

CONTINUOUS SUPERVISING PROCEDURE FOR AUTOMATIC CHECKING OF PRODUCED DEVICES

SUPERVISION DE PROCESOS CONTINUOS PARA REGISTRO AUTOMATICO DE PIEZAS PRODUCIDAS

Ing. Luis Carlos Maldonado, PhD. Rocco Tarantino A., MSc(c). Durvvin A. Rozo I.

Universidad de Pamplona

Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Tel.: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303 Ext. 156

E-mail: liftcarlos@hotmail.com, {roccot, durwinrozo}@unipamplona.edu.co

Abstract: This paper achievement is to describe a supervising procedure developed by the company CINSA in Cúcuta, Colombia in order to get tools able to register the scale of produced devices in each work stand. This is done through PLC technology and specialized handling included in this.

Resumen: Este documento tiene como objetivo describir un sistema de supervisión desarrollado en la empresa Comercial Industrial Nacional S.A., CINSA en Cúcuta, Colombia, con el fin de obtener herramienta capaz de registrar el número de piezas producidas en cada uno de los puestos de trabajo. Esto a través de tecnología PLC, instrumentación especializada y la normativa que ello incluye.

Keywords : Supervising system, automatic data checking, sequential control.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las necesidades particulares de un país se ve obligada la intervención de la automatización en la industria, para solucionar problemas, en ocasiones mejorar un servicio o un producto. La empresa CINSA S.A. especializada en la producción cilindros para almacenamiento de gas licuado del petróleo, con el fin de mejorar la calidad de los datos obtenidos con mayor precisión en la línea de producción, (anteriormente a través de plantillas que detallan un reporte de producción diario diligenciado manualmente) adquirió una herramienta capaz de capturar información (número de piezas producidas, tiempo por producción, monitoreo de proceso en tiempo real, entre otras) optimizando los procesos de tipo administrativo. De tal forma dar un buen comienzo

y paso a la automatización en la empresa nacional que está en constante evolución.

2. NARRATIVA DE PROCESO

La línea de producción de cilindros de gas en CINSA, consta de aproximadamente 40 puestos de trabajo (máquinas como prensas hidráulicas, prensa neumáticas, equipos de soldadura, etc.) en los cuales se realizan distintos procesos (soldadura, embutido, rolado, etc.) sobre piezas de acero previamente cortadas y preprocesadas. Cada operario en su puesto de trabajo realiza un procedimiento detallado y continuo en cada pieza para generar otra nueva, de tal forma, que la unión de todas ellas conforme un cilindro.

Consecuente con ello, el operario debe estar muy atento a cuantas piezas nuevas esta produciendo, además de saber que tiempo toma elaborar la totalidad de las piezas asignadas en su jornada de trabajo.

Para consolidar esta información el operario diligencia una plantilla que es básicamente un reporte de producción en el cual se describe: el nombre del operario, en que máquina desarrolla su trabajo, el tiempo administrado durante el día para la producción, numero de piezas producidas, número de rechazos y observaciones. Este reporte esta sujeto a errores pues ya que depende solo del argumento del operario. La veracidad de esta información es trascendental, puesto que ella se difunde en otras dependencias en la empresa (nómina, producción contabilidad, entre otras.)

En la Figura 1, fundamentalmente un diagrama EPS, se puede observar los parámetros necesarios para llevar a cabo una jornada de trabajo en la línea de producción de cilindros de gas.

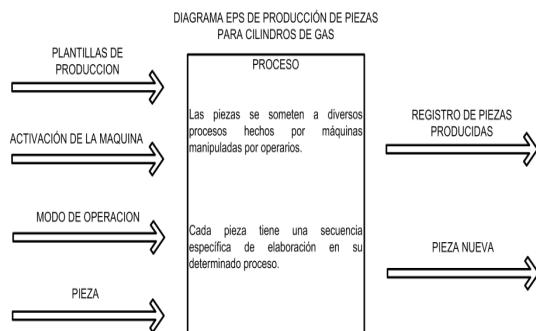


Fig. 1: Diagrama EPS del proceso

3. NARRATIVA DE CONTROL

En la ingeniería conceptual de la solución del problema, se planteó un sistema de supervisión de procesos continuos para monitorear el estado presente de la línea de producción de cilindros de gas y almacenar la información detallada de cada puesto de trabajo de forma precisa. Ver Figura 2. Describir la funcionalidad del sistema de control para el compresor centrífugo.

Línea De Acción De Control. El sistema programable de supervisión de procesos continuos monitoreará la secuencia para el proceso de producción de piezas por máquina en la línea de cilindros, con el objetivo de registrar el número de piezas producidas en tiempo real.

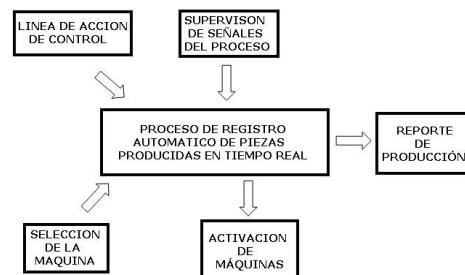


Fig. 2: Diagrama de bloques funcionales del sistema de supervisión

Selección de la Máquina. Este bloque es primordial para el funcionamiento del sistema, ya que esta íntimamente ligado con la línea de de acción de control. Aquí el operario se registrará en el sistema, seleccionará la máquina y el tipo de pieza requerida.

Supervisión de señales del proceso. Este representa las señales encargadas de supervisar la secuencia de elaboración de las piezas para su posterior registro en el sistema.

Reporte de producción. Básicamente se consolida la información de la producción diaria de cada una de las máquinas y se difunde en una base de datos.

Activación de las máquinas. Desde este punto se podrá ejercer control sobre la habilitación y deshabilitación de las máquinas, además seleccionando el tipo de pieza a elaborar e indirectamente asignando al PLC los modos de operación para supervisión de proceso en las máquinas.

3.1 Filosofía de control

Se recurre a un control secuencial para el desarrollo del sistema de supervisión, donde se monitorea el estado de las variables en este caso ausencia o presencia de señales eléctricas, generados por sensores (presencia de piezas) y relés (accionamientos generados en por el operario) en plena producción.

Modo de operación

La secuencia de inspección del sistema de supervisión como se dijo depende de 3 factores importantes: modos de no operación, señales de accionamientos y de pieza (presencia-ausencia) y tiempos de monitoreo (presencia-ausencia) accionamientos y piezas.

En la Figura 3 Ahora para la lógica de supervisión del PLC en la figura se muestra el principio de funcionamiento básico de cada programa, cada bloque de decisión (rombo) no va en ese estricto orden pues varía de acuerdo a cada proceso realizado por máquina. Además, se debe tener en cuenta que no en todas las máquinas se asumieron tiempos de supervisión y si los hubo este tiempo variará en cada proceso.



Fig. 3: Diagrama de flujo para secuencia de supervisión

3.2 Instrumentos y Equipos involucrados en el sistema de supervisión.

En la Figura 4 se visualiza y se toma a manera de ejemplo una máquina (puesto de trabajo) como detalle del sistema.

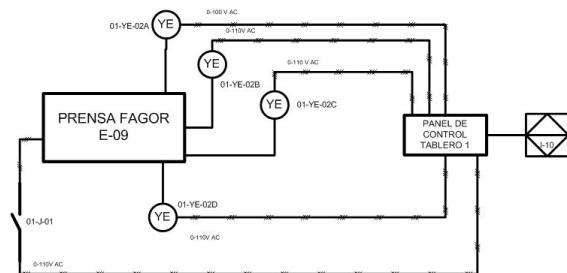


Fig. 4. P&ID Supervisión de proceso prensa FAGOR

P&ID: Control de encendido, Supervisión de proceso y Registro de piezas producidas por la prensa FAGOR

E-09

Propósito: Utilizada para el corte de lámina, tiene dos troqueles uno para corte lineal de materia prima para cuerpos del cilindro y otro circular de tapas-fondos.

01-J-01

Propósito: RELE REIPOL R15, de voltaje de activación bobina de 220 VAC, utilizado para la habilitación de la máquina, permite el encendido y apagado de la máquina.

01-YE-02A

Propósito: Sensor inductivo M18 utilizado para la supervisión de los cortes realizados por el troquel.

01-YE-02B

Propósito: Sensor inductivo M30 utilizado para la detección de las piezas producidas.

01-YE-02C

Propósito: Sensor inductivo M30 utilizado para la detección de las piezas producidas.

01-YE-02D

Propósito: Sensor inductivo M30 utilizado para la detección de las piezas producidas.

I-10

Propósito: Programa 10 perteneciente al PLC I.

Sensores inductivos

Esta sensórica es óptima, ya que en su mayoría toda la maquinaria para esta línea de producción trabaja en Voltaje AC y es viable usarla, además que es robusta a subidas y caídas de tensión. Los sensores trabajan con una línea de 110 Vac, la cual está debidamente distribuida e instalada de acuerdo a los márgenes de la empresa, en cada uno de ellos. Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto (control de presencia o ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo). La técnica actual permite tener un alcance de hasta unos 100 mm en acero. El alcance real debe tomarse en cuenta, cuando se emplea el mismo sensor en otros materiales. Para el Acero Inoxidable debe considerarse un 80% de factor de corrección, Cromoniquel 85%, para el Aluminio un 40%, Bronce 35% y para el Cobre un 25%. El funcionamiento de los sensores inductivos se describe de la siguiente forma:

1.- Objeto a detectar ausente.

- Amplitud de oscilación al máximo, sobre el nivel de operación.
- La salida se mantiene inactiva (OFF).

2.- Objeto a detectar acercándose a la zona de detección.

- Se producen corrientes de Foucault “Transferencia de energía”.
- El circuito de detección detecta una disminución de la amplitud, la cual cae por debajo del nivel de operación.
- La salida es activada (ON).

3.- Objeto a detectar se retira de la zona de detección.

- Eliminación de corrientes de Foucault.
- El circuito de detección detecta el incremento de la amplitud de oscilación.
- Como la salida alcanza el nivel de operación, la misma se desactiva (OFF).

En la figura 3.1 se ven los estados de operación del sensor inductivo.

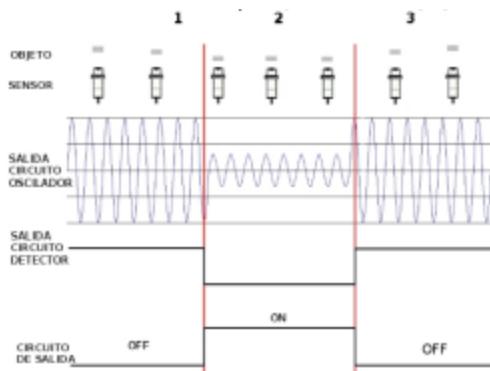


Fig: 5. Estados del sensor inductivo

Relés

Son utilizados para la activación de las máquinas y manejan corrientes muy pequeñas para su conmutación. Tiempo de operación (valores típicos) es de 12 ms.

Controlador

En las especificaciones del controlador un PLC es óptimo con las entradas digitales (ausencia/presencia de señal), y son aceptables puesto que los sensores de pieza y los relés de accionamiento de máquina manejan este tipo de funcionamiento y las salidas para habilitación y deshabilitación. Se utilizó como lenguaje de programación la lista de instrucciones.

4. RED DE CAMPO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN

El tipo de red en la cual los elementos de campo están conectados directamente a cada PLC es de tipo estrella. Todos los puntos de entrada y salida (sensores y relés) están conectados por separado a un puerto específico del PLC, en la planta baja.



Fig: 6. Comunicación entre elementos de campo

En la Fig. 6 se red de campo de supervisión utilizada en los elementos es de tipo booleana de 110 VAC, para poder acoplarlo al PLC se necesita de un relé de voltaje de 110 VDC y una fuente externa de 24 VDC para los contactos de relé. Evidentemente, todas las tramas de información que circulen por esta red deben pasar por el nodo principal (PLC), con lo cual un fallo en él provoca la caída de todo el sistema. Por otra parte, un fallo en un determinado cable sólo afecta al nodo asociado a él; si bien esta topología obliga a disponer de un cable propio para cada terminal adicional de la red. La topología de estrella es una buena elección siempre que se tenga varias unidades dependientes de un procesador. En este caso, todos los cables están conectados hacia un solo sitio, esto es, un panel central.

Todos los elementos de la red a nivel de célula se encuentran conectados directamente mediante un enlace punto a punto y el PLC es quien se encarga de gestionar las transmisiones de información por toda la estrella. Este sistema es descentralizado puesto que cada PLC funciona independiente uno de otro y la CPU del panel de control también, de tal forma que todo el sistema es modular. En los niveles siguientes en campo y planta ver Fig. 7:

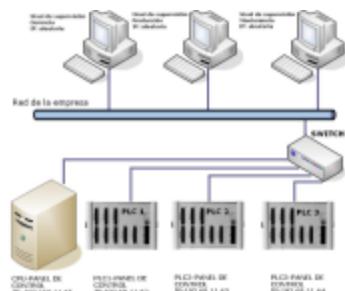


Fig: 7. Comunicación entre el sistema de supervisión y la red de la empresa

5. SOFTWARE DE SUPERVISIÓN DE PROCESOS CONTINUOS

Este sistema demandó el desarrollo de un entorno gráfico para la comunicación hombre-máquina, en la cual indirectamente el usuario (operarios o supervisores), darán instrucciones al PLC para extraerle información o ejecutar mandos de operación. Básicamente el funcionamiento es así:

El usuario se encontrará con una imagen en pantalla con todas las máquinas disponibles para el proceso de producción de cilindros (Ver Figura 8):



Fig: 8. Entorno gráfico 1

Donde tendrá acceso, a través de la pantalla touch screen, a la máquina o puesto de trabajo en el cual ejecutara la producción, (Ver Figura 9):



Fig: 9. Entorno gráfico 2

Una vez seleccionado el puesto de trabajo, el usuario deberá registrarse en el sistema para generar un nuevo reporte de producción donde se especificara la pieza o proceso a realizar.

6. RESULTADOS OBTENIDOS

Dentro de los niveles de supervisión se pueden observar: graficas de producción, una base de datos con los reportes generados antiguamente y la configuración de tiempos no productivos como los descansos. (Ver Figura 10):

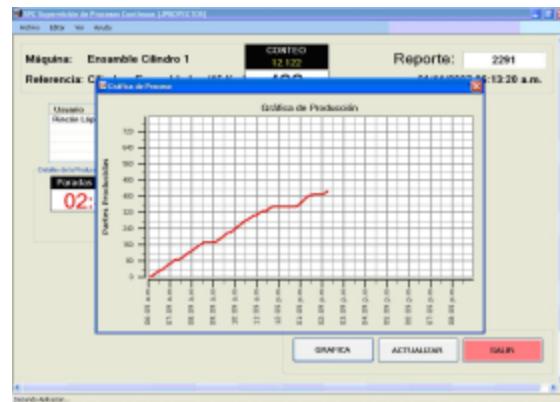


Fig: 10. Entorno gráfico 3

En la Figura 11 se visualiza una gráfica donde se ve el número de piezas realizadas desde el momento en que comienza su jornada de trabajo hasta el momento en que se realiza el monitoreo por el usuario.



Fig: 11. Entorno gráfico 4

En la Figura 12. se puede ver el reporte de producción de la jornada de trabajo, consolidada en una base de datos, además esta posee un filtro por búsquedas de acuerdo a la necesidad del usuario.

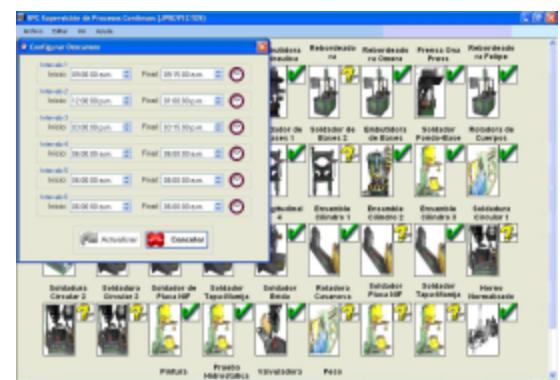


Fig: 12. Entorno gráfico 7

En la Figura 12 además se puede ver que los puestos de trabajo están habilitados con un visto color verde y los inhabilitados con un visto color gris.

signo de interrogación amarillo de tal forma que se puedan habilitar para una nueva tarea de producción. Asimismo, se pueden configurar los tiempos de producción y no los productivos.

Como respaldo de detección de fallas, se generó un código para que el sistema pueda supervisarse así mismo, esto teniendo en cuenta los factores mencionados anteriormente en la sección modos de operación. Ver Figura 13:

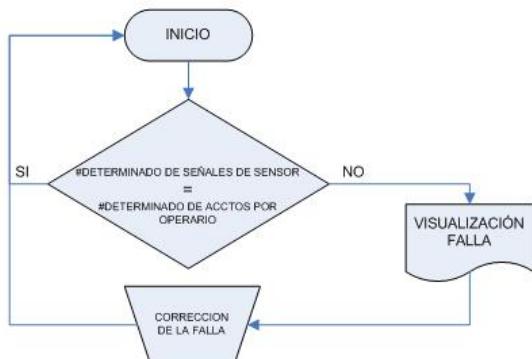


Fig: 13. Diagrama de flujo del sistema de supervisión de fallas

De esta forma se monitorea cada lazo de control de proceso para atenderlos, puesto que es bien sabido que los elementos poseen una vida útil en ciclos y en ocasiones fallan por defectos de fábrica. Este sistema visualizará en pantalla a través de ventanas mostrando la falla ocurrida en el PLC y puerto específicamente.

7. CONCLUSIONES

El enfoque en tiempo real de la latencia (tiempo que transcurre entre un estímulo y la respuesta que produce) del sistema es la suficiente para resolver el problema, en este caso particular el registro de una nueva pieza. Este sistema es capaz de procesar una muestra de señal antes de que ingrese al sistema la siguiente muestra. El entorno gráfico le da versatilidad al usuario, el usuario no debe dedicar mucho tiempo al manejo del sistema, es intuitivo, y cómodo en su manejo. Los resultados se presentan en una forma clara para el usuario y así mismo este tiene un control mucho más amplio del sistema de tal forma que el proceso especifica que derechos tiene sobre el sistema. El sistema no debe de ser solamente libre de fallas pero más aun, la calidad del servicio que presta no debe de degradarse más allá de un límite determinado. Este sistema tiene una confiabilidad de aproximadamente de 2 años y medio, y esta

soportado por la UPS basta para su protección y no excede su carga total permisiva. Para realizar un análisis económico de la rentabilidad del proyecto, se deben tener en cuenta ciertos aspectos como balances de ingresos y egresos estimados a tiempo fijo. En este caso, se verán resultados económicos intangibles, de cierta forma, este sistema arroja reportes de producción eficientes y con poco o casi nulo margen de error y junto con el análisis administrativo, se podrá dar un mejor estímulo a los operarios (puesta en cartelera de los resultados de mejor eficiencia, premiaciones, bonos económicos) para que aumenten su eficiencia en la producción considerablemente. Con esta herramienta se podrá saber cuales son los puntos críticos de acumulación de material o cuellos de botella, de tal forma que se tomen acciones correctivas y se realicen estrategias de planeación. Otra, característica importante es que no habrá desperdicio de piezas, ni perdidas innecesarias de materia prima.

REFERENCIAS

- Creus S., A. 1993. *Instrumentación Industrial*. 5^{ta} Edición. Barcelona.
- Distefano, Mario. Comunicaciones en entornos industriales. Universidad Nacional de Cuyo.
- FESTO. FST Online Help for Windows version 4.03.
- Gastelbondo Walter. 2005. *Diseño de un Sistema de Detección y Diagnóstico de Fallas de Alto Impacto en Calderas Industriales de Alta Presión*. Universidad de Pamplona. Colombia
- Ogata K. 2003. *Ingeniería de Control Moderna*. Pearson Educación, S.A. Madrid.
- Pardo, A; Díaz, J. L. 2004. *Fundamentos en Sistemas de Control Automático*. Universidad de Pamplona.
- Tarantino. R. y Aranguren, S. 2005. *Básico de Instrumentación Industrial*. Universidad de Pamplona. Colombia.
- “Process Instrumentation Terminology” American National Standard, ANSI/ISA-S51.1
- I.S.A. Standard S20. “Specification Forms for Process Measurement and Control Instruments. Primary Elements and Control Valves.