EL PROVEEDOR ORIGINAL DE SISTEMAS Y SERVICIOS COMO PIEZA CLAVE EN LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO FERROVIARIO

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

1. Prefacio:

Cada día más, el proveedor de sistemas, productos y servicios ferroviarios, dedica un mayor esfuerzo a la mejora del ciclo de vida y la sostenibilidad de los sistemas como gran elemento diferencial en el nuevo escenario global. Esto exige mejoras desde el mismo inicio del diseño, pasando por la fabricación y explotación, hasta el final del ciclo de vida, aplicando mejoras que reducen los costes del mantenimiento del producto y minimizando el impacto de éste sobre la naturaleza.
El grupo Knorr Bremse, líder mundial de sistemas de seguridad y confort ferroviario, pone en práctica día a día las mejoras necesarias para conseguir este objetivo de sostenibilidad y ahorro de costes.

2. Introducción:

En el sector ferroviario, y más en los equipos de seguridad, el mantenimiento, sea cual fuese su tipo en función del estado del arte en cada momento histórico (correctivo, preventivo, “on condition”, etc.) ha sido siempre un trabajo considerado fundamental de cara a asegurar la seguridad del pasaje y los equipos, tanto móviles como infraestructuras.

En estos momentos en que la seguridad se considera inherente a los sistemas de freno o puertas de acceso al vehículo, en que nadie se plantea duda alguna al respecto, el mantenimiento no sólo debe garantizar la seguridad como se ha indicado sino que debe garantizar que otros conceptos se desarrollen adecuadamente.

Los conceptos a garantizar serían los que habitualmente se resumen en los acrónimos **RAMS y LCC**, que todos conocemos y que resumen las distintas visiones de todas las partes involucradas en el transporte, especialmente en el ferroviario. Los vehículos deben ser fiables (**R**eliability) de forma que para el explotador signifique un menor número de intervenciones en correctivo y para el pasajero la seguridad de que una vez comenzado el viaje este tendrá lugar sin problema alguno llegando a destino a la hora prevista. Por otra parte el vehículo debe operar cuanto más mejor, de forma que necesite el menor tiempo posible para cualquier operación que no sea la prestación del servicio (**A**vailability) y además las operaciones de mantenimiento deben poder ser realizadas de la forma más sencilla posible y con el menor uso de recursos tanto humanos como materiales(**M**antenibility). Con respecto a la **S** de seguridad (**S**afety) no hay comentario alguno por lo ya indicado.

La cuantificación económica de todos estos aspectos incluidos los relativos a la adquisición y a la eliminación da lugar al consabido coste de ciclo de vida (**LCC** o life cycle cost)

En los momentos actuales en que la preservación del medio ambiente tiene una importancia fundamental y pese a que podría englobarse en los conceptos anteriores sería momento de añadir una segunda **S** al acrónimo, la correspondiente a la **S**ostenibilidad.
Dicho lo anterior, ¿Como puede un suministrador de equipo original colaborar en obtener los objetivos que el mercado y la sociedad actuales demandan?

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

En el caso del grupo Knorr Bremse está claro que como tecnólogos debemos ofrecer a nuestros clientes y usuarios finales, servicios de consultoría de mantenimiento a fin de definir el mejor método y los plazos o condiciones para su realización más adecuados a cada explotación. Como por ejemplo participando en foros de RCM, ofreciendo servicios de mantenimiento tanto correctivo como preventivo o de cualquier otro tipo tanto en centros de reparación propios, donde se dispone de todo el utillaje, herramental, conocimiento y potencia que el ser el tecnólogo aporta y a llevar a cabo tanto en factoría (Off Train) como sobre el propio vehículo (On Train). Y como consecuencia directa de ello proponer mejoras sobre los equipos en explotación para adecuarlos al estado de la técnica en cada momento.

Estas propuestas de mejora o necesidades que tanto el cliente como la sociedad demandan han de llevarnos a desarrollar soluciones que den cobertura a estas necesidades.

A continuación pasaremos a detallar las vías de colaboración en la mejora y reducción de los trabajos relativos al mantenimiento de los equipos de su suministro.

3. Vías de colaboración del grupo Knorr Bremse para mejorar los trabajos de mantenimiento sobre los vehículos que montan sus equipos:

Las vías para conseguir reducir, o al menos facilitar, los trabajos relativos al mantenimiento sobre los equipos del grupo Knorr Bremse se basan en diferentes principios y desde diferentes ámbitos de aplicación.

3.1. Mejora intrínseca del producto:

Este primer ámbito sería exclusivamente interno mediante la mejora permanente de los equipos y aparatos suministrados empleando materiales y tecnologías en el último estado del arte, pero esto no sería suficiente si no se atiende tanto a las necesidades que la sociedad actual demanda como a las que es previsible demande en un futuro próximo.

3.2. Diseño de nuevos equipos y aparatos:

Diseño de nuevos aparatos y equipos que tengan en cuenta las necesidades actuales y futuras del cliente y la sociedad. En este sentido, pueden ser ejemplos los compresores alternativos libres de aceite o los equipos modulares de HVAC actualmente en desarrollo por parte de Merak, siguiendo los conceptos que ya se venían aplicando en los equipos de frenos sobre modularización en paneles primero y en módulos completos que se suministran en la actualidad, de forma que se simplifica tanto su montaje inicial como las tareas de mantenimiento periódico después, permitiendo a su vez que el mantenedor modularice los trabajos de mantenimiento del vehículo.

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

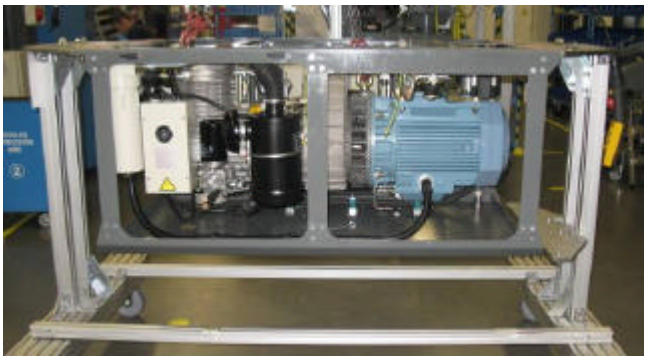


Fig.1.a.- Módulo producción de aire (frontal)

Fig.1.b.- Módulo producción de aire (trasera)

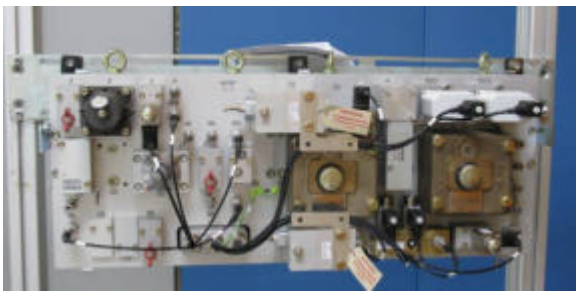


Fig. 2.- Panel de mando de freno

3.3. Colaboración directa con el Cliente:

Mediante consultoría y centros de reparación según lo ya comentado o mediante la aportación de soluciones que reduzcan drásticamente los esfuerzos y recursos necesarios por parte del mantenedor para realizar los trabajos que tiene encomendados y en este caso se podrían citar diversos casos como pueda ser la consultoría propiamente dicha definiendo un periodo y proceso de revisión general en el que incluir nuevas funcionalidades o mejorando las iniciales, como puede ser el estudio realizado para las UT S/2000 Convencionales de Metro de Madrid o también es estudio realizado para mejorar el funcionamiento del Tranvía de Oslo, o la puesta a disposición del cliente de los discos de freno partidos que eliminan drásticamente los recursos a emplear en la sustitución de discos sin vida útil remanente.
Otro ejemplo de colaboración puede ser el desarrollo ante las demandas del cliente, por las condiciones de explotación de un determinado vehículo, de un nuevo dispositivo que satisfaga las funciones y requerimientos demandados, en este caso se podría citar la válvula de rebose para la eliminación de sobrecargas de frenos en vagones.

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

3.4. Creación de herramientas específicas de ayuda al mantenimiento:

En la actualidad casi todos los sistemas de gestión de señales de control y mando, se realizan mediante redes de comunicaciones y sistemas programados en los que se emplean profusamente sensores que indican el estado de las diversas magnitudes que es necesario controlar en un sistema complejo.
En los vehículos ferroviarios de última generación, es posible generar herramientas SW que permitan no solo informar al operador del vehículo sino también al personal de mantenimiento de las anomalías observadas durante la explotación. También permite manejar el estado de las señales para comprobar la funcionalidad de los sistemas como posibles causas del fallo, repercusiones en la operación del vehículo, determinar su nivel de criticidad o dar información adicional sobre las medidas a llevar a cabo por el mantenedor para comprobar el estado del sistema o del reparador para solucionar el problema definiendo la LRU a emplear y las comprobaciones a realizar posteriormente.

En este sentido se pueden considerar los SW de ayuda al mantenimiento de los que tanto Merak, como Frenos o IFE disponen.

4. Ejemplos recientes de colaboración del grupo Knorr Bremse para mejorar los trabajos de mantenimiento:

Si bien en el punto anterior se han indicado las vías de posible colaboración a continuación se detallan estas soluciones y cual ha sido el objetivo esencial de estos desarrollos.

4.1. Mejora intrínseca del producto:

4.1.1. Compresor alternativo libre de aceite (“oil free”)

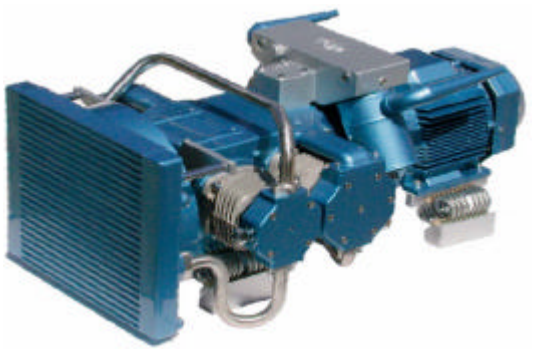


Fig. 1.- compresor rotativo libre de aceite

La Sociedad actual demanda equipos de bajo mantenimiento, fiables, que contribuyan a la sostenibilidad, y este puede ser el caso de los compresores libres de aceite.

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

Los compresores libres de aceite del grupo Knorr Bremse se han basado en:

- Emplear un sistema basado en técnicas precedentes, compresores alternativos de dos etapas, altamente experimentados y bien conocidos en el sector ferroviario
- Modularizar sus componentes, de forma que dentro no sea preciso desmontar el conjunto completo para resolver potenciales fallos de elementos simples (cilindros de compresión independientes) de forma que se reduce el tiempo de actuación y el material necesario en la resolución de averías.
- Las diferentes gamas se obtienen mediante el uso de piezas estándares (el cilindro de alta para un determinado caudal es el cilindro de baja del de mayor caudal siguiente en la gama), lo que permite minimizar el número de piezas de repuesto en almacén.

Además introduce las siguientes mejoras:

- Elimina el uso de aceite y por tanto posibles emisiones a la atmósfera y el tratamiento posterior de sus residuos.
- Dado su menor rozamiento interno y peso se reduce la potencia necesaria para conseguir un mismo caudal y presión de aire y por tanto reduce el consumo energético necesario
- Simplifica el sistema de producción y tratamiento de aire ya que no requiere de filtros o decantadores para la eliminación del aceite del sistema de aire comprimido.
- Mejora la fiabilidad del resto del sistema neumático al eliminar el aceite del aire comprimido y ser los hidrocarburos uno de los factores que influyen en la vida de los elastómeros.
- Reduce el número de intervenciones sobre el propio compresor al no ser necesaria la comprobación del nivel de aceite y por tanto ni su relleno ni su sustitución.
- No hay necesidad de colectores de condensado (no hay descarga de condensado contaminado).

Sin aceite

Con aceite

Fig.2.- Condensados del compresor

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

En la siguiente tabla se detallan las actividades de Mantenimiento Preventivo en los tres tipos de compresores (rotativo, alternativo con aceite y alternativo sin aceite)

Mantenimiento preventivo	Tiempo	Rotativo	Alternativo con aceite	Alternativo oil free
Control de nivel de aceite	mensual	X	X	
Limpieza de refrigerador	anual	X	X	X
Cambio de elementos de filtro de aire		X	X	X
Prueba de válvula de seguridad		X		
Mantenimiento filtro de tubería de retorno de aceite	Cada 2 años	X		
Prueba de termostato	Cada 2 años	X		
Cambio de cartucho filtrante de aceite / aceite	Cada 2 años	X	X	
Ejecución de ensayo	Cada 4 años	X		
Comprobación soportes elásticos	Cada 4 años	X	X	X
Comprobación separador de aceite	Cada 4 años	X		
Revision	Cada 8 años	X	X	X
Revisión de motor	Cada 8 años	X	X	X
Comprobación/drenado condensado	Bisemanal	X		
Comprobación visual unidad colectora de condensado	Semestral	X		
Revisión unidad colectora de condensado	Cada 8 años	X		
Purgado/drenaje de aceite del filtro de partículas finas	Trimestral	X		
Sustitución de cartucho filtrante	Cada 2 años	X		

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

En la siguiente tabla se da una comparativa de los costes de mantenimiento durante el servicio para un mismo proyecto de metro. en base a costes año 2007.

		Rotativo	Alternativo con aceite	Alternativo sin aceite
Mantenimiento preventivo	**Durante ciclo de vida de 30 años**	37.700 €	25.900 €	23.700 €
Mantenimiento correctivo		9.100 €	3.900 €	3.500 €
Total		46.800 € 100 %	29.800 € aprox. 65 %	27.200 € aprox. 60 %

Nota:
Costes de mantenimiento son ejemplos y la base de la proporción entre los tres tipos de compresores sin considerar otros elementos del sistema de producción de aire que se pudieran requerir y que conllevarían a su vez un mantenimiento adicional.

Costes de Ciclo de Vida (LCC) expectativos para el compresor sin aceite hasta un 40% mejor que con los compresores rotativos (CON revisiones y mantenimiento correctivo)

Importantes influencias**:**

- Control de nivel de aceite no necesario
- Colector de condenado y filtro de partículas finas sólo requeridos para el compresor rotativo

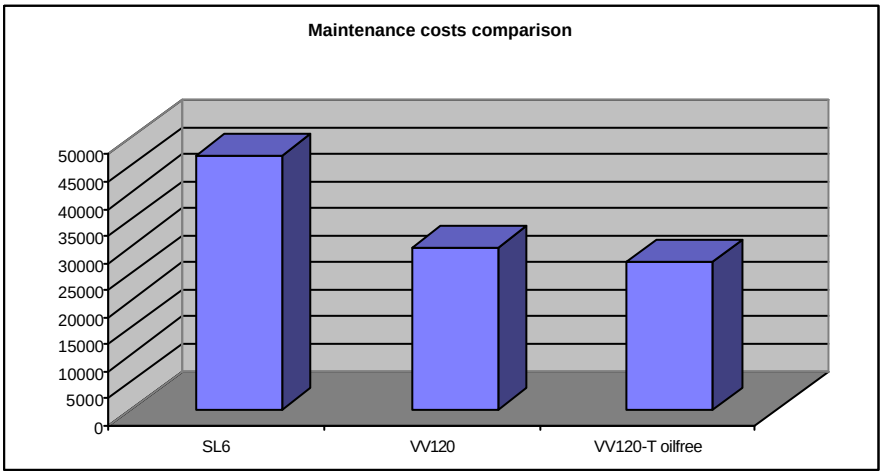


Fig.3.- comparación de costes de mantenimiento

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

4.1.2. Nuevo concepto modular para HVAC MERAK

El concepto de modularizar equipos de freno ya es algo universalmente extendido a través de paneles que integran todo un sistema de freno por ejemplo, o mediante módulos que integran todo un sistema o subsistema neumático, es decir además del panel pueden incorporar depósitos, sistemas auxiliares, bastidor y soportaría, etc.

Este concepto se está extendiendo en la actualidad a equipos tales como los equipos de HVAC para el ferrocarril, donde hasta el momento la necesidad de adecuar estos equipos al vehículo hacían esta labor altamente compleja.

Con el fin de facilitar todas las tareas de mantenimiento, aparte de otros beneficios en la parte de diseño y fabricación, Merak esta desarrollando un nuevo sistema modular que permite la estandarización de repuestos y fácil mantenibilidad.

Esta nueva forma constructiva permite realizar las operaciones de mantenimiento mucho más rápidamente.

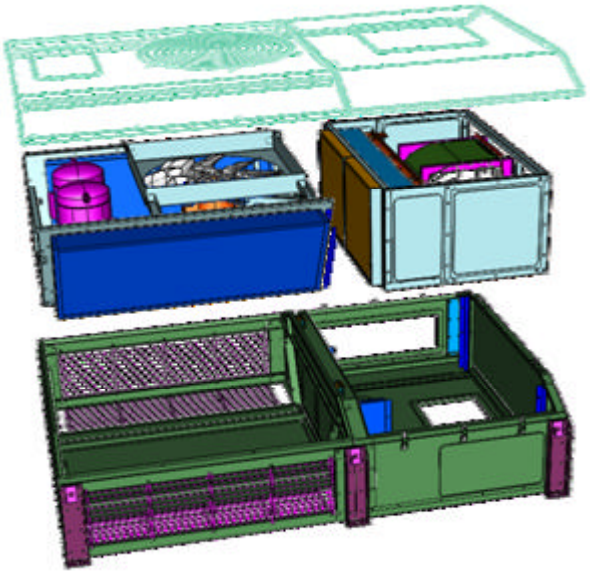


Fig.1.- Equipo de HVAC modular

Todos los módulos del equipo serán LRU (last replaceable units) plug-in y permitirán reducir los tiempos de mantenimiento tanto en correctivo como preventivo.
Además de esta forma la reparación y mantenimiento de los equipos off-train se realiza de una forma muy sencilla, ya que cada modulo introduce de nuevo la modularización en su concepción.

Otra ventaja de este sistema es que cada modulo se puede utilizar en muchos sistemas diferentes y por tanto se reduce la cantidad de piezas de repuesto por operador necesarias para realizar todas las tareas de mantenimiento.

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

4.2. Colaboración directa con el Cliente:

4.2.1. Consultoría de Mantenimiento de Merak para Sistemas de Aire Acondicionado

El grupo Knorr Bremse como fabricante original de los sistemas que se montan en muchos vehículos ferroviarios puede ofrecer al cliente final sus servicios de consultoría para mejorar el mantenimiento de los equipos.
En los últimos tiempos, y pensando que se podían ahorrar costes de mantenimiento, ha habido una tendencia en la industria de alargar los periodos de mantenimiento programados, podríamos decir "*mas correctivo frente a menos preventivo*".
Al final con nuestra experiencia en muchos proyectos esta política se ha demostrado contraproducente y ha tenido como resultado un encarecimiento del mantenimiento, una perdida de fiabilidad y prestaciones de los equipos, llegando en algunos casos a hacer estos irreparables.

Teniendo en cuenta lo anterior, Knorr Bremse ofrece siempre a sus clientes los proyectos y ejecución de todos los ciclos de mantenimiento, ofreciendo el diseño de los materiales necesarios para la "gran reparación" en un kit, y aprovechando el desmonte de los equipos para introducir mejoras que incrementen la fiabilidad y mantenibilidad de los sistemas, disminuyendo de paso los costes de mantenimiento. Un ejemplo es el HVAC del Tranvía de Oslo que lleva funcionando en esta ciudad desde el año 1998.

Tras petición del cliente, Merak hizo un estudio de la gran reparación y mejoras necesarias para dejar el equipo en un estado que lo podemos denominar "Km. 0", aumentar la fiabilidad y reducir los costes de mantenimiento.

Una de las mejoras consistió en cambiar el sistema de filtrado de tal forma que el periodo de cambio de los filtros pasaba de 20 a 30 días, reduciendo el coste del mantenimiento global un 20%, al ser esta tarea preventiva una de las que mas influyen en el coste final del mantenimiento. Además con otras mejoras introducidas en el área condensadora se gano un 35% en potencia instalada.

Fig. 1.-Estado de los equipos antes y después de la Gran Reparación y Mejoras.

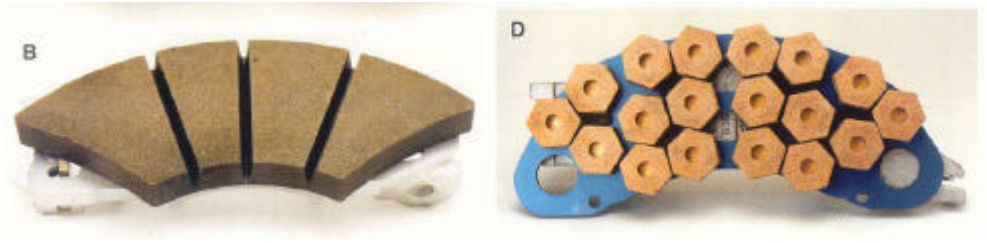
Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

4.2.2. Discos partidos

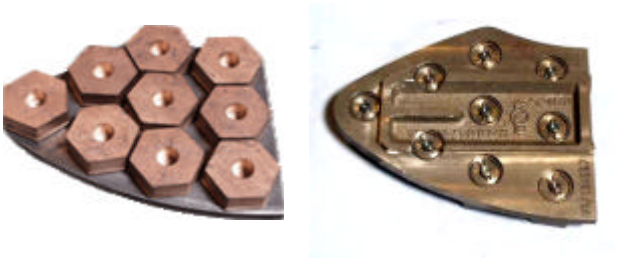
Otras veces la mejora sólo puede ser modificando los trabajos necesarios a llevar a cabo por parte del mantenedor cuando se trata de un mantenimiento “on condition” como puede ser el caso de elementos de desgaste tales como los discos de freno.

Aunque desde el diseño del Sistema de freno se tenga en cuenta la fijación del aro de fricción (parte sometida a desgaste) al cubo (interfase mecánico con el eje) para mayor facilidad de montaje, o se empleen guarniciones (elementos de fricción) especialmente diseñadas para maximizar la vida del disco, (guarniciones KRS, Flexpad e ISOBAR en el caso del Grupo Knorr- Bremse), en ocasiones puede ser necesario sustituir los discos antes de la vida útil estimada, bien por consumos anormales o bien por lo difícil de su sustitución fuera de una revisión general del vehículo cuando lo más conveniente sería aprovecharlos hasta agotar su vida útil.

Guarniciones de freno:



Tipo KRS **Tipo ISOBAR**



Tipo FLEXPAD

Fig. 1.- Tipos de guarniciones

La solución para estos casos es diseñar unos discos que permitan sin merma alguna en sus características mecánicas o funcionales de los discos originales su sustitución de una forma más rápida y sencilla. Normalmente desmontar un aro de fricción es un trabajo pesado y laborioso que conlleva desmontar el bogie del vehículo, desmontar el eje del bogie que en función de que sea un eje motor o un eje remolque puede ser más o menos complejo y finalmente decalar las ruedas del eje. El proceso de montaje sería el inverso.

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

La solución en este caso pasa por emplear aros de fricción partidos; es decir, que están constituidos por dos semiaros que uno por cada lado del eje se montan sobre el cubo donde se fijan posteriormente tras haber asegurado las dos mitades entre sí. Esta solución permite reutilizar el cubo no siendo necesario su decalado y evita el empleo de grandes grúas y prensas de calado y decalado al poder ser realizadas estas operaciones de sustitución sobre el propio vehículo siempre y cuando se disponga de foso.

Esta misma solución está disponible para discos de rueda donde, pese a ir fijados los aros al velo de la rueda, se tiene análogo problema para extraer el aro interior.

Discos de freno:

Fig. 2.- Discos de freno para montaje en el eje enterizo (izquierda) y partido (derecha)

Fig. 3.- Discos de freno para montaje en rueda enterizo (izquierda) y partido (derecha)

4.2.3. Válvula de eliminación de sobrecargas

En otros casos se producen situaciones indeseadas e indeseables durante la explotación, que conllevan a daños directos sobre el material rodante provocando las acciones de mantenimiento correctivo necesarias, pero produciendo unos daños a terceros como puedan ser paralizaciones de líneas o de, aún, un mayor coste tanto económico como social como puedan ser incendios forestales. Daños estos últimos que si bien no provocan un coste directo en el mantenimiento si conllevan unos gastos importantes en el coste de explotación.

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

En este caso el suministrador de equipo original debe ser capaz de atender las demandas del explotador y aceptar el reto planteado de forma que se introduzcan en el sistema actualmente en explotación las mejoras necesarias, y llegado el caso, desarrollar una nueva solución. Éste es el caso del nuevo desarrollo llevado a cabo por Frenos: Una válvula de rebose para la eliminación de sobrecargas de freno en vagones.

En este caso Frenos a requerimiento del Cliente final examinó el problema y presentó posibles alternativas existentes en el mercado. Dado que desde el punto de vista del cliente final estas alternativas no satisfacían sus necesidades, se acepta el reto de desarrollar una nueva válvula capaz de dar solución a estas necesidades planteadas y que además se integre en el equipo actualmente existente sin que conlleve, prácticamente, operaciones adicionales a las ya establecidas por parte del personal de mantenimiento.

Está claro que un desarrollo de este estilo necesita de una estrecha colaboración entre el cliente final y el desarrollador tanto para la definición del problema como para su posterior ensayo en explotación antes de su industrialización y que sin esta estrecha colaboración no es posible concluir desarrollo alguno.

Fig.1.- Válvula eliminación de sobrecargas

Fig.2.- Válvula montada sobre distribuidor KE

Los beneficios potenciales, tangibles e intangibles, de disponer de este dispositivo serían los siguientes:

- <u>Reducir los costes por enfrenamientos</u>.
  - Enfrenamiento sin daños materiales: Caso menos gravoso pero con retraso en la explotación (tiempo medio estimado 15 minutos).
  - Enfrenamiento con daños materiales Además del retraso se tendría un gasto adicional por reparación y mantenimiento de unos 2700 euros.
  - Media enfrenamientos/año: aprox. 350 al año sobre un parque de 10.000 vagones

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

- Costes por inmovilizados

  Tiempo medio de inmovilizado de un vagón afectado: 7 días, con unos lucros cesantes variables en función del tipo de explotación del vagón.

- Penalizaciones por puntualidad:

  Variables según tipo de explotación, pero en todos casos daña la imagen del Operador

- Daños a terceros:

  Con los enfrenamientos se pueden producir incendios, el coste de los mismos puede ser económicamente muy significativo pero en términos de sostenibilidad impagables.

4.3. Herramientas SW

S. E de Frenos: ST03; IFE: DIAG y MERAK: Monitores de PC.

Hasta este momento se ha estado hablando de equipos de HW en definitiva, pero en el momento actual en el que casi todos los sistemas de gestión de señales de control y mando se realizan mediante redes de comunicaciones y sistemas programados, para controlar un sistema complejo como pueden ser los vehículos ferroviarios de última generación se hace necesario disponer de herramientas SW que permitan no solo informar al operador del vehículo mientras éste se encuentra en explotación, sino también al personal de mantenimiento de las anomalías observadas durante ésta.

La multitud de señales manejadas, el tipo de estas, algunas magnitudes físicas, presión, tensión, corriente, otras cadenas de bytes con muy diversos estándares según cada aplicación concreta hace que el control manual de estas señales o su modificación sea difícil cuando no imposible. El suministrador del equipo original puede generar, en paralelo a la generación del SW del proyecto, la herramienta SW de ayuda al mantenimiento necesaria.

Ejemplos de estas herramientas son los SW de mantenimiento que el grupo Knorr Bremse pone a disposición de sus clientes.

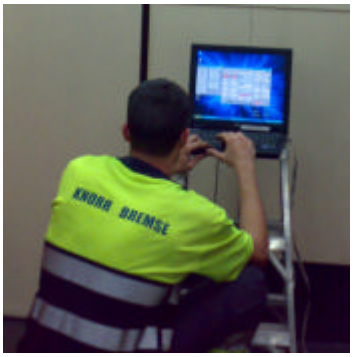


Fig. 1.-Operario trabajando con la herramienta de mantenimiento

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

Los distintos SW de ayuda al mantenimiento del grupo KB tienen en común una serie importante de condicionantes acerca tanto HW del como del SW y que se pueden cifrar en lo siguiente:

Requisitos de hardware y sistema operativo: Ordenador portátil y entorno Windows además del equipamiento adicional correspondiente, como por ejemplo cable de conexión cruzado para módem con conectores.

Todas las herramientas SW se utilizan para cargar nuevas versiones del SW de aplicación del proyecto y permiten visualizar y simultáneamente registrar información de los equipos y sus señales en tiempo real, ya sea durante el funcionamiento normal del sistema o forzando las señales para realizar un análisis detallado de su funcionamiento determinando así posibles causas de fallo.

La información que se obtiene del sistema se puede incluir en una base de datos para cada proyecto, algo que resulta muy útil si se desea enviar los datos para su posterior análisis, e incluso al propio tecnólogo, para analizarlos a fondo. También es posible hacer copias en papel de la información guardada o utilizando los datos en memoria para generar informes que se pueden guardar en archivos PDF para imprimirlos en color.

Otra de las ventajas de esta nueva herramienta es la posibilidad de utilizarla en diferentes idiomas.

Otro punto positivo es la flexibilidad de visualización. Los flujos de datos se pueden ver como gráficos, valores numéricos (enumeraciones o barras de estado) o valores lógicos (botones de opción), mientras que la información de diagnóstico puede aparecer en forma de datos cuantitativos o históricos.

La posibilidad de obtener datos de magnitudes físicas propias del sistema a través de sus sensores internos y presentarlos en el propio PC a través del SW de ayuda al mantenimiento hace innecesario, en muchos casos, el montar elementos externos de medida tales como manómetros, termómetros, multímetros, etc.

Además permiten presentar al personal de mantenimiento información acerca de la funcionalidad de los sistemas como posibles causas del fallo, repercusiones en la operación del vehículo, determinar su nivel de criticidad o dar información adicional sobre las medidas a llevar a cabo por el mantenedor para comprobar el estado del sistema o del reparador para solucionar el problema llegando a definir la LRU (last replaceable unit) a emplear y las comprobaciones a realizar posteriormente para verificar que la reparación se ha realizado adecuadamente.

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

Fig. 2.- Ejemplo de pantallas IFE DIAG mostrando registro de variables

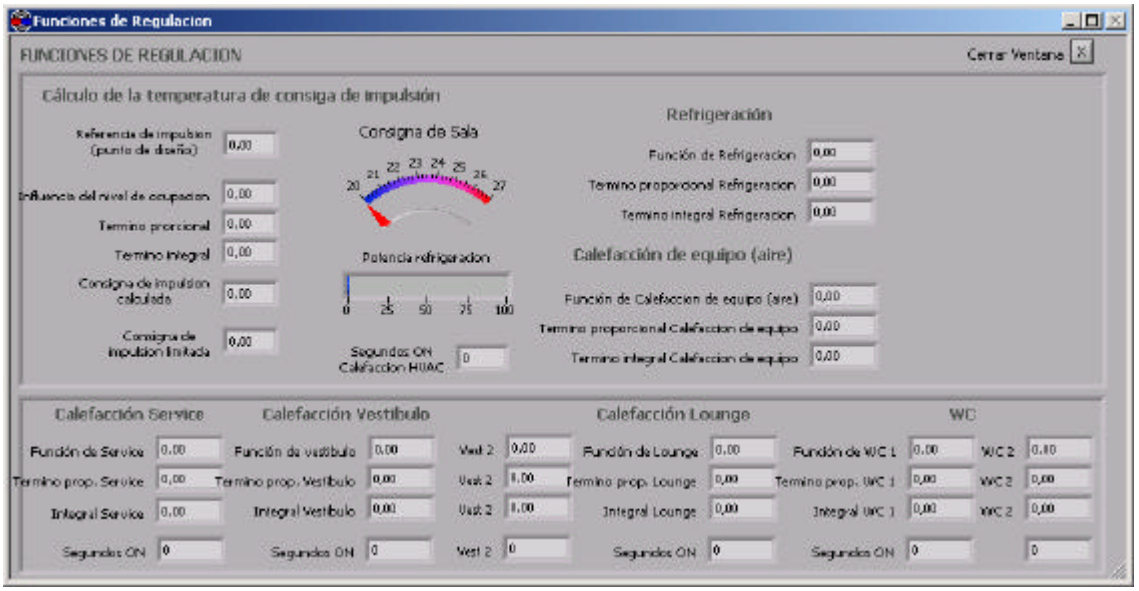


Fig. 3.- Ejemplo de pantalla de monitor de PC de MERAK mostrando el estado y posible regulación de señales.

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring

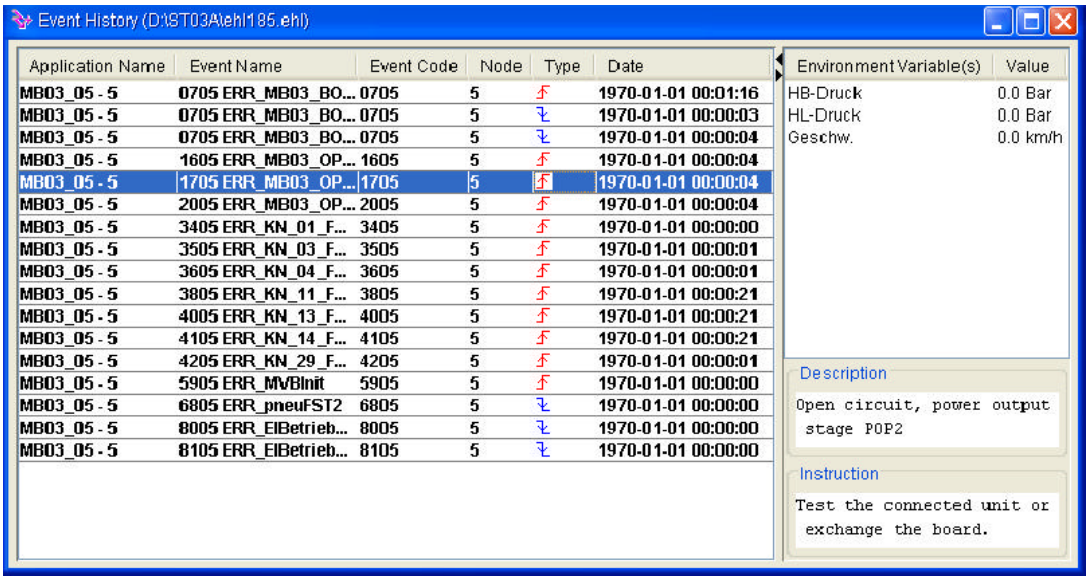


Fig. 4.- Ejemplo de pantalla S. E. DE FRENOS ST03 mostrando listado de eventos causa del fallo y sugerencias de operaciones de mantenimiento de cara a la resolución de incidencias.

Copyright 2006 © Knorr-Bremse AG. All rights reserved, including industrial property rights applications.
Knorr-Bremse AG retains any power of disposal, such as for copying and transferring