

24

Vol. 2
2023
Enero-Abril

AADECA

La Revista de
los Profesionales de
Automatización y Control

En esta edición

- ▶ Cuando los instrumentos fallan: dos represas y una plataforma. *Por Luis Buresti.*
- ▶ Tipos y usos de sensores de proximidad en la automatización industrial. *Por Arthur Pini.*
- ▶ Una "charla" con un robot: interacción fascinante. *Por Festo.*
- ▶ Del control en el campo al control en el borde. *Por Mirko Torrez Contreras.*
- ▶ Sensores ópticos con supresión de fondo para la industria alimenticia. *Por KDK Argentina.*
- ▶ Actualización tecnológica y programación secuencial de automatismo para una lavadora industrial. *Por Jorge Gonzalo Bertello y Marcelo Carlos Spina.*



CONEXPO

Córdoba 2024

Electrotecnia, iluminación,
automatización y control,
electrónica e informática

Realización
simultánea con

EXPO
TRONICA

SEMANA



CÓRDOBA

Septiembre/2024

Complejo Ferial Córdoba
Cdad. de Córdoba, Argentina

Apoyo de
entidades
regionales y
nacionales

Jornadas técnicas:

- ▶ Eficiencia energética y energías renovables
- ▶ Iluminación y diseño
- ▶ Seguridad eléctrica y normalización

Conferencias
técnicas

Participación de
destacadas empresas
de todo el país

Encuentro

Instaladores Eléctricos
Organiza FEDECOR

Organización



EDITORES

CIIECCA

Medios auspiciantes

ingeniería
ELECTRICA

-luminotecnia-

AADECA
REVISTA

www.conexpo.com.ar



CONEXPO | La Exposición Regional del Sector, 73 ediciones en 30 años consecutivos

CABA | +54-11 4184-2030 | conexpo@editores.com.ar

Revista propiedad:

AADECA

Asociación Argentina
de Control Automático

Av. Callao 220 piso 7
(C1022AAP) CABA, Argentina
Telefax: +54 (11) 4374-3780
www.aadeca.org

Editor-productor:

Jorge Luis Menéndez, Director



Av. La Plata 1080
(1250) CABA, Argentina
(+54-11) 4921-3001
info@editores.com.ar

EDITORES www.editores.com.ar

Revista editada totalmente en la Argentina.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos a condición que se mencione el origen. El contenido de los artículos técnicos es responsabilidad de los autores. Todo el equipo que edita esta revista actúa sin relación de dependencia con AADECA.

Traducciones a cargo de Alejandra Bocchio; corrección, de Ing. Eduardo Alvarez, especialmente para AADECA Revista.



En esta edición

La Revista de AADECA llega como un compendio de escritos interesantes sobre el control y la automatización, principalmente en entornos industriales, con el aporte de actores protagonistas en empresas, entidades representativas e instituciones académicas. Asimismo, la nueva conformación de un Consejo Editorial para este medio favorece la confianza que el lector puede depositar en todo lo que lea a continuación.

Las primeras páginas abordan la instrumentación. Luis Buresti analiza casos reales de fallas ocurridas a causa de una mala utilización de equipos de medición. Y en la misma línea, Arthur Pini destaca prácticas que favorecen un buen desempeño de los sensores de proximidad. La empresa KDK-Argentina aprovecha para difundir su oferta de sensores ópticos con supresión de fondo. Y Micro automatización, destacado fabricante argentino de renombre mundial, experto en neumática, exhibe su estación de válvulas de alta durabilidad.

De parte de la empresa en la vanguardia internacional de la robótica, Festo, llega una descripción de la interacción con Thespian, un robot humanoide. Y de la mano de otro gigante del mundo, Siemens, el análisis de casos reales pero esta vez para resolver con automatización situaciones complejas que pueden darse en una fábrica.

Con el aval de Phoenix Contact, dos artículos: por un lado el especialista Mirko Torrez Contreras traza la línea histórica que une al control de campo con el control en el borde, por otro, el proyecto sobre almacenamiento inteligente de energía gracias al cual un conjunto de estudiantes de la UBA fue premiado en Alemania.

La ciberseguridad ocupa su buena cantidad de páginas con un estudio de los diez errores más importantes que se han efectuado en las redes de grandes organizaciones.

Y por último, un trabajo de Jorge Gonzalo Bertello y Marcelo Carlos Spina, de la Universidad Nacional de San Luis, sobre el proyecto que permitió actualizar tecnológicamente la operación automática de una máquina para lavado de moldes del sector de producción de chocolates de una planta de la industria alimenticia.

¡Que disfrute de la lectura!

En esta edición encontrará los siguientes contenidos

Aplicación	Pág. 6	Aplicación	Pág. 33
Cuando los instrumentos fallan: dos represas y una plataforma		Sensores ópticos con supresión de fondo para la industria alimenticia	
Luis Buresti		KDK Argentina	
Consejo editorial	Pág. 11	Noticia	Pág. 34
La información es confiable en AADECA		Estudiantes de Argentina fueron premiados internacionalmente por su proyecto sobre almacenamiento inteligente de energía	
AADECA		Phoenix Contact	
Artículo técnico	Pág. 12	Descripción de producto	Pág. 37
Tipos y usos de sensores de proximidad en la automatización industrial		Nueva estación de válvulas	
Arthur Pini		Micro automatión	
Aplicación	Pág. 18	Noticia	Pág. 38
Una "charla" con un robot: interacción fascinante		Los diez errores más comunes en ciberseguridad	
Festo		Sergiu Gatlan	
Descripción de producto	Pág. 20	Aplicación	Pág. 40
Cuando recibís esa llamada telefónica temprano en la mañana...		Actualización tecnológica y programación secuencial de automatismo para una lavadora industrial	
Rainer Brehm		Jorge Gonzalo Bertello, Marcelo Carlos Spina	
Artículo técnico	Pág. 24		
Del control en el campo al control en el borde			
Mirko Torrez Contreras			

Glosario de siglas de la presente edición

AADECA: Asociación Argentina de Control Automático	FCEB: Federal Civilian Executive Branch Agencies ('Poder Ejecutivo Civil Federal', de Estados Unidos)	PAC (Programmable Automation Controller): controlador de automatización programable
AACL (Access Control List): lista de control de acceso	FIUBA: Facultad de Ingeniería de la UBA	PID: proporcional-integral-derivativo
AFCEIT: Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique ('Asociación Francesa para la Cibernética Económica y Técnica')	GRAFCEIT (Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition): diagrama de control de etapas y transiciones	PLC (Programmable Logic Controller): controlador lógico programable
AI: ver IA	HMI (Human-Machine Interface): interfaz humano-máquina	POES: procedimientos operativos estandarizados de saneamiento
APL (Advanced Physical Layer): capa física avanzada	HSE (High Speed Ethernet): ethernet de alta velocidad	PROFIBUS DP (Process Field Bus Decentralised Peripherals): bus de campo de proceso periférico descentralizado
ATT&CK (Adversarial Tactics, Techniques, and Common Knowledge): conocimiento común de tácticas y técnicas adversas	IA: inteligencia artificial	PROFIBUS PA (Process Field Bus Process Automation): bus de campo de automatización de proceso
AWL (Alternative Web Language): lenguaje de red alternativa	IEC: International Electrotechnical Commission ('Comisión Electrotécnica Internacional')	RV: reluctancia variable
BPM: buenas prácticas de manufactura	IIoT (Industrial IoT): IIoT industrial	SFC (Sequential Function Chart): diagrama de funciones secuenciales
CI (Control in the Field): control en el campo	I/O: ver E/S	SLTT (State, Local, Tribal and Territorial): estatales, locales, tribales y territoriales
CISA: Cybersecurity and Infrastructure Security Agency ('Agencia de Seguridad de Infraestructura y Ciberseguridad', de Estados Unidos)	IIoT (Internet of Things): Internet de las cosas	SRV: sensor de reluctancia variable
CONEXPO: congreso y exposición	ISMES: Istituto Sperimentale Modelli e Strutture ('Instituto Experimental de Modelos y Estructura', de Italia)	TI: tecnología de la información
CPU (Central Processing Unit): unidad central de procesamiento	MFA (Multi Factor Authentication): autenticación multifactor	TIA (Totally Integrated Automation): automatización totalmente integrada
DCN (Distributed Control Node): nodo de control distribuido	MPI (Multi Point Interface): interfaz multipunto	TO: tecnología operacional
DCS (Distributed Control System): sistema de control distribuido	NA: normal abierto	TTP: tácticas, técnicas y procedimientos
DoD: Department of Defense ('Departamento de Defensa', de Estados Unidos)	NASA: National Aeronautics and Space Administration ('Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio', de Estados Unidos)	UBA: Universidad de Buenos Aires
E/S: entrada/salida	NC: normal cerrado	
FBD (Function Block Diagram): diagrama de bloque de funciones	NSA: National Security Agency ('Agencia de Seguridad Nacional, de Estados Unidos')	
	OPAS (Open Process Automation System): sistema abierto de automatización de proceso	
	OT: ver TO	



FACULTAD
DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Carrera de Especialización y Maestría en

Automatización Industrial



*Para especializarse en Automatización...
...¿por qué no volver a la Facultad?*



www.fi.uba.ar/posgrado/carreras-de-especializacion/automatizacion-industrial

+54-11 5285-0866 - ecomunic@fi.uba.ar



Cronograma de cursos AADECA 2024

Webinar de presentación cursos LINUX / PYTHON
Esp. Ciro Edgardo Romero
Inicia: 6/marzo/2024
Webinar gratuito

Webinar de presentación curso Ingeniería básica en instrumentación & control
Ing. Gustavo Klein
Inicia: 13/marzo/2024
Webinar gratuito

Webinar de presentación curso Introducción al Desarrollo de Aplicaciones IOT
Esp. Ciro Edgardo Romero
Inicia: 9/abril/2024
Webinar gratuito

Curso especializado de presión (2B)
Ing. Osvaldo Ortega
Inicia: 10/abril/2024
Duración: 1 encuentro

Webinar de presentación curso LoRaWAN
Ing. Rodrigo Juan Hernández
Inicia: 12/abril/2024
Webinar gratuito

Curso Especializado de CAUDAL (3B)
Ing. Osvaldo Ortega
Inicia: 17/abril/2024
Duración: 1 encuentro

Más información en <https://aadeca.org/index.php/2021/06/07/cursos-y-webinars-2023/>

Nuevos medios de comunicación en AADECA

Estamos renovando nuestra imagen online y algunas formas de contactarnos han cambiado



www.facebook.com/aadecautomatico



www.linkedin.com/company/aadeca



www.instagram.com/aadeca



bit.ly/AADECA-CHANNEL



+54 911 3201-2325



administracion@aadeca.org

Misión y objetivos de AADECA

En el centro de la economía del conocimiento, AADECA contribuye a la divulgación del conocimiento y aceleración de la implementación del Control Automático, por medio de cursos, congresos, foros, talleres, concursos y publicaciones

Fundada en 1957, AADECA es una Asociación Profesional Civil sin fines de lucro que nuclea representantes de la Universidad, la Industria y los Usuarios, interesados en el Control Automático y sus aplicaciones.

Para promover el conocimiento y la implementación del Control Automático, AADECA desarrolla varias actividades, incluyendo:

- » Un amplio calendario de cursos presenciales (hoy suspendidos los presenciales por el COVID19) y a distancia.
- » La semana del Control Automático, evento bienal orientado en 4 ejes:
 - » El Congreso Argentino de Control Automático
 - » El Foro de Automatización y Control
 - » Los Talleres Temáticos
 - » El concurso de Desarrollos Estudiantiles
 - » La revista AADECA

REDES

INTERCAMBIO
PROFESIONAL

PUBLICACIONES

CURSOS Y
JORNADAS

FOROS

AADECa

Asociación Argentina
de Control Automático

ARTÍCULOS
TÉCNICOS

EXPOSICIONES
CONGRESOS

NEWSLETTER

BECAS

www.aadeca.org

Seguinos en    

 administracion@aadeca.org

 11 3201-2325

Cuando los instrumentos fallan: dos represas y una plataforma

Dos represas y una plataforma sufrieron graves daños debido a la mala utilización de los instrumentos de medición, ya sea por no verificar su correcto funcionamiento o por colocarlos en lugares poco representativos del estado real de las instalaciones.

Luis Buresti

lmb.tech.consultancy@gmail.com

Dique del Vajont en 1963

“Piezómetro” es la típica denominación que utilizan los profesionales de la ingeniería civil o de la geología para referirse a un simple manómetro o transmisor de presión que se utiliza para medir la presión que ejerce una napa freática y, de esa manera, estimar su altura.

Fueron, precisamente, una serie de piezómetros los que estaban instalados en la ladera norte del Monte Toc (Italia) con el propósito de monitorear cuidadosamente el nivel del agua subterránea. ¿Por qué eran tan importantes esas mediciones? Sucede que poco después de iniciada la construcción del dique del río Vajont, ubicado en las cercanías del monte, se detectó que la mencionada ladera estaba formada por dos capas: una profunda, de roca maciza, y otra más superficial, de piedras sedimentarias y tierra; esto generaba una situación de potencial inestabilidad ya que el agua de la napa freática funcionaba como lubricante, facilitando que la capa superior se deslizase sobre la inferior.

La realidad es que la preocupación acerca de tal deslizamiento era solo de carácter económico. En caso de producirse, iba a reducir el volumen de agua almacenado en el embalse y, en consecuencia, se reduciría significativamente la cantidad total anual de energía que podía producir esa central hidroeléctrica.

Investigadores del Istituto Sperimentale Modelli e Strutture (ISMES), de la Universidad de Bérgamo, habían desarrollado varios modelos matemáticos que estimaban la dinámica de un posible deslizamiento, e incluso ya lo habían simulado sobre un canal hidráulico en un modelo a escala 1:35. Los resultados eran tranquilizadores: se estimaba que, en caso de que una parte del Monte Toc cayese dentro del embalse, la ola resultante no tendría gran amplitud. De todas maneras, a modo de prevención, se había decidido mantener el nivel del embalse unos 20 m por debajo del coronamiento.

Pero había un “pequeño” detalle: la tecnología de los piezómetros era deficiente, no estaban correctamente instalados y, además, presentaban errores importantes de calibración. En consecuencia, las presiones medidas eran muy inferiores a la reales, lo cual a la vez implicaba una grosera subestimación de los niveles freáticos y un cálculo errado del volumen total de material sedimentario en riesgo.

La tecnología de los piezómetros era deficiente, no estaban correctamente instalados y, además, presentaban errores importantes de calibración.

Es interesante mencionar que todo este evento ocurrió en “cámara lenta”, ya que varios días antes de la catástrofe se habían producido pequeños deslizamientos de tierra, incluso con caída de árboles.

Cuando el desenlace ya era inevitable, se consideró que sería un espectáculo digno de ser visto. Así fue que al atardecer del 9 de octubre de 1963, el intendente en persona, junto a muchos po-

bladores y alumnos de una escuela de la zona se encontraban en el coronamiento del dique para presenciar el evento. Fue en ese momento que el error de cálculo se manifestó con toda su fuerza.

Una vez producido el alud, la ola resultante no fue de unos pocos metros como se había estimado sino un gigantesco tsunami que superó por 160 m (algunos dicen 250) la altura del coronamiento del dique. El resultado fue desastroso: la gran masa de agua cayó unos 2 km aguas abajo del dique, intensificando su fuerza a medida que atravesaba la estrecha garganta del río Vajont. Cruzó perpendicularmente el río Piave y destruyó la ciudad de Longarone, situada en la margen oeste de ese curso de agua. No se sabe con certeza, pero se estima que entre personas muertas y desaparecidas sumaron de 2.000 a 3.200 individuos.

De todas maneras, el orgullo de la ingeniería civil italiana se mantuvo en pie. La pared de hormigón del dique (de 262 m de altura, una de las más grandes del mundo) había resistido el tsunami solo con daños menores.

Todo lo que siguió fue una serie larga de juicios y acusaciones cruzadas que se extendieron durante varios años y que terminaron prácticamente en la nada.



Figura 1. Dique del Vajont. De izquierda a derecha. 1 y 2) Vista actual de la pared del dique, la primera es aguas arriba y la segunda, aguas abajo. Se puede apreciar la enorme diferencia entre los niveles del suelo, lo que da una idea del volumen del deslizamiento. 3) Uno de los cuestionados piezómetros, hoy expuesto en el museo conmemorativo de Longarone. 4) A veces los piezómetros ayudan a salvar una represa. Aquí una imagen de un transmisor de presión empleado durante las obras de impermeabilización del núcleo arcilloso del dique El Chocón, tal como se expone en la vitrina de auscultaciones en el Museo Villa El Chocón. Según conocimiento del autor, este es el único instrumento con procesos de fabricación argentinos mostrado en un museo público del país.

Crédito de imágenes: Luis Buresti

Plataforma DeepWater Horizon en 2010

En casi todas las industrias hay conflictos entre las distintas áreas profesionales. Tal vez uno de los más notorios es el que se genera en el sector del petróleo y gas durante la perforación de un pozo entre el representante del dueño del yacimiento (el famoso “Company Man”) y los responsables técnicos de la perforación.

Es un conflicto muy barroso. Sucede que durante esta operación se emplean los llamados “lodos de perforación”, los cuales tienen un triple propósito: 1) lubricar y enfriar el trépano; 2) elevar hasta la superficie los cortes de roca resultantes de la perforación, y 3) la más importante de todas, asegurar que el peso de la columna líquida sea mayor que la posible presión del reservorio a “pinchar” a los efectos de que el gas y petróleo no emerjan descontroladamente hasta la superficie. Llegado a este punto, se aplica una ecuación sencilla: $\rho gh \gg P$; en donde “ ρ ” es la densidad del lodo, “ h ” es la profundidad de perforación y “ P ” es la presión supuesta del reservorio. (Escribo “ \gg ” porque normalmente se desean minimizar los riesgos de un reventón y garantizar la máxima seguridad).

A modo de reaseguramiento, se decidió utilizar un nuevo sensor de presión que confirmó las lecturas anteriores. Lo que no se sabía para nada es que ninguno de los dos instrumentos operaba correctamente

El problema se origina porque a medida que aumenta la densidad del lodo, también aumenta su consistencia y esto puede provocar el tapo-namiento de los poros de la roca del reservorio, con la consiguiente merma en la productividad del pozo. Esta fue precisamente la situación que se planteó entre el representante de British Petroleum (el dueño del pozo) y los ingenieros de Transocean (responsables técnicos de la perforación) por la plataforma DeepWater Horizon en Estados Unidos en el año 2010.

Para entonces, la perforación ya alcanzaba unos 10.500 m por debajo del suelo marino, el cual estaba a su vez a unos 1.200 m por debajo de la superficie. Indudablemente se trataba de una perforación extremadamente costosa, y que por lo tanto debía rendir económicamente lo máxi-



Figura 2. Plataforma DeepWater Horizon. A la izquierda, vista general de la enorme plataforma semisumergible con anclaje dinámico, y a la derecha, intento de extinción del incendio horas antes de que la plataforma se hundiera definitivamente.

Crédito de imágenes: Wikipedia

mo posible. Pero cuando llegaron al reservorio, se verificó que su presión era bastante menor que la esperada. A modo de reaseguramiento, se decidió utilizar un nuevo sensor de presión que confirmó las lecturas anteriores. Lo que no se sabía para nada es que ninguno de los dos instrumentos operaba correctamente, y por eso entregaban resultados muy inferiores al valor real de presión del reservorio.

Así fue que, en base a las erradas mediciones de presión, se decidió bombear agua de mar en el pozo con el objetivo de reducir la densidad del lodo y, en consecuencia, disminuir cualquier efecto adverso que este pudiera tener. Dicha operación se extendió durante varias horas. Lamentablemente, en un momento dado la ecuación anterior se revirtió de $p_{gh} \gg P$ a $p_{gh} < P$, y el resto es historia.

Como consecuencia de este error de medición murieron once trabajadores, la plataforma se hundió unos días después de la primera explosión, British Petroleum tuvo que pagar más de 19 mil millones de dólares entre compensaciones y multas (aunque las pérdidas totales fueron estimadas en 145 mil millones) y Transocean prácticamente quedó en la quiebra.

En rigor, se trató de un accidente muy complejo, originado por una larga cadena de eventos que, aunque su detalle queda fuera del alcance de este texto, se pueden mencionar dos que están de alguna manera relacionados con temas de instrumentación y control: 1) el dispositivo conocido como "Blow-Off Preventer", que en realidad es una válvula de seguridad gigantesca instalada en el lecho marino, en el punto donde emergen las tuberías, y que tiene un precio de varios millones de dólares, nunca funcionó a pesar que había sido activado en repetidas oportunidades, y 2) la primera explosión se produjo poco después de que los sensores de gases inflamables detectaran una atmósfera potencialmente explosiva y, en consecuencia, se cortara el suministro eléctrico proveniente de los generadores y se habilita-

ran los circuitos eléctricos de emergencia. Se especula entonces que pudo haber algún tipo de deficiencia en las protecciones antiexplosivas de este segundo circuito lo que en definitiva ocasionó la primera explosión.

Planta hidroeléctrica de Taum Sauk en 2005

El reservorio superior de la planta hidroeléctrica de rebombeo Taum Sauk, de 450 MWe, sita en el estado de Missouri, en Estados Unidos, tenía un diseño extremadamente curioso: parecía una piscina gigantesca con forma de riñón, construida por encima del nivel del terreno natural. Estaba ubicado en una cota a aproximadamente 265 m por encima del dique principal y de la planta de generación.

En las horas del valle de consumo eléctrico, la energía generada se aprovechaba para bombear agua a este reservorio, que luego se turbinaba en las horas pico.

A modo de reaseguramiento, se decidió utilizar un nuevo sensor de presión que confirmó las lecturas anteriores. Lo que no se sabía para nada es que ninguno de los dos instrumentos operaba correctamente

El sistema en su conjunto era considerado tan "a prueba de fallas" que la pared del reservorio no contaba con un vertedero de emergencia, aunque teóricamente estaba diseñada para que pudiera desbordar por el perímetro superior sin causar situaciones graves.



Figura 3. Central hidroeléctrica de rebombeo Taum Sauk. A la izquierda, vista general del reservorio superior luego de su reconstrucción. El punto minúsculo que se ve en la pared izquierda es la caseta donde originalmente estaban instalados los interruptores de nivel. A la derecha, la magnitud del desmoronamiento producido por el desborde.

Créditor de imágenes: AmusingPlanet.com y un informe de Ameren/Mactec.

Si nos enfocamos en los instrumentos, es difícil encontrar dispositivos más confiables que un simple interruptor de nivel. Algunos de ellos tienen una concepción tan elemental (por ejemplo, un flotante magnético que acciona un reed switch) que se convierten en casi infalibles. Pero claro, hay que tener algún cuidado acerca de la representatividad del lugar en donde se instalan.

Eran precisamente interruptores de nivel los que convertían esta planta en un idílico y teórico lugar “a prueba de fallas”, ya que una serie de ellos en configuración redundante era lo que aseguraba que todo funcionase adecuadamente. Estos dispositivos, básicamente, tenían dos puntos de intervención: el alto (Hi) generaba una señal de alarma en el panel de la sala de control del dique principal (aguas abajo), y el alto-alto (Hi-Hi) producía el corte automático de las gigantescas bombas que alimentaban el reservorio.

Una vez más, aquí hubo un “pequeño” detalle. Debido a fallas en las fundaciones de la sección de pared que estaba casi opuesta a la caseta donde estaban instalados los interruptores de nivel, se había producido una depresión del coronamiento en esa porción de la pared y se inició un desborde antes de que los interruptores de nivel llegaran al punto de intervención Hi-Hi. Se

estima que el desborde duró unos pocos minutos, pero fueron más que suficientes para producir el colapso de una gran sección de la represa y el vaciado casi instantáneo de todo el reservorio. Se calcula que en total se escaparon unos 5,3 millones de m³ de agua con un caudal de fuga pico estimado en casi 5.000 m³/seg.

A diferencia de los dos casos anteriores, esta fue una “desgracia con suerte”: no hubo que lamentar vidas humanas puesto que toda la instalación estaba construida dentro de un parque nacional sin poblaciones cercanas. Sin embargo, sí hubo grandes daños en la vegetación y la fauna que se encontraban aguas abajo del reservorio.

La central de rebombeo Taum Sauk fue posteriormente reconstruida y desde el año 2010 se encuentra nuevamente en operación; pero ahora, entre otras cosas, se han modificado los puntos de instalación de los interruptores de nivel. ❖

La información es confiable en AADECA

AADECA anunció la conformación de un nuevo Consejo editorial con profesionales del sector.

AADECA
Asociación Argentina de Control Automático
www.aadeca.org

Desde hace ya varios meses que la Asociación Argentina de Control Automático (AADECA) difunde artículos técnicos a través de su página web, un newsletter y la publicación periódica digital "La Revista de AADECA". Este accionar se enmarca dentro del afán de cumplir un rol de conexión entre actores del control y automatización en Argentina provenientes de diversos ámbitos, desde el industrial, hasta el empresarial, académico y gubernamental; también de difusión y aliento a la actividad. Con el mismo ímpetu, la entidad dicta cursos de capacitación y actualización tecnológica, jornadas profesionales, charlas de especialistas, etc.

El nuevo grupo está conformado por profesionales con experiencia en el sector.

Ahora, quedó conformado un Consejo editorial dedicado a proponer, seleccionar, revisar, jerarquizar los contenidos que se difundirán.

El nuevo grupo está conformado por profesionales con experiencia en el sector. El aval de cada uno de ellos garantiza la buena información de todo lo que provenga de parte de AADECA.

En rigor, en una época en la noticia falsa ("fake news") está a la orden del día, y al mismo tiempo abunda la información superficial y confusa, contar con un equipo técnico capacitado para identificar, e incluso elaborar, artículos interesantes es un privilegio.

La convocatoria interesó inmediatamente a los profesionales vinculados con AADECA. Hasta la fecha, quienes de forma activa han decidido formar parte del Consejo son los siguientes:

- » Ing. Carlos Behrends
- » Ing. Cristina Boiola
- » Ing. Luis Buresti
- » Ing. José Luis Del Río
- » Ing. Raúl Di Giovambattista
- » Ing. Carlos Godfrid
- » Ing. Gustavo Klein
- » Ing. Hernán López
- » Téc. Sup. Samanta Reyes
- » Téc. Sup. Ciro Romero
- » Ing. Diego Romero
- » Ing. Sergio Szklanny
- » Ing. Norma Toneguzzo
- » Ing. Alan Varela
- » Ing. Roberto Varela

El compromiso asumido los invita a colaborar enviando notas o ideas para ellas, asistir técnicamente a la redacción o recomendar la publicación de algo ya elaborado.

Con este respaldo hay algo que está asegurado: la información difundida a través de los medios de AADECA es confiable, es segura y es relevante.❖

En una época en la noticia falsa ("fake news") está a la orden del día, y al mismo tiempo abunda la información superficial y confusa, contar con un equipo técnico capacitado para identificar, e incluso elaborar, artículos interesantes es un privilegio.

Tipos y usos de sensores de proximidad en la automatización industrial

Los sensores de proximidad son muy variados, como los magnéticos, los capacitivos, los inductivos y los ópticos. Algunos son útiles para detectar solo metales ferrosos, mientras que otros pueden detectar cualquier tipo de metal, y otros pueden detectar cualquier tipo de objeto e incluso personas.

Arthur Pini

Consultor independiente

www.linkedin.com/in/art-pini-299a2312/

Muchas aplicaciones de automatización industrial requieren la capacidad de detectar la presencia y/o la posición de un objeto o persona sin establecer contacto físico a fin de evitar restringir o limitar el movimiento del objeto detectado. El sensor de proximidad es ideal para esta función.

Pero los sensores de proximidad son muy variados, como los magnéticos, los capacitivos, los inductivos y los ópticos, y la composición del material del objeto que se detecta puede afectar la capacidad de un sensor para detectar su presencia.

Algunos sensores de proximidad son útiles para detectar solo metales ferrosos, mientras que otros pueden detectar cualquier tipo de metal, y otros pueden detectar cualquier tipo de objeto e incluso personas. Los usuarios potenciales de los sensores de proximidad en una aplicación de automatización industrial deben conocer los diferentes tipos de tecnología de sensores de proximidad y su aplicabilidad en situaciones de detección específicas.

En este artículo se analizan varios tipos de sensores y se detallan los tipos de objetos que pueden detectar y la sensibilidad espacial de cada tipo de dispositivo.

Los usuarios potenciales de los sensores de proximidad en una aplicación de automatización industrial deben conocer los diferentes tipos de tecnología de sensores

Sensores de proximidad inductivos

Los sensores de proximidad inductivos detectan la presencia de objetos conductores (metáli-

cos) y tienen un rango de detección que depende del tipo de metal detectado. Estos sensores funcionan con un campo magnético de alta frecuencia generado por una bobina en un circuito de oscilación. Un objetivo conductor que se acerca al campo magnético presenta una inducción o corriente de Foucault inducida en él, creando un campo magnético opuesto que reduce efectivamente la inductancia del sensor inductivo.

Estos sensores de proximidad funcionan mediante dos métodos. En el primer método operativo, a medida que el objetivo se acerca al sensor, el flujo de corriente de inducción aumenta, lo que incrementa la carga en el circuito de oscilación haciendo que su oscilación se atenúe o se detenga. El sensor detecta este cambio en el estado de oscilación a través de un circuito de detección de amplitud, y emite una señal de detección.

Un esquema de funcionamiento alternativo utiliza un cambio en la frecuencia —en lugar de la amplitud— de la oscilación resultante de la presencia de un objetivo conductor. Un objetivo de metal no ferroso, como el aluminio o el cobre,

que se acerca al sensor hace que la frecuencia de oscilación aumente; mientras que un objetivo de metal ferroso, como el hierro o el acero, hace que la frecuencia de oscilación disminuya. El cambio de la frecuencia de oscilación con respecto a una frecuencia de referencia hace que el estado de salida del sensor cambie.

La figura 1 muestra como ejemplo el esquema de un sensor de proximidad inductivo de corto alcance que utiliza la variación de frecuencia para detectar la presencia de un objeto conductor dentro de su campo electromagnético.

El interruptor de proximidad inductivo es ideal para aplicaciones de detección de proximidad sin contacto, como la detección de presencia, el recuento de eventos y los pulsadores simples en los que el rango de detección es inferior a 10 mm. El dispositivo cambia su estado de salida cuando un objeto conductor se mueve cerca de la bobina de detección.

La implementación diferencial (bobina de detección y bobina de referencia a fin de determinar la inductancia relativa del sistema) y la histéresis se utilizan para garantizar una con-

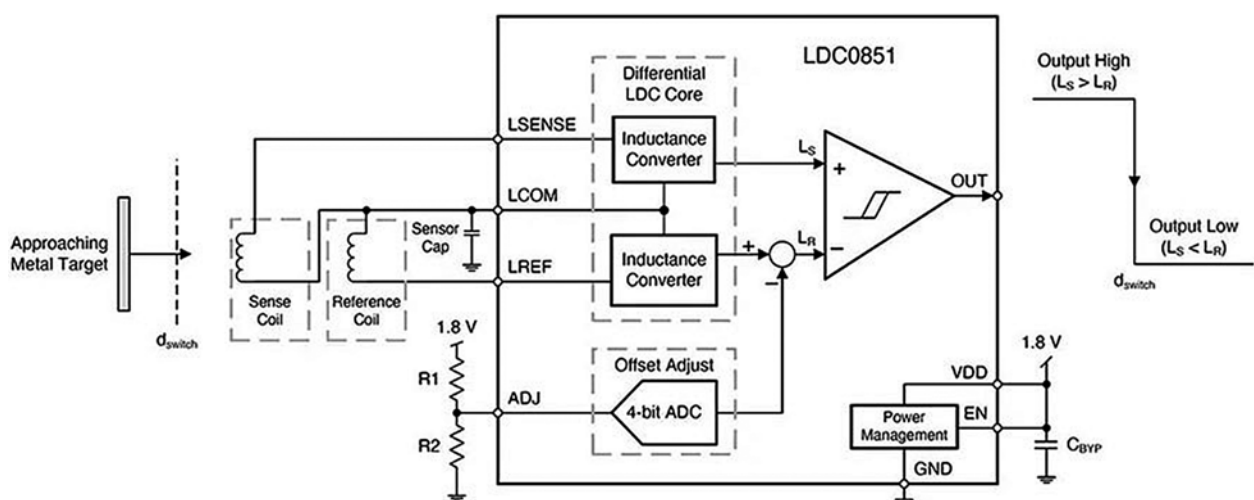


Figura 1. Un sensor de proximidad inductivo que utiliza dos bobinas inductivas —una de detección y otra de referencia— para medir la diferencia de inductancia debida a un objeto cercano a la bobina de detección.

Fuente de la imagen: Texas Instruments.

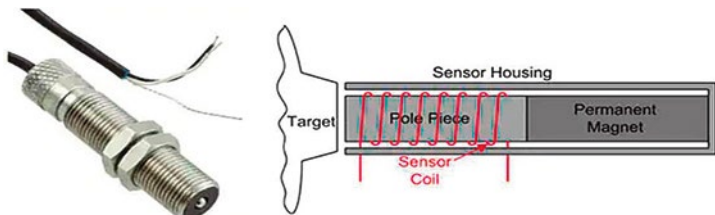


Figura 2. El captador magnético VR (izquierda) es un sensor pasivo que detecta el cambio del campo magnético entre la pieza polar y la carcasa del sensor (mostrada a la derecha).

Fuentes de la imagen: Art Pini, con la imagen MP62TA00 de Red Lion Controls.

mutación fiable e inmune a las vibraciones mecánicas, las variaciones de temperatura o los efectos de la humedad. Las bobinas de captación inductiva se sintonizan con un único condensador sensor, que establece la frecuencia de oscilación en el rango de 3 a 19 MHz. La salida push-pull está en estado bajo cuando la inductancia de detección está por debajo de la inductancia de referencia y vuelve al estado alto cuando ocurre lo contrario.

El interruptor de proximidad inductivo es ideal para aplicaciones de detección de proximidad sin contacto

Sensores magnéticos de proximidad

Utilizados para medir la posición y la velocidad de componentes metálicos en movimiento, los detectores de proximidad magnéticos pueden ser dispositivos activos, como un sensor de efecto Hall, o pasivos, como un sensor de reluctancia variable (VR). El sensor de proximidad VR mide los cambios en la reluctancia magnética —análoga a la resistencia eléctrica en un circuito eléctrico— y consta de un imán permanente, una pieza polar y una bobina de detección encerrada en una caja cilíndrica.

Un objeto ferromagnético que pasa cerca del polo provoca una variación del campo magnético. Esta variación genera a su vez una tensión de señal en la bobina de señal. La magnitud de la tensión de la señal depende del tamaño del objeto objetivo, de su velocidad y del tamaño del hueco entre la pieza polar y el objeto. El objeto objetivo debe estar en movimiento para ser detectado por el SRV.

Los sensores de RV son dispositivos pasivos, por lo que no necesitan una fuente de alimentación y por ello suelen tener aplicación en la medición de máquinas rotativas. Por ejemplo, los captadores VR se utilizan ampliamente para detectar el paso de los dientes en un engranaje ferroso, una rueda dentada o una rueda de la correa de distribución. También pueden utilizarse para detectar

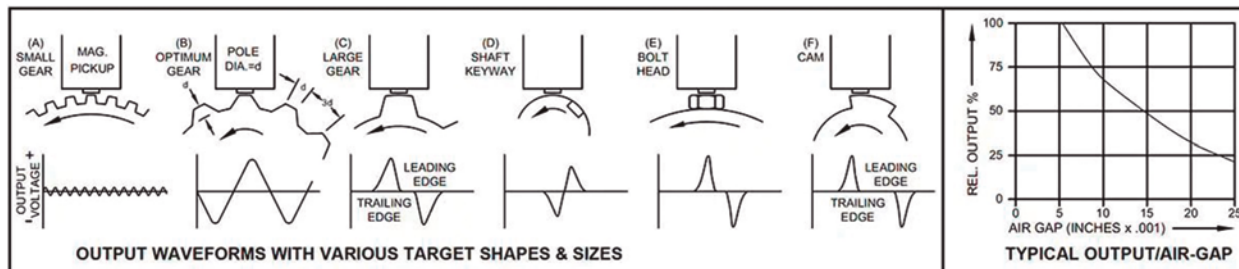


Figura 3. Los sensores de RV se utilizan ampliamente para detectar los dientes de los engranajes, las levas y los chaveteros en la maquinaria rotativa.

Fuente de la imagen: Red Lion Controls.

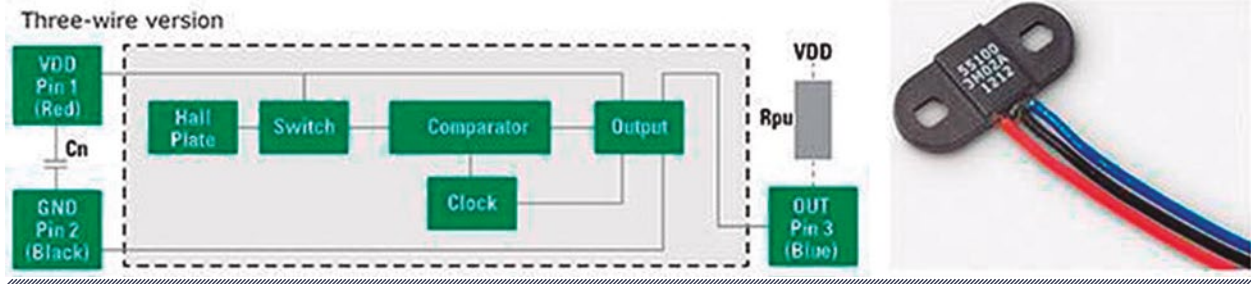


Figura 4. Diagrama de bloques y foto del sensor de proximidad de efecto Hall con brida y con salida de tensión.

Fuente de la imagen: Littelfuse Inc.

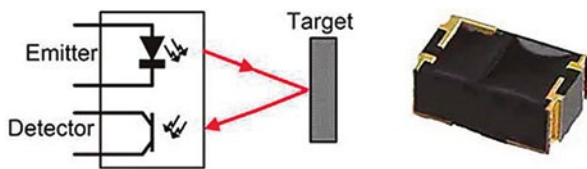


Figura 5. El sensor óptico de proximidad localiza el objeto objetivo emitiendo un haz de luz y detectando el reflejo en él.

Fuente de la imagen: Art Pini.

Los detectores de proximidad magnéticos pueden ser dispositivos activos, como un sensor de efecto Hall, o pasivos, como un sensor de reluctancia variable (VR).

cabezas de tornillos, chavetas u otros objetivos metálicos de movimiento rápido (figura 3).

Se emplean como tacómetros para medir la velocidad de rotación y también se aplican por parejas para medir la excentricidad del eje giratorio.

El segundo tipo de sensor magnético utiliza el efecto Hall para detectar la presencia de un campo magnético. El efecto Hall describe la interacción de un conductor portador de corriente y un campo magnético perpendicular al plano del conductor. Cuando un conductor portador de corriente se coloca en un campo magnético, se genera una tensión (tensión Hall) perpendicular a la corriente y al campo. La tensión Hall es proporcional a la densidad de flujo del campo magnético y requiere un blanco que esté magnetizado.

La capacidad de detectar campos magnéticos estáticos es una de las principales ventajas del sensor de efecto Hall, ya que puede utilizarse para detectar una puerta cerrada o un objeto en una posición fija.

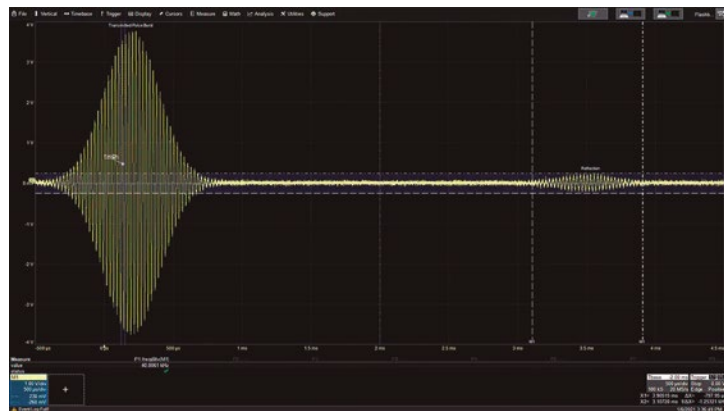


Figura 6. La localización del alcance mediante ultrasonidos mide el tiempo transcurrido desde la ráfaga ultrasónica del transmisor (izquierda) hasta el tiempo de llegada del pulso reflejado (derecha). Este tiempo es el doble del tiempo de vuelo de la ráfaga inicial desde el sensor hasta el objeto objetivo.

Fuente de la imagen: Art Pini.

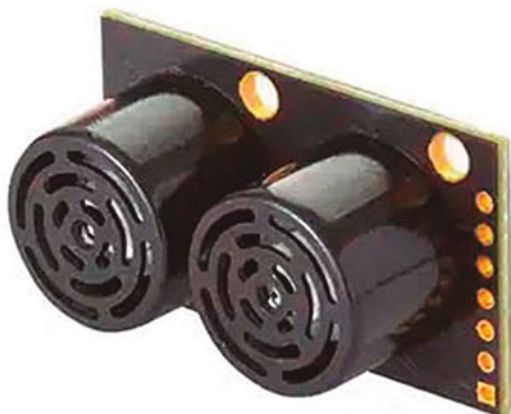


Figura 7. Sensor de proximidad ultrasónico: un conjunto de telémetro ultrasónico con transductores de emisión y recepción y un alcance de 5 m.

Fuente de la imagen: MaxBotix Inc.

Sensor óptico de proximidad

Los sensores ópticos de proximidad utilizan luz —infrarroja o visible— para detectar objetos. Tienen la ventaja de que no es necesario que el objetivo sea magnético o metálico, solo tiene que obstruir o reflejar la luz. Básicamente, los sensores ópticos emiten luz y controlan la luz reflejada en el objeto objetivo (figura 5, izquierda).

Los sensores de RV son dispositivos pasivos, por lo que no necesitan una fuente de alimentación. y por ello suelen tener aplicación en la medición de máquinas rotativas.

Sensores de proximidad ultrasónicos

Los requisitos de distancias de detección mayores, como la detección de coches en una ventanilla de autoservicio, pueden manejarse con sensores de proximidad basados en ultrasonidos. Estos sensores detectan objetos de cualquier tipo a distancias de hasta varios metros. La base de la

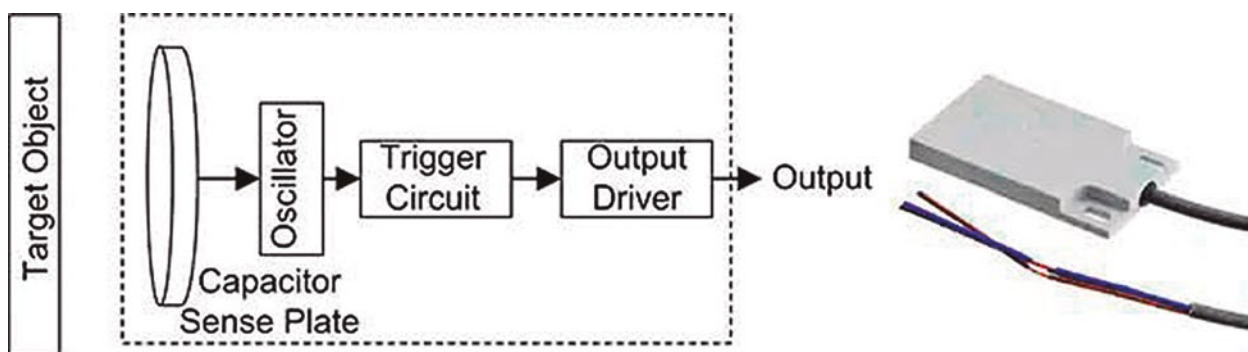


Figura 8. En un sensor de proximidad capacitivo genérico (izquierda), la placa de detección del condensador forma un condensador con el objeto objetivo externo; el valor de la capacitancia determina la frecuencia del oscilador.

Fuente de la imagen: Art Pini.

medición es el tiempo de vuelo de un impulso ultrasónico emitido por el transmisor del sensor que se refleja en el objeto objetivo y es captado por el receptor del sensor (figura 6).

El tiempo que transcurre desde el impulso transmitido hasta el reflejo recibido representa el tiempo de vuelo desde el sensor hasta el objeto objetivo y de vuelta. Conociendo la velocidad de propagación y el tiempo de vuelo, se puede calcular la distancia. En el ejemplo mostrado, el tiempo de vuelo es de 3,1 ms. En el caso del aire, a 21,11 °C la velocidad del sonido es de 343,4144 m/s, por lo que la distancia total hasta el objeto y de vuelta es de 120,7008 m. El alcance del sensor al objeto es la mitad del tiempo de vuelo (o 60,3504 m).

El segundo tipo de sensor magnético utiliza el efecto Hall para detectar la presencia de un campo magnético.

Sensores de proximidad capacitivos

Los sensores de proximidad capacitivos pueden detectar objetivos metálicos y no metálicos en forma de polvo, granulado, líquido y sólido.

Los dispositivos son generalmente similares a los sensores inductivos, excepto que las bobinas de detección del sensor inductivo se sustituyen por una placa de detección capacitiva. Se utilizan sobre todo para detectar los niveles de líquido en los depósitos de almacenamiento.

La placa sensora del sensor forma un condensador con el objeto objetivo y la capacitancia varía con la distancia al objeto. La capacitancia de detección determina la frecuencia del oscilador, que se controla para conmutar el estado de salida cuando se cruza un umbral de frecuencia.

Los sensores de proximidad capacitivos se utilizan sobre todo para detectar los niveles de líquido en los depósitos de almacenamiento.

Conclusión

Los sensores de proximidad emplean múltiples tecnologías que se adaptan a diversas aplicaciones. Dependiendo del tipo de sensor, pueden detectar objetivos metálicos y no metálicos con una distancia de detección que va desde milímetros hasta cinco o más metros. Son lo suficientemente compactos como para funcionar en espacios reducidos y muchos son capaces de funcionar en entornos difíciles. Esta gama de tecnologías ofrece al usuario una gran variedad de opciones para satisfacer una gran cantidad de requisitos de detección de proximidad. ❖

Esta gama de tecnologías ofrece al usuario una gran variedad de opciones para satisfacer una gran cantidad de requisitos de detección de proximidad.

Una “charla” con un robot: interacción fascinante

Acerca de RoboThespian, un robot humanoide.

Festo

www.festo.com.ar



Fuente: www.festo.com.ar

Ya sea en el Centro Espacial Kennedy de la NASA en Florida (EE. UU.) o en el Centro de Ciencias Phaeno de Wolfsburg (Alemania), los visitantes disfrutaban charlando con el robot humanoide RoboThespian, que se dirige específicamente a ellos y con movimientos curiosos completamente naturales. Esto es posible gracias a la tecnología más moderna de Festo: el músculo neumático y las válvulas piezoeléctricas.

La empresa Engineered Arts Limited ha desarrollado a este humanoide de 1.75 metros de altura y cerca de 33 kilos de peso en Penryn (Inglaterra).

Según la programación y el equipamiento técnico, puede interactuar activamente con sus interlocutores. Su nombre también hace referencia a ello: "Thespian" es una antigua denominación en inglés para "actor". Esta cabeza inteligente habla varios idiomas y reconoce rostros y gestos.

Si se nombran determinadas palabras clave, inicia reacciones definidas previamente

Si se nombran determinadas palabras clave, inicia reacciones definidas previamente. Para dar con respuestas e indicaciones exactas, puede utilizar también motores de búsqueda autónomos y obtener información de internet. Si lo controla una persona a través de auriculares inalámbricos y una tablet, puede incluso hablar a los visitantes de forma individual. Actualmente existen más de

Más información sobre RoboThespian:
<https://www.engineeredarts.co.uk/robot/robothespian/>

Fuente:
https://www.festo.com/ar/es/e/tendencias/fascinante-interaccion-id_45159/

sesenta de estos robots, que se disfrutan principalmente en museos, universidades o exposiciones permanentes.

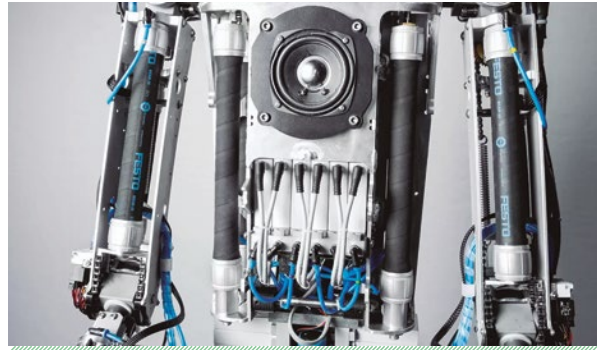
Movimiento "natural" con músculos artificiales

Buena parte de su movilidad pseudohumana se debe a los músculos neumáticos DMSP de Festo. Son un sistema de contracción de membranas, un tubo flexible con los llamados "hilos de multifilamento" como refuerzo, integrados en una estructura con forma romboidal.

El sistema reacciona como un músculo humano, contrayéndose y relajándose, y eso sin resistencia a la fricción o momento de rotura, incluso sin deslizamiento intermitente. El movimiento de los brazos y las manos lo provocan el total de dos y ocho músculos neumáticos respectivamente de diferentes tamaños.

Control preciso por piezotecnología

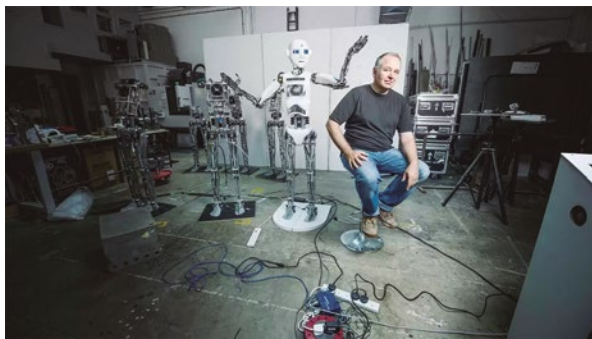
Entre otros, los músculos artificiales se controlan por válvulas piezoeléctricas VEAB. Estas válvulas ofrecen numerosas ventajas en comparación con electroválvulas convencionales, especialmente en aplicaciones con regulación del caudal y de la



Fuente: www.festo.com.ar

presión, o como válvulas proporcionales con regulación directa: las válvulas son especialmente compactas, muy ligeras, altamente precisas, duraderas, conmutan con gran rapidez y consumen hasta un 50% menos de energía. Además, prácticamente no generan calor residual y funcionan casi sin hacer ruido.

Las válvulas son especialmente compactas, muy ligeras, altamente precisas, duraderas, conmutan con gran rapidez y consumen hasta un 50% menos de energía



Fuente: www.festo.com.ar

Embajadores de la Industria 4.0

RoboThespian es un ejemplo fascinante de la comunicación entre seres humanos y máquinas. Representa de un modo impresionante el potencial que alberga la Industria 4.0: el hombre crea y programa la máquina que, a partir de ese momento, reacciona a su entorno con flexibilidad y, en gran medida, de forma autónoma. ❖

Cuando recibís esa llamada telefónica temprano en la mañana...

Cómo la automatización puede resolver situaciones muy complejas.

Rainer Brehm
CEO Factory Automation
Siemens Digital Industries
www.siemens.com.ar

En el supermercado, el estante con tu bebida favorita está vacío, y de repente tenés que esperar más de lo esperado para tu nueva cama o la nueva cocina que pediste. ¿Por qué? Porque detrás de las austeras puertas de las fábricas donde se producen estos productos, actualmente se está desarrollando una compleja problemática. Las cadenas de suministro se han vuelto altamente frágiles y no se están entregando los materiales que se necesitan con urgencia. De un día para otro, los recursos que antes parecían estar abundantemente disponibles se han vuelto escasos y costosos. El mundo ha cambiado, y si las empresas manufactureras quieren tener un futuro, necesitan cambiar junto con él.

El mundo ha cambiado, y si las empresas manufactureras quieren tener un futuro, necesitan cambiar junto con él

El lema "Nunca cambie un sistema en ejecución" está desactualizado

Atrás quedaron los días en que todo lo que las instalaciones de producción tenían que hacer era ser lo más productivas posible, y todo su enfoque estaba en optimizar los pasos de producción individuales. También han quedado atrás los días de líneas de producción rígidas que funcionaban con el principio de "nunca cambiar un sistema en funcionamiento". Lo que importa ahora es la resiliencia y adaptabilidad de sistemas de producción enteros, ya que constantemente enfrentan nuevos desafíos.

Experimentamos esto todos los días en nuestras fábricas de Siemens. Durante la mañana, una llamada telefónica nos informa que la entrega esperada no ha llegado. Si no queremos cerrar la producción, tenemos que adaptarnos a las nuevas

condiciones de forma muy rápida y flexible. Por ejemplo, necesitamos integrar a otros proveedores en nuestros procesos que puedan entregar los componentes faltantes a un nivel de calidad comparable, o rediseñar nuestro producto, para que podamos fabricarlo sin el material faltante.

Nuestro objetivo principal es ayudar a los procesos industriales a adaptarse a las nuevas condiciones prácticamente con solo hacer clic en un botón para que las empresas puedan producir el producto correcto en el lugar correcto y en el momento adecuado en las condiciones actuales, sean cuales sean.

Esto solo es posible si hay un cambio en la automatización, alejándose de la línea de producción fija hacia un sistema integrado en el que los procesos de automatización se puedan alterar muy rápidamente, idealmente con solo hacer clic en un botón, o incluso pueden adaptarse de forma autónoma: un caso de "fabricación inteligente". Por ejemplo, las nuevas funcionalidades se importan automáticamente al software de automatización, que es típico del mundo de la tecnología de la información (TI). Se conoce como implementación continua.

Las crecientes capacidades de análisis de datos de TI también están haciendo que la tecnología operativa (OT) sea cada vez más flexible y resistente

Las crecientes capacidades de análisis de datos de TI también están haciendo que la tecnología operativa (OT) sea cada vez más flexible y resistente. Las empresas que rompen los silos de información y mantienen una visión general de los datos en todas las áreas de las operaciones industriales tienen una imagen mucho más precisa de lo que está sucediendo en la cadena de producción y pueden responder en consecuencia.

Siemens Xcelerator, una plataforma de negocios digital abierta, ya está disponible para facilitar y acelerar esta digitalización de la producción industrial, así como la integración de OT y TI. Es nuestro siguiente paso lógico: en los últimos 25 años, nuestra cartera y nuestro concepto de automatización totalmente integrada (TIA) nos han permitido integrar el entorno OT y abrirlo a las capacidades de TI. Con Siemens Xcelerator, estamos acelerando aún más la integración de OT y TI.

Tan rápido como el software

Las modificaciones rápidas en los procesos de producción significan que la ingeniería también tiene que ser rápida. Pero dada la creciente escasez de trabajadores calificados, esto solo es posible si la herramienta de ingeniería se puede implementar de manera fácil, intuitiva y flexible, y preferiblemente a la velocidad del software moderno. Sin embargo, el conocimiento aportado por el personal de una empresa, desde electricistas y operadores en el campo que tienen experiencia con OT, hasta empleados recién salidos de la capacitación que "crecieron" con el entorno de TI, es cada vez más variado. Por supuesto, sería ideal si ambos grupos pudieran implementar la misma herramienta de ingeniería sin que un grupo tenga que someterse a un costoso y lento "re-entrenamiento" en OT o TI.

Esa es una de las razones por las que hemos ampliado nuestra herramienta de ingeniería TIA Portal para incluir un entorno de desarrollo como el familiar para los desarrolladores de software del mundo de TI, incluida una interfaz de usuario compatible con Visual Studio y la gestión de proyectos a través de GitHub.

La implementación continua, que importa automáticamente nuevas características, también es factible aquí. En otras palabras, aunque el TIA Portal es una herramienta tradicional a nivel OT,



los empleados acostumbrados a TI ahora pueden desarrollar aplicaciones utilizando los métodos de programación que ya conocen. Las funcionalidades que crean se pueden integrar perfectamente en el TIA Portal como bibliotecas para que luego estén disponibles para su uso como módulos. Y debido a que esta función está basada en la nube, es fácil de descargar y actualizar en cualquier momento y desde cualquier ubicación, está disponible como servicio. Un entorno de desarrollo completo está incluso disponible como "Software as a Service", que luego se llama TIA Cloud.

Los empleados acostumbrados a TI ahora pueden desarrollar aplicaciones utilizando los métodos de programación que ya conocen

Funciones fácilmente disponibles desde la nube

Esta disponibilidad virtual de características de automatización también está desempeñando un papel cada vez más importante en la producción industrial del futuro. Debido a que el mundo que nos rodea nos presenta constantemente desafíos inesperados, las empresas de fabricación no pueden esperar hasta que se produzcan, entreguen y pongan en marcha físicamente nuevos dispositivos de hardware en el lugar donde se implementarán. Es por eso que los dispositivos de borde industrial ahora también están disponibles como dispositivos virtuales. Si la infraestructura de TI necesaria está disponible, ya no es necesario instalar un dispositivo de hardware en la máquina. En cambio, el procesamiento de datos perimetrales y la conectividad se pueden implementar fácil y virtualmente en las instalaciones o en la nube (privada). Cuando esto es indeseable o imposible, las empresas pueden continuar usando sus dispositivos de borde de hardware y ejecutar y administrar sus aplicaciones de TI cerca o dentro de la máquina.

Abierto a lo nuevo

La ingeniería basada en TI y la disponibilidad como servicio permiten a las empresas adaptar su automatización a las nuevas circunstancias de forma mucho más rápida y flexible. En última instancia, sin embargo, la automatización altamente flexible solo puede funcionar si todos los sistemas instalados en el campo pueden responder entre sí, incluso aquellos que pertenecen a plantas existentes que se instalaron hace años o que provienen de diferentes fabricantes. En este caso, los desafíos son la apertura y la interoperabilidad. Ninguna empresa puede reemplazar toda su infraestructura de OT o TI de la noche a la mañana con el fin de permitir la interacción entre sistemas individuales. Es por eso que estamos trabajando para aumentar la apertura y la interoperabilidad de nuestra cartera de TIA. Un ejemplo: en el TIA Portal, ahora es muy fácil "conectar" cinemáticas complejas como robots en procesos industriales, independientemente del fabricante, por lo que se convierten en otro componente en la expansión, conversión o modificación sin complicaciones de las plantas de fabricación. Esto es importante para los gerentes de producción que prefieren nunca intervenir en la ejecución de sistemas.

La automatización altamente flexible solo puede funcionar si todos los sistemas instalados en el campo pueden responder entre sí

Otro ejemplo de cómo la automatización está cambiando cada vez más de una entidad monolítica a una red abierta: el sistema de gestión Industrial Edge ahora se ejecuta en Kubernetes, el popular sistema de código abierto con el que el personal de TI ya está muy familiarizado y le gusta usar. Kubernetes también les permite integrar

fácilmente la plataforma Industrial Edge en su infraestructura de TI existente. Como resultado, la automatización se parece cada vez más a TI y es más fácil de manejar.

El viaje continúa

Incluso los controladores pronto estarán disponibles no solo como software dentro de un gabinete de hardware, sino también como una aplicación de software que se ejecuta en la nave de la fábrica como una aplicación de borde industrial o, en el futuro, en la nube. Estos controladores virtuales tienen muchas ventajas. Ya no es necesario tomar la precaución de sobredimensionar los controladores de hardware o comprar paquetes de software completos para estar listos para todas las eventualidades. En cambio, es posible elegir de manera óptima lo que sea necesario para satisfacer las necesidades del momento utilizando versiones de prueba gratuitas y niveles de rendimiento graduadas. Esta es una gran ventaja, especialmente para las pequeñas y medianas empresas, ya que les evita hacer grandes inversiones. Y si un componente de producción específico vuelve a estar disponible, las empresas pueden simplemente recurrir al hardware disponible porque los controladores virtuales listos para la industria serán independientes del hardware.

Entonces, el mundo continúa girando. Incluso cuando las cadenas de suministro hayan recuperado su estabilidad y la pandemia haya quedado atrás, la vida seguirá ofreciendo nuevos e imprevisibles acontecimientos. Para permitir que la industria siga entregando los productos correctos en el momento adecuado y en la ubicación correcta, la automatización está cambiando gradualmente de una automatización totalmente integrada a una automatización totalmente integrable. Así es también como la industria en su conjunto resuelve juntos todos los impredecibles problemas del futuro. ❖

Del control en el campo al control en el borde

El camino histórico y tecnológico desde el control en el campo, de Foundation Fieldbus, hasta computación en el borde y Ethernet APL.

Mirko Torrez Contreras
mirkotc.wordpress.com
mikotc@gmail.com

Phoenix Contact
www.phoenixcontact.com.ar

Sobre el autor

Mirko Torrez Contreras es consultor freelance de automatización de procesos con más de veinte años de experiencia en el mercado de la automatización industrial, especializado en consultoría en automatización de procesos; consultoría y entrenamiento en redes industriales, y consultoría y entrenamiento en protección contra explosiones. Además, es consultor asociado en el Centro Internacional de Capacitación y Competencia de Profibus ubicado en Argentina, y presta servicios como escritor técnico (inglés o español) y traductor técnico (inglés y español).

Fuente: Industrial Automation Trends, publicación a cargo del autor, disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/del-control-en-el-campo-al-borde-mirko-torrez-contreras/>

CiF

Una de las características más innovadoras que ofrecía el protocolo de bus de campo Foundation Fieldbus, el cual está basado en el estándar IEC 61158-2, era la conocida como “Control in The Field” o “CiF” (‘control en el campo’).

El objetivo de esta tecnología era permitir la inclusión de bloques con funciones de control en la electrónica de los dispositivos de campo Foundation Fieldbus, de modo tal que los lazos de control se pudieran configurar y ejecutar sin la necesidad de contar con un controlador.

Esta propuesta de control local se parece inicialmente a un retorno al modelo de control utilizado en los antiguos sistemas de control neumático. Si bien se siente como un retroceso a las épocas antiguas, el concepto ofrecía posibilidades interesantes de aplicación.

El paradigma del concepto de control basado en DCS consistía en concentrar el procesamiento de

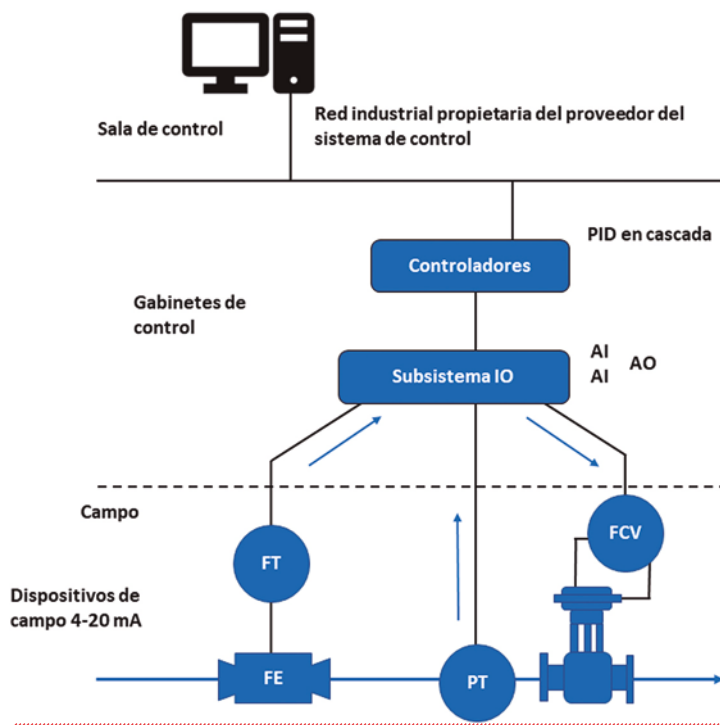


Figura 1. Topología tradicional de un DCS

los lazos de control en unos pocos controladores de alto rendimiento. La mayoría de las aplicaciones DCS utilizan uno o dos controladores.

Bajo este modelo de control, sería ventajoso evitar sobrecargar el procesador del controlador principal, y este objetivo se podría lograr mediante la descentralización que permitía la funcionalidad CiF incluida en Foundation Fieldbus.

Una de las características más innovadoras que ofrecía el protocolo de bus de campo Foundation Fieldbus, el cual está basado en el estándar IEC 61158-2, era la conocida como "Control in The Field" o "CiF"

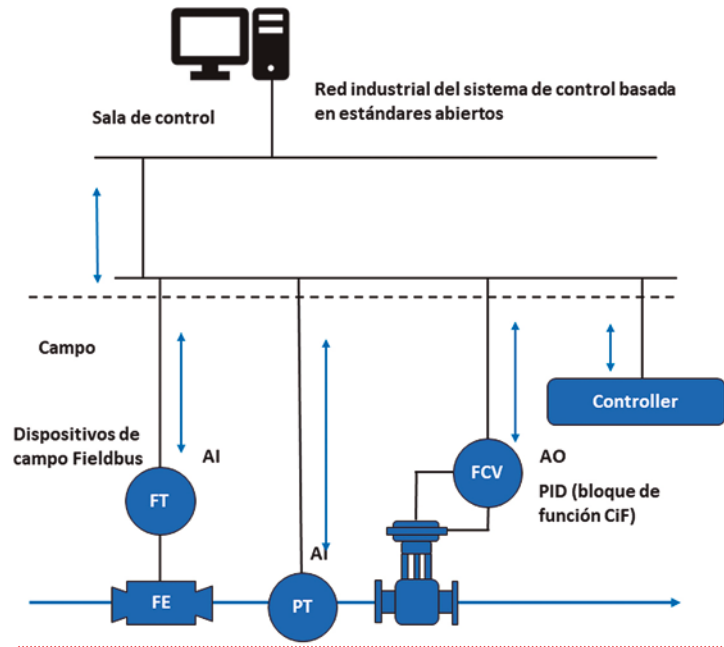


Figura 2. Topología de una aplicación con control en el campo

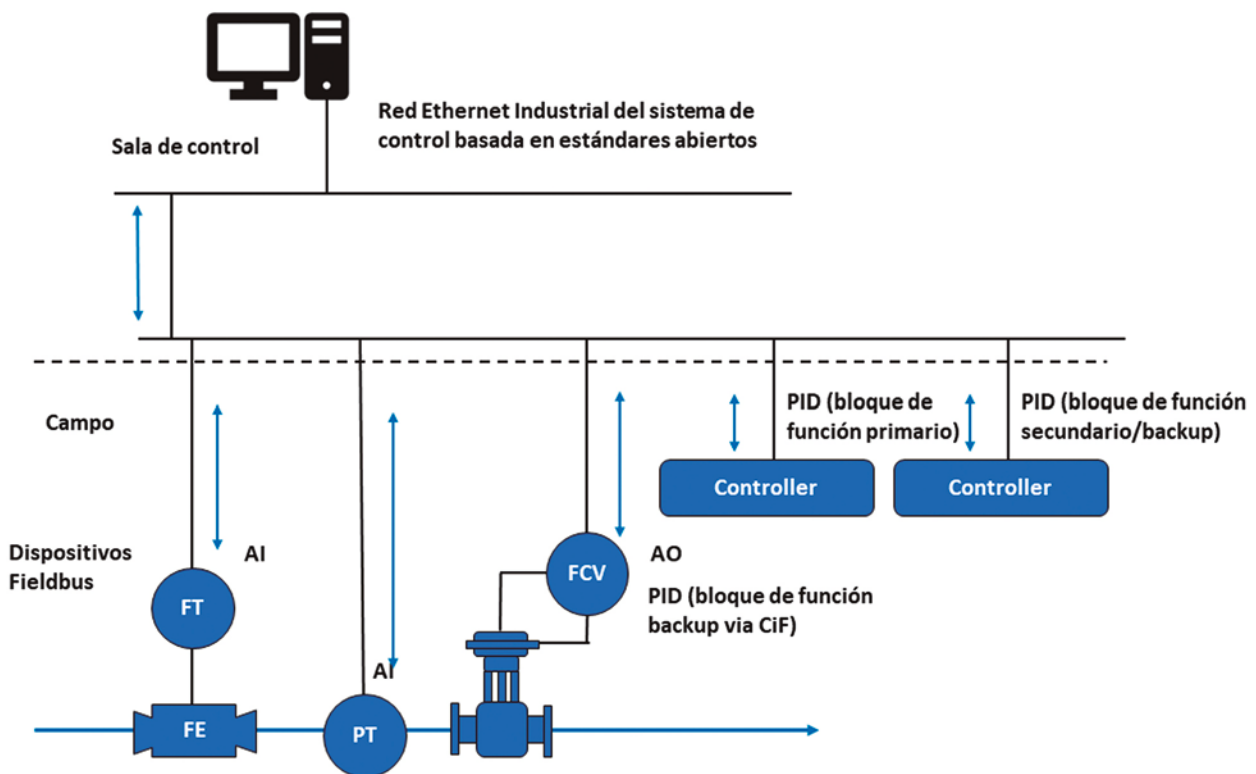


Figura 3. Topología CiF totalmente redundante

Un ejemplo de una aplicación CiF

Un ejemplo simple de una aplicación que use CiF podría ser el siguiente: imaginemos una válvula que controla el flujo de líquido a un tanque. La válvula está conectada al mismo segmento de bus de campo Foundation Fieldbus que un sensor de nivel ubicado en el tanque, el cual monitorea el nivel del líquido. Si el firmware de la válvula de control incluía un bloque de función PID, sería posible configurarlo para utilizar los datos del sensor de nivel para cerrar un lazo de control; el cual, por ejemplo, se podría encargar de mantener un nivel constante en el tanque o evitar su sobrellenado o su vaciado.

La tecnología CIF se puede emplear en una variedad de configuraciones de control (figura 3). Se puede utilizar en combinación con el controlador o de forma independiente. Es decir, el bucle de control se podría configurar en el controlador principal y en el campo como una medida de re-

dundancia. O se podría implementar solo en el campo para ahorrar capacidad de procesamiento en el controlador, o para garantizar un tiempo de respuesta más rápido en la ejecución del lazo.

Los videos de demostración típicos de la era del bus de campo mostraban la simulación de la falla de un controlador en una aplicación Foundation Fieldbus y cómo el bucle de control continuó funcionando después, con el bloque de función ejecutándose en el campo sin interrupciones.

Entonces, ¿por qué esta característica no se usó ampliamente?

Hay algunas razones, pero las principales se pueden resumir de la siguiente manera:

- » Nunca hubo un acuerdo sobre qué tipo de bloques de función se suponía que debían estar disponibles en qué tipo de dispositivos

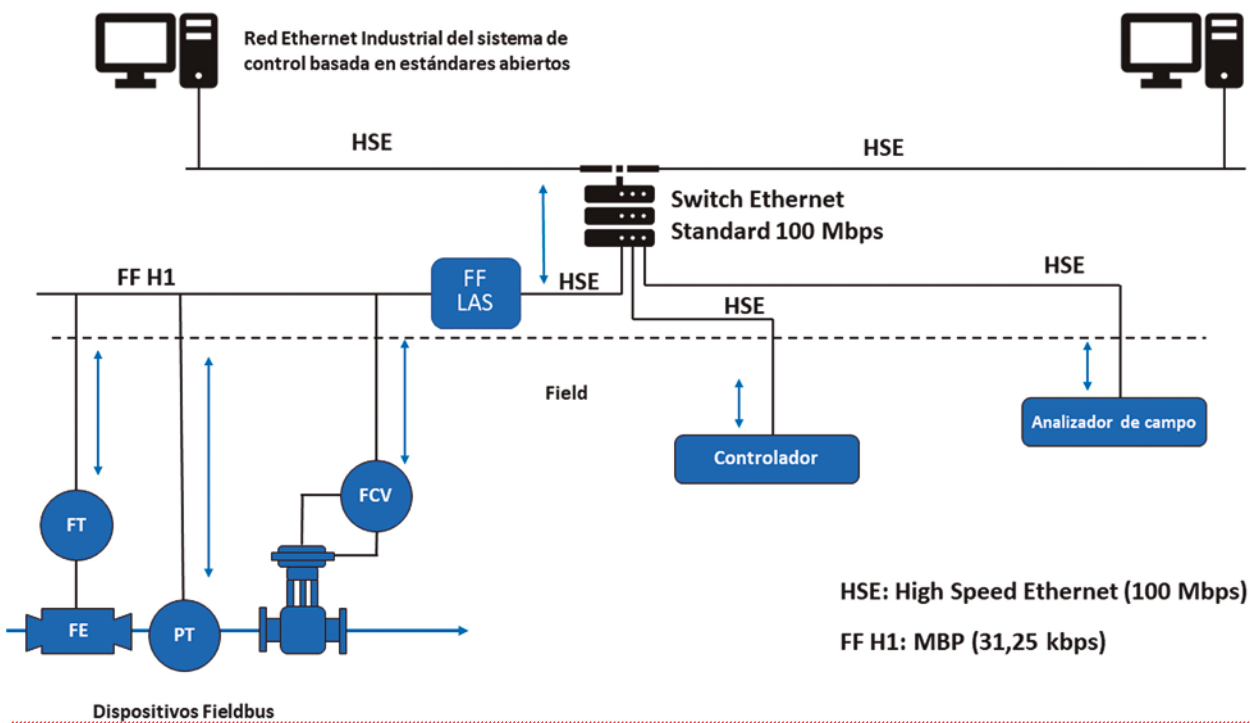


Figura 4. Concepto original de Foundation Fieldbus, que integra capas físicas HSE y H1

de campo, por lo tanto, en el caso de una falla del dispositivo, solo una unidad de reemplazo exactamente igual podría mantener el papel del dispositivo en la aplicación CiF.

- » Los dispositivos Foundation Fieldbus de esa época tenían procesadores comparativamente potentes en comparación, por ejemplo, con dispositivos de 4-20 mA o Hart, pero no eran lo suficientemente poderosos como para implementar estrategias de control avanzadas.
- » La lenta velocidad de transmisión de los buses de campo compatibles con el estándar IEC 61158-2 (31,25 kbps) implicaba que era necesario un trabajo cuidadoso en la configuración de los tiempos de sincronización de los ciclos.
- » Una arquitectura de control descentralizada requiere personal con mayor capacitación y experiencia, tanto en ingeniería como en mantenimiento.

Una arquitectura de control descentralizada requiere personal con mayor capacitación y experiencia, tanto en ingeniería como en mantenimiento.

Una opinión

Desde mi punto de vista, la razón principal de la eventual desaparición de la tecnología Foundation Fieldbus se debió a la negativa de los proveedores de sistemas de control a adoptar la implementación del protocolo en Industrial Ethernet (HSE o 'High-Speed Ethernet', 'Ethernet de alta velocidad') como red troncal en sus sistemas de control. Los proveedores de DCS habían invertido cantidades masivas en el desarrollo de protocolos Ethernet patentados determinísticos en tiempo real y, por lo tanto, había poco o nin-

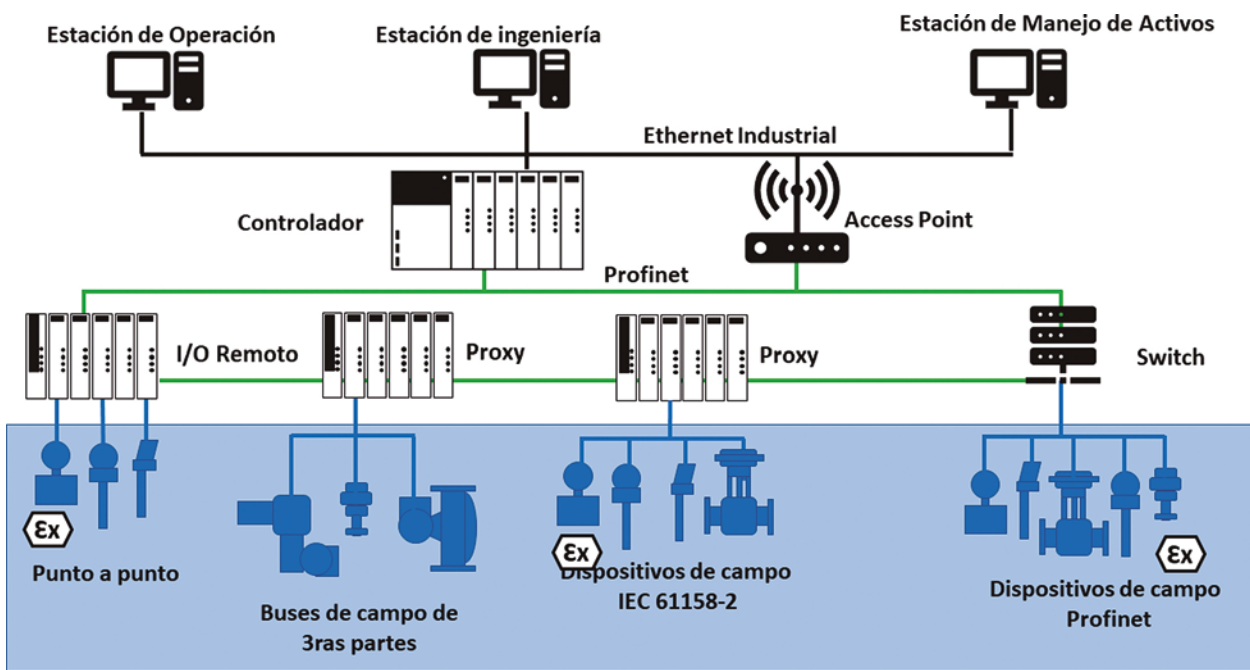


Figura 5. Los buses de campo antiguos y/o de terceras partes se pueden integrar en una red Profinet mediante proxies.

gún interés en reemplazar estos protocolos por una implementación abierta que brindara interoperabilidad entre las ofertas de los competidores.

El negocio principal de los proveedores de DCS no es en realidad la venta de sistemas de control, sino la venta de actualizaciones de sistemas de control y los servicios postventa. La interoperabilidad de sistemas va en contra de este modelo de negocio.

Debido a esta adopción incompleta de la tecnología Foundation Fieldbus, las instalaciones que usaban dicho protocolo eran de hecho pequeñas islas FF interconectadas mediante las redes troncales basadas en Industrial Ethernet patentadas

que utilizaban los proveedores de sistemas de control y DCS.

Las cosas más simples tienden a durar más que las cosas complejas

La tecnología Foundation Fieldbus capaz de CiF vino y se fue. Su rival contemporáneo, Profibus PA, ha disfrutado de una vida útil más larga gracias al uso de una arquitectura Maestro/Cliente menos pretenciosa, a la disponibilidad de una ruta de migración hacia Industrial Ethernet proporcionada por la tecnología Profinet y a la inclusión de un método estandarizado para la integra-

Moore's Law: The number of transistors on microchips doubles every two years Our World in Data

Moore's law describes the empirical regularity that the number of transistors on integrated circuits doubles approximately every two years. This advancement is important for other aspects of technological progress in computing – such as processing speed or the price of computers.

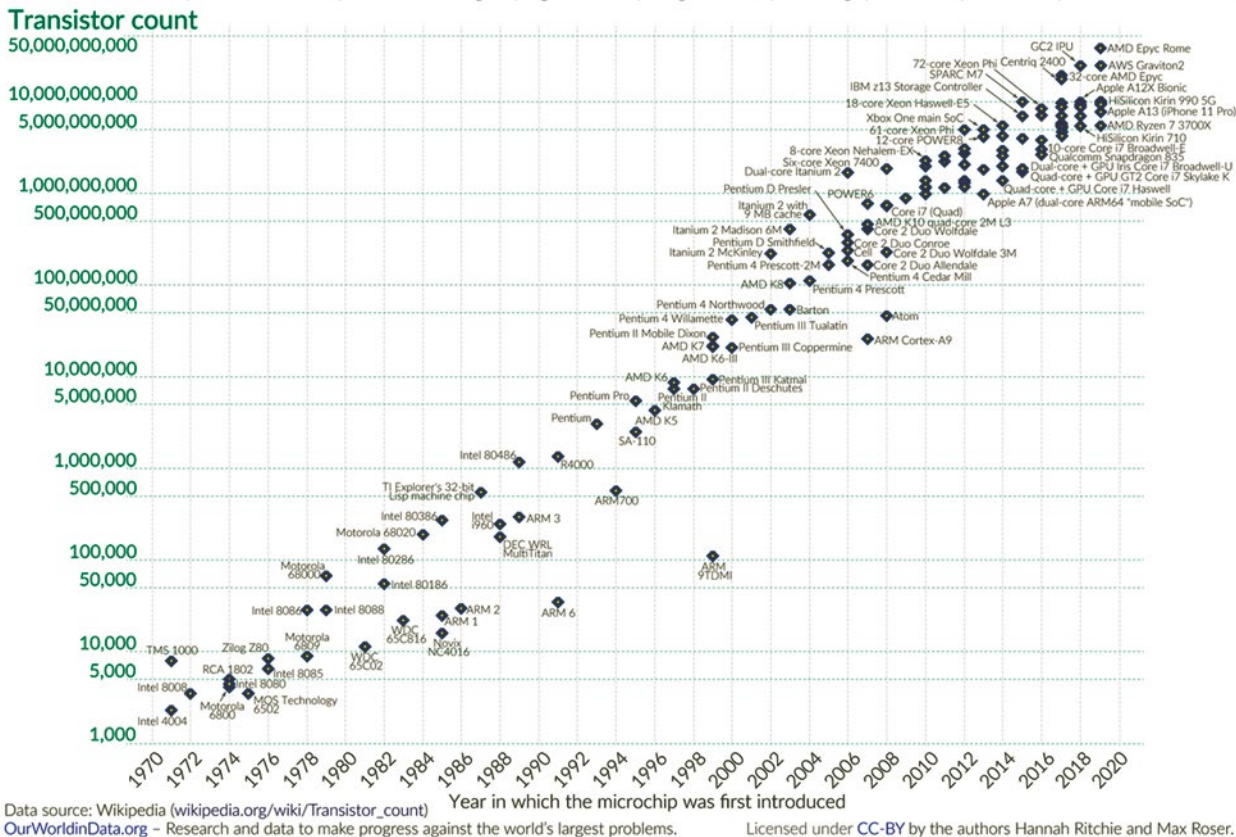


Figura 6. La Ley de Moore para la potencia de procesamiento

ción de redes heredadas en Profinet utilizando tecnología Proxy.

Al mismo tiempo, el mundo de TI estaba desarrollando el concepto de “edge computing” (‘computación de borde’). A lo largo de los años, gracias a la Ley de Moore, las capacidades del hardware de computación han ido creciendo exponencialmente, tanto de hecho que la potencia de cálculo disponible en dispositivos comunes como teléfonos inteligentes o consolas de juegos rivaliza con el rendimiento de las supercomputadoras disponibles hace veinte años. Como ejemplo de lo potente que es el hardware actual, considere este hecho: la primera computadora en alcanzar 1 teraflop fue la ASCI Red de Intel en 1997. En 2008 una GPU ATI Radeon 4800 superó esa capacidad de 1 teraflop. En los últimos treinta años, la potencia informática ha crecido unas diez mil veces.

Al mismo tiempo, el mundo de TI estaba desarrollando el concepto de “edge computing”

Una cuestión de ancho de banda

Mientras tanto, como predijo la Ley de Nielsen, el ancho de banda disponible para el acceso a Internet también ha experimentado un crecimiento dramático, pero si comparamos el crecimiento del ancho de banda con la potencia de procesamiento durante la misma cantidad de tiempo (últimos diez años) nos encontraremos con el hecho de que el ancho de banda aumentó en un factor de 57 y la potencia de cálculo en un factor de 100.

Esto significa que el factor limitante para el avance continuo de digitalización de nuestros procesos es el ancho de banda, no la potencia de cálculo. La tendencia actual a realizar el procesamiento de datos en plataformas basadas en la

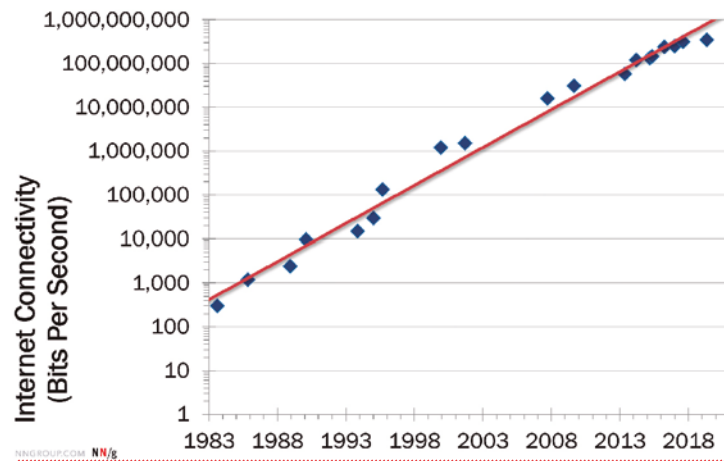


Figura 7. La Ley de Nielsen para el ancho de banda disponible en Internet

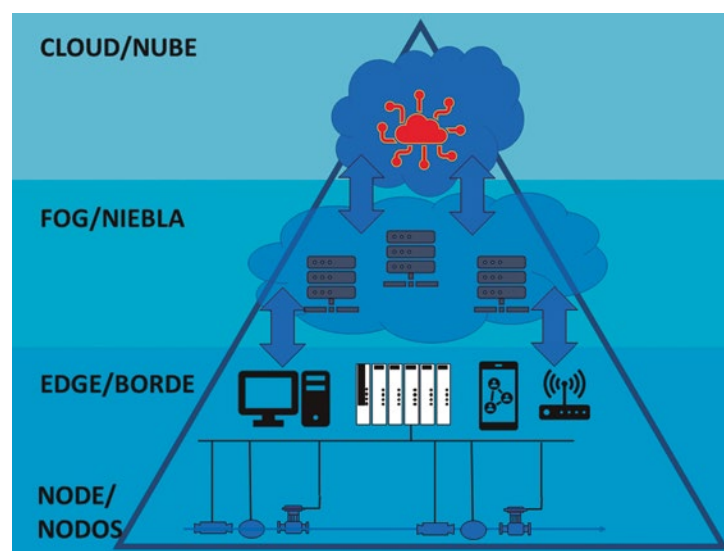


Figura 8. Los dispositivos edge en la jerarquía de la nube



Figura 9. Ejemplo de un PAC

nube encontró límites en la vida real cuando el costo de subir datos sin procesar se volvió significativo. Todos los datos adicionales generados por las aplicaciones IoT e IIoT iban a superar la capacidad de ancho de banda de Internet.

El factor limitante para el avance continuo de digitalización de nuestros procesos es el ancho de banda, no la potencia de cálculo.

'Edge computing'

La solución vino con un nuevo paradigma de computación que se conoció como "computación de borde" ('edge computing'). La idea era utilizar un modelo de computación distribuido que hiciera que los recursos informáticos y de almacenamiento de datos estuvieran más cerca de las fuentes de datos. La idea se originó en las redes distribuidoras de contenido que se crearon en la década de 1990 para brindar contenido web y video online a los usuarios finales.

Las computadoras de borde administran el procesamiento de datos en el último kilómetro de la red; por lo tanto, experimentan un retraso significativamente menor que las computadoras en la nube. El propósito de la computación de borde

es reducir la latencia mientras se realizan operaciones en tiempo real.

Las computadoras de borde administran el procesamiento de datos en el último kilómetro de la red; por lo tanto, experimentan un retraso significativamente menor que las computadoras en la nube.

La llegada de los controladores híbridos

La versión de la industria de la automatización del concepto de computación de borde aprovechó el desarrollo y la disponibilidad de controladores híbridos o PAC ('controladores de automatización programables', por sus siglas en inglés).

Todavía hay un debate en curso sobre esta denominación, pero la idea general es que un controlador híbrido es un dispositivo que puede cumplir el papel de un PLC, el cual es realizar funciones de control estándar, lo que involucra el manejo de señales discretas o digitales y continuas o analógicas, y adicionalmente son capaces de realizar un control avanzado utilizando nuevas técnicas de control, tales como el control adaptativo, la inteligencia artificial, el aprendizaje automático o la lógica difusa.

Para hacer esto, los controladores híbridos cuentan con CPU de alto rendimiento y grandes recursos de memoria que superan los de los PLC tradicionales y se acercan a las capacidades de los controladores de tipo DCS de hace unos años.

Computación de borde en la automatización de procesos

En la última década ha habido un creciente interés en el uso de arquitecturas de control distribuido en la industria de la automatización con el propósito de aumentar la funcionalidad, la modularidad y la escalabilidad.

El paradigma de la computación de borde aplicado a la industria del control de procesos generó emprendimientos tales como la iniciativa OPAS ('sistema abierto de automatización de proceso', por sus siglas en inglés). Este enfoque del control de procesos se basa en el uso del nodo de control distribuido (DCN, por sus siglas en inglés), como componente básico del concepto de automatización de procesos basados en estándares abiertos.

DCN

La descripción del DCN se parece a un dispositivo de borde industrial, es decir un dispositivo que puede administrar tareas de control local y también puede preprocesar datos cerca del origen. Al hacer esto, solo los datos relevantes se transfieren a los repositorios de datos basados en la nube, lo que reduce el ancho de banda requerido y elimina la latencia inherente de las aplicaciones basadas en la nube que las hace inadecuadas para fines reales.

Regreso al futuro

En este momento, es posible que el lector haya establecido la relación entre la computación de borde y el concepto CiF de Foundation Fieldbus. Ambas tecnologías tienen un propósito común

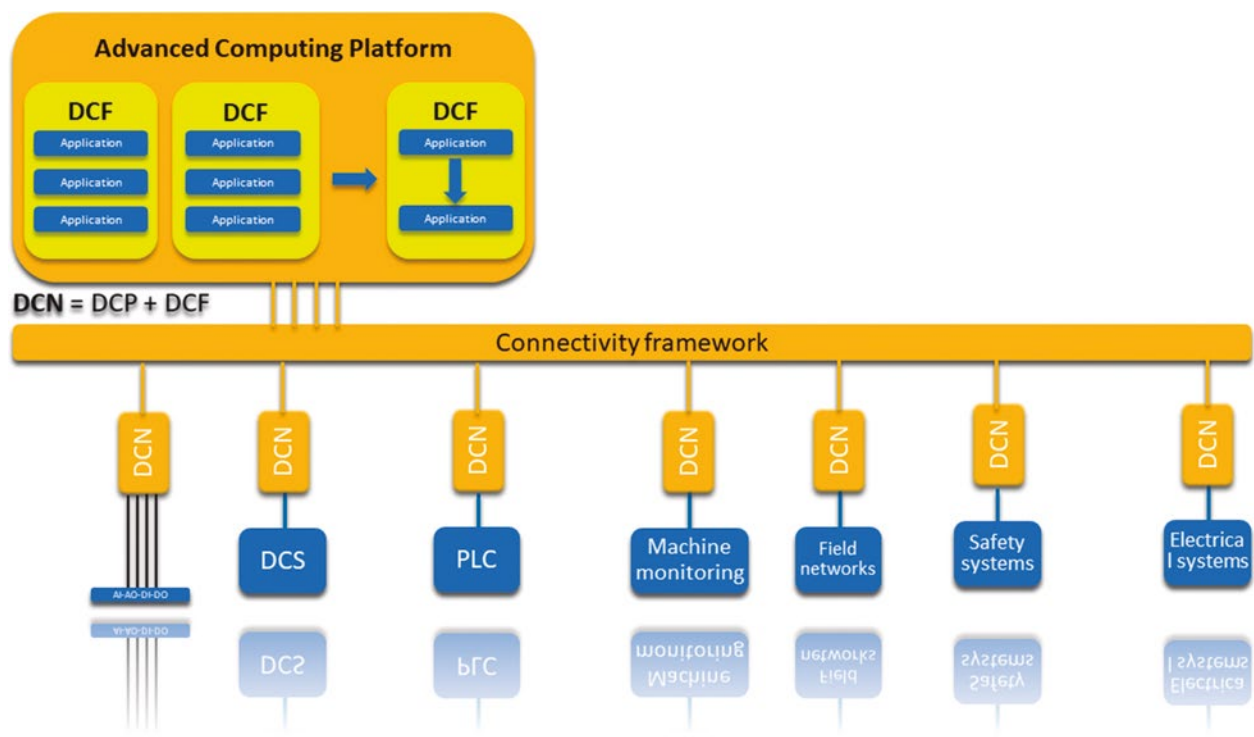


Figura 10. Arquitectura simplificada del concepto OPAS

similar: descentralizar las funcionalidades de control, haciéndolas disponibles más cerca del campo. La diferencia sustancial, y la gran ventaja, que el uso de la computación de borde tiene sobre otros conceptos más antiguos consiste en que las capacidades de procesamiento de los controladores híbridos modernos son exponencialmente superiores a lo que alguna vez estuvo disponible en los procesadores de dispositivos de campo en la era de Foundation Fieldbus.

La tecnología Ethernet-APL, próximamente disponible, eliminará el otro cuello de botella que afectó a CiF: el ancho de banda. La tecnología Ethernet-APL ofrece velocidades de transferencia de datos de 10 Mbps para dispositivos de campo. En comparación, la velocidad de transferencia de datos de 31,25 kbps de los buses de campo IEC 61185-2 parece simplemente anacrónica.

El concepto de “control en el campo” era demasiado exigente para el hardware contemporáneo, pero parece que el concepto de “control en el borde” podrá ocasionar la disrupción del paradigma de automatización actual.

La descripción del DCN se parece a un dispositivo de borde industrial, es decir un dispositivo que puede administrar tareas de control local y también puede pre-procesar datos cerca del origen.

Saber más

Si quiere saber más sobre la iniciativa OPA, más información aquí.

Si siente curiosidad por Ethernet-APL, información adicional aquí.

Y, por último, si estás interesado en cómo se relaciona la tecnología HART con Ethernet-APL, puede consultar aquí. ❖

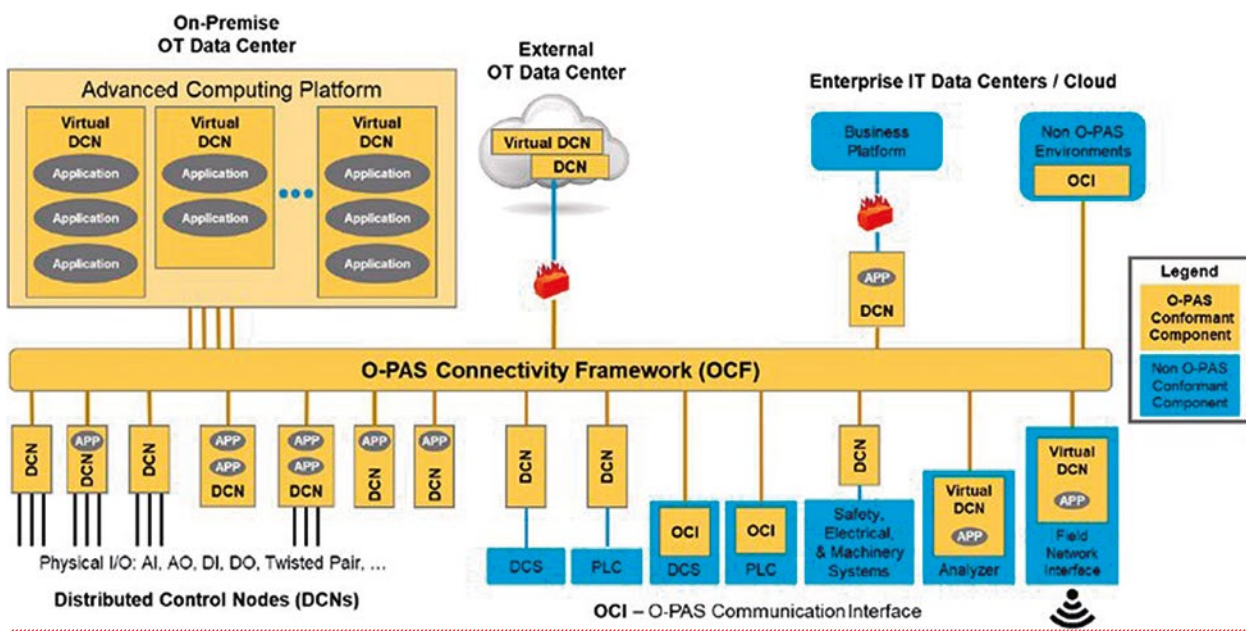


Figura 11. Arquitectura completa del concepto OPAS

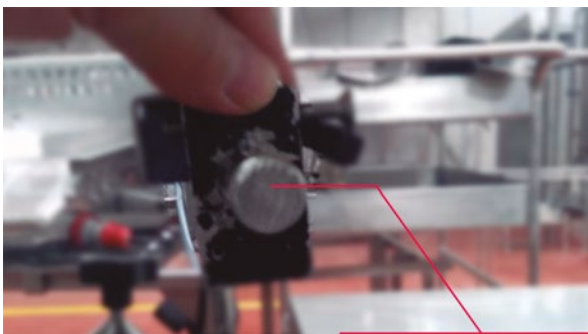
Sensores ópticos con supresión de fondo para la industria alimenticia

Los sensores ópticos con supresión de fondo de Wenglor calculan la distancia mediante medición de ángulo. Son especialmente adecuados para el reconocimiento de objetos frente a cualquier fondo.

KDK Argentina
www.kdk-argentina.com

El color, la forma y las características de la superficie del objeto no tienen prácticamente influencia en el funcionamiento de conmutación del sensor. Por ejemplo, logró inspeccionar correctamente una pila de hamburguesas en una cinta transportadora, antes de que sean envasadas.

El sensor que se instaló funcionó correctamente al discriminar el pasaje de una sola hamburguesa, condición de rechazo en la línea de envasado. Por otro lado, la condición de aceptación fue la



Soporte para el sensor



detección continua de cada pila de dos hamburguesas a través de la cinta transportadora.

P2KH002

- » Sensor réflex con supresión de fondo
- » Rango de escaneo: 150 mm
- » Velocidad: 1.000 Hz
- » Salida: PNP
- » Conmutación: NC + NO
- » Conexión: M8x1: 4 pines
- » Tipo de luz: roja
- » Interfaz: IO Link V1.1

Resumen de las características

- » Monitoreo del estado ('Condition Monitoring')
- » Mínima desviación de las distancia de conmutación en blanco y negro
- » Detección de forma segura objetos ante cualquier tipo de fondo
- » Carcasa de acero inoxidable robusta con IP 69K

KDK Argentina está especializada en proveer productos para automatización y control industrial. Brinda una solución integral que incluye diagnóstico, asesoramiento personalizado y soporte. ❖

Estudiantes de Argentina fueron premiados internacionalmente por su proyecto sobre almacenamiento inteligente de energía

Un equipo de la Facultad de Ingeniería de la UBA llegó a ganar el tercer puesto en la categoría de Energía Inteligente del concurso internacional Xplore 2023 de Phoenix Contact.

Entre los 25 finalistas de todo el mundo, tres equipos eran argentinos.

Phoenix Contact

www.phoenixcontact.com.ar



Xplore Technology Award es una iniciativa de Phoenix Contact, una competencia internacional que convoca a equipos de escuelas secundarias y universidades a desarrollar tecnologías favorables para las áreas de educación, medioambiente, tecnologías inteligentes, energías inteligentes, salud y sociedad.

El sistema alimenta motores que elevan cargas pesadas hasta cierta altura; luego, se dejan caer esas cargas y se usa el motor como generador de energía eléctrica.

Este año, se llevó a cabo la octava edición bajo el lema “Soluciones para un mundo sostenible”. De los ciento setenta equipos participantes de treinta países distintos, solo veinticinco fueron seleccionados como finalistas y fueron invitados a Bad Pyrmont (Alemania) para asistir a la ceremonia de premiaciones llevada a cabo el 18 de octubre pasado. Entre ellos, tres equipos eran los argentinos:

- » Smart Energy Storage, sobre almacenamiento inteligente, de estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires;

Fuente: <https://www.linkedin.com/posts/activity-7122562690262183937-mURk/>

- » Holus, sobre hidroponía, de estudiantes avanzados de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Tecnológica Nacional regional San Rafael;
- » Next Energy Management System, sobre sistemas de carga de vehículos eléctricos, del Grupo de Estudio de Sistemas de Control de la Universidad Tecnológica Nacional regional San Nicolás

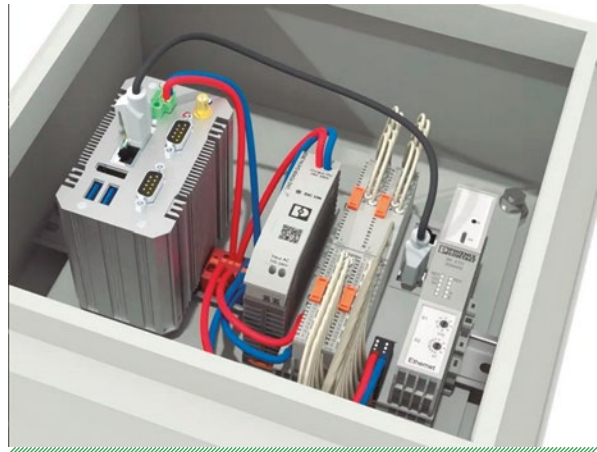
El proyecto Smart Energy Storage, además, culminó su estadía con un reconocimiento adicional: ganó el tercer puesto en la categoría Energía Inteligente, solo detrás de las ideas provenientes de Turquía y Portugal.

Las pruebas desarrolladas por el equipo de investigación dieron como resultado un aplanamiento en la curva de consumo energético del edificio.

Almacenamiento inteligente

Smart Energy Storage es una batería que acumula energía eléctrica en forma de energía potencial. El sistema alimenta motores que elevan cargas pesadas hasta cierta altura; luego, se dejan caer esas cargas y se usa el motor como generador de energía eléctrica. Este principio puede ser implementado en edificios y reducir drásticamente los picos de demanda de energía a las empresas distribuidoras.

Aunque específicamente pensado para edificios, el principio se puede aplicar en otros entornos. En concreto, consiste en una batería que acumula energía eléctrica en forma de energía potencial con la que luego alimenta motores que elevan una determinada cantidad de bloques de hor-



migón hasta una cierta altura. Cuando la demanda del edificio es alta, se deja caer los bloques de manera tal que devuelven al motor la carga acumulada, y este se comporta como generador de energía eléctrica. Por ejemplo, se puede elevar las cargas durante la noche, cuando el consumo de energía es bajo, y hacerlas descender en aquellos momentos del día cuando la demanda es elevada.

Las pruebas desarrolladas por el equipo de investigación dieron como resultado un aplanamiento en la curva de consumo energético del edificio. De esta manera, no solamente se reduce la demanda de energía, sino que además la empresa distribuidora de energía no percibe grandes aumentos, los cuales le generan muchas complicaciones técnicas.

Los PLC ofrecidos por Phoenix Contact y su programa de control son el corazón del proyecto. A través del software, se controla los motores de la planta en diversos modos según la potencia de consumo del edificio, simulada en la maqueta con un potenciómetro. También se manejan los sensores para detectar cualquier comportamiento atípico de la planta, activando una alarma sonora y visual ante cualquier falla, todo lo cual ayuda a optimizar el uso de la energía de la planta, reducir el riesgo de accidentes y mejorar la eficiencia del producto final.



Los otros proyectos destacados de Argentina

Otros proyectos destacados de Argentina que estuvieron seleccionados entre los veinticinco finalistas de la edición Xplore 2023 y viajaron a la premiación final en Alemania, invitados por Phoenix Contact estuvieron a cargo de estudiantes avanzados de la Universidad Tecnológica Nacional, de las facultades regionales de San Rafael y de San Nicolás.

Desde Mendoza, estudiantes avanzados de Ingeniería Electromecánica presentaron Holus, un módulo de hidroponía totalmente automatizado, libre de químicos y con el menor gasto de energía posible. Como método de cultivo innovador, la hidroponía consiste en que las plantas estén elevadas y las raíces queden expuestas al aire, para que se nutran con rociamiento periódico. Puesto que evita el contacto con el suelo, la propuesta favorece un control preciso sobre los nutrientes y las condiciones ambientales, lo que se traduce en un crecimiento más rápido y saludable de las plantas, así como en cosechas de mayor calidad y rendimiento.

Desde la provincia de Buenos Aires, la idea fue un

sistema de administración de energía que propone un uso más eficiente de las fuentes renovables y limpias y una gestión inteligente de la recarga de vehículos eléctricos.

Los proyectos ganadores

De los veinticinco proyectos que viajaron a Alemania, los siguientes fueron galardonados con el primer puesto:

- » Educación: "Phoenix Contact TechEducation Metaverse", de España (segundo y tercer puesto para proyectos de Alemania y Sudáfrica)
- » Ambiente: "Sistemas de acuaponía inteligente", de Emiratos Árabes Unidos (segundo y tercer puesto para proyectos de Estados Unidos y Francia)
- » Tecnología inteligente: "Gestión del agua en el hogar para un mundo sostenible utilizando IOT", de India (segundo y tercer puesto para proyectos de Alemania y China)
- » Energía inteligente: "Instalación de sistemas fotovoltaicos basados en UAV", de Turquía (segundo y tercer puesto para proyectos de Portugal y Argentina —el de FIUBA ya mencionado—)
- » Salud y Sociedad: "NurseBot", de Emiratos Árabes Unidos (segundo y tercer puesto para proyectos de Alemania y China)

Además, se entregó el premio especial inspirador al proyecto "Concurso de Eficiencia Energética E-ES 2023", de Letonia.

Así culminó Xplore 2023, con un puñado de proyectos premiados, y decenas de nuevas opciones tecnológicas a favor del desarrollo sostenible. ❖

Nueva estación de válvulas

Multipolo VM15 SI / VM18 SI, de Micro automatización, destacadas por la relación costo-beneficio, la alta durabilidad y el bajo costo de mantenimiento.

Micro automatización

www.microautomacion.com

Las estaciones de válvulas Multipolo VM15 SI / VM18 SI brindan soluciones compactas y confiables en un sinnúmero de aplicaciones, para diferentes tipos de industrias: de proceso, automotriz, alimentaria, embalaje, etc.

Este producto permite distribuir señales de potencia neumática con frecuencias y tiempos de duración programados desde un PLC, para automatizar una secuencia de trabajo de un proceso de fabricación. Su conexionado ordenado soluciona problemas de montaje, detección de fallas y mantenimiento en campo.

Este nuevo lanzamiento permite el accionamiento de hasta doce válvulas a través de un único cable eléctrico con conector SUB D-25. Suma un diseño modular y de configuración sencilla. Además, posibilita cambios futuros con ampliaciones



o intercambio de modelo de válvula de manera fácil y económica.

Este producto permite distribuir señales de potencia neumática con frecuencias y tiempos de duración programados desde un PLC

Algunas características destacadas se resumen a continuación:

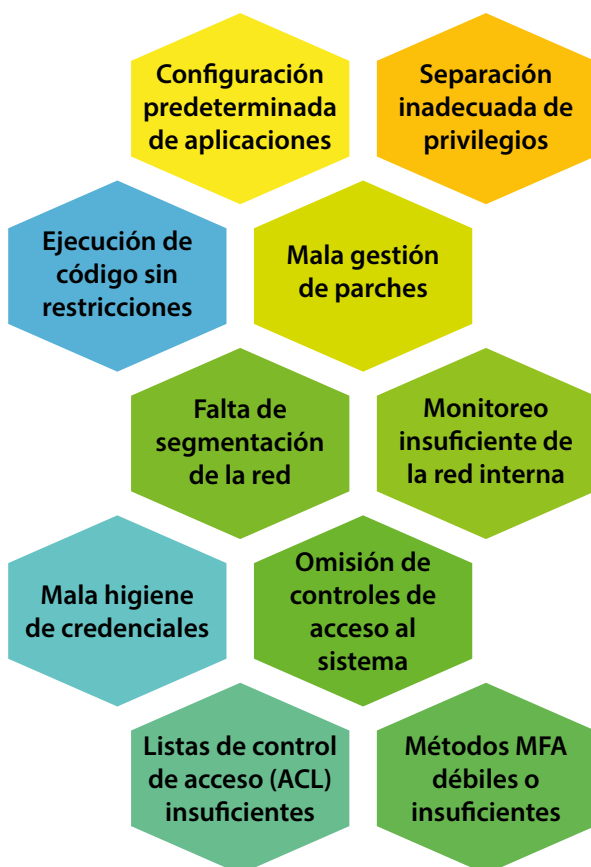
- » Configurable: hasta doce posiciones de válvulas neumáticas posibles.
- » Válvulas 5/2, 5/3 y dos de 3/2, de elevado caudal: 800 y 1100 l/min.
- » 8 bar de presión máxima de funcionamiento.
- » Solenoides de 10 mm, alimentación de 24 Vcc y 1 W, con indicadores luminosos y actuadores manuales.
- » Conexión eléctrica interna con placas de circuito impreso.
- » Grado de protección IP 50, en todo el conjunto.
- » Versatilidad de montaje mediante rieles tipo DIN. ❖

Los diez errores más comunes en ciberseguridad

NSA y CISA destacaron los diez errores de ciberseguridad más importantes en las redes de grandes organizaciones.

Sergiu Gatlan
Bleeping Computer

Fuente en español: <https://blog.segu-info.com.ar/2023/10/top-10-de-errores-de-configuracion-en.html>



Elaboración: www.segu-info.com.ar

La Agencia de Seguridad Nacional (NSA) y la Agencia de Seguridad de Infraestructura y Ciberseguridad (CISA), de Estados Unidos, revelaron las diez configuraciones erróneas de ciberseguridad más comunes descubiertas por sus equipos rojo y azul en las redes de grandes organizaciones.

Detallan qué tácticas, técnicas y procedimientos (TTP) utilizan los actores de amenazas para explotar con éxito estas configuraciones erróneas con diversos objetivos, incluido obtener acceso, moverse lateralmente y apuntar a información o sistemas confidenciales.

La información incluida en el informe fue recopilada por los Red/Blue Team de las dos agencias durante las evaluaciones y durante las actividades de respuesta a incidentes.

"Estos equipos han evaluado la postura de seguridad de muchas redes en el Departamento de Defensa (DoD), el Poder Ejecutivo Civil Federal (FCEB), los gobiernos estatales, locales, tribales y territoriales (SLTT) y el sector privado", dijo la NSA.

"Estas evaluaciones han demostrado cómo las configuraciones erróneas comunes, como las credenciales predeterminadas, los permisos de servicio y las configuraciones de software y aplicaciones; la separación inadecuada de los privilegios de usuario/administración; la supervisión insuficiente de la red interna; la mala gestión de parches, ponen a todos los estadounidenses en riesgo", dijo Eric Goldstein, subdirector ejecutivo de ciberseguridad de CISA.

Las diez configuraciones de red más frecuentes descubiertas durante las evaluaciones incluyen:

1. Configuraciones predeterminadas de software y aplicaciones.
2. Separación inadecuada de privilegios de usuario/administrador.
3. Monitoreo insuficiente de la red interna.
4. Falta de segmentación de la red.
5. Mala gestión de parches.

6. Omisión de controles de acceso al sistema.
7. Métodos de autenticación multifactor (MFA) débiles o mal configurados.
8. Listas de control de acceso (ACL) insuficientes en recursos compartidos y servicios de red.
9. Mala higiene de credenciales.
10. Ejecución de código sin restricciones.

Esto subraya la necesidad crítica de que los fabricantes de software adopten principios de seguridad desde el diseño

Estas configuraciones erróneas comunes representan vulnerabilidades sistémicas dentro de las redes de numerosas organizaciones grandes. Esto subraya la necesidad crítica de que los fabricantes de software adopten principios de seguridad desde el diseño, mitigando así el riesgo de compromiso.

Goldstein instó a los fabricantes de software a adoptar un conjunto de prácticas proactivas, con el objetivo de abordar eficazmente estas configuraciones erróneas y aliviar los desafíos que enfrentan los defensores de la red.

Estos incluyen la integración de controles de seguridad en la arquitectura del producto desde las etapas iniciales de desarrollo y durante todo el ciclo de vida del desarrollo del software.

Además, los fabricantes deberían dejar de utilizar contraseñas predeterminadas y garantizar que comprometer un único control de seguridad no ponga en peligro la integridad de todo el sistema. También es esencial tomar medidas proactivas para eliminar categorías enteras de vulnerabilidades, como utilizar lenguajes de codificación seguros para la memoria o implementar consultas parametrizadas.

Por último, Goldstein dijo que es imperativo exigir la autenticación multifactor (MFA) para los

usuarios privilegiados y establecer MFA como una característica predeterminada, convirtiéndola en una práctica estándar en lugar de una opción opcional.

La NSA y CISA también alientan a los defensores de la red a implementar las medidas de mitigación recomendadas para reducir el riesgo de que los atacantes aprovechen estas configuraciones erróneas comunes.

Las mitigaciones que tendrían este efecto incluyen:

- » eliminar las credenciales predeterminadas y fortalecer las configuraciones;
- » desactivar servicios no utilizados e implementar estrictos controles de acceso;
- » garantizar actualizaciones periódicas y automatizar el proceso de parcheo, dando prioridad al parcheo de vulnerabilidades conocidas que han sido explotadas;
- » y reducir, restringir, auditar y monitorear de cerca las cuentas y privilegios administrativos.

Además de aplicar las mitigaciones descritas, las NSA y CISA recomiendan "ejercitar, probar y validar el programa de seguridad de su organización contra los comportamientos de amenazas asignados al marco MITRE ATT&CK for Enterprise". Las dos agencias federales también recomiendan probar el inventario de controles de seguridad existentes para evaluar su desempeño frente a las técnicas de ATT&CK descritas en el aviso. ❖

La NSA y CISA también alientan a los defensores de la red a implementar las medidas de mitigación recomendadas para reducir el riesgo

Actualización tecnológica y programación secuencial de automatismo para una lavadora industrial

Este artículo describe el proyecto que permitió actualizar tecnológicamente la operación automática de una máquina para lavado de moldes del sector de producción de chocolates de una importante planta de la industria alimenticia.

Jorge Gonzalo Bertello y Marcelo Carlos Spina

Departamento de Electrónica
Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales
Universidad Nacional de San Luis
<https://electronica.unsl.edu.ar/>
bertellojg@gmail.com | mspina.unsl@gmail.com

Nota de la editora. El proyecto descrito en este trabajo fue elaborado por los autores como Trabajo Final de la carrera de Ingeniería Electrónica (Orientación Sistemas Digitales) de la Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL). Asimismo, el artículo fue presentado por los autores durante el Congreso Argentino de Control Automático llevado a cabo en el marco del encuentro AADECA 2020.

El lavado de los moldes para su continua reutilización en producción es un proceso delicado y sujeto a rigurosos estándares de calidad y bromatológicos. Este proyecto actualiza la tecnología de control de una máquina lavadora rotativa de una planta industrial que poseía un sistema de automatización basado en un PLC obsoleto, gracias a lo cual permite mejorar las posibilidades operativas de la máquina, como también de la interfaz con quienes la operan.

En lo que respecta a la programación del nuevo PLC incorporado, el proyecto explota las ventajas de la programación secuencial que ofrece el entorno de trabajo utilizado, a través de una herramienta incluida para programación exclusiva de tareas secuenciales de tipo SFC, de enorme potencial.

Problema

El lavado y sanitizado de moldes en la industria alimenticia es una tarea que exige seguir un riguroso proceso validación y monitoreo para garantizar la inocuidad alimentaria.

El equipo sobre el cual se realizó la actualización disponía de un único programa de operación que se usaba para los diferentes tipos de moldes existentes en la planta, sin posibilidad de modificación alguna. Por este motivo, en moldes con diseños más abstrusos, el operador de limpieza se veía obligado a intervenir en forma manual, lo cual significaba para la empresa un mayor tiempo y utilización de recursos, tanto humanos como energéticos, además de que no garantizaba el cumplimiento del estándar de limpieza.

Las operaciones de mantenimiento también se veían afectadas en el sistema original, ya que para resolver fallas o verificar el correcto funcionamiento de las partes, el personal se encontraba con grandes limitaciones debido a una deficiente interfaz operativa. Por otro lado, el programa que ejecutaba el PLC estaba basado en lenguaje

de instrucciones, conocido también como “AWL” o “ST”, que resulta complejo a la hora de hacer análisis, mantenimientos o modificaciones, sobre todo en programas que resuelven tareas secuenciales.

Otra desventaja del sistema anterior se relacionaba con la dificultad de conseguir repuestos, debido a que los componentes obsoletos no estaban disponibles en el mercado.

El diseño del nuevo sistema permitió incorporar nuevas funciones de trabajo y operaciones, como también rutinas de mantenimiento y aviso de fallas.

Objetivos

El objetivo del proyecto se centró en la actualización y mejora tecnológica del sistema de control de una lavadora rotativa industrial de moldes, como también en rediseñar la estructura del programa de control, mediante nuevas herramientas para resolución de tareas secuenciales.

El sistema original dependía de un PLC que desde hace muchos años no está disponible en el mercado, y con un tipo de programación limitado para resolver problemas típicamente secuenciales. Los nuevos sistemas cuentan con herramientas especializadas para este tipo de tareas.

Entre los objetivos particulares más importantes, se pueden mencionar los siguientes:

- » Diseñar un nuevo programa que, basado en las necesidades y requerimientos de los sectores de producción y calidad, permita resolver de manera eficiente y repetitiva las secuencias de trabajo necesarias, respetando normativas de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) requeridas por el sector alimenticio al cual pertenece la empresa.
- » Actualizar tecnológicamente el PLC original y agregar una interfaz gráfica HMI que permita una mejor operación de la máquina.

- » Aprovechar las potencialidades de las herramientas especializadas para programación de autómatas que existen hoy, aplicables a la resolución de problemas secuenciales.
- » Reorganizar y mejorar el cuadro eléctrico de la máquina.
- » Modificar y reorganizar el circuito serie de seguridad de la máquina, a fin de implementar una acción redundante entre el nuevo PLC y componentes de comando, de forma tal de que el sistema mejore su confiabilidad ante situaciones de emergencia.
- » Documentar correctamente el programa completo de control y automatización, como también los diagramas eléctricos.

Marco teórico

Saneamiento

El mantenimiento de la higiene en una planta procesadora de alimentos es una condición esencial para asegurar la inocuidad de los productos que allí se elaboran.

Una manera eficiente y segura de llevar a cabo las operaciones de saneamiento es la implementación de los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), los cuales describen las tareas de saneamiento que se aplican antes, durante y después de las operaciones de elaboración.

El saneamiento en la industria alimentaria incluye dos conceptos clave: limpieza y sanitización o desinfección. El término “limpieza” refiere a la reducción de restos de alimentos, suciedad, tierra, grasa u otro agente contaminante, mientras que la “sanitización” es la reducción del número de microorganismos en ese medioambiente, por medio de agentes químicos y/o métodos físicos a un nivel que no comprometa la inocuidad o la aptitud del alimento que allí se fabrica. Para la primera operación se requieren productos detergentes, y para la segunda, productos sanitizantes

o desinfectantes cuyos principios activos varían de acuerdo con el tipo de matriz alimenticia, suciedad o residuo propio de la actividad que se desarrolla. La efectividad de los procedimientos de saneamiento es necesaria a fin de alcanzar la inocuidad en la cadena de alimentos.

El procedimiento operativo estandarizado de saneamiento que debe realizar la máquina lavadora rotativa de moldes consiste en las siguientes etapas: 1) ciclo de prelavado; 2) ciclo de lavado; 3) ciclo de enjuague, y 4) ciclo de secado.

Con el objetivo de cumplir con el POES y facilitar su validación, el programa de funcionamiento debe permitir la parametrización de tiempos de ciclo, temperatura del agua de lavado y concentraciones de productos detergentes y sanitizantes específicos utilizados en este proceso.

A fin de lograr un lavado, enjuague y secado correctos, las máquinas rotativas poseen muchas ventajas de funcionamiento y flexibilidad, con respecto a las de limpieza en línea. La figura 1

muestra una máquina par lavado de moldes rotativa como la que se automatizó para el proyecto.

Herramientas para análisis, programación y resolución de problemas secuenciales

En el año 1977 la Asociación Francesa para la Cibernética Económica y Técnica (AFCET) logró establecer un método estandarizado para análisis de problemas secuenciales, que denominó GRAFCET (del francés, Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition), que significa diagrama de control con etapas y transiciones. Básicamente, es un modelo de representación gráfica funcional normalizado, propuesto para analizar y documentar problemas de tipo secuencial descrito en etapas, con transiciones entre ellas y acciones asociadas. No fue concebido como un lenguaje de programación de autómatas, sino como un método gráfico para representar el funcionamiento de un problema secuencial que se desea automatizar. La norma IEC 848, estandarizó el método en el año 1980, describiendo en general las acciones asociadas a las etapas y sus transiciones. Más tarde, la norma publicó una descripción más detallada de los lenguajes y métodos de programación para autómatas, incluidos en la norma IEC 61131.

En particular, la norma IEC 61131-3 es la tercera parte de la norma IEC 61131, la cual describe los lenguajes de programación de autómatas, entre los que se incluyen el SFC o bloques de función secuenciales con elementos para organizar programas de computación paralela y secuencial.

El SFC estructura la organización de un programa que controla un sistema secuencial, organizándolo en bloques fácilmente manejables, mientras permite mantener una visión general del programa.



Figura 1. Lavadora rotativa de moldes industrial

Selección y diseño del sistema de automatización

A fin de llevar adelante la actualización tecnológica y las mejoras mencionadas, se dividió el trabajo en dos etapas: diseño de hardware y diseño de software.

Diseño de hardware

La industria alimenticia en la cual se implementó el proyecto disponía de un PLC estándar interno adoptado para este tipo de automatizaciones. Este modelo cumplía con los requisitos planteados en los objetivos de la actualización tecnológica y era además un modelo de PLC que se puede programar con las nuevas herramientas que Siemens (marca del PLC en cuestión) pone a disposición de los usuarios.

La CPU se equipó, además, con dos módulos de entradas digitales de 32 entradas 24 Vcc, dos módulos de salidas digitales de 32 salidas/24 Vcc y 0,5 A, un módulo de salida analógica de cuatro salidas de 12 bits de resolución y un módulo de entradas analógicas de ocho entradas de 12 bits de resolución.

La figura 2 muestra el PLC y los módulos de expansión utilizados en el proyecto.

Para la interfaz gráfica se optó por un panel HMI de la misma marca, que cuenta con puerto



Figura 2. PLC y módulos de expansión



Figura 3. HMI

MPI/DP con el cual se establece la conexión entre HMI y PLC de control. La interfaz seleccionada no cuenta con funcionalidades táctiles y solo cuenta con teclas, debido a la imposibilidad por parte del operador de manejar una pantalla táctil en un sector en el cual se trabaja obligatoriamente con guantes. La figura 3 muestra la interfaz HMI utilizada en el proyecto.

Toda la lógica de control (CPU, HMI y módulos de entradas/salidas) se alimenta a través de una fuente de 5A de corriente máxima de salida, apta para montaje en mismo tipo de riel que el PLC.

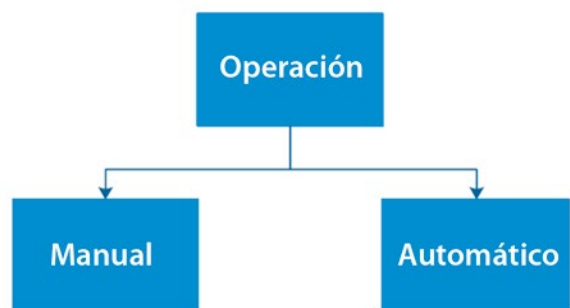


Figura 4. Selección inicial

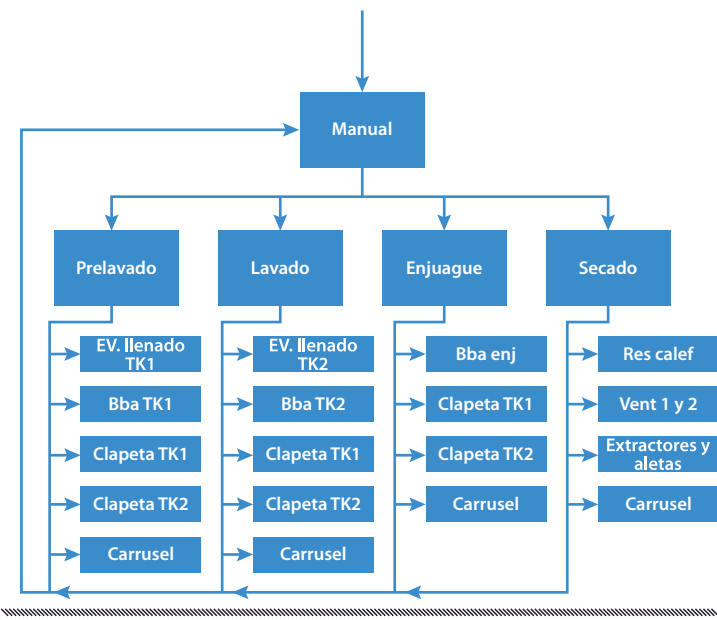


Figura 5. Modo manual

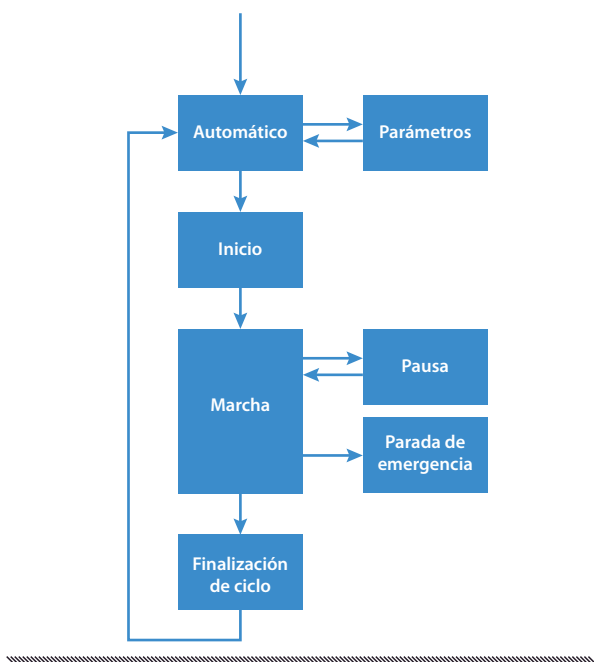


Figura 6. Modo automático

Diseño del software

Luego de analizar el proceso de funcionamiento de la máquina en detalle y de considerar todos los requerimientos y necesidades planteadas por los sectores involucrados, se diseñó un programa que permite resolver el automatismo en forma completa. La figura 4 muestra un diagrama de flujo que describe la selección inicial que debe realizar el operador a través de la HMI.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo en el cual se detallan todas las acciones que puede realizar el operador en modo manual.

La figura 6 muestra un diagrama de flujo en el cual se detallan las acciones que puede realizar el operador en modo automático. Dentro del cuadro identificado como "Marcha", el programa realiza secuencialmente las siguientes tareas: habilitación para carga de moldes, ciclo de prelavado de moldes, ciclo de lavado de moldes, ciclo de enjuague de moldes, ciclo de secado de moldes y habilitación para descarga de moldes.

El entorno de programación utilizado concentra todas las funciones y herramientas para programar los dispositivos, permitiendo configurar la topología de red, la configuración de hardware de CPU, módulos de entradas y salidas digitales y analógicas, y la interfaz HMI. El entorno de programación permite también realizar simulaciones de funcionamiento del PLC y la interfaz gráfica HMI, en conjunto y como recurso importante para la puesta a punto del programa.

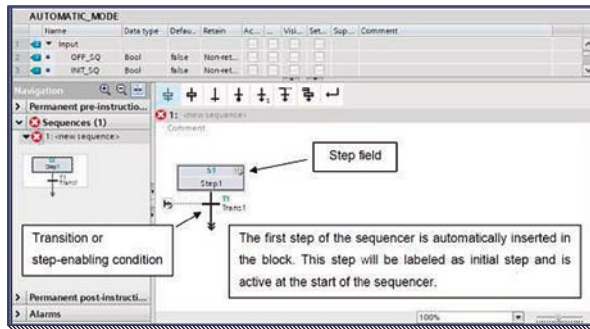


Figura 7. Entorno de programación S7-Graph

La estructura principal del programa que ejecuta el PLC para resolver las secuencias de tareas requeridas se programó por medio de la herramienta S7-Graph, un lenguaje de programación incluido e integrado en el equipo que cumple con la normativa PLCopen Basic Level y está diseñado para resolver controles secuenciales, como indica la norma IEC 61131-3, bajo la denominación SFC.

El lenguaje S7-Graph potencia las capacidades con nuevos módulos y funcionalidades, y su programación se realiza de forma gráfica, definiendo estados y condiciones lógicas de transición. Las acciones que se ejecutan se definen dentro de los estados o pasos individuales y las condiciones de habilitación para avanzar a los siguientes pasos (transiciones), se pueden crear desde el Ladder o desde un bloque FBD. La figura 7 muestra una captura de pantalla del entorno de programación.

La figura 8 corresponde a una captura de pantalla que muestra una parte de la estructura secuencial del ciclo automático durante el inicio, en la cual pueden verse los primeros estados y transiciones, programadas en S7-Graph.

El estado "S1" es donde comienza la secuencia de tareas correspondiente al modo automático. El sistema se ubica en este estado y queda a la espera de que el operador habilite el modo automático desde la interfaz HMI. La transición "T1" contiene una expresión lógica booleana tipo "AND", que reúne una señal de habilitación de sistema, que expresa que está en condiciones de operar automáticamente y un pulsador físico NA (normal abierto) que permite dar inicio a la secuencia.

$$T1 = Hab_Gral_Bloque_Prog \& Inicio_Programa \& Modo_Auto$$

La figura 9 muestra una captura de pantalla del estado "S2" con mayor detalle. Es el primer estado de la secuencia automática y permite rea-

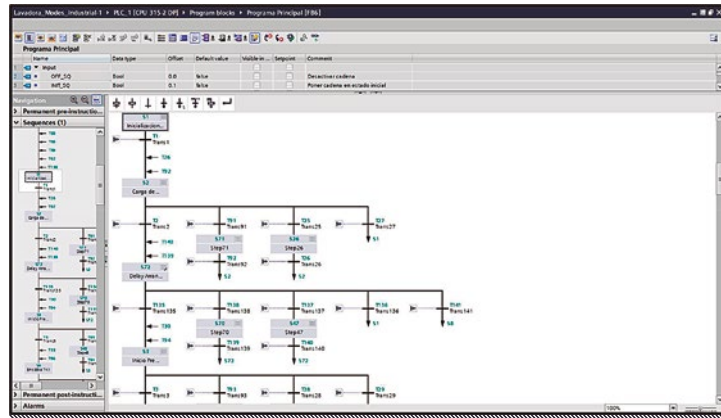


Figura 8. Parte inicial del programa secuencial en S7-Graph

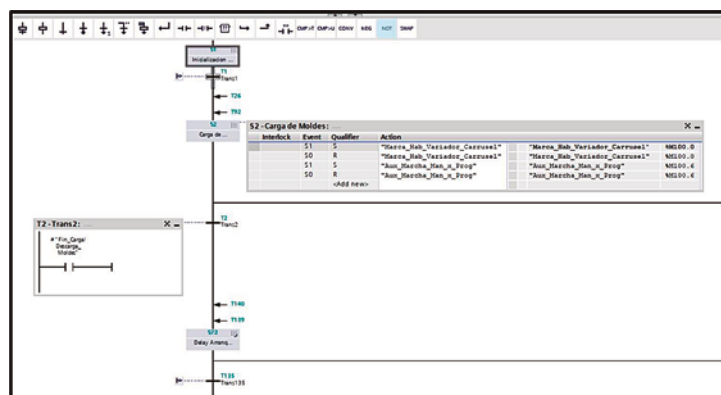


Figura 9. Estado "S2" destinado a carga de moldes en el carrusel, en S7-Graph

lizar la carga de los moldes en el carrusel en forma manual, por medio de la habilitación de un pulsador en modo "JOG" (avance por pasos). En la imagen se pueden ver, además, las acciones asociadas a dicho estado en el cuadro que está desplegado a su derecha.

Implementación

Secuencias de trabajo

El programa se diseñó para operar principalmente bajo dos modos de funcionamiento: modo automático y modo manual.

En el modo de funcionamiento automático, el operador debe ingresar a través de la HMI los siguientes parámetros operativos:

- » Cantidad de ciclos (vuelta de carrusel) en prelavado, lavado, enjuague y secado.
- » Temperatura del agua en tanque de prelavado y lavado.

La figura 10 muestra la pantalla de la HMI para el ingreso de parámetros de funcionamiento en modo automático.

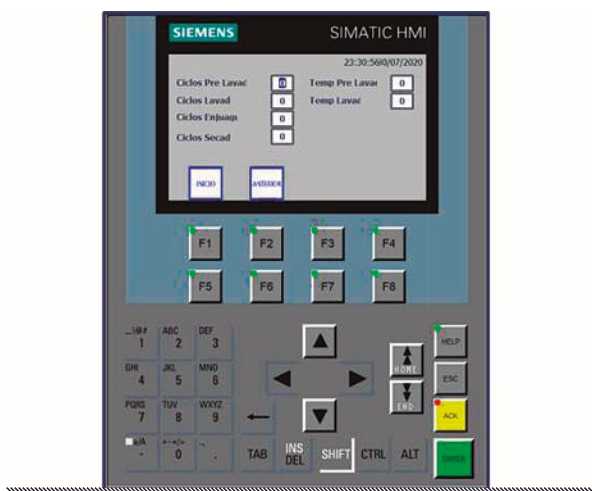


Figura 10. Ingreso de parámetros modo automático

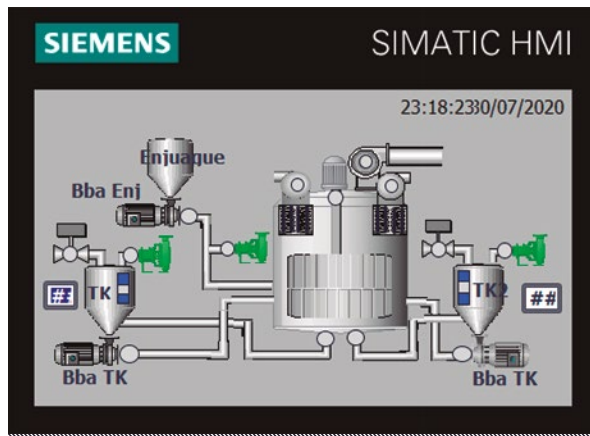


Figura 11. Visualización de actuadores y sensores en HMI

Por otro lado, el modo de funcionamiento manual permite accionar cualquier actuador de la máquina independiente. Este modo fue concebido para una rápida evaluación del estado de los componentes del equipo, como así también facilita su operación ante imprevistos que puedan surgir durante los ciclos automáticos, con los enclavamientos y restricciones pertinentes para respetar las condiciones de seguridad.

En ambos modos de funcionamiento se puede visualizar, a través de la interfaz HMI, el estado actual de los distintos sensores y actuadores que participan en cada etapa, en tiempo real.

La figura 11 muestra la visualización de actuadores y sensores en modo automático en la HMI.

Además del reemplazo del PLC, la actualización del programa completo y la inclusión de la interfaz HMI, se realizaron diversas tareas de mejoras y reordenamiento en el tablero eléctrico de la máquina, entre las cuales se pueden mencionar: a) eliminación de controladores externos utilizados originalmente para el control de temperatura del agua en tanques de lavado y prelavado, ya que el control de estas temperaturas se incluyó dentro del programa del PLC; b) reemplazo de fuente de alimentación original del tablero, nuevo cablea-

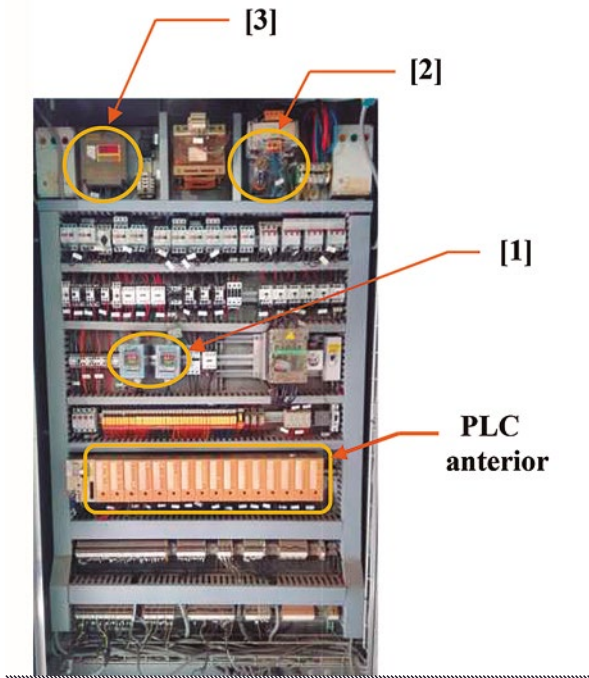


Figura 12. Tablero eléctrico anterior a las modificaciones

do a todos los componentes e instalación de protecciones eléctricas, y c) reemplazo de variador de frecuencia obsoleto por un nuevo variador de frecuencia y conexasión para comando y control desde nuevo PLC.

La figura 12 muestra el tablero eléctrico principal antes de la modificación. Allí se indican los componentes que se retiraron, identificados según la numeración de referencia de la lista anterior.

La figura 13 muestra el tablero eléctrico principal luego de las modificaciones. Allí se indican los componentes que se incorporaron y se puede apreciar el espacio disponible para futuras ampliaciones.

La figura 14 muestra en un diagrama las conexiones de los componentes principales agregados en el proyecto y los detalles de comunicación, habilitación y comando. Se pueden ver la terminal HMI y su vínculo al PLC por medio de una conexión Profibus DP, como también el variador de frecuencia comandado a través de un lazo de corriente 4-20 mA.

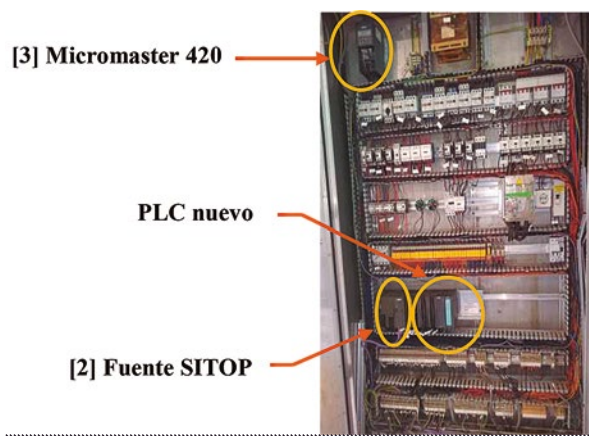


Figura 13. Tablero eléctrico posterior a las modificaciones

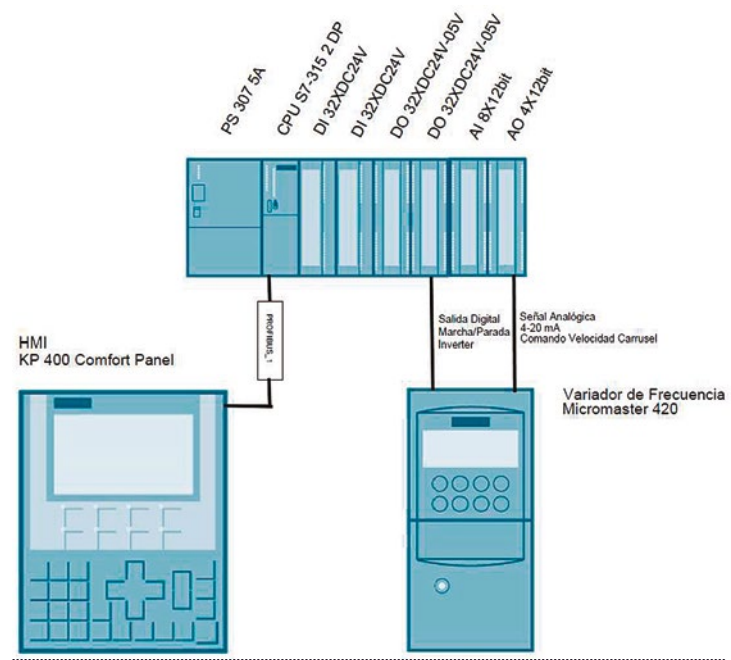


Figura 14. Conexiones de HMI y variador de frecuencia al PLC

Además, se actualizó la carpeta de planos eléctricos de la máquina, con las conexiones de todos los componentes al nuevo PLC.

Conclusiones

El nuevo sistema de automatización quedó totalmente funcional y en operación, realizando el ciclo de lavado de moldes según lo previsto en el proyecto y cumpliendo con los requerimientos definidos.

La migración del automatismo desde un PLC obsoleto a uno de vigencia actual permite dejar la máquina en condiciones operativas de acuerdo a lo requerido, y abre la posibilidad de realizar futuras ampliaciones y mejoras.

El hecho de contar con los programas fuentes correctamente documentados facilita las tareas de modificaciones y mantenimiento, mejorando la eficiencia de funcionamiento de la máquina.

Las ventajas interactivas que agregó la interfaz HMI resultaron ser de suma importancia para la operación del nuevo sistema, como también para el monitoreo de los elementos que componen la máquina.

El sistema quedó implementado con una arquitectura abierta y flexible para poder ser modificado o ampliado, ya que se cuenta con toda la información de hardware y programas fuentes del PLC.

La utilización del lenguaje S7-Graph para la programación de las secuencias requeridas en el proceso muestra la enorme potencialidad de esta herramienta, ya que permite resolver problemas secuenciales complejos en forma ordenada y bien documentada. Asimismo la posibilidad de establecer conexión "on line" en tiempo real de ejecución, desde el entorno S7-Graph con el PLC permite verificar el correcto funcionamiento de la secuencia y corregir errores ("debugging" de programa).

Como trabajo futuro/mejora a realizar sobre el sistema, se podría añadir un módulo Profinet al PLC, que permitiría tener acceso remoto sobre el equipo para visualizar su estado de funcionamiento, recibir alarmas de fallos y poder obtener datos de producción para supervisión del proceso de lavado y eficiencias de funcionamiento del equipo. ■■

Bibliografía

- [1] Siemens Edición 02/2004, A5E00290660-01(2014), "Programación de controles secuenciales para S7-300/400".
- [2] IEC std 61131-3, "Automation of Sequential Processes with GRAPH".
- [3] Siemens Edición 01/2007 C79000-G8978-C182-07(2007), Manual: "SIMATIC NET CPs S7 para industrial Ethernet".
- [4] Ministerio de Agroindustria de Argentina (2016), "Sistema de Gestión de Calidad en el Sector Agroalimentario".
- [5] Siemens 81318674, V1.6, 12/2018 (2018), "Programming Guideline for S7-1200/1500".
- [6] Alarms in WinCC (TIA Portal) Entry ID: 62121503, V2.0, 05/2018
- [7] SIMATIC STEP 7 Basic V13 SP1

Semana AADECA

*Contribuyendo
con conocimiento al
desarrollo productivo*

16 al 18 de mayo 2023
Universidad de Palermo
CABA, Argentina

**FORO DE AUTOMATIZACIÓN
TALLERES TEMÁTICOS**

**EXPOSICIÓN
PLENARIAS**

CONGRESO

CONCURSO DESARROLLOS ESTUDIANTILES

**Un encuentro con lo nuevo en
tecnología e ideas**

Tres días donde los profesionales
intercambiarán conceptos acerca
de los últimos avances científicos y
tecnológicos del sector

28° Congreso Arg. de Control Automático

Se busca exponer los resultados de las
investigaciones y desarrollos en las áreas de
automatización, control e instrumentación y,
paralelamente, estimular el avance e intercambio
de conocimientos y experiencias.

Foro de Automatización y Control

Con destacados panelistas de la industria y el
mundo académico en los que se discuten tendencias
de nuestra industria.

**Talleres Temáticos y Exposición de las
Empresas**

Participación de empresas proveedoras que
divulgan nuevas tecnologías disponibles y exponen
sus productos.

Concurso Desarrollos Estudiantiles

Estudiantes de escuelas secundarias y
universidades presentan ambiciosos proyectos en
temas vinculados con las áreas de medición
industrial, control, automatización y robótica.

ORGANIZA

AADECA

Asociación Argentina
de Control Automático

www.semana-aadeca.com.ar

AUSPICIA

UP
Universidad
de Palermo

Seguinos en    



administracion@aadeca.org



11 3201-2325

MOVIENDO AL MUNDO PRODUCTIVO

- NEUMÁTICA
- TRATAMIENTO DEL AIRE
- PROCESOS
- HANDLING Y VACÍO
- AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
- CAPACITACIÓN



DOS UNIDADES EXPO MÓVIL LLEGAN HASTA VOS

ESTAMOS VISITANDO INDUSTRIAS, ESCUELAS
TÉCNICAS, UNIVERSIDADES, PARQUES
INDUSTRIALES, EXPOSICIONES Y MÁS.

