente. En ambos casos apa-

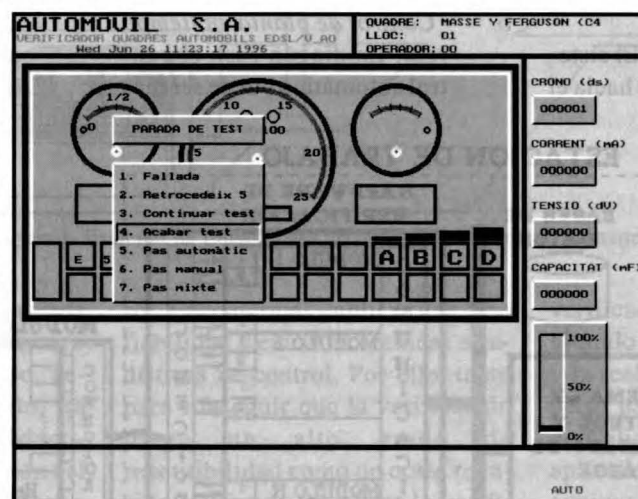


Figura 4. Menú de parada de test.

rece un menú de error como el de la fig. 6.

A continuación se describirán detalladamente las características específicas de un puesto de trabajo.

3. Descripción detallada de una estación de trabajo.

Un puesto de trabajo consta de:

- o *Sistema de posicionamiento* que se encarga de detectar la llegada de un módulo de testeo, posicionarlo y conectarlo con el hardware de verificación.
- o *Hardware de verificación* que se encarga de identificar y realizar las operaciones sobre el equipo a testear. Estas operaciones serían, básicamente, inyectar señales, leer resultados, verificar algunos resultados, controlar tiempos y proteger el equipo a testear ante imprevistos. Y comunicar los resultados al sistema de control para ser procesados.
- o *Sistema de control y procesamiento de datos:* que manda las órdenes necesarias al hardware de verificación para testear el equipo y controla los periféricos de entrada/salida de datos y de interfaz con el operario.
- o *Interfaz con el operador:* pantalla de vídeo que refleja en cada paso el punto en que se encuentra la verificación, simulando el resultado que debería obtenerse en el módulo de testeo.
- o *Bases de datos:* que almacenan tanto los datos de todos los posibles módulos de testeo como los resultados de las verificaciones.
- o *Impresora de etiquetas:* que ofrece una etiqueta de validación o de error que se colocará en el equipo para su posterior clasificación.

3.1 Sistema de control y procesado de datos.

El sistema de control ha sido desarrollado sobre un PC486 en lenguaje C, escrito en forma modular y siguiendo la filosofía de máquina de estados para obtener una gran robustez de ejecución, así como el control temporal necesario tanto de las órdenes de verificación como de las comunicaciones.

Este sistema se encarga de:

- o Elegir las bases de datos pertenecientes al tipo de módulo de testeo que haya llegado por la línea de producción.

- o Mandar las órdenes de verificación al hardware de verificación. Si está en modo automático se hará secuencialmente según lo programado en la base de datos.

Si está en modo manual el operario toma el control de secuenciación, lo cual le permite repetir secuencias de test para afinar la diagnosis de los problemas. También hay la posibilidad de trabajar en modo mixto, en este caso el programa pasa de modo manual a automático según lo programado en la base de datos.

Este modo es muy útil cuando el cuadro necesita un ajuste (calibración) con tiempo no definido previamente.

- o Dibujar en la pantalla lo que debería ser el resultado de la orden para que el operador

pueda realizar una comprobación visual del resultado, y en caso de no coincidir detener el test y apuntar el error.

- o Recibir del hardware de verificación datos sobre el re-

- o Mandar a la impresora la orden, formateada adecuadamente, de imprimir la etiqueta de validación o de error.

3.2 Hardware de verificación

El hardware se ha diseñado en módulos independientes, cada uno con su propio procesador. Cada módulo se encarga de una serie de operaciones básicas cuyos parámetros son controlables por el sistema de control mediante un bus de campo.

Concretamente, primero se caracteriza el equipo que se desea testear. Normalmente el equipo electrónico está compuesto por una serie de componentes que se

pueden agrupar en conjuntos de similares características. Por ejemplo, en nuestro caso testeábamos cuadros de automoción, compuestos por luces, relojes, displays, contadores, etc.

Incluso dentro de estos grupos habría subgrupos diferenciados.

Una vez conocidas las características de los posibles componentes a testear, se ha de saber las pruebas que ha de pasar el equipo. Normalmente las suele dictar el cliente en función a las normas de calidad que se le exigen.

Todo esto nos llevó a asociar a cada módulo el testeo de varios componentes pertenecientes a un grupo distintivo: habrá un módulo o varios que testearán las luces, uno o varios que testearán los relojes, etc.

Cada módulo tiene su propia identificación para comunicarse con

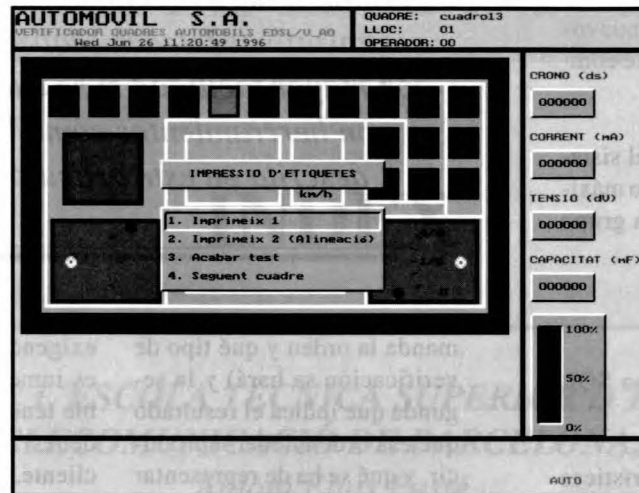


Figura 5. Menú de etiquetas.

sultado de la orden como: corriente, tensión, frecuencia, tiempo, etc, que son utilizados por el sistema de control para detectar fallos que el operador podría pasar por

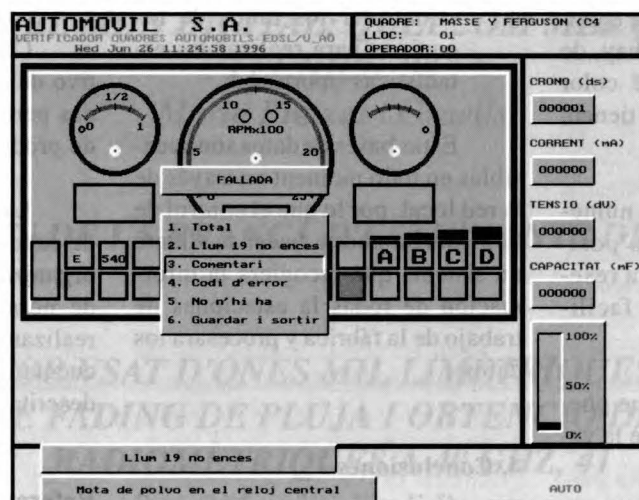


Figura 6. Menú de error.

alto. Este tipo de fallos se presenta en pantalla para que el operador tenga constancia y pueda certificarlos.

- o Grabar los resultados en las bases de datos SQL de resultados y error.

el sistema de control por lo que pueden haber tantos módulos de verificación como sean necesarios.

La salida de los módulos está agrupada en un conector donde cada pin estaría caracterizado. El encargado de mantenimiento del sistema debe conocer esta distribución de pines para poder introducir nuevos equipos con distribuciones de componentes diferentes.

La única limitación del sistema vendrá dada por el número máximo de componentes de cada grupo que pueda testear.

3.3. Bases de datos.

Las bases de datos tipo SQL se utilizan para:

- o Describir las características de cada equipo que se ha de testear. Estas son:
 - Características físicas para poder simular en la pantalla las reacciones que debería tener el equipo ante las órdenes de verificación y que sirve de guía al operario. Por ejemplo cuántas luces hay, de qué tipo son, qué color tienen, qué forma tienen, etc.
 - La identificación numérica de todos los posibles equipos y una reseña de texto para facilitarla.
 - Posibles fallos que pueden ocurrir durante la verificación.
- o Almacenar la secuencia de órdenes de verificación de cada equipo. Estas órdenes se ejecutan secuencialmente según están dispuestas en la base de datos. Su configuración es tal que se puede programar fácilmente por el encargado de mantenimiento del sistema con un editor de bases de

datos o un editor ad hoc. Estas órdenes tienen dos partes diferenciadas: una que indica qué acción deberá realizar el hardware (a qué módulo se

El sistema permite añadir un módulo de Visión Artificial que podría substituir el control visual del operario.

La implantación de normas de calidad tanto de producto como organizativas pueden realizarse con mayor facilidad si se cuenta con herramientas como la descrita en este artículo

manda la orden y qué tipo de verificación se hará) y la segunda que indica el resultado que esa orden debería producir, y qué se ha de representar en la pantalla.

- o Guardar los resultados de las verificaciones: corrientes, tensiones, valores óhmicos, frecuencias, tiempos, etc., que se han medido en cada orden.
- o Controlar los fallos de los equipos para realizar las estadísticas oportunas.

Estas bases de datos son accesibles en todo momento a través de la red local, por lo que el control de la planta se podría hacer mediante un sistema que recogiera la información de todas las estaciones de trabajo de la fábrica y procesara los datos.

4. Conclusiones

Se ha conseguido un sistema muy versátil basado en la modularidad en todas las jerarquías. El sistema puede constar de diversas estaciones de trabajo que a su vez pueden tener tantos módulos de testeo como sean necesarios. Esta concepción modular lo hace de coste bajo y por tanto asequible a la pequeña industria.

La programación del test de verificación es sencilla y se realiza en una base de datos, por lo que si debe cambiarse el test por cualquier

exigencia del cliente la operación es inmediata. También sería posible tener diferentes ficheros de órdenes de verificación para cada cliente, todo ello sin necesidad de modificar el hardware.

Este tipo de sistema descarga al operario de tareas rutinarias y por tanto evita el fallo por cansancio. Por lo que es posible aumentar el ritmo de producción y consecuentemente la productividad.

Con el conocimiento exhaustivo de todas las variables verificadas permite el control del proceso de producción.

La implantación de normas de calidad tanto de producto como organizativas, por ejemplo la serie de normas ISO 9000 [1], pueden realizarse con mayor facilidad si se cuenta con herramientas como la descrita en este artículo.

Referencias

[1] UNE-EN-ISO 9001:1994. «Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio posventa». AENOR. 1994.

[2] ELECTRO DISSENY. «Sistema Verificador de Cuadros. Manual técnico». 1995.