



mantenimientoelctrico.com
LA REVISTA TECNICA DIRIGIDA AL MANTENIMIENTO DE ACTIVOS FISICOS DE LAS INDUSTRIAS

El secreto de la transformación digital en mantenimiento

Por mantenimientoelctrico.com

El factor humano en el mantenimiento industrial (Parte 2)

Por Francisco Orzáez Sancho

Cómo la realidad aumentada transforma el mantenimiento de gabinetes

Por Linsey Zhou - E-capaz Blog

ie Ingeniería eléctrica s.a.
MATERIALES ELÉCTRICOS PARA LA INDUSTRIA

Dirección: Callao 99 bis (2000)
Rosario, Santa Fe
Teléfono: 0341 430-3095
WhatsApp: 0341-3028938
e-Mail: ventas@ing-electrica.com.ar
www.ing-electrica.com.ar

Siemens Approved Partner
Value Added Reseller

SIEMENS



LA LUMINARIA POLARIS LED 220 ES UNA LUMINARIA ESTANCA APTA PARA TUBO LED DE 20W, IDEAL PARA LA ILUMINACIÓN DE ZONAS HÚMEDAS.

CARACTERISTICAS

POTENCIA ELECTRICA 40W

TENSIÓN 220V

HERMETICIDAD IP65

DIMENSIONES 1.270MM. X 95MM. X 94MM.

APTO PARA 2 TUBOS LED DE 20W.



INDUSTRIA

ARGENTINA

POLARIS 220

ESTANCOS LED



SIRIUS & SENTRON

Productos y soluciones

Las familias *Sirius* & *Sentron* de **Siemens** le ofrecen productos y soluciones para la maniobra, protección, medición y monitoreo de motores eléctricos y distribución de energía eléctrica.

[siemens.com/sirius](https://www.siemens.com/sirius)

[/sentron](https://www.siemens.com/sentron)

SIEMENS

Editorial

Objetivos

Ser un nexo fundamental entre las empresas que, por sus características, son verdaderas fuentes de información y generadoras de nuevas tecnologías, con los profesionales del mantenimiento eléctrico de las industrias.

Promover la capacitación a nivel técnico sobre mantenimiento eléctrico, con el fin de generar profesionales aptos y capaces de lograr en cada una de sus labores, la calidad de producción y servicio que, hoy, de acuerdo a las normas, se requiere en el sector industrial.

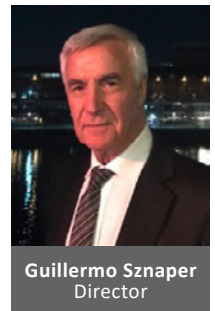
Ser un foro de encuentro y discusión de los profesionales del mantenimiento eléctrico, donde puedan debatir proyectos y experiencias que permitan mejorar su labor.

Generar conciencia de seguridad eléctrica y confiabilidad de los activos físicos en los profesionales del área, con el fin de proteger a éstos y a quienes los operan.

Colaboradores Técnicos:
Dr. David Almagor
Dr. Luis Amendola
Ing. Brau Clemenza
Ing. José Contreras Márquez
Ing. Carlos A. Galizia
Ing. Juan Carlos Bellanza
Francesco Ierullo
Herman Baets

La Cuarta Revolución Industrial y el factor humano

En esta edición, nuestro primer artículo está relacionado con la resistencia cultural al mantenimiento 4.0 y como derribar los mitos que impiden la aplicación de herramientas como softwares predictivos que calculan fallas con semanas de antelación, sensores que monitorean variables en tiempo real y algoritmos de IA listos para optimizar cada proceso. En este sentido, la Industria 4.0 es un reto que exige transformar los hábitos, los miedos y el orgullo de la vieja escuela industrial.



El segundo artículo, coincide con el anterior ya que trata sobre el factor humano, abriendo un debate que profundiza sobre aquellas cuestiones que más influyen en los trabajos de Mantenimiento Industrial, inmersos en un entorno diversificado y tecnificado, donde los cambios evolutivos sobre la tecnología y las revisiones de gestión sobre el Mantenimiento Industrial se generan e implementan cada vez a una mayor velocidad.

Por último, tratamos cómo la realidad aumentada transforma el mantenimiento de gabinetes en un proceso más seguro, inteligente y eficiente, tomando en cuenta que el servicio en campo hace que las soluciones rápidas sean más difíciles.

Esperando que estos artículos sean útiles y de interés para nuestros lectores, los invitamos a recorrer su lectura.

Para más artículos visite: <https://www.mantenimientoelectrico.com/>

Un saludo,
Guillermo Sznaper
Director



El secreto de la transformación digital en mantenimiento

Por mantenimientoelectrico.com

El 70% de las implementaciones tecnológicas en la industria fracasan por resistencia cultural. Aprende cómo derribar los mitos del taller y subir a tu equipo al barco del Mantenimiento 4.0.

Vivimos en una época dorada para la ingeniería de planta: softwares predictivos que calculan fallas con semanas de antelación, sensores que monitorean variables en tiempo real y algoritmos de Inteligencia Artificial listos para optimizar cada proceso. Sin embargo, en el día a día de la fábrica, el éxito de estas herramientas no depende de su código de programación ni de su costo en el mercado, sino de las manos que las operan. La tecnología sin adopción cultural es solo un gasto costoso. El verdadero desafío de la Industria 4.0 en mantenimiento no es técnico; es un reto profundamente humano que exige transformar los hábitos, los miedos y el orgullo de la vieja escuela industrial.

La resistencia en el taller: porque el técnico prefiere su libreta al software

Para entender la resistencia al cambio, un gerente debe ponerse en los zapatos de sus técnicos. Un mecánico experimentado que lleva dos décadas diagnosticando fallas por oído e intuición ve con recelo una nueva tablet o un sistema de gestión (CMMS). Para él, la tecnología no suele presentarse como una ayuda, sino como un mecanismo de control de sus tiempos o, peor aún, como una amenaza de reemplazo a su conocimiento empírico. Si el equipo siente que la digitalización es un sistema de vigilancia de la gerencia, boicotará la herramienta de forma pasiva: llenando reportes con datos falsos,

ignorando las alarmas o volviendo a la vieja libreta de apuntes en el bolsillo.

Cambiar el “chip”: de bomberos reactivos a analistas predictivos

El mantenimiento tradicional premia al “bombero”: aquel técnico que corre bajo presión, se ensucia las manos y levanta una línea de producción caída en tiempo récord. Existe una adicción cultural a la adrenalina de la falla reactiva. El Mantenimiento 4.0 exige un cambio radical de mentalidad: el héroe ya no es el que repara la máquina rota, sino el que analiza los datos para evitar que la máquina se rompa. Este cambio de paradigma requiere paciencia. Implica redefinir los incentivos y el reconocimiento interno, demostrando que el análisis silencioso frente a una pantalla de tendencias es tan valioso y crítico para el negocio como cambiar un motor a las tres de la mañana.

El plan de adopción: involucrar desde el diseño, no desde la imposición

El error más común de las gerencias es comprar una tecnología a puerta cerrada y presentarla en el taller como un hecho consumado mediante un manual de instrucciones. Para lograr una adopción real, el equipo técnico debe ser coautor del cambio:

Identificar campeones digitales: Detectar a los técnicos más curiosos o abiertos a la tecnología para entrenarlos primero. Ellos serán los encargados de evangelizar a sus compañeros en su propio idioma, sin tecnicismos gerenciales.

Diseño centrado en el usuario: Si se va a implementar un nuevo

software de órdenes de trabajo, hay que dejar que los técnicos prueben la interfaz y sugieran cambios para que la herramienta se adapte a su rutina real, y no al revés.

Capacitación sin frustración: El entrenamiento debe ser práctico, escalonado y enfocado en el beneficio personal del técnico (por ejemplo, cómo la herramienta le ahorrará papeleo o caminatas innecesarias al almacén).

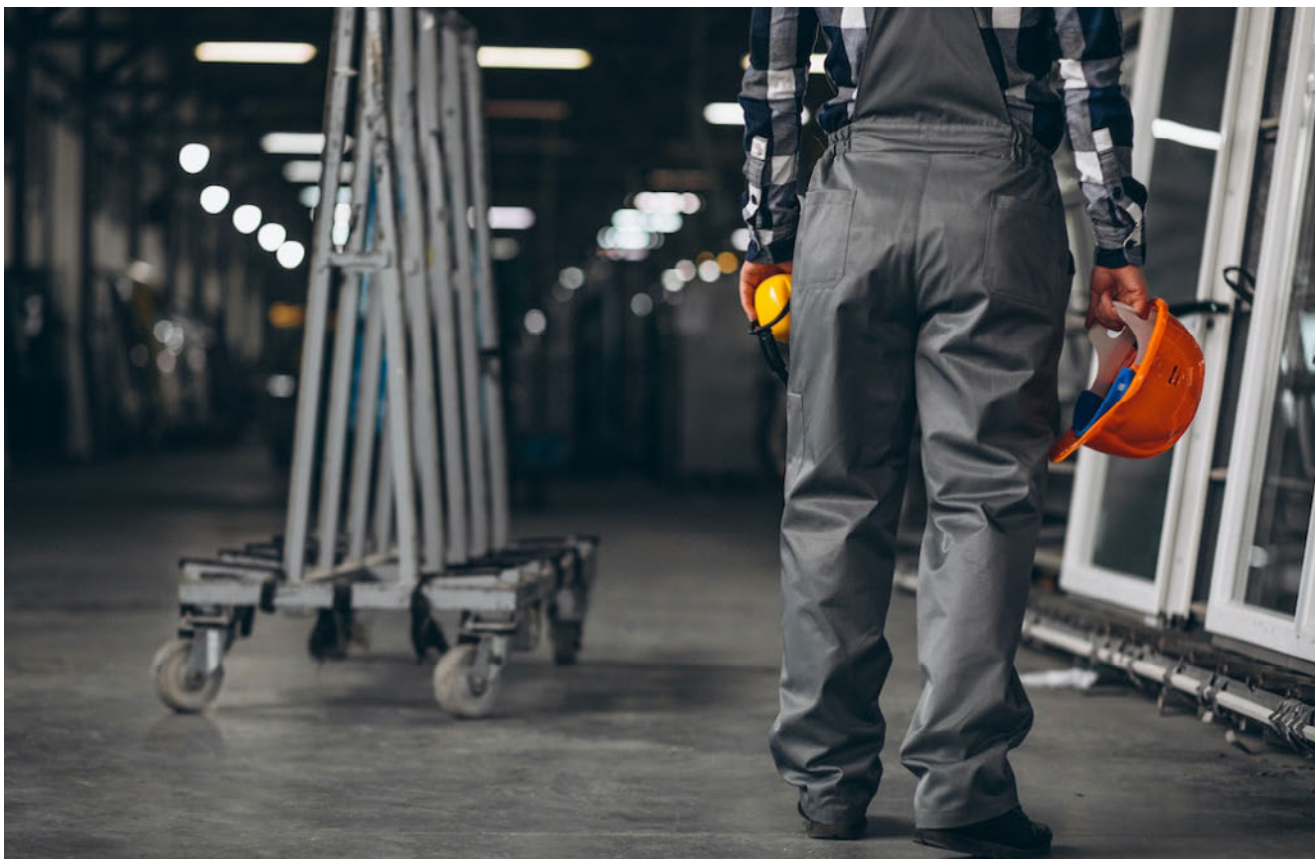
Celebrando “victorias tempranas”: el poder de los hechos

La cultura industrial se rige por resultados tangibles, no por discursos corporativos. La mejor manera de derribar el escepticismo de la vieja escuela es conseguir una “victoria temprana” (quick win) y cacarearla en todo el taller. Si un sensor inalámbrico detectó una anomalía sutil que el ojo humano no veía y evitó que un extractor enorme se destruyera a mitad de la noche, ese caso de éxito debe compartirse con

orgullo. Cuando el equipo nota que los datos salvaguardan sus horas de descanso, evitan tareas pesadas de emergencia y hacen que el trabajo sea más seguro, la resistencia se desvanece y la tecnología pasa de ser una imposición a convertirse en un aliado indispensable.

Las plantas del futuro no se construyen reemplazando a las personas, sino potenciando sus capacidades a través de las herramientas correctas. El software más avanzado del mundo es completamente inútil si nadie quiere abrirlo; en cambio, un equipo motivado, alineado y con una cultura de confiabilidad sólida puede hacer maravillas incluso con recursos limitados. La transformación digital empieza por las personas, o simplemente no empieza. ¿Está liderando el cambio desde la empatía y la colaboración, o solo desde las directrices de la oficina? El futuro de la fábrica se define en el piso de trabajo.





El factor humano en el mantenimiento industrial (Parte 2)

Por Francisco Orzáez Sancho

¿Quieres reducir los errores en los trabajos de mantenimiento? Este artículo abre un debate y profundiza sobre aquellos factores humanos que más influyen en los trabajos de Mantenimiento Industrial, a través de: The Dirty Dozen.

El análisis de la Fiabilidad Humana en el mantenimiento es un proceso vital para la seguridad. Aunque la experiencia reduce ciertos errores, los trabajadores siguen expuestos a la presión y carga mental. Metodologías preventivas como la “The Dirty Dozen”, del investigador aeronáutico Gordon Dupont, han revolucionado el sector. Este modelo identifica 12 condiciones psicológicas y laborales que propician fallos en los equipos de mantenimiento: Falta de comunicación (Lack of communication), Complacencia (Complacency), Falta de conocimiento (Lack of Knowledge), Distracción (Distraction), Falta

de trabajo en equipo (Lack of Teamwork), Fatiga (Fatigue), Falta de recursos (Lack of resources), Presión (Pressure), Falta de asertividad (Lack of assertiveness), Estrés (Stress), Falta de conciencia (Lack of awareness) y Normas (Norms).

Sigamos viendo con un poco de detenimiento a qué se refiere cada uno de estos factores (para los anteriores, ver parte 1 de este artículo):

Falta de asertividad (Lack of assertiveness)

Como ya se ha apuntado, la falta de asertividad provoca incapacidad para expresar los

intereses propios a otras personas, y tampoco permite aceptar los intereses de otro. Esto lo que crea es un deterioro en la comunicación del equipo. Los miembros del equipo que demuestren falta de asertividad se ven obligados a adoptar la decisión de la mayoría sin matizarla ni criticarla, aun cuando puedan pensar que lleve a una situación peligrosa. La asertividad es un estilo de comunicación y de comportamiento gracias al cual se pueden expresar libremente las opiniones, intereses, creencias y necesidades de una forma positiva. Hay técnicas desarrolladas para aprender y fomentar la asertividad, dirigidas a mantener la calma y el comportamiento racional, utilizando ejemplos concretos más que generalizaciones, y proporcionando y admitiendo el feedback. El equipo de Dupont considera que el trabajador promedio de una organización de Mantenimiento no es una persona especialmente asertiva, y lo cierto es que muchas veces no es un inconveniente porque en la mayoría de los casos el trabajo no requiere que lo sea. Sin embargo, puede llegar un momento en que algo no esté bien y la persona tenga que ser firme para asegurarse de que el problema no se pase por alto, negándose a comprometer los estándares.

Estrés (Stress)

El estrés es uno de los factores de error más conocidos y estudiados. Típicamente se distingue entre el estrés agudo y el crónico. El agudo aparece cuando en un momento puntual se nos presentan una demandas físicas y mentales que exceden a nuestros recursos, mientras que el estrés crónico se presenta de forma acumulativa a largo plazo, debido a las demandas

de la vida en general, que incluye no sólo el estrés laboral, sino aquel que se presenta debido a las relaciones familiares, a factores económicos, etc. El estrés produce cambios visibles en la personalidad, como cambios de humor, errores de juicio o de memoria y falta de concentración. En el ámbito fisiológico, puede provocar falta de sueño, problemas digestivos, fatiga, etc. Y en el largo plazo puede generar susceptibilidad a las infecciones, problemas cardiovasculares o depresión. Por eso es importante la acción preventiva, y detectar cuanto antes los síntomas. En el ejercicio del trabajo diario pueden ayudar a ello conductas como tratar de observar racionalmente los problemas determinando un curso de acción racional, tratar de tomar las decisiones en común con el resto del equipo, o solicitar a otros compañeros que supervisen el trabajo propio.

Falta de conciencia (Lack of awareness)

El hecho de trabajar sólo o de considerar únicamente las propias responsabilidades puede llevar a la denominada visión túnel, como una falta de conciencia de como nuestras acciones pueden afectar a otros. Esto puede venir provocado también por otros motivos, como la fatiga, el estrés, la presión o la distracción. Para evitarlo es importante tener bien clarificados en el trabajo en equipo los roles, las responsabilidades o los objetivos. Es importante concebirnos a nosotros mismos como parte de un equipo mayor, con unos objetivos comunes. Esto genera una visión profesional que involucra a los demás y que cuestiona siempre que pasaría en diversas situaciones, manteniendo

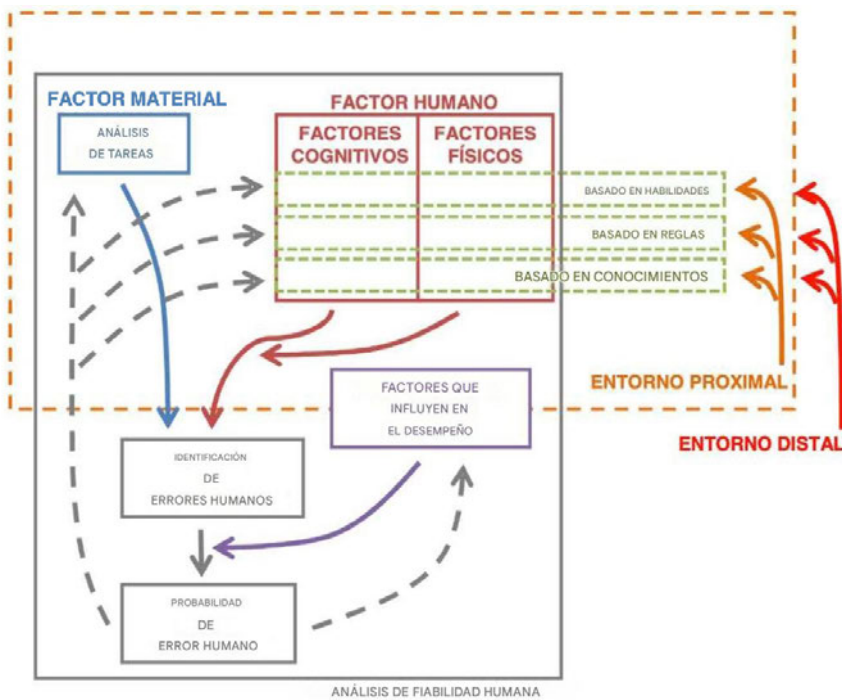
la vigilancia y estableciendo una comunicación en dos direcciones con el resto de la organización. Esto ocurre a menudo al personal de mantenimiento con mucha experiencia que no piensa en las posibles consecuencias del trabajo que está haciendo.

Normas (Norms)

Los entornos de actividad se desarrollan siempre dentro de una determinada cultura de trabajo organizativa, que conforma la manera de hacer las cosas que tiene una determinada organización. Pero toda esta forma de hacer no está escrita en normas, sino en comportamientos. Las normas en muchos casos lo que hacer es reforzar situaciones desviadas de presión o estrés, y hay que tener cuidado con esto. Además, no se pueden proceder a la totalidad de las situaciones que pueden presentarse en una organización de Mantenimiento. Las normas y procedimientos deben ser diseñadas y probadas, permitiendo su modificación si se observa que no son eficaces. Si los trabajadores se ven sometidos a presión, es posible que no cumplan estrictamente las normas, desviándose de las condiciones de seguridad.

La consideración de los dirty dozen como posibles factores de forma (psf) en el análisis de fiabilidad humana (hra)

Aparte de plantear un estudio descriptivo sobre los Dirty Dozen y su adecuación al Mantenimiento Industrial, lo que se pretende en el presente artículo es establecer la posibilidad de incorporar los doce factores analizados como Factores de Forma (PSF: Performing Shaping Factors), del modelo de Análisis de la Fiabilidad Humana (HRA: Human Reliability Analysis) que venimos desarrollando.



ha sido adecuadamente entrenado en el tiempo de incidentes que puede encontrarse en la ejecución de su trabajo.

- **Procedimientos (impacto positivo):** referido a la existencia y uso formal de instrucciones y normas de oficio. Incluye aspectos tales como conocimientos técnicos compartidos, normas o calidad de la información.

- **Stress (impacto negativo):** considera el nivel de condiciones y circunstancias adversas que pueden dificultar a la persona o el equipo el llevar a cabo una tarea de forma adecuada. Incluye aspectos como disposición del entorno de la instalación, presión de tiempo, ritmos circadianos, iluminación, ruido, microclima o elementos de distracción o interrupción.

- **Proceso del trabajo (impacto positivo o negativo):** referido a factores de cultura y planificación y supervisión del trabajo, normalmente instrumentalizados a partir de una política. Incluye aspectos tales como la comunicación, coordinación de equipos, liderazgo, supervisión, adecuación de la organización o cultura de seguridad.

- **Adecuación para el trabajo (impacto positivo o negativo):** considera si el operario está o no física y mentalmente capacitado para la tarea, e incluye ítems como la carga física y mental, la complacencia o la motivación.

- **Ergonomía cognitiva:** se refiere a los equipos, controles, disposiciones en cuanto a la información que proporcionan y a la interacción hombre-máquina.

- **Disponibilidad de tiempo (impacto positivo o negativo):** tanto para la ejecución de la tarea como para la diagnosis de la avería, e incluso teniendo en cuenta el tiempo que pueda influir en la

En cualquier trabajo de Mantenimiento tenemos la serie de tareas a realizar, ya sean secuenciales o simultáneas, que consideramos que es el factor material, y una persona o equipo que tiene que llevarlos a cabo, y que constituye el factor humano. El trabajo a realizar puede ser estudiado mediante un método de análisis jerárquico de tareas, y el factor humano, en sus dos vertientes física y cognitiva, puede ser caracterizado mediante los niveles de comportamiento definidos por Rasmussen: skill, rule y knowledge.

La interacción entre los aspectos materiales referidos a la tarea y los físicos y cognitivos referidos a la persona determinará la posible tipología de errores humanos, pero a la hora de determinar la probabilidad de que estos errores se produzcan, dicha probabilidad estará mediada por lo que se denominan Factores de Forma (PSF: Performance Shaping Factors), ya tengan estos una influencia próxima o lejana al evento

estudiado (entorno proximal y entorno distal).

El reto aquí es, por tanto, llegar a caracterizar adecuadamente los PSF's que permitan continuar avanzando en el desarrollo del modelo. En este sentido, el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Salerno, Italia presentó una publicación (Franciosi, C.; Di Pasquale, V.; Iannone, R.; Miranda, S.; "A Taxonomy of Performance Shaping Factors for Hyman Reliability Analysis in Industrial Maintenance"; Journal of Industrial Engineering and Management, JIEM; Vol. 12; pp. 115-132; 2018) que realiza un meta análisis de 63 estudios sobre Modelos de Análisis de la Fiabilidad Humana (HRA) contrastando los Factores de Forma (PSF) detectados y asignándoles una valencia positiva o negativa. Las categorías establecidas para los diferentes PSF's detectados son:

- **Experiencia y entrenamiento (impacto positivo o negativo):** años de experiencia individual o del equipo considerando si el operario

detección y corrección de errores.

• **Complejidad (impacto negativo):** cómo de compleja es la tarea a llevar a cabo teniendo en cuenta aspectos como la complejidad general, el esfuerzo mental y físico requerido, el nivel de precisión que requiere la actividad o incluso la posibilidad de estar desarrollando tareas en paralelo.

En el cuadro que se muestra a continuación se ha realizado una primera correlación que sirva de inicio para el cálculo de la mediación de estos PSF's sobre la probabilidad del fallo humano. Probablemente en el futuro esto

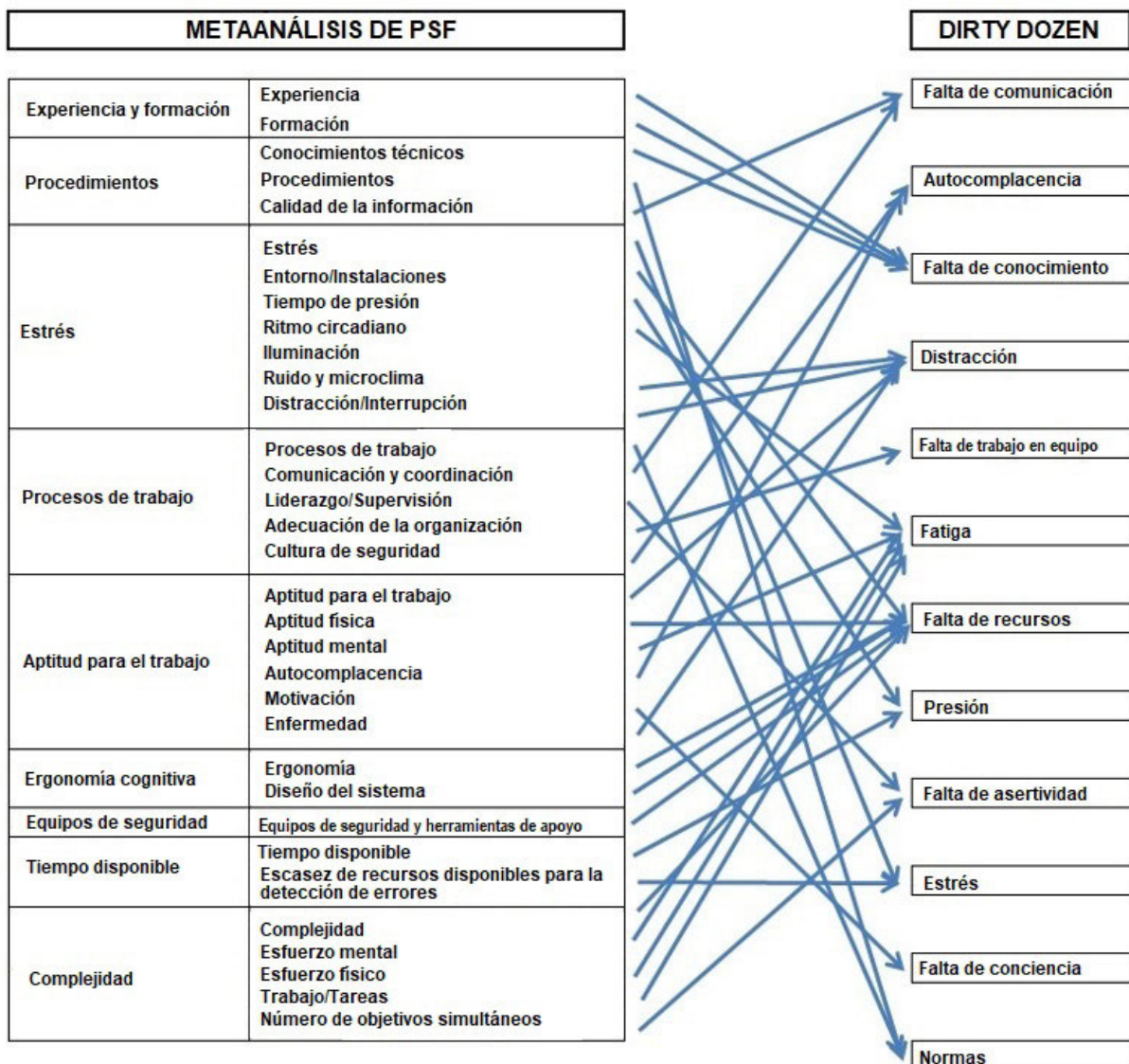
va a requerir una correlación matricial, puesto que muchos de estos aspectos influyen a su vez en varios de los PSF's establecidos en los Dirty Dozen.

Conclusiones:

A lo largo de las últimas décadas hemos asistido a notables avances en el campo de la Fiabilidad Humana, cuya intención principal ha sido contribuir a la minimización del error humano en el ámbito industrial. Frecuentemente estos avances se han centrado en los sectores de la industria aeronáutica y de la industria nuclear. Los intentos de adaptar estos avances

al entorno del Mantenimiento Industrial han sido prácticamente testimoniales.

En este artículo, a partir de los elementos iniciadores de fallo humano caracterizados por Dupont para el Mantenimiento de la industria aeronáutica, y siguiendo el modelo del comportamiento humano establecido por Daniels, hemos intentado caracterizar los factores de forma (PSF's) que pueden ser utilizados en la modelización del factor humano para minimizar la posibilidad de error en los trabajos de Mantenimiento.





Cómo la realidad aumentada transforma el mantenimiento de gabinetes

Por Linsey Zhou - E-capaz Blog

Descubra cómo la realidad aumentada (RA) mejora el mantenimiento de los gabinetes con reparaciones más rápidas, mejor seguridad, soporte remoto y ahorro de costos para las industrias modernas.

El tiempo de inactividad cuesta a las industrias enormes cantidades cada hora, agravado con la creciente brecha de habilidades. El servicio en campo hace que las soluciones rápidas sean más difíciles que nunca.

La solución: Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (RA) ofrece una solución inteligente al brindar a los técnicos instrucciones en vivo, datos en tiempo real y acceso instantáneo a expertos remotos. Para gabinetes eléctricos y subestaciones de control, donde el cableado es complejo y los errores pueden ser costosos, la RA ofrece un mantenimiento más seguro y rápido. Los beneficios son claros: reducción del tiempo medio de transporte, correcciones

mejoradas en el primer intento y un cumplimiento más estricto.

En este artículo, aprenderá cómo la RA transforma el mantenimiento de los gabinetes en un proceso más seguro, inteligente y eficiente.

¿Qué es realmente la RA en mantenimiento?

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que coloca información digital, como modelos 3D, notas de texto o datos de sensores en tiempo real, directamente sobre el equipo físico. Un técnico puede visualizarla a través de un teléfono inteligente, una tablet o un visor.

Capacidades principales

Con AR, los operarios visualizan guías interactivas, modelos 3D y manuales superpuestos en sus pantallas o visores, lo que agiliza

el aprendizaje y minimiza errores; pueden recibir asistencia remota de expertos, con el paso a paso de las instrucciones de trabajo, y cada intervención puede ser grabada y documentada, lo que facilita la creación de una base de datos centralizada de conocimientos para futuras capacitaciones o auditorías.

Herramientas que necesitas

La configuración típica incluye dispositivos como tablets, RealWear o HoloLens, combinados con plataformas de RA como Vuforia o TeamViewer Frontline, totalmente integrado con los sistemas existentes.

¿Por qué el mantenimiento de envoltentes y cuadros eléctricos es un punto clave?

Ahora veamos por qué el gabinete eléctrico es el área perfecta para aplicar RA y obtener los máximos beneficios.

1. Alta complejidad

Los gabinetes a menudo contienen componentes densos, etiquetas cambiantes y múltiples variantes de panel. Esto hace que la resolución de problemas sea lenta y propensa a errores.

2. Riesgos de seguridad

Trabajar con equipos de conmutación conlleva riesgos graves como: incidentes de arco eléctrico. Se requieren procedimientos estrictos y verificación para mantener la seguridad de los técnicos, pero los métodos manuales dejan margen de error.

3. Documentación pesada

Los equipos de mantenimiento se basan en manuales, especificaciones de torque, diagramas de cableado y notas de firmware distribuidos en diferentes

sistemas. Con RA, esta información aparece directamente en el gabinete, lo que permite trabajar de forma más rápida, segura y fiable.

Casos de uso de RA de alto impacto para carcasas

Explore las formas más poderosas en que la RA está transformando el mantenimiento de los gabinetes y vea cómo brinda beneficios reales en el taller.

1. Asistencia remota de expertos

Con dispositivos habilitados para AR, los técnicos pueden conectarse con expertos a través de vídeo en vivo y recibir anotaciones directamente en su vista. Esto permite a los expertos guiar el trabajo, reduciendo errores y tiempos de inactividad. Las empresas que utilizan RealWear y herramientas similares informan de importantes ahorros de costes, evitando viajes y agilizando las reparaciones.

2. Instrucciones de trabajo en contexto

En lugar de tener que hojear voluminosos manuales, los trabajadores ven superposiciones paso a paso, para tareas como el reemplazo de interruptores, la verificación de terminales o las secuencias de apriete. Esto agiliza las tareas complejas y reduce la probabilidad de errores humanos.

3. Superposiciones de datos en vivo (IoT/SCADA)

La RA puede conectarse a sensores y sistemas SCADA, mostrando datos en tiempo real, como la temperatura, la vibración o los códigos de falla, se visualizan directamente en el gabinete. Herramientas como EcoStruxure AOA de Schneider Electric son excelentes ejemplos de esta

función en acción.

4. Etiquetado y verificación del cableado

Los técnicos suelen tener dificultades para rastrear cables o leer etiquetas en gabinetes densos. La realidad aumentada superpone información digital en entornos físicos. Al visualizar diagramas e identificaciones de los terminales, se reduce el tiempo de diagnóstico, agilizando la resolución de problemas y evitando costosos cableados incorrectos.

5. Captura de conocimientos y capacitación

Los técnicos experimentados pueden grabar sus procedimientos una vez, y el personal subalterno puede repetirlos en el campo. Esto no solo acorta el tiempo de entrenamiento, sino que también garantiza mejores prácticas que se siguen en todo momento.

Ventajas de seguridad y cumplimiento

Descubra cómo la realidad aumentada ayuda a los técnicos a mantenerse seguros y a cumplir las normas de cumplimiento mientras trabajan en gabinetes.

1. Cumplimiento procesal

La RA puede aplicar medidas críticas como bloqueo y etiquetado secuencias y controles de EPI. Antes de permitir que los técnicos avancen, esto reduce el error humano y garantiza que cada trabajo cumpla con las normas regulatorias.

2. Conciencia del riesgo de arco eléctrico

Cuando se trabaja con equipos de media tensión, AR puede visualizar los límites de seguridad y recordar a los trabajadores la configuración y las distancias de seguridad correctas. Esto refuerza

las protecciones existentes contra arcos eléctricos y refuerza la concienciación sobre la seguridad en tiempo real.

3. Diagnóstico sin contacto

Algunas soluciones de RA permiten mantenimiento sin contacto, donde las comprobaciones y diagnósticos básicos se realizan con la puerta del gabinete cerrada. Esto limita la exposición directa y hace que las inspecciones sean mucho más seguras.

Pila tecnológica y patrones de integración

Vea qué dispositivos, software y sistemas hacen que la RA funcione sin problemas para el mantenimiento del gabinete.

Dispositivos

Para uso diario, las tablets son asequibles y fáciles de implementar. En espacios reducidos o para trabajos con manos libres, pantallas montadas en la cabeza como RealWear se ajustan mejor, mejorando la seguridad y la eficiencia.

Software

Plataformas de RA como Vuforia, Guías, o Primera línea ofrecen herramientas de asistencia remota, pasos guiados, creación de contenido y análisis de rendimiento. Estas plataformas se integran a la perfección con los flujos de trabajo de mantenimiento existentes.

Fuentes de datos

La RA se conecta con Sistemas CMMS/EAM para órdenes de trabajo, esquemas, etiquetas PLC/SCADA y puertas de enlace de sensores. Esto garantiza que los técnicos siempre vean la información correcta en el momento oportuno.

Seguridad

Usando ZTNA En lugar de las

antiguas VPN, ofrece un acceso seguro y confiable a dibujos y paneles operativos a un menor costo.

Hoja de ruta de implementación (probada en campo)

Siga esta hoja de ruta paso a paso para incorporar con éxito AR en su programa de mantenimiento de gabinetes.

Paso 1: seleccionar activos piloto

Empecemos con algún modelo de gabinete común. Esto reduce el alcance y garantiza resultados mensurables.

Paso 2: procedimientos de captura

Registre cómo los expertos realizan las tareas y luego conviértalas en pasos guiados por AR Con puntos de control claros. Esto permite que los procesos sean repetibles para todos los técnicos.

Paso 3: conectar datos en vivo

Integre etiquetas de sensores y valores SCADA para que los técnicos puedan ver la temperatura, la carga y los códigos de falla directamente en el gabinete.

Paso 4: habilitar la asistencia remota

Configure libros de jugadas con rutas de escalada claras y asigne listas de expertos para apoyar a los equipos de campo al instante.

Paso 5: capacitar y gestionar el cambio

Capacite a los operarios para que adopten AR e incluya controles para EPI y bloqueo y etiquetado dentro de los flujos de trabajo.

Paso 6: acceso seguro

Use ZTNA, administración de dispositivos y control de versiones para proteger el contenido y los sistemas.

Paso 7: medir y mejorar

Realice un seguimiento de KPIs (indicadores clave de desempeño)

como: tiempo medio de transporte, tasas de reparación a la primera, tiempo de capacitación y costos de viaje para demostrar el retorno de la inversión.

Desafíos y cómo mitigarlos

Comprendamos también algunos desafíos comunes del uso de AR en mantenimiento y aprendamos cómo superarlos de manera efectiva.

1. Mantenimiento del contenido

Los manuales cambian con frecuencia. Asigne propietarios de contenido y siga un proceso de control de versiones para mantener la precisión de las instrucciones de RA.

2. Esfuerzo de modelado

Empiece poco a poco con fotos, vídeos o modelos 3D ligeros. Una vez comprobado, escale gradualmente a gemelos digitales más avanzados para obtener mejores detalles.

3. Adopción por parte del usuario

Involucre técnicos superiores como coautores de las soluciones. Co-crear herramientas y mostrar logros rápidos (como la resolución mediante asistencia remota), genera confianza y fomenta un uso más amplio.

4. Conectividad y seguridad

Las VPN tradicionales pueden ralentizar el rendimiento. Cambiar a ZTNA y utilizar el almacenamiento en caché de borde para un acceso más fluido y seguro.

5. Alineación de seguridad

Recuerde, AR apoya pero nunca debe sustituir los protocolos de seguridad eléctrica y arco eléctrico.

El Retorno de la Inversión (ROI)

Vea cómo la realidad aumentada (RA) genera retornos mensurables al reducir costos, mejora la productividad y respalda objetivos de sostenibilidad.

Ahorros duros

Las empresas ahorran mucho al reducir costos de viaje, evitando desplazamientos de camiones y reiniciando el equipo más rápido.

Ganancias de productividad

Realice un seguimiento de métricas clave como tasa de reparación a la primera, tiempo medio de transporte y tiempo de capacitación. Muchos programas de servicio de campo muestran mejoras significativas una vez que la RA se implementa en todos los equipos y sitios.

Impacto de la sostenibilidad

Menos visitas al sitio significan un menor consumo de combustible y una reducción emisiones. La asistencia remota impulsada por AR ayuda a las organizaciones a alinearse con sus objetivos ESG manteniendo la eficiencia de las operaciones.

Panorama del proveedor (neutral y práctico)

Obtenga una vista rápida de las principales soluciones de AR que respaldan el mantenimiento del gabinete.

Schneider Electric EcoStruxure AOA

Proporciona superposiciones de datos en vivo y información en tiempo real directamente delante del armario eléctrico, lo que hace que los diagnósticos sean más rápidos y seguros.

PTC Vuforia

Conocido por instrucciones guiadas y fuerte asistencia remota herramientas como Expert Capture y Chalk, ampliamente utilizadas en entornos industriales.

TeamViewer Frontline

Entrega guía manos libres en

logística y manufactura, con datos de encuestas que muestran un fuerte impacto en la productividad y el ahorro de costos.

Consejo profesional: otras opciones incluyen Guías de Microsoft Dynamics 365 y auriculares RealWear para soporte de hardware.

Preguntas frecuentes (FAQ) sobre RA para el mantenimiento de gabinetes

¿En qué se diferencia la RA de la RV en el mantenimiento?

La Realidad Aumentada (RA) añade información digital al equipo real, mientras que la Realidad Virtual (RV) crea un espacio totalmente virtual. La RA es más práctica para el mantenimiento de gabinetes en tiempo real.

¿Se puede utilizar AR en entornos de baja conectividad?

Sí. Algunas plataformas de RA son compatibles, tienen un modo sin conexión con instrucciones precargadas y almacenamiento en caché de datos locales, lo que permite a los técnicos continuar trabajando incluso cuando el acceso a la red es limitado.

¿Qué industrias se benefician más de la RA en gabinetes?

Industrias con infraestructura eléctrica crítica—como la fabricación, la energía, los centros de datos y los servicios públicos—son los que más se benefician, ya que el tiempo de inactividad, los errores o las fallas de seguridad pueden causar importantes pérdidas financieras y operativas.

¿Qué tan seguros son los datos de RA en entornos industriales?

Las plataformas modernas de RA utilizan el Acceso a la Red de

Confianza Cero (ZTNA) y estándares de cifrado, lo que garantiza un acceso seguro a diagramas, paneles SCADA y registros de mantenimiento sin exponer sistemas OT sensibles.

¿Cuál es la inversión típica para la adopción de RA?

Los costos varían según la escala, pero las empresas a menudo comienzan con proyectos piloto usando tablets y aplicaciones básicas de AR antes de pasar a dispositivos montados en la cabeza e integraciones completas.

Conclusión

La RA ya no es solo una palabra de moda: es una herramienta práctica, transformando la forma en que los técnicos gestionan el mantenimiento de envolventes y cuadros eléctricos.

Al combinar datos en vivo, instrucciones guiadas, y asistencia remota, ayuda a las empresas a lograr reparaciones más rápidas, operaciones más seguras y menores costos.

Más importante aún, la RA reduce la brecha de habilidades capturando conocimiento experto y poniéndolo a disposición de cada técnico en tiempo real.

La adopción puede comenzar siendo pequeña, pero el retorno de la inversión es claro: menor tiempo de inactividad, mayor cumplimiento de las normas de seguridad y mayor sostenibilidad.

Las organizaciones con visión de futuro ya utilizan la RA como parte de su transformación digital viaje, estableciendo un punto de referencia para el futuro del mantenimiento.

VISITÁ
NUESTRA
WEB



FUNCIONALIDAD Y SEGURIDAD

Gabinete Medición Colectiva

La solución definitiva para múltiples suministros

LA ELECCIÓN DE LOS PROFESIONALES



INDUSTRIA ARGENTINA - CALIDAD DE EXPORTACION

Vefben

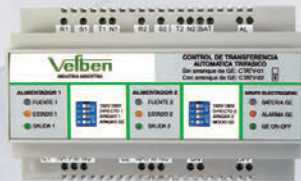
INDUSTRIAS ELECTROMECA'NICAS



Seccionadores ITC y CTC



Conmutadoras rotativas a levas



Control de Transferencia Automática



Selector automático de fases



Elementos para señalización luminosa con tecnología LED



Secuencímetro



Voltímetro enchufable



Protector portable contra sobretensiones y descargas atmosféricas

Control de secuencia de fases



Voltímetro y Amperímetro digital para tablero y DIN



Protector de tensión monofásico y trifásico

