Gestión eficiente de los cortes de energía en la industria (GEISER)



Jorge Marina-Juárez* Ingeniero Industrial
Antonio Miguel López-Rodríguez ** Ingeniero Informático
Óscar de la Vega-Tomé *** Ingeniero Técnico Industrial

* DESARROLLO DE SOLUCIONES INTEGRALES PLUS S.L., c/ Cirujeda 12 - Gijón 33205. Tfno: + 34 984 395287. jorgemj@dsiplus.es
** UNIVERSIDAD DE OVIEDO, Calle Principado, 3 - 33003 Oviedo. Tfno: +34 985 181994. amlopez@uniovi.es
*** CORPORACIÓN ALIMENTARIA PEÑASANTA S.A., Sierra de Granda s/n - 33199 Siero. Tfno: +34 985 101100. oscar.vega@capsa.es

Recibido: 17/02/2010 • Aceptado: 19/07/2010

Efficient management of power switch off/switch on in the industry (GEISER)

ABSTRACT

• Safety is a key factor for the success of an industrial company. On the one hand, workers` health and safety must be ensured as well as the good condition of the facilities; on the other hand, safety measures must be as efficient as possible so as not to penalize production costs. To that effect, a computer assisted supervision of switch-on/switch-off procedures of machinery helps to improve security in industrial facilities, while improving the efficiency of maintenance operations. In this article, the GEISER informatic tool, designed to help the supervision and management of switch-on/switch-off tasks in an industrial facility, is presented. Without altering standard plant procedures, it improves planning and general control, and allows to exploit the information for a continuous improvement of the company. This system runs over a web platform with mobile devices for on-line management of these procedures, keeping information synchronized with a central server accessible in any moment.

• KEYWORDS: Power switch off/switch on, safety, management, maintenance, pda, statistics.

RESUMEN

La seguridad es un factor vital para el éxito de una empresa industrial. Por un lado se debe garantizar la salud e integridad física de los trabajadores en todas las operaciones llevadas a cabo en sus instalaciones, así como la propia integridad de máquinas y equipos, evitando que sean dañados por actuaciones incorrectas directas o indirectas. No obstante, las restricciones operativas en el funcionamiento de las plantas productivas orientadas a la seguridad deben ser lo más eficientes posible para no penalizar los costes de producción. En este sentido, la realización de un seguimiento asistido por computador de las tareas de corte y reposición de energía en las máquinas ayuda a mejorar la seguridad en las instalaciones industriales a la vez que puede mejorar la eficiencia de las operaciones de mantenimiento. En este artículo se presenta el sistema GEISER, una herramienta informática diseñada para facilitar las tareas de gestión y seguimiento de los cortes de energía en una instalación industrial, que permite, sin modificar el funcionamiento normal de la planta, mejorar la planificación y el control, y explotar la información involucrada en el proceso para la continua mejora de la empresa. La herramienta se apoya en el uso de aplicaciones Web descentralizadas y en dispositivos móviles para la gestión *in-situ* de los procedimientos de corte y reposición, manteniendo la información sincronizada con un servidor central para su consulta en todo momento.

Palabras clave: Cortes de energía, seguridad, gestión, mantenimiento, pda, estadísticas.

1. INTRODUCCIÓN

Toda instalación industrial precisa realizar con cierta frecuencia tareas de reparación y mantenimiento que supondrán diferentes actuaciones sobre máquinas de la planta, y que suelen agruparse temporalmente originando paradas de la planta y en consecuencia de la producción. Su desarrollo precisa garantizar la seguridad e integridad física de los trabajadores implicados en la ejecución de los trabajos. Esto

supondrá evitar que las máquinas afectadas puedan arrancar durante su ejecución y minimizar riesgos derivados del funcionamiento de máquinas adyacentes. Asimismo, se ha de asegurar que otras máquinas dependientes se encuentren en el estado apropiado para dicha operación (evitando, por ejemplo, funcionamientos en vacío). Todo ello supone la necesidad de cortar en un orden determinado un conjunto de sistemas de alimentación que afectan tanto a las propias máquinas objeto de la actuación como a máquinas adyacentes y dependientes.

A la hora de llevar a cabo tales procesos de corte de energía, no solamente es importante la realización del corte en si mismo con el cumplimiento estricto de los protocolos de seguridad establecidos. También resulta muy relevante la planificación previa con carácter global de todos los cortes necesarios en la parada de cara a una reducción máxima del tiempo total empleado en las actuaciones. No obstante la reducción del tiempo empleado en ningún caso deberá sacrificar la seguridad del personal involucrado en los trabajos o del resto de instalaciones. Además, el seguimiento durante la parada del estado de la instalación y el análisis posterior de su desarrollo es de gran importancia en cuanto a futuras mejoras y análisis de contingencias.

Este artículo presenta una herramienta informática desarrollada para la gestión integral de los procesos de corte y reposición de energía (eléctrica, de presión hidráulica, vapor, neumática, etc.) en medianas y grandes industrias, que ha sido elaborada tras un estudio detallado de la normativa vigente y contando con la colaboración y asesoramiento de industrias de diversa naturaleza (alimentación, transformación de aluminio, siderúrgica, etc.).

La herramienta propuesta permite realizar una planificación previa descentralizada de los cortes de energía a través de una aplicación Web, mediante la cual se pueden definir y estudiar los conflictos entre los distintos trabajos y la producción. Asimismo, proporciona utilidades para asegurar el seguimiento de los protocolos de seguridad inherentes a los procedimientos de corte y reposición de energía según la normativa vigente, y permitiendo definir a priori dependencias entre puntos de corte, que obligarán a seguir una secuencia de corte preestablecida garantizando la seguridad de personas y equipos. Por otro lado, se incluyen un conjunto de utilidades destinadas a la supervisión remota del estado de la instalación, lo que permite al responsable de la misma tener una visión general de su estado en cada momento. Finalmente, se almacena información del desarrollo completo del proceso facilitando un análisis posterior.

El trabajo aquí presentado es fruto de un conjunto de experiencias previas [1] en el campo de la seguridad, dentro de las cuales es de destacar un estudio realizado en colaboración con la industria agroalimentaria *Corporación Alimentaria Peñasanta S.A.* (CAPSA), que en su continua labor por la mejora de la seguridad detectó la necesidad de crear un sistema que permitiera realizar una gestión eficiente y un seguimiento de los cortes de energía que se llevaban a cabo en sus instalaciones en las tareas de reparación y mantenimiento. El desarrollo de este sistema ha sido posible gracias a la subvención concedida por el organismo FICYT, colaborador del Gobierno del Principado de Asturias dentro del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación del Principado de Asturias 2006-2009 (PCTI), en la convocatoria de 2009, con la referencia IE07 - 235 – C1.

1.1 DEFINICIONES

En el desarrollo de este artículo se utilizarán una serie de términos y conceptos que se describen a continuación:

- Seguridad: se refiere, en este artículo, a la seguridad de las personas frente a electrocuciones, atrapamientos, aplastamientos, golpes, etc., y a la seguridad de máquinas y equipos frente a daños ocasionados por operativas inadecuadas sobre la propia máquina o en máquinas adyacentes o dependientes (funcionamientos en vacío, por ejemplo).
- Parada: operación para la realización de trabajos de mantenimiento o reparación que puede afectar a un número indeterminado de máquinas de planta y puede suponer una interrupción total o parcial de la producción.
- Punto de corte: interruptor eléctrico, válvula o cualquier elemento utilizado para permitir o interrumpir el suministro de energía (eléctrica, hidráulica, neumática, vapor, etc.) a una máquina.
- Corte: actuación sobre un punto de corte de manera que se interrumpe el suministro de energía.
- Reposición: actuación sobre un punto de corte de manera que se reanuda el suministro de energía.
- Solicitante: operario de mantenimiento (propio de la compañía o subcontratado) a cargo de realizar un trabajo en alguna máquina de la instalación, para lo cual solicita la realización de un corte (y posterior reposición de energía) en uno o varios puntos. En general, aunque no necesariamente, será la persona que ejecutará los trabajos.
- Responsable (de planta): persona al mando de la instalación. Entre otras atribuciones, deberá decidir si se autoriza la realización de los cortes de energía, y compatibilizarlos en lo posible con la producción.
- Operario (de corte): persona encargada y única autorizada para de ejecutar los cortes y reposiciones de energía. Este trabajador pertenecerá al equipo de mantenimiento de la compañía y será quien, tras la autorización del responsable de planta, realice los procedimientos de corte y reposición solicitados. En industrias con equipos de mantenimiento reducidos, este papel lo desarrollan los propios solicitantes. En cambio, en instalaciones con grandes equipos de mantenimiento y alta subcontratación suelen ser individuos específicos, de forma que se limita el acceso a los armarios eléctricos y elementos de corte en general.

2. COMPONENTES DEL SISTEMA GEISER

El sistema GEISER, desarrollado para facilitar la gestión e incrementar la seguridad en las operaciones anteriormente descritas, está compuesto por los siguientes elementos:

- Un *computador central*, que aloja una base de datos accesible desde Internet a través de un interfaz basado en páginas web seguras. Las restricciones de acceso se estructuran en niveles (solicitantes, operarios de corte, responsables, etc.) mediante un sistema de usuarios y claves.
- *Sistemas de lectura de código de barras con acceso a red inalámbrico* (PDAs), que servirán de soporte al operario de corte en las tareas de corte y reposición de energía para facilitar el proceso y tratar de evitar errores humanos en la medida de lo posible. Su integración con el computador central se realiza por comunicaciones inalámbricas (wifi). Si la cobertura de la red inalámbrica no fuese completa en la planta, la PDA comprobará permanentemente la posibilidad de conexión, procediendo inmediatamente a la transferencia de la información pendiente en cuanto ésta se recupere. Se ha prestado especial atención a que la información sea consistente en ambos lados (base de datos central y PDA) en todo momento.

En las Figuras 1 y 2 se muestra la arquitectura a nivel de hardware y acceso del sistema y de las herramientas software.

El funcionamiento del sistema se adapta a la operativa seguida habitualmente en las plantas productivas en base a la normativa vigente [2-4] en lo que a procedimiento y señalización de los cortes se refiere. Para ello, el sistema permite la creación, mediante una impresora convencional, y gestión de unas tarjetas señalizadoras.

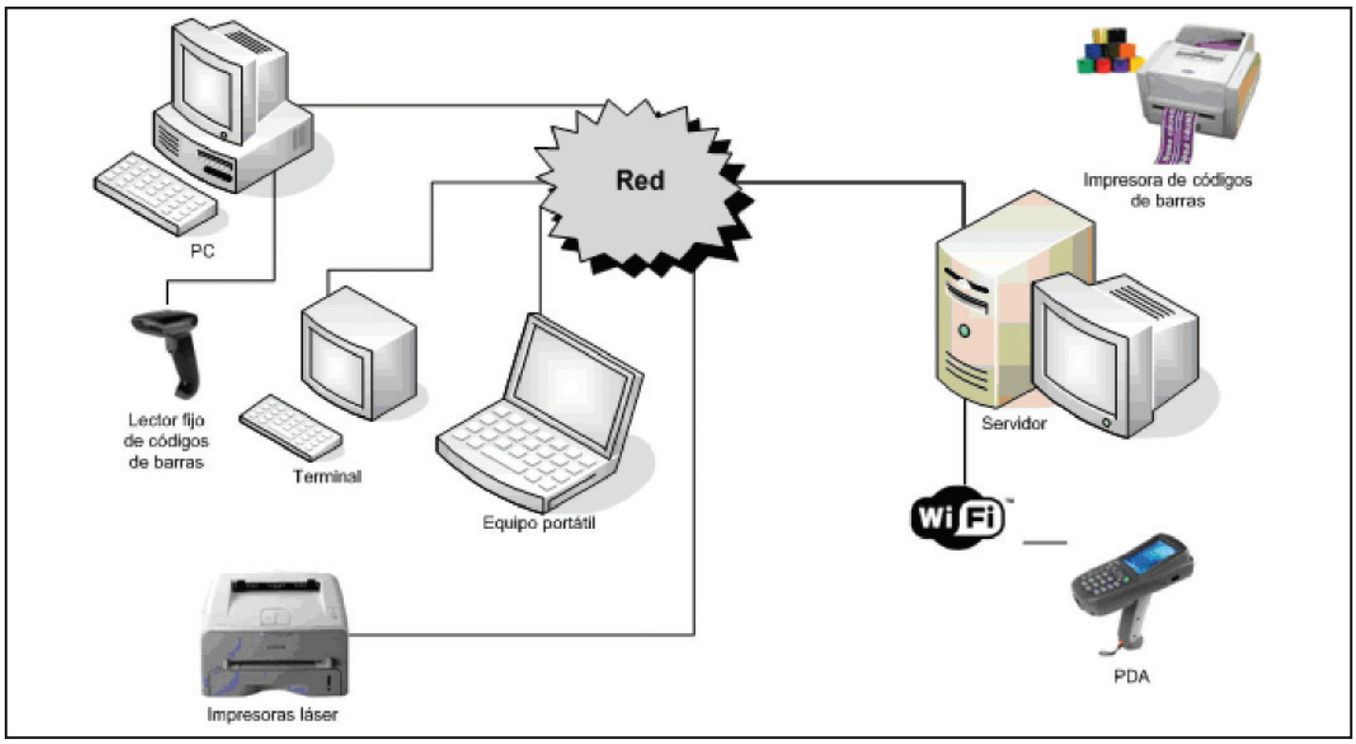


Fig. 1: Arquitectura hardware del sistema Geiser. El servidor central es el encargado de dar acceso a la aplicación desde las estaciones de trabajo y a los dispositivos móviles.

Las tarjetas señalizadoras se componen de dos cuerpos fundamentales. Ambos cuerpos contienen información referida al corte, tanto de manera textual como codificada mediante un código de barras. Esta información alude principalmente a:

- Solicitante del corte
- Máquina afectada
- Punto de corte concreto
- Hora y fecha prevista del corte
- Duración prevista del trabajo
- Número de orden/grupo de corte. En caso de que existan dependencias con otros cortes, este campo indica que para proceder al corte han de haberse realizado previamente todos aquellos que lo preceden dentro de su grupo.

El primer cuerpo (en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de color rojo) actuará como elemento señalizador de un corte activo y será colocado en una zona visible anexa al punto de corte durante el periodo en que el trabajo asociado demande el corte de energía correspondiente. El segundo cuerpo (en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de color verde) permanecerá en posesión del solicitante como resguardo durante la ejecución de los

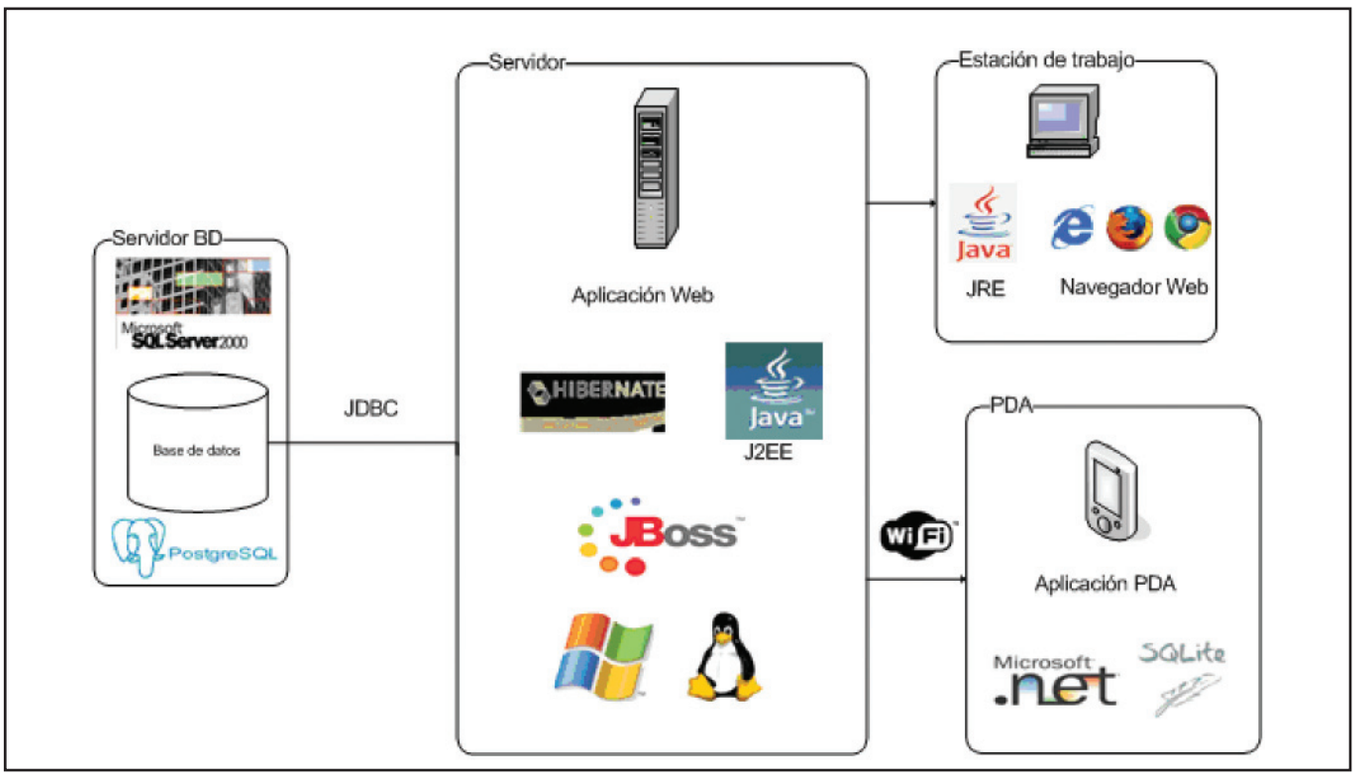


Fig. 2: Estructura del software del sistema Geiser. Toda la información es almacenada en una base de datos; las PDA incorporan una base de datos reducida que permite mantener la información entre sincronizaciones cuando no hay acceso a la red inalámbrica.

trabajos. y será utilizado a la finalización de los mismos para retirar el primer cuerpo de la zona visible anexa al punto de corte, asegurándose por comparación que se retira el adecuado. Es de reseñar que en un determinado punto de corte puede haber de manera simultánea más de una tarjeta

cuerpo (verde) actuará como resguardo para el solicitante y será utilizado en la reposición.

En ocasiones no resulta operativo generar tarjetas para cada solicitud (denominadas en lo sucesivo tarjetas impresas), sino que se dispone de un número de ellas prediseñadas con

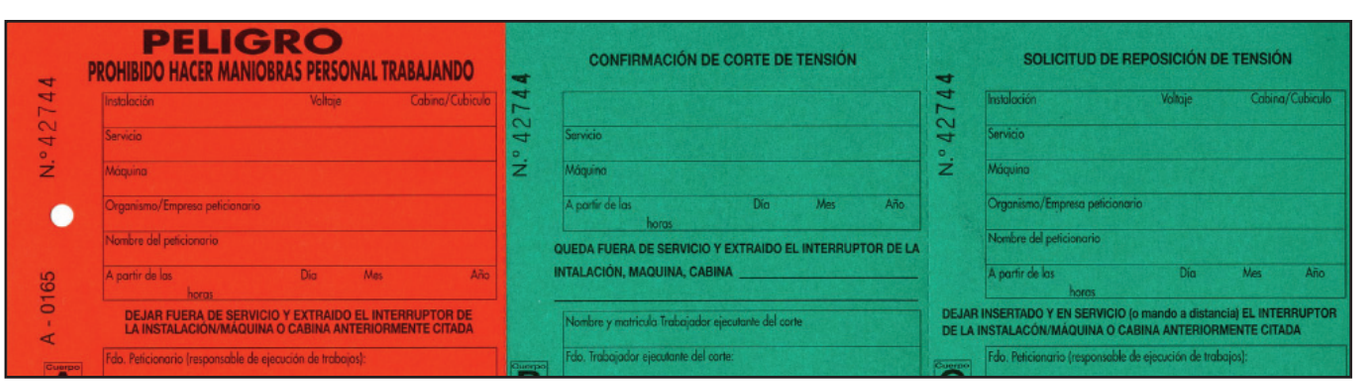


Fig. 3: Tarjeta usada en los cortes y reposiciones.

señalizadora, debido a que puede haber más de un trabajo concurrente que requiera ese corte.

Contiene, tanto textualmente como de forma codificada, información diversa referida al corte a que afecta. El primer cuerpo (rojo) se ubicará en una zona visible anexa al punto de corte indicando que el punto está cortado. El segundo

una identificación única (que denominaremos tarjetas pre-impresas para diferenciarlas de las anteriores). La principal diferencia con el caso anterior es que la tarjeta pre-impresa no mostrará impresa información referida al corte. Esta información tampoco estará codificada en el código de barras, el cual únicamente identificará la tarjeta propiamente dicha.

La asociación entre un corte concreto y la tarjeta se efectuará de forma dinámica al efectuar el corte registrándose en la base de datos del sistema. Esta opción resulta de especial utilidad cuando se trabaja en localizaciones exteriores, donde las tarjetas van a estar sometidas a las inclemencias del tiempo, y, por tanto, el uso de tarjetas impresas en papel convencional no resulta aconsejable (quizá fuesen preferibles tarjetas en vinilo, cuya impresión no resulta inmediata). También resulta de utilidad en operaciones de reparación urgentes o en operaciones con un número de cortes simultáneos reducido.

3. FUNCIONAMIENTO

En este apartado se describe la operativa del sistema, pasando por las diferentes fases del ciclo de una actuación sobre una o varias máquinas que implique un conjunto de cortes.

3.1. SOLICITUD DE CORTE

Cuando un operario de mantenimiento (solicitante) recibe de algún superior acreditado una orden de trabajo sobre componentes de la instalación, realiza las peticiones oportunas de cortes de energía de las máquina implicadas a través de la aplicación Web (y, por tanto, desde cualquier ordenador conectado a Internet). En ese momento, el sistema detecta las dependencias (pre-configuradas) con otras máquinas o subsistemas. De esta manera si, por ejemplo, se va a cortar la entrada de fluido a una bomba hidráulica para realizar trabajos en las tuberías, se podría haber pre-configurado que se genere automáticamente la orden de corte del suministro eléctrico de la misma, lo cual ayudaría a evitar situaciones comprometidas para las personas y equipos.

El sistema permite además la gestión de procedimientos de corte preestablecidos que involucren un número medio/alto de puntos de corte. Piénsese, por ejemplo, en una operación de limpieza que implique actuaciones sobre todas las máquinas de una línea de fabricación y que se lleva a cabo mensualmente. Para ello, tras la configuración pertinente del sistema, es posible generar en un solo paso el conjunto de tarjetas necesarias, lo que facilita la tarea especialmente para esta clase de trabajos de mantenimiento periódicos.

Para cada punto de corte involucrado en la operación se procederá a imprimir, cuando el solicitante lo considere oportuno, una tarjeta como la mostrada anteriormente (Fig. 3: Tarjeta usada en los cortes y reposiciones.), que quedará en su poder inicialmente hasta que sea utilizada durante los trabajos efectuados sobre la máquina. Este proceso se omitirá para aquellas solicitudes en las que se vaya a usar una tarjeta pre-impresa, etiquetándose la solicitud correspondiente en la base de datos para reflejar tal circunstancia.

3.2. VALIDACIÓN DE LOS CORTES

El proceso efectivo de corte en un determinado punto requiere una validación previa por el responsable de la planta, quien será el encargado, en última instancia, de determinar si el corte se puede realizar en un determinado instante o debe posponerse (cabe la posibilidad de que una máquina o sección de la instalación haya sido bloqueada después de haberse generado la tarjeta de corte). La validación se puede realizar por varios procedimiento diferentes:

- Leyendo el código de una tarjeta impresa mediante un lector de códigos de barras conectado al sistema o introduciendo este código manualmente a través de un formulario Web.
- Consultando desde un terminal los cortes solicitados y validando los deseados seleccionándolos de una lista. Esto es útil para validar los cortes asociados a tarjetas pre-impresas, que en esta fase aún carecen de tarjeta física asociada.

3.3. EJECUCIÓN DE LOS CORTES

El operario de corte se apoyará en el uso de una PDA (Fig. 4) como ayuda en el procedimiento de corte. Mediante ella, recibirá en tiempo real las solicitudes de corte junto con la información relativa al corte y enviará información al sistema central sobre cada una de las operaciones efectuadas.

Tras haber sido validado el corte por el responsable de la planta según lo indicado en el paso anterior, el solicitante acudirá al operario de corte para la realización física del mismo, debiendo acompañarle durante todo el procedimiento. Para proceder a un corte se leerán mediante la PDA tres códigos de barras: el de la tarjeta de corte, la identificación del solicitante (codificada en una tarjeta personal) y uno



Fig. 4: PDA usada durante los procesos de corte y reposición

adicional consignado en el dispositivo físico de corte que lo identifica de forma unívoca.

Si se usan tarjetas impresas, toda la información debe ser consistente con el corte y estar conforme a la información recibida desde la base de datos, asegurándose de esta manera de que se está utilizando la tarjeta adecuada, que quien

solicitó el corte está presente en el momento de realizarlo y que, además, el punto sobre el que se actúa es el indicado. Si, por el contrario, se usan tarjetas pre-impresas, se utilizarán estas lecturas para asociar la tarjeta utilizada a un corte previamente validado para el solicitante en el punto de corte leído.

En caso de que el corte presente dependencias con otros previos aún no realizados, la PDA indicará ordenadamente la ubicación de los cortes que es necesario acometer para poder realizar el corte en curso (además de la referencia de las tarjetas correspondientes si se trabaja con tarjetas impresas).

Si todo es correcto, la PDA autorizará el corte y el operario de corte procederá a su realización (accionando el interruptor, válvula, etc., correspondiente), colocando finalmente el cuerpo correspondiente de la tarjeta en una zona visible anexa al punto de corte y entregando el otro cuerpo al solicitante.

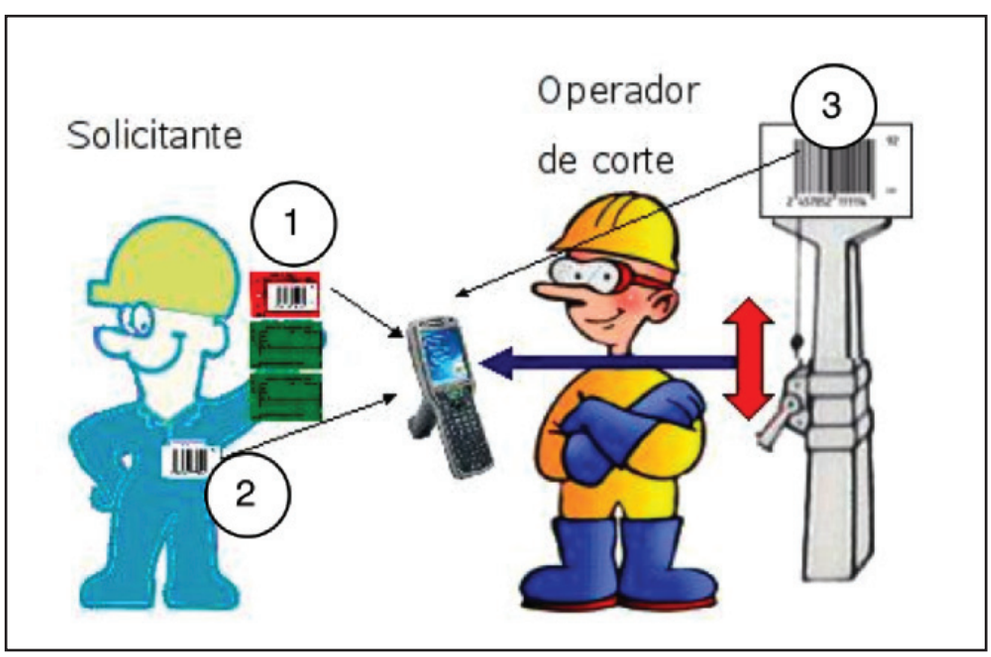


Fig.5 : esquema del proceso de corte

Se usa la PDA para comprobar que la tarjeta de corte (1) se corresponde con un corte realizado por el solicitante (2) para el punto (3). Si todo es correcto, y además todas las dependencias previas han sido satisfechas, se procede al corte.

3.4. REPOSICIÓN DE LOS CORTES

Una vez finalizados los trabajos que dieron lugar a los cortes realizados, el solicitante notificará a la aplicación informática la petición de reposición de energía. A partir de ese momento, el operario de corte procederá, de nuevo acompañado por el solicitante, a la retirada de la tarjeta del punto de corte, para lo cual también se hará uso de la PDA para asegurar que se retira la tarjeta adecuada del punto correcto (mediante la lectura del código de barras de la tarjeta y del resguardo aportado por el solicitante), que el solicitante es el adecuado y que se respeta el orden de dependencias preestablecido (en caso de que existan) en las reposiciones.

Tras la retirada de una tarjeta en un punto de corte, la PDA indicará si se puede reponer o no el suministro de energía en función de la existencia de otros cortes activos para el mismo punto. Si bien esto podría comprobarse mediante una simple inspección visual, verificando que no hay otras tarjetas señalizadoras asociadas al mismo punto de corte, la PDA actúa como sistema complementario para reducir los riesgos potenciales de extravío o retirada incorrecta de tarjetas señalizadoras.

4. VISUALIZACIÓN DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN

Toda la información generada durante los procesos de corte y reposición es almacenada en un servidor central conectado a Internet, quedando disponible para su consulta y explotación por parte de los diferentes agentes. La información más relevante se refiere al estado actual de la instalación, estadísticas de duración de determinadas operaciones de mantenimiento o reparación, personal involucrado en cada procedimiento o seguimiento de acontecimientos para investigación de un accidente o un retraso notable en una operación.

Asimismo es posible analizar en tiempo real el estado de la instalación, examinando los cortes activos y consultando sus características particulares. En la Fig. 6 se muestra una

Tras la retirada de una tarjeta en un punto de corte, la PDA indicará si se puede reponer o no el suministro de energía en función de la existencia de otros cortes activos para el mismo punto

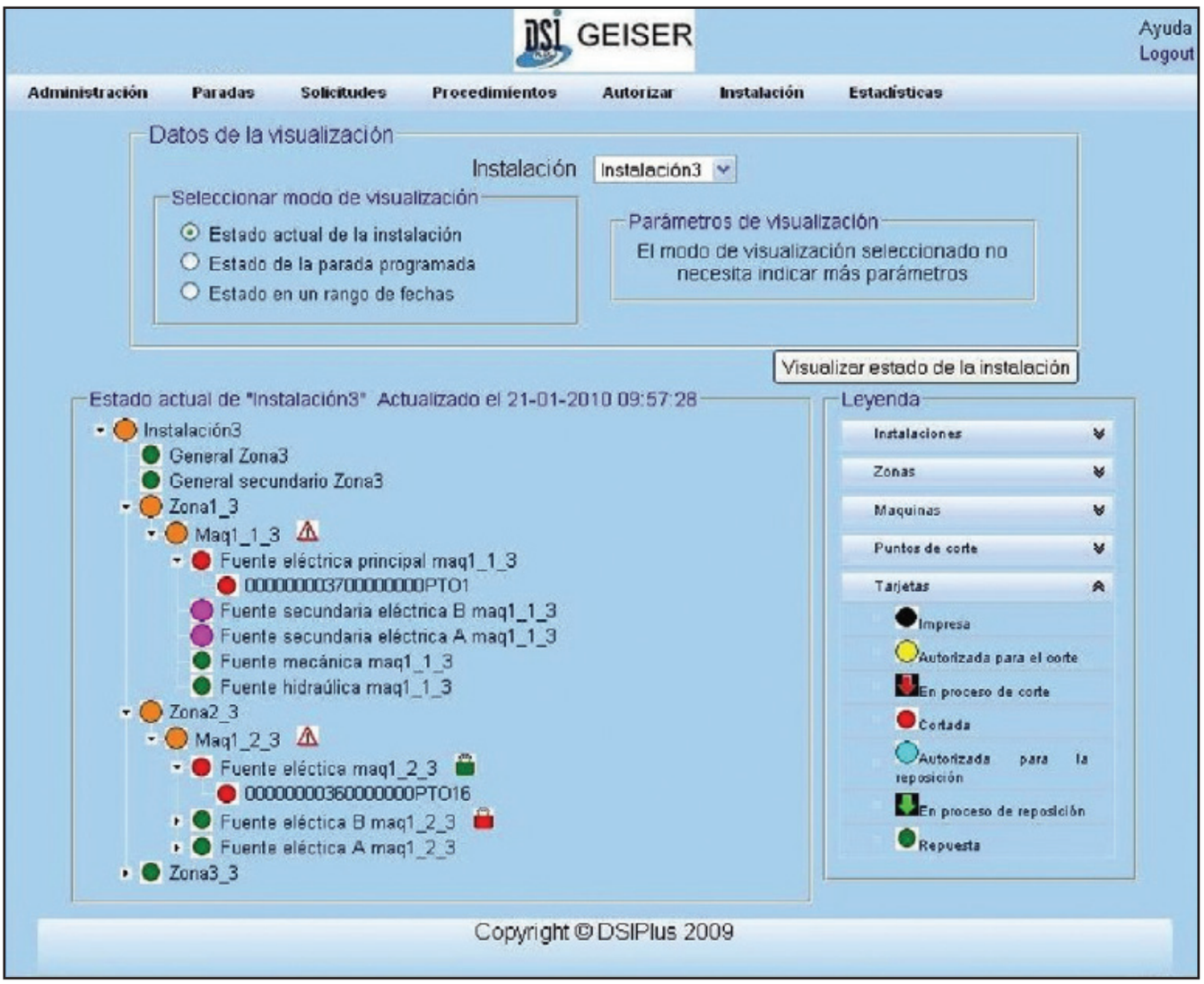


Fig. 6: Estado de la instalación.

pantalla del sistema con el estado de los puntos de corte para una instalación de ejemplo.

El diagrama en árbol permite visualizar las dependencias. Utilizando una gama de colores e iconos es posible consultar rápidamente la información determinando el estado general de la instalación. Si se desea, se puede pinchar sobre cada uno de los elementos para obtener una información más detallada.

4.1. BENEFICIOS

El sistema descrito presenta algunos beneficios de carácter económico y beneficios notables en la seguridad de personas y equipos.

En el plano económico, el principal beneficio deriva fundamentalmente de la posibilidad de planificar preliminarmente los cortes a acometer en una parada a través del entorno Web distribuido. Las solicitudes las realiza cada equipo de mantenimiento indicando la fecha y hora estimada de comienzo de los trabajos, de forma que se facilita la planificación de las tareas para los solicitantes. No obstante, el sistema está abierto a la verificación y posible reasignación temporal del corte por parte del responsable de planta. Este, además, puede marcar en cualquier momento determinadas máquinas como bloqueadas en determinados periodos temporales, lo que indicará a los solicitantes que no podrán realizar operaciones sobre ellas, previniéndolos de realizar solicitudes de corte y evitando así un trabajo improductivo, ya que resultaría en una denegación posterior de la autorización. Finalmente, los solicitantes pueden comprobar toda la planificación de cortes, propia o ajena, pudiendo, de esta manera, buscar posibles agrupaciones naturales de sus trabajos con otras tareas que minimicen el impacto sobre la producción.

Esta utilidad de solicitud de carácter distribuido se muestra especialmente válida y presenta un impacto importante en la

planificación de las paradas en entornos en los que se ven implicados un número significativo de personas y equipos de trabajo, facilitando el flujo de información entre los diferentes actores.

Además, la disponibilidad de la información referente a los corte en tiempo real desde cualquier punto (mediante las PDA o terminales de consulta de la base de datos central) permite evitar retrasos debidos a fallos de comunicación verbal entre los agentes que intervienen en el proceso, ausencia de uno de ellos en un momento determinado, carencia de algún trámite o permiso, etc.

Finalmente, el seguimiento de las estadísticas e incidencias permite a los responsables de la planta analizar la ejecución global de los trabajos en la parada para decidir modificaciones operativas de una manera objetiva, pudiendo mejorar notablemente los tiempos a la vez que la seguridad.

Por otra parte, el sistema GEISER mejora la seguridad de personas y equipos en los procedimientos de mantenimiento, gracias a que:

- Proporciona una visión global de la planta a todos los actores involucrados en las tareas de mantenimiento respecto a los cortes necesarios para actuar sobre cada máquina, los cuales también incluyen aquellos que se han de realizar en máquinas adyacentes o dependientes. De esta manera se reduce la influencia del factor humano en cuanto a olvidos o cortes inapropiados. Esta característica es especialmente relevante en grandes instalaciones con equipos de mantenimiento amplios que supongan una rotación de personal elevada.
- La información de los procesos de corte activos se encuentra concentrada y es accesible por todos los agentes, y no depende de la comunicación verbal, papeles que pueden perderse o la memoria de algunos de ellos. Esto es especialmente relevante en situaciones como cambios de turno, en los que los nuevos intervinientes toman control de la situación rápidamente y de forma segura.
- El sistema no autoriza actuaciones incorrectas o que puedan comprometer la seguridad de las personas o equipos, ya que comprueba de forma objetiva que se cumple el protocolo preestablecido, verificando en todo caso que el solicitante está presente durante el corte y que este se realiza mediante el dispositivo (interruptor, válvula, etc.) adecuado.
- Las posibles modificaciones del procedimiento de corte (por fallos detectados, mejoras en seguridad o tiempos, cambios en maquinaria, nuevas dependencias entre máquinas, etc.) se configuran en la aplicación informática y pasan a ser inmediatamente seguidas por todos los agentes, por lo que no quedan a expensas de la memoria de los mismos (circulares informativas).

5. CONCLUSIONES

Con el sistema propuesto se mejora el seguimiento en las tareas de mantenimiento, detectando situaciones que podrían generar condiciones peligrosas para las personas y equipos. La seguridad debe ser prioritaria en las empresas y esta herramienta colabora en esta sentido facilitando la tarea y mejorando el flujo de información entre los distintos actores que intervienen, aumentando a la vez su productividad y disminuyendo los tiempos de parada.

El sistema, gracias a su diseño y posibles formas de operación, no obliga a modificar sustancialmente la operativa diaria en la empresa, con lo cual no implica esfuerzos importantes de adaptación.

6. AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este sistema ha sido posible gracias a la subvención concedida por el organismo FICYT, colaborador del Gobierno del Principado de Asturias dentro del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación del Principado de Asturias 2006-2009 (PCTI), en la convocatoria de 2009 con la referencia IE07 - 235 – C1.

7. BIBLIOGRAFÍA

1] López-Rodríguez AM, Peteira-Otero I, Sánchez-Hórreo V et al. "Intelligent system to improve the power switch-on and switchoff procedures in industrial plants". Revue de Métallurgie. Nº 6 (June 2006) p.303-309.

2] España, Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, 10 de noviembre de 1995, núm. 269, p. 32590-32611.

3] España, Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Boletín Oficial del Estado, 21 de junio de 2001, núm. 148, p 21970-21977.

4] España, Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Boletín Oficial del Estado, 13 de diciembre de 2003, núm. 298, p. 44408-44415.