



CompressorSentinel™

Sistema de Control y Protección de Compresores

Ficha Técnica



Compressor **SENTINEL**

Sistema de Control y Protección de Compresores



Tabla de Contenidos

Descripción General	3
Evento Surge	4
Algoritmo de Desacoplamiento de lazo	5
Control por Imposición de Presión	6
Control de Carga-Distribución	6
Estados de Operación	7
Especificaciones de Compressor corriendo en Siemens S7-400 PLC	8
Especificaciones de Compressor Sentinel corriendo en Rockwell Automation's Control Logic PLC	9



Compressor **SENTINEL**

Sistema de Control y Protección de Compresores



Tabla de Contenidos

Especificaciones de Compressor Sentinel corriendo en Rockwell Automation's Control Logic PLC	10
Especificaciones de Compressor Sentinel corriendo en Himma's Himatrix F60 PLC	11
Interfaz Humano-Máquina	13
Características técnicas de la IHM	14
Alcance	15
Soporte	15
Experiencia	15



Compressor **SENTINEL**

Sistema de Control y Protección de Compresores



Descripción General

Compressor Sentinel es una solución para la protección y control de compresores axiales y centrífugos ya sean solos o combinados en redes, combinando necesidades específicas de seguridad, estrategias de control para alta velocidad y secuencia de cada tren de compresión con los requerimientos globales de integración de máquinas, estrategias de producción, facilidades de monitoreo, supervisión de información y centralización.

Basado en los requerimientos actuales de las normas de seguridad ANSI/ISA y IEC, **Compressor Sentinel** cumple con el concepto de separación de tener módulos independientes de Seguridad y control.

Compressor Sentinel está basada sobre HIMA, y en los sistemas electrónicos programables certificados por TÜV que cumplen con la IEC-61508 (PES o PLCs de seguridad) para la seguridad de procesos. La arquitectura de Compressor Sentinel puede ser ajustada para cumplir con el requerido Nivel integrado de Seguridad (SIL) y disponibilidad para tus procesos.



Control de Procesos

Nuestra solución incluye flujo y descarga o control de presión de succión. En caso de carga compartida el algoritmo se realizará por el mismo controlador.



Compressor SENTINEL

Sistema de Control y Protección de Compresores



Evento de Surge

La curva de operación de un compresor está dividida por la línea límite de surge en un área estable y un área inestable, como se muestra en la Figura 1. El evento de surge ocurre cuando los puntos de operación del compresor entran en el área inestable de la curva de operación debido a una disminución de la cantidad de flujo o a un incremento en la presión de descarga.

El evento de surge provoca fenómenos como flujo cíclico y flujo reverso y altas vibraciones en el sistema de compresión, rápido aumento de la temperatura en el compresor y choques de presión. Eventos de surge persistentes ocasionarán daños masivos al compresor. La falta de flujo puede tener efectos desastrosos en los procesos siguientes.

La única manera de prevenir el surge es recirculando o venteando una porción del flujo para mantener al compresor alejado de su límite de surge. Desafortunadamente, comprimir un flujo adicional resulta en una severa penalización económica. Por lo tanto, el sistema de control debe ser capaz de determinar con precisión el punto de operación del compresor y proporcionar adecuadamente, pero no en exceso el flujo de recirculación.

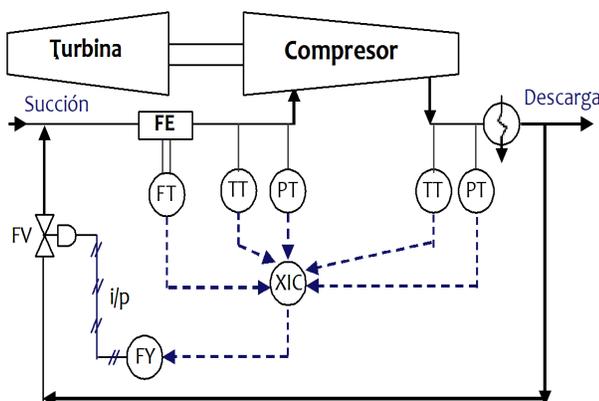


Figura 1. Señales de entrada requeridas

Control Antisurge

Incluido en la lógica de programa del controlador digital como un módulo que puede ser usado para cada etapa de compresión. Los controladores son configurados para ejecutar el control y la protección contra surge. Sus funciones están limitadas a manejar las válvulas de recirculación de cada etapa de compresión a fin de mantenerla alejada de “la línea de surge”.



Compressor SENTINEL

Sistema de Control y Protección de Compresores



Algoritmo de Desacoplamiento de lazo

Un compresor centrífugo o axial requiere por lo menos dos lazos de control, un Control de Capacidad (PIC) para regular el flujo a través de él y un Controlador Antisurge (XIC) para regular su recirculación o venteo a través de la Válvula de Recirculación, como se muestra en la Figura 2.

Ambos, el algoritmo de control Antisurge y el de Capacidad manipulan el punto de operación del compresor, a veces con interacción negativa. Estas interacciones pueden ser sobre llevadas a través de un desacoplamiento efectivo, como se muestra abajo. En caso de que haya tiempo muerto en la respuesta de las válvulas de recirculación debido a la configuración de las tuberías, la dinámica del desacoplador se encargará de ello. También, cuando una etapa está recirculando, la etapa adyacente se ve perturbada.

La Figura 2 muestra la adición de desacopladores (DEC) en la salida de cada controlador PI. La señal de salida resultante desde el DEC es usada para manipular la posición de la válvula reguladora de succión y la válvula de recirculación de los controladores de Capacidad y Antisurge respectivamente. Si el punto de operación se aproxima al set point del controlador de surge, la salida del controlador de surge decrece, y entonces la posición de la válvula succión decrece.

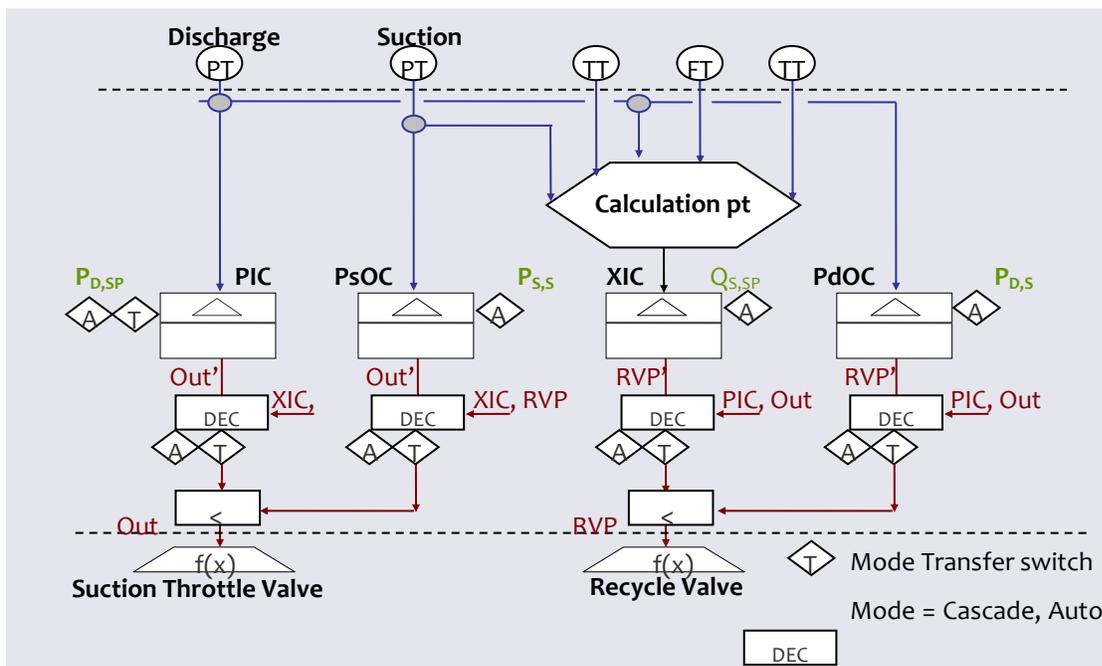


Fig. 2. Sistema de control del compresor en diagrama SAMA



Compressor SENTINEL

Sistema de Control y Protección de Compresores



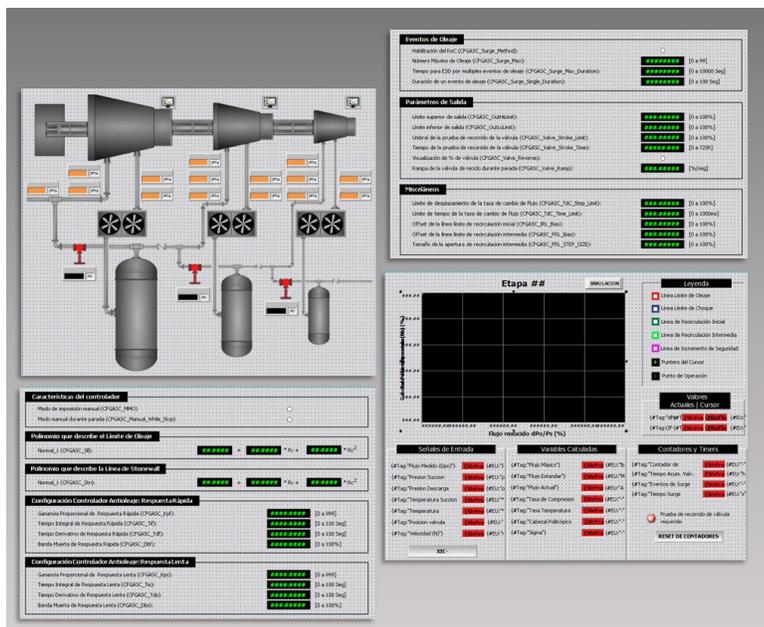
Control por Imposición de Presión

Los controladores de Antisurge (XIC) y Capacidad (PIC) pueden ser configurados con control por imposición en la succión o en la descarga. En el caso mostrado en la Figura 5, el PIC controla la presión de descarga del compresor y modula la válvula de succión. Si la presión de succión decrece, esta variable se impondrá sobre la presión de descarga (control override).

Control de Carga-Distribución

El compresor puede ser conectado en serie para aumentar su presión de descarga (relación de compresión) o se pueden conectar en paralelo para aumentar la capacidad de flujo. En el caso de compresores con múltiples entradas, utilizados con mayor frecuencia para la refrigeración, cada sección debe estar protegida por su propio controlador.

Cuando los compresores están conectados en paralelo, se requiere un control de Carga-Distribución (LDC). Cada controlador tiene doble funcionalidad. Al arrancar el compresor asignado, se comporta como un controlador de flujo másico en la succión, cambiando el set point, variable de proceso, entonamiento y acción de control al correspondiente flujo másico en la succión, en lugar de control de distribución de carga.



Compressor Sentinel altamente configurable ya que tiene una interfaz de usuario bastante intuitiva que muestra su proceso y el sistema de control implementado.

Usted puede disponer de los históricos de las variables de interés en su computador o dispositivo móvil en cualquier momento.



Compressor SENTINEL

Sistema de Control y Protección de Compresores



Operación Automática o Manual

Todos los controladores involucrados en **Compressor Sentinel** pueden operarse en modo automático o manual. La operación se puede hacer utilizando la Interfaz Humano-Máquina.

En el modo manual, el operador puede cambiar la salida del controlador

Estados de Operación

Todos los estados de operación pueden ser monitoreados desde la Interfaz Humano-Maquina.

Los estados de operación para el controlador Antisurge están listados en la Tabla 1.

Tabla 1. Estados de Operación para el Controlador Antisurge de Compressor Sentinel

Estados de operación del Controlador Antisurge	Descripción
RUN	<p>Este estado indica que la unidad está funcionando. El compresor está cargado.</p> <p>Este estado aparece cuando se cumplen las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none">• La entrada discreta "RUN / STOP request" del controlador se desenergiza en el PLC de secuencia.• El flujo de succión está por encima de CFGASC_FlowLoLimit y la relación de compresión está por encima de CFGASC_Rc_LoLimit; la señal de velocidad del motor se eleva por encima de un nivel de umbral mínimo definido por CFGASC_SpdLoLimit. <p>El Controlador Antisurge empezará a modular la válvula de recirculación para prevenir el surge con un mínimo de recirculación.</p>
ESD	<p>Este estado indica que se ha iniciado una parada de emergencia (ESD). El Controlador Antisurge abrirá la válvula de recirculación lo más rápido posible. Este estado se origina cuando la entrada discreta "RUN / ESD request" se valida desde el PLC de secuencia.</p>
DOWNLOADING	<p>Este estado indica que el flujo, la relación de compresión y la velocidad están por debajo del mínimo definido por CFGASC_FlowLoLimit, CFGASC_Rc_LoLimit y CFGASC_SpdLoLimit. Si la unidad permanece en este estado por un tiempo superior a CFGASC_Stop_Max_Time, el controlador cambiará su estado a STOP.</p>
PURGE	<p>Este estado indica que la unidad está arrancando y la secuencia está solicitando el cierre de la válvula de recirculación. Este comando se recibe a través de la entrada discreta D3.</p>
STOP	<p>Este estado indica que la unidad está detenida o inactiva. El Controlador de Antisurge cambia del estado RUN al estado STOP cuando ocurre algo de lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">• La entrada discreta "RUN / STOP request" del controlador se energiza desde el PLC de secuencia.• El estado de descarga ha alcanzado su tiempo máximo definido por CFGASC_Stop_Max_Time. <p>Cuando se cumple una de las condiciones de parada, el Controlador Antisurge abre inmediatamente la válvula de antisurge (según la tasa de rampa definida CFGASC_Valve_Ramp y la salida CFGASC_OutHiLimit). Si la tasa de rampa es 0, la válvula se abrirá instantáneamente.</p>



Compressor SENTINEL

Sistema de Control y Protección de Compresores



Especificaciones

Las Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5 se resumen las especificaciones técnicas de **Compressor Sentinel** para cada modelo.

Tabla 2. Especificaciones de Compressor corriendo en Siemens S7-400 PLC

Tarjetas recomendadas		
CPU	Simple	6ES7 417-4XT05-0AB0
	Redundante	6ES7 417-4HT14-0AB0
Entradas analógicas	Simple o Redundante	6ES7 431-1KF20-0AB0 (AI8 x 14 Bits)
Salidas analógicas	Simple o Redundante	6ES7 432-1HF00-0AB0 (AO8 x 13 Bits)
Entradas discretas	Simple o Redundante	6ES7 421-7DH00-0AB0 (DI16 x UC 24/60V)
Salidas discretas	Simple o Redundante	6ES7 422-1HH00-0AA0 (DO16 x UC 30/230V)
Comunicación Modbus	Simple	6ES7 441-2AA03-0AEO
	Redundante	6GK7 443-1EX20-0XE0
Comunicación OPC	Simple o Redundante	6GK7 443-1EX20-0XE0
Especificaciones eléctricas		
Voltaje de alimentación	19,2 .. 300 VDC, 85 .. 264 VAC	
Analog Inputs	4..20 mA, 0..20 mA, +/-10V	
Analog Outputs	4..20 mA, 0..20 mA, +/-10V	
Entradas discretas	24..60 VUC, 120/230 VUC	
Salidas discretas	20..125 VDC, 20..120 VAC Relay 5..125 VDC 10..230 VAC	
Especificaciones mecánicas		
Dimensiones	483 x 290 x 217 (W x H x D) (mm)	
Peso	Approx. 10 kg	
Especificaciones ambientales		
Temperatura	-25..+60 C	
Humedad relativa	Max. 95 % relative humidity at 25 C, non-condensing	
Vibración	0,075 mm at 10..58 Hz 1 g at 58..500 Hz	
Categoría de protección	Protection class III in accordance with IEC/EN 61131-2	
Clasificación de área	CLASS 1 DIV 2, Groups A,B,C & D	
Certificaciones		
PLC	CSA, BIA, ATEX, PROFIBUS, LLOYD'S, FM, UL, c-UL-us	



Compressor SENTINEL

Sistema de Control y Protección de Compresores



Tabla 3. Especificaciones de Compressor Sentinel corriendo en Rockwell Automation's Control Logic PLC

Tarjetas recomendadas		
CPU	Simple o Redundante	1761-L63
Entradas analógicas	Simple o Redundante	1756-IF8
Salidas analógicas	Simple o Redundante	1756-OF8
Entradas discretas	Simple o Redundante	1756-IB16I
Salidas discretas	Simple o Redundante	1756-OB8I
Comunicación Modbus	Simple o Redundante	PROSOFT MVI69-MNETC
Comunicación OPC	Simple o Redundante	1756-ENBT
Especificaciones eléctricas		
Voltaje de alimentación	24/48/125 VDC, 120V/220V AC	
Entradas analógicas	4..20 mA, 0..20 mA, +/-10V	
Salidas analógicas	4..20 mA, 0..20 mA, +/-10V	
Entradas discretas	12/24/48/125 VDC, 24/120/240 VAC	
Salidas discretas	12/24/48/120 VDC Relay 5..150 VDC 10..265 VAC	
Especificaciones mecánicas		
Dimensiones	483 x 169 x 145 (W x H x D) (mm)	
Peso	Approx. 6 kg	
Especificaciones ambientales		
Temperatura	0..+60 C	
Humedad relativa	Max. 95 % relative humidity at 25 C, non-condensing	
Vibración	2 g at 10..500 Hz	
Categoría de proteccion	Protection class III in accordance with IEC/EN 61131-2	
Clasificación de área	CLASS 1 DIV 2, Groups A,B,C & D	
Certificaciones:		
PLC	UL, c-UL-us, CE, CSA, C-Tick, FM, ATEX, TÜV	



Compressor **SENTINEL**

Sistema de Control y Protección de Compresores



Tabla 4. Especificaciones de Compressor Sentinel corriendo en Hima's Himax PLC

Tarjetas recomendadas			
CPU	Simple o Redundante	X-CPU 01	PN 98 5010211
Entradas analógicas	Simple o Redundante	X-AI 32 01	PN 98 5010213
Salidas analógicas	Simple o Redundante	X-AO 16 01	PN 98 5210210
Entradas discretas	Simple o Redundante	X-DI 32 01	PN 98 5010201
Salidas discretas	Simple o Redundante	X-DO 24 01	PN 98 5010203
Comunicación Modbus	Simple o Redundante	X-COM 01 011	PN 98 52600XY
Comunicación OPC	Simple o Redundante	X-COM 01 011	PN 98 52600XY
Especificaciones eléctricas			
Voltaje de alimentación	24 VDC, L1+/L1- and L2+/L2-, -15 %...+20 %, wss ≤ 5 %,		
Entradas analógicas	4..20 mA		
Salidas analógicas	4..20 mA		
Entradas discretas	DC 24/48V AC 120V		
Salidas discretas	DC 24/48V AC 230V		
Especificaciones mecánicas			
Dimensiones	533 x 358 x 276 (W x H x D) (mm)		
Peso	Approx 20 kg		
Especificaciones ambientales			
Temperatura ambiental	0..+60 C		
Humedad relativa	Max. 95 % relative humidity, non-condensing		
Vibración	5..9 Hz 3.5 mm 9..150 Hz 1 g		
Categoría de protección	Protection class III in accordance with IEC/EN 61131-2		
Clasificación de área	CLASS 1 DIV 2, Groups A,B,C & D		
Certificaciones:			
PLC	TÜV, FM Approval (USA & CANADA)		



Compressor SENTINEL

Sistema de Control y Protección de Compresores



Tabla 5 . Especificaciones de Compressor Sentinel corriendo en Hima's Himatrix F60 PLC

Recommended Cards:		
CPU	Simple o Redundante	CPU 01
Entradas analógicas	Simple o Redundante	AI 8 01
Salidas analógicas	Simple o Redundante	AI 8 01
Entradas discretas		
Salidas discretas	Simple o Redundante	DI 32 01
Entradas analógicas	Simple o Redundante	DO 8 01
Comunicación Modbus	Simple o Redundante	Integrated on CPU
Comunicación OPC	Simple o Redundante	Integrated on CPU
Electrical Specifications:		
Voltaje de alimentación	24 VDC, -15 %...+20 %, wss ≤ 15 %	
Entradas analógicas	0..+20 mA, +/-10V	
Salidas analógicas	0..+20 mA, 0..+/-10V	
Entradas discretas	DC 24/110V AC 120V	
Salidas discretas	Relay free contacts up to 250 VDC, up to 250 VAC	
Mechanical specifications:		
Dimensiones	260 x 312 x 245 (W x H x D) (mm)	
Peso	Max. Approx. 20 kg	
Environmental specifications:		
Temperatura ambiente	0..+60 C	
Humedad relativa	Max. 95 % relative humidity, non-condensing	
Vibración	5..9 Hz 3.5 mm 9..150 Hz 1 g	
Categoría de proteccion	Protection class II in accordance with IEC/EN 61131-2	
Clasificación de are	CLASS 1 DIV 2, Groups A,B,C & D	
Certifications:		
PLC	TÜV, BIA, ATEX, PROFIBUS, LLOYD'S, FM, UL	



Compressor SENTINEL

Sistema de Control y Protección de Compresores



Interfaz Humano-Máquina

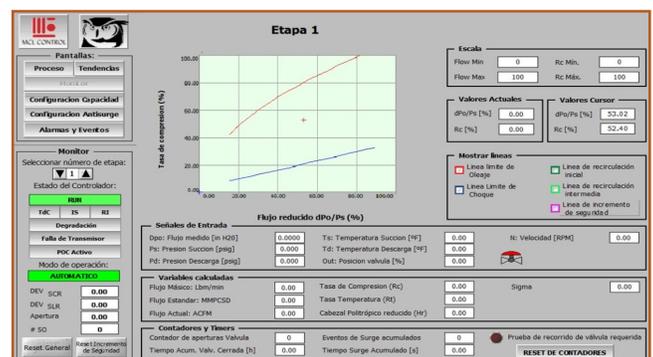
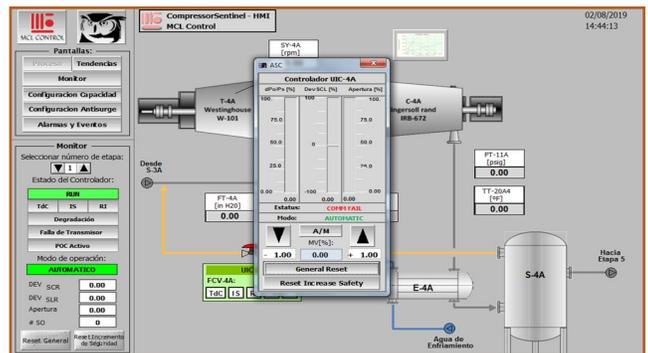
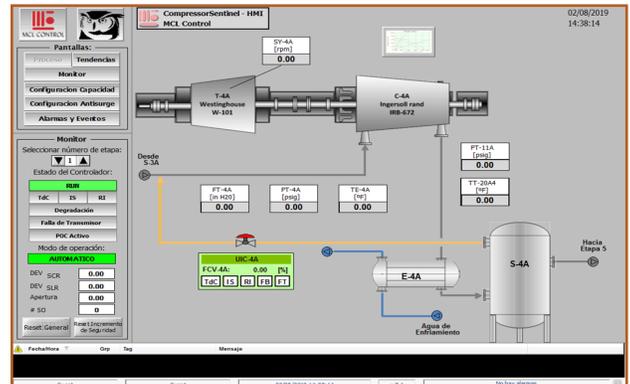
Esta compuesta por pantallas y comandos amigables, basados en el punto de vista del operador, haciéndolo sentir parte del proceso de automatización y utilizando las herramientas que ofrece el software de supervisión, como el control de acceso y seguridad, gestión de alarmas, presentación de gráficos, etc. Esto se puede implementar en una estación local en ambiente Windows, cercana al equipo o en un PC en la sala de control. La estación local tiene la misma funcionalidad que la estación de la sala de control.

Compressor Sentinel Proporciona una serie de pantallas estándar integradas, basadas en nuestra experiencia con este tipo de aplicaciones. También se pueden configurar pantallas personalizadas en función de los requisitos del cliente y las condiciones especiales existentes en cada aplicación. La HMI es compatible con OPC DA, lo que permite la integración con otros sistemas. Las pantallas estándar que se incorporan en la IHM son:

- **Vista general:** muestra los valores del proceso de compresión desde una visión general y permite la navegación a pantallas más detalladas.
- **Vista por etapa:** Proporciona el acceso a las variables principales del proceso de compresión etapa por etapa, mostrando la ubicación del punto de operación en el mapa del compresor en tiempo real.
- **Configuración Capacidad:** permite el acceso a las variables de configuración del controlador performance o de capacidad (restringido para los usuarios con el nivel de seguridad adecuado).
- **Configuración Antisurge:** permite el acceso a las variables de configuración del controlador antisurge (restringido para los usuarios con el nivel de seguridad adecuado).
- **Tendencias:** permite al usuario visualizar de manera grafica las variables del proceso tanto en tiempo real como en modo histórico.
- **Resumen de alarmas:** muestra los detalles de las alarmas, en línea y el historial.

Operación / Monitoreo Remoto:

Disponible a través de dispositivos inalámbricos portátiles



Pantallas típicas de HMI



Compressor **SENTINEL**

Sistema de Control y Protección de Compresores



Características técnicas de la IHM

CompressorSentinel-Toolbox&HMI se ejecuta en Indusoft Web Studio® bajo Windows. El dispositivo en donde se instale y ejecute el producto debe poseer obligatoriamente .NET Framework 3.5 y como mínimo 2 GB de espacio libre de memoria no volátil, y opcionalmente Microsoft Internet Explorer 6.0 o siguientes versiones o un adaptador de red Ethernet o Wi-Fi para redes TCP/IP. Utilizando como mínimo una licencia de IWS® de 1500 Tags la cual puede variar en función de los requerimientos del cliente.

Compatible con muchos de los protocolos de comunicación más empleados y desarrollados en la industria, **CompressorSentinel-Toolbox&HMI** actualmente soporta los protocolos MODBUS y OPC, y ofrece conectividad con controladores industriales de diversos fabricantes. Contiene más de 240 drivers para la mayoría de los PLCs e incluso para controladores de temperatura y controladores de movimiento.

Requerimientos del computador

Los requerimientos mínimos del computador para ejecutar **CompressorSentinel-Toolbox&HMI** se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Requerimientos mínimos del computador

Componente	Requerimiento
Sistema Operativo	Windows 7 Service Pack 1, Windows 8 (excluyendo Windows RT), Windows 8.1, Windows 10, Windows Server 2008 R2 Service Pack 1, Windows Server 2012, Windows Server 2012 R2, Windows Embedded Standard 7 y Windows Embedded Standard 8
Capacidad de disco du-	1 TB o superior
RAM	4 GB para sistemas operativos de 32 bits/ 8GB para sistemas operativos de 64 bits
Puertos de comunica-	Ethernet, Serial RS232/485 (de ser requerido por el cliente)



Compressor SENTINEL

Sistema de Control y Protección de Compresores



ALCANCE

Dependiendo de los requisitos del cliente, MCL Control es capaz de suministrar toda la gama de servicios técnicos requeridos para este tipo de proyectos, desde una simple configuración/instalación de aplicaciones en la plataforma del cliente, hasta un sistema completamente integrado, incluyendo hardware (tanto PES /PLC y HMI local/remota) selección/dimensionamiento/configuración, diseño/adquisición/ensamblaje de gabinetes, instrumentación de campo (si lo solicita el Cliente), capacitación del operador/mantenimiento/ingeniería de acuerdo con las necesidades del Cliente, FAT/SAT integrado y asistencia en la puesta en marcha del sistema. Igualmente, de ser requerido por el cliente, MCL Control puede realizar los estudios de peligros y riesgos, incluyendo: HAZOP, SIL-LOPA, especificaciones de seguridad (SRS), verificación del SIL, estudios de ubicación de detectores de F&G.

SOPORTE

Documentación:

Toda la documentación técnica necesaria para la ingeniería, operación y mantenimiento se proporciona en inglés y/o español. Incluye todas las estrategias de control y secuencias de protección.

Cuando aplique, se incluirá la documentación de los componentes electrónicos suministrados y se proporcionarán al Cliente los P&ID, PFD y diagramas de cableado en archivos de AutoCAD® para permitir su modificación a su conveniencia. Se ofrece un servicio de actualización opcional basado en Internet para incorporar nuevos desarrollos, así como nuevas versiones de hardware y software.

Soporte Técnico Post-venta:

Local y on-line a través de Internet, se puede incluir el ajuste óptimo de los lazos de control.

EXPERIENCIA

MCL Control ha estado en el negocio de la automatización y seguridad de los procesos desde 1989, convirtiéndose en un proveedor de soluciones para la industria del Petróleo y Gas, y especializándose en procesos relacionados con la combustión y calentamiento como la generación de vapor y procesos de calefacción (incluyendo simulaciones de calderas de vapor sobrecalentado y las redes de distribución de vapor de agua de una de las refinerías más grandes del mundo), turbonaquinaria y otras áreas de seguridad tales como Sistemas de Parada de Emergencia y Sistemas de detección de Gas y Fuego. Se darán referencias particulares a pedido.

Desde el punto de vista técnico, y como se mencionó anteriormente, los productos de MCL Control son independientes de la plataforma. De hecho, esta solución se ha instalado e integrado con muchas plataformas, como se indica a continuación:

PLC: Rockwell Automation, HIMA, GE Fanuc, Modicon, Regul, Hollysys, Siemens y otros.

DCS: Honeywell TDC-3000 y Experion, Rockwell Automation ProcessLogix, Emerson Fisher Provox y DeltaV, Foxboro y otros.

HMI: Indusoft, Wonderware, Intellution, Wizcon, Simplicity, RSView, Visual Basic y otros.

Sistemas de Seguridad: HIMA, Triconex, ICS Triplex, Siemens y otros.

Mayor información:

Contacto

MCL CONTROL



info@mclcontrol.com



+58 212 238 2996 / 2581



Av. Diego Cisneros, Centro Empresarial Los Ruices,
Los Ruices, Caracas 1071, Venezuela

MCL CONTROL USA



mclusa@mclcontrol.com



+1 281 469 6634



13652 Brigeton Ridge Drive, Suite A
Houston, TX77070

BLOQUES NEURALES



bneurales@mclcontrol.com



+34 626 954638 / 663 901677



Puebla de Cazalla, 41540, Sevilla, España

Visite

www.mclcontrol.com



Mclcontrol



@mcl_control



MCLcontrol