



**VIII JORNADAS SOBRE  
TECNOLOGÍAS y SOLUCIONES PARA  
LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**  
Vigo, 14 al 18 de noviembre de 2022

<http://jai.uvi.es>

Universidade de Vigo | Escola de  
Enxeñaría Industrial



6ª SESIÓN

NOVIEMBRE

17

**JUEVES 17, 9:45-10:30**



**Aplicaciones avanzadas  
en la industria de proceso**

**Ponente:**



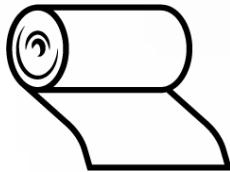
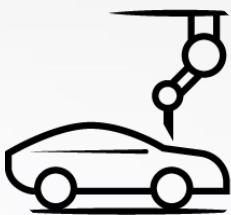
- **D. Luis Navarra**  
**(Solution Consultant Process,  
ROCKWELL AUTOMATION)**



# Procesos de Fabricación

En función de la salida de Producto

- Discreto
  - La salida es unitaria. Una "pieza" o una cantidad finita de "piezas"
  - Las "Piezas" se procesan juntas en grupos (a.k.a. lotes)
  - Cada "Pieza" mantiene su identidad única
- Continuo
  - Salida de producto en un flujo continuo
  - Arranques, transiciones y paradas no suelen contribuir a lograr el procesamiento deseado.
- Por Lotes
  - Cantidad finita de materiales para entrada
  - La salida (Producto) es una cantidad finita de material
  - Las Materias Primas se procesan juntas



Los procesos de fabricación industrial generalmente se pueden clasificar según el resultado del proceso.

# ¿Cuales son las tendencias en los Sistemas de Control de Procesos?

Transformación Productiva

Experiencia simplificada

Operaciones flexible

Ciberseguridad



Impulsando los resultados para el ciclo de vida de la planta

# La Fábricas del futuro requieren una solución Moderna

La fabrica del futuro es:

## Escalable y flexible

basado en sistemas modulares y multidisciplinarios que permitan integrar las diferentes áreas y Servicios: Energías, procesos, SKIDS, líneas de envasado, ...

---

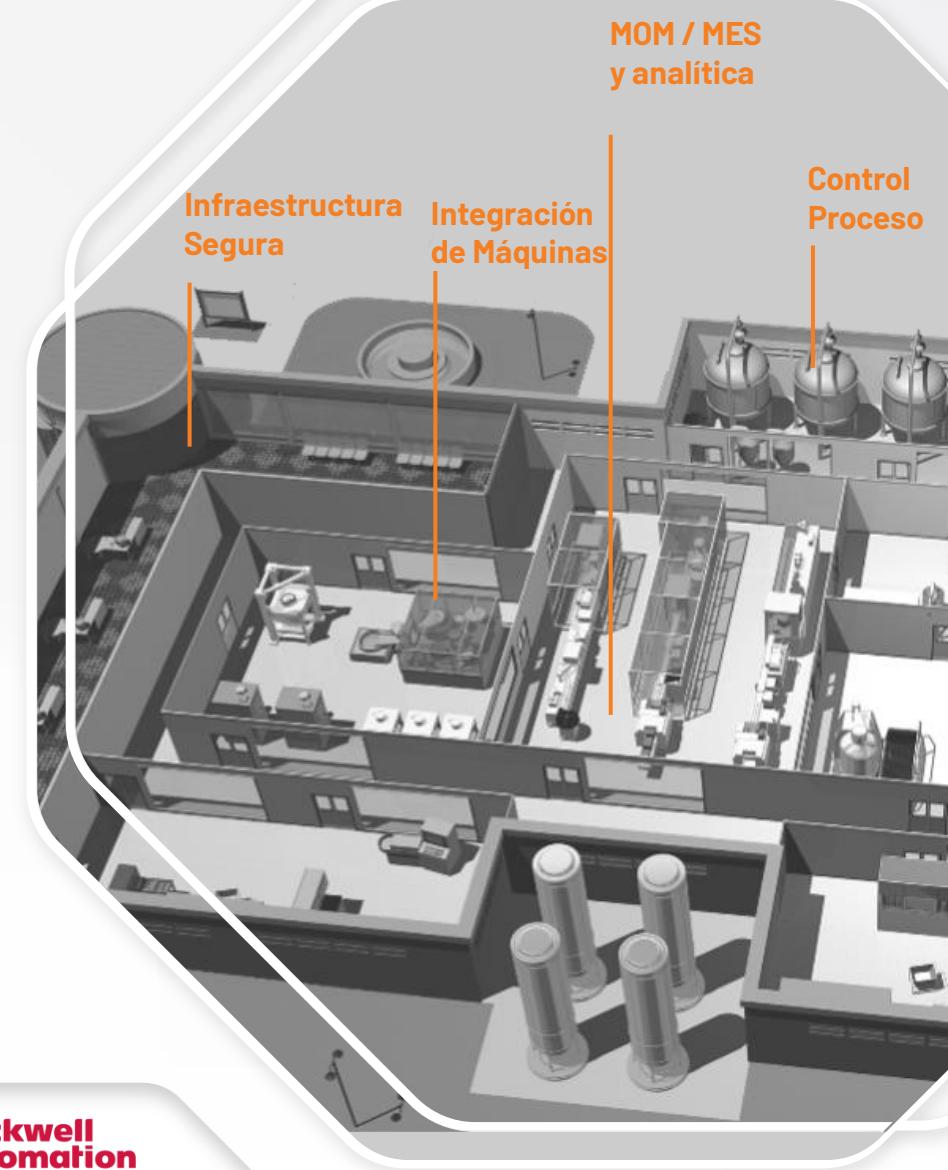
## Basado en datos

con control de procesos moderno, MOM/MES, analítica y conectividad empresarial

---

## Segura

con una infraestructura de red bien planificada



# CONTROL DE PROCESOS

REDEFINIDO



## DCS TRADICIONAL

- Diseño de sistema cerrado
- Mayor tiempo de comercialización
- Difícil de migrar y modernizar
- Elevado **coste total de propiedad**



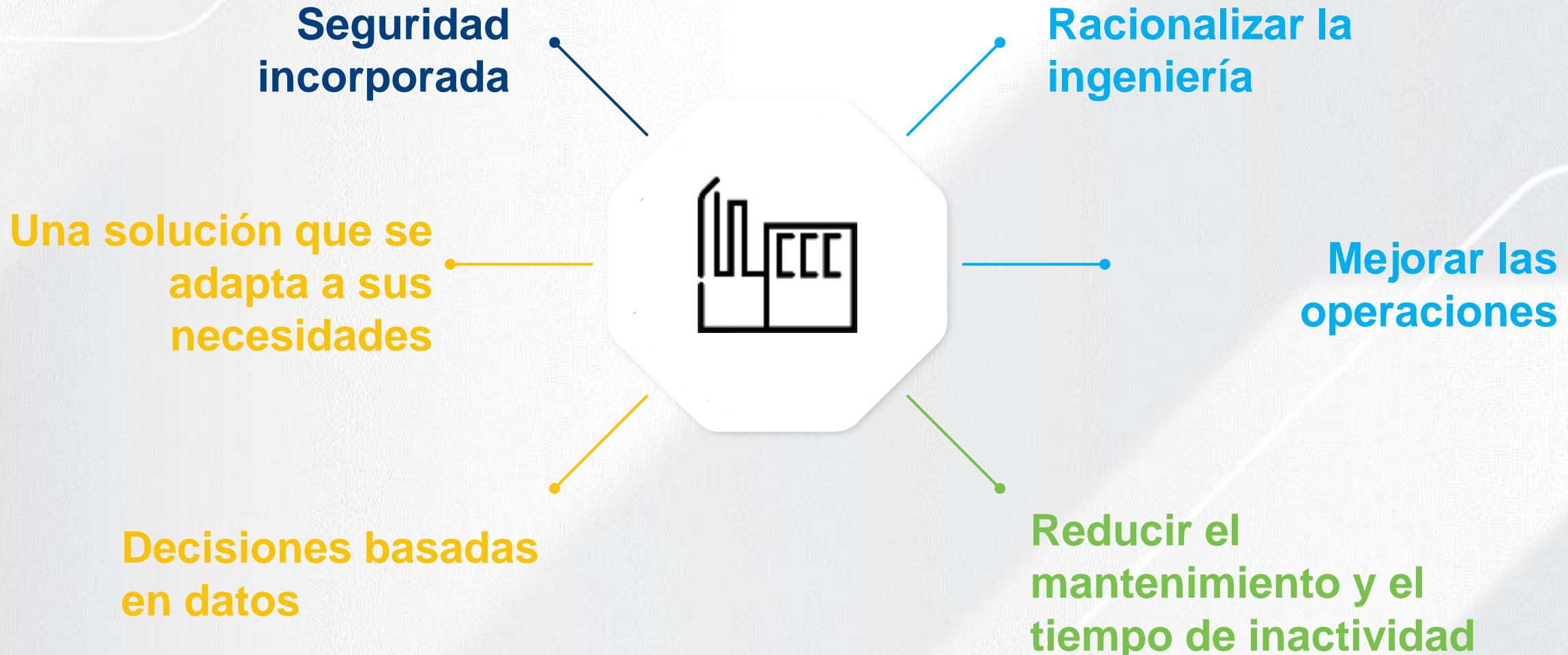
## DCS MODERNO

- Alto rendimiento y Multidisciplinar
- Capacidades escalables y de mayor alcance
- Tecnología abierta
- Facilidad de integración e información



**PlantPAX**  
Distributed Control System

# El control de procesos Moderno permite la instalación del futuro





Tecnología  
Abierta

Low Code –  
No Code

Transformación  
Digital

# Estandares Industriales

Tecnología Abierta



<AutomationML/>



ODVA®

EtherNet/IP™



# Expandiendo las tecnologías abiertas

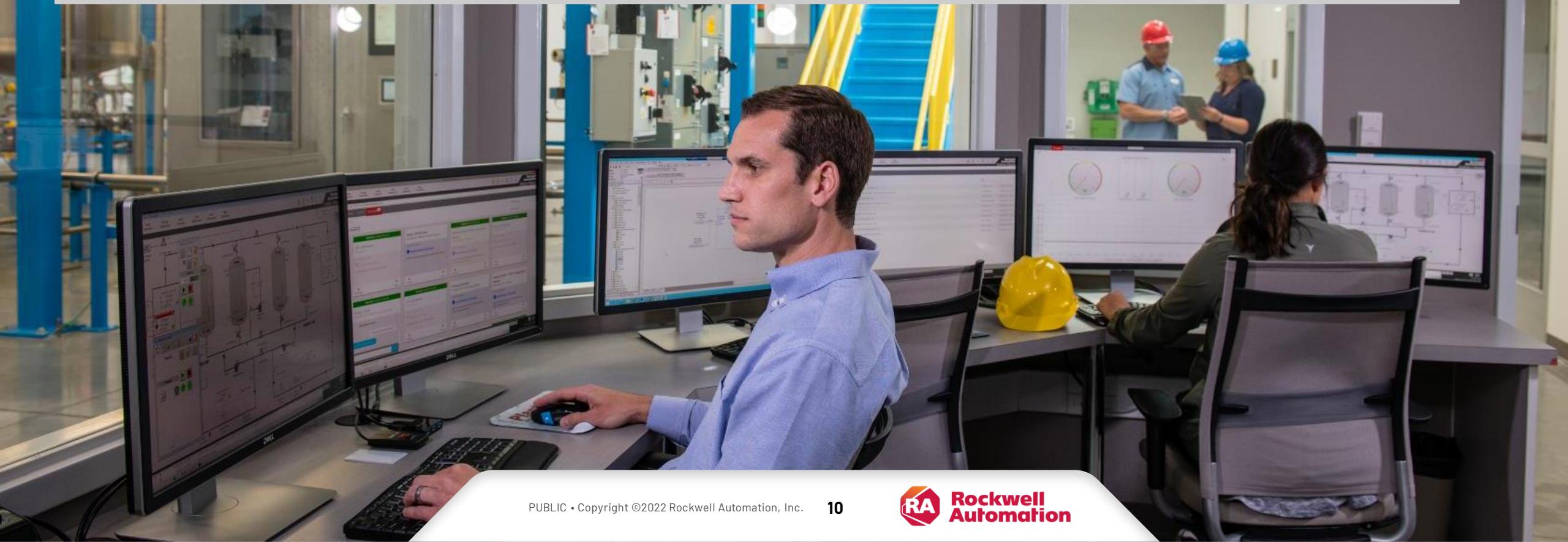
**Las tecnologías abiertas proporcionan valor a la solución de Automatización:**

- **Rapidez** – La tecnología estará disponible antes
- **Amplitud** – Más opciones para resolver problemas con una cartera más amplia de productos
- **Compatibilidad** – Es más probable que los reemplazos directos estén disponibles
- **Competitividad** – Fomenta la competitividad entre proveedores
- **Integración** – simplificada al tener interfaces estándar bien definidas



# ISA 101

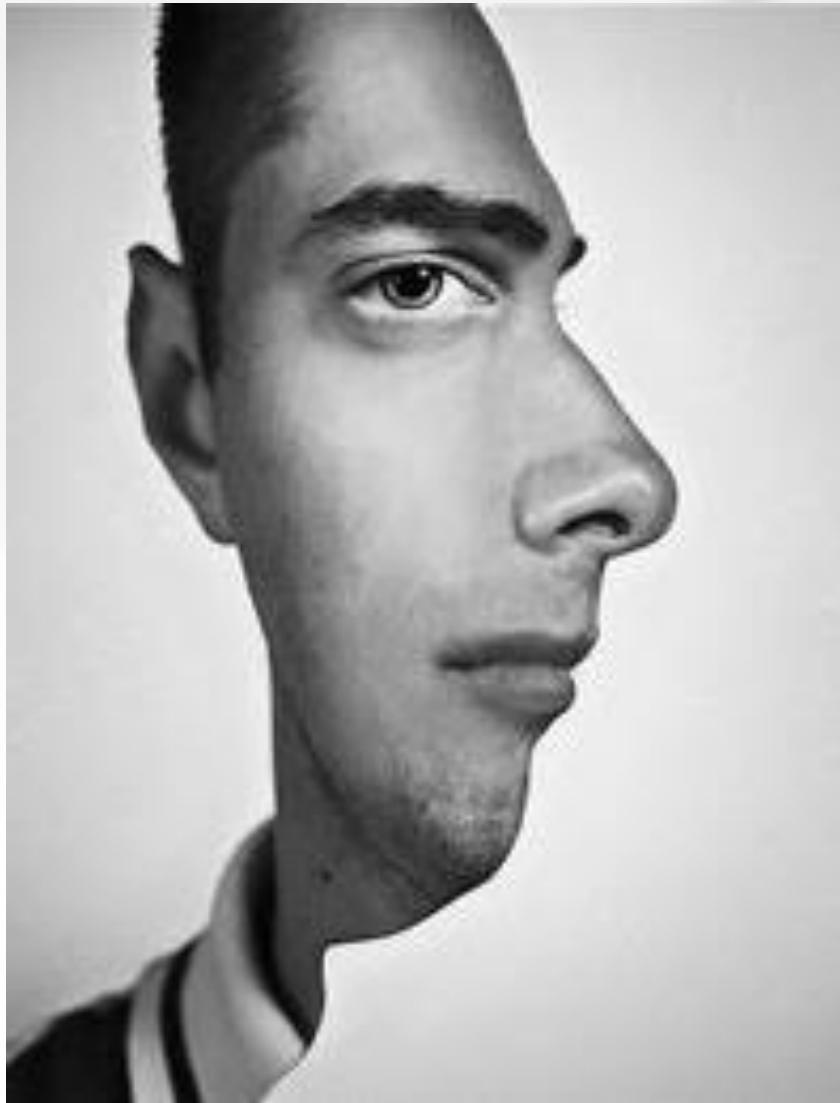
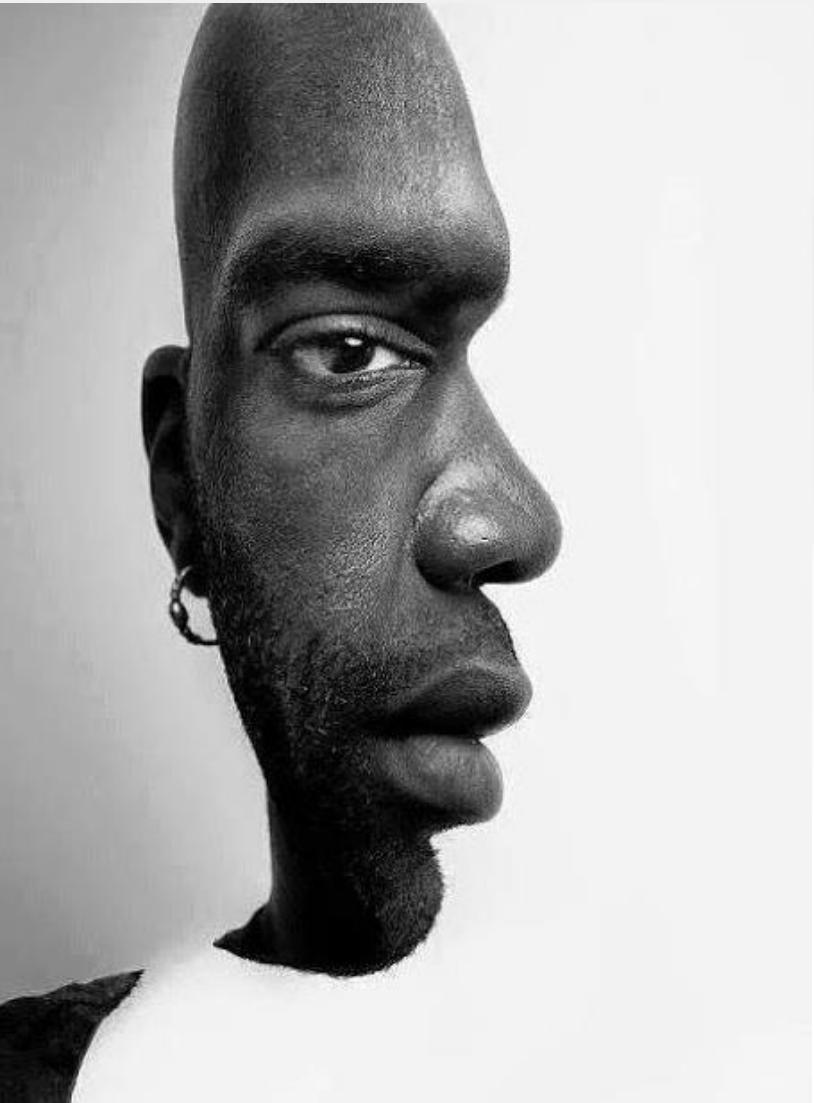
## Estandar para mejorar la Eficiencia de Operación



# Sobrecarga de Información

- **Gran cantidad de datos de Proceso**
  - **Displays ineficientes**
  - **Uso de gráficos mejorable**





908230498230497509872349857109821340987098  
7423059871098213409872098750981723094872130  
984709824980982345908298098172309487123498  
02498067456870983473460983434580938094533  
4530854890097370981391582488131983498013985  
2340968702945867092

908230498230497509872349857109821340987098  
7423059871098213409872098750981723094872130  
984709824980982345908298098172309487123498  
02498067456870983473460983434580938094533  
4630854890097370981391582488131983498013985  
2340968702943867092

908230498230497509872349857109821340987098  
7423059871098213409872098750981723094872130  
984709824980982345908298098172309487123498  
02498067456870983473460983434580938094533  
4630854892097370981391582488121983498013985  
2340968702943867092

# Norma ISA 101

ISA 101 standard de HMI en aplicaciones de Proceso y fabricación Industrial.

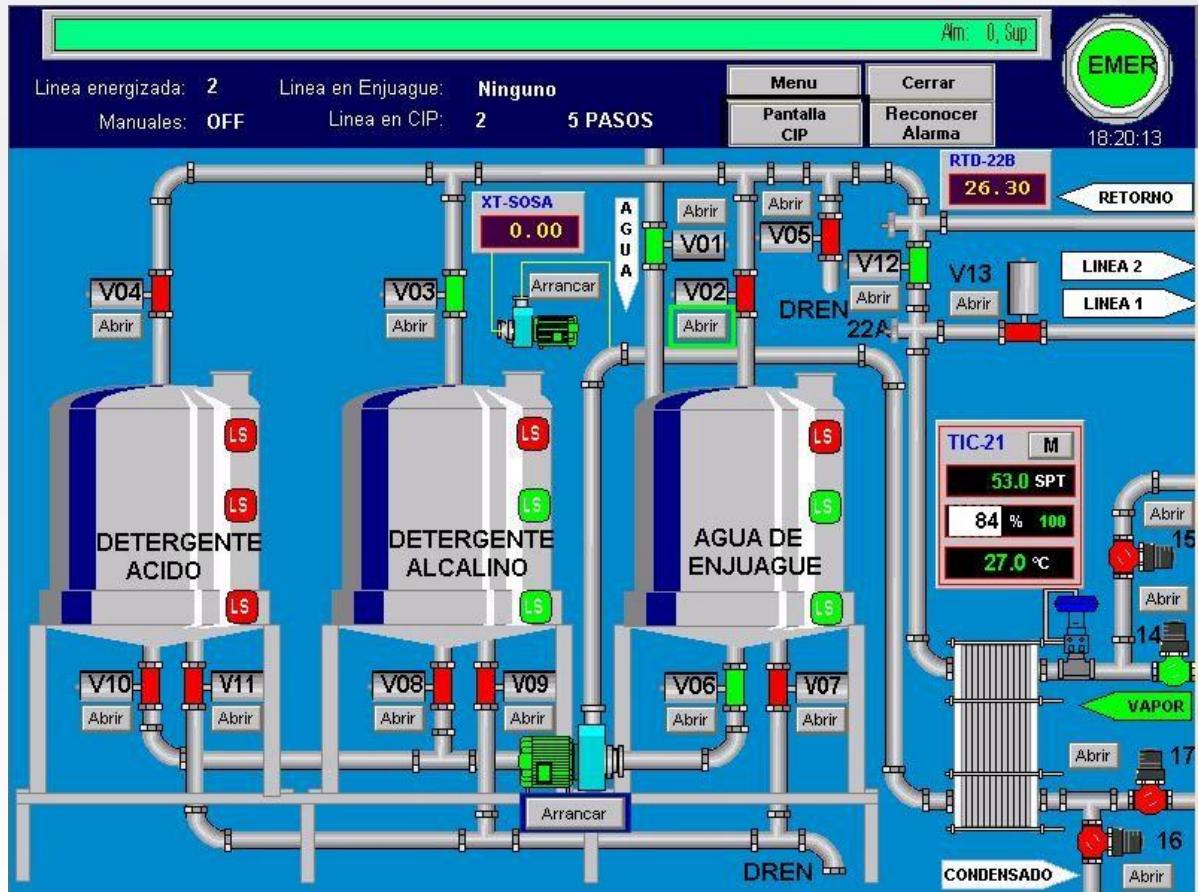


- Presenta los datos contextualizados en la pantalla para reforzar el modelo mental del operador en su área de responsabilidad.
- Aumenta la Percepción de Situación (Situation Awareness).
- Beneficios de cumplir ISA101:
  - Aumento de la seguridad funcional.
  - Mejora de la calidad.
  - Mayor Producción.
  - Confiabilidad.

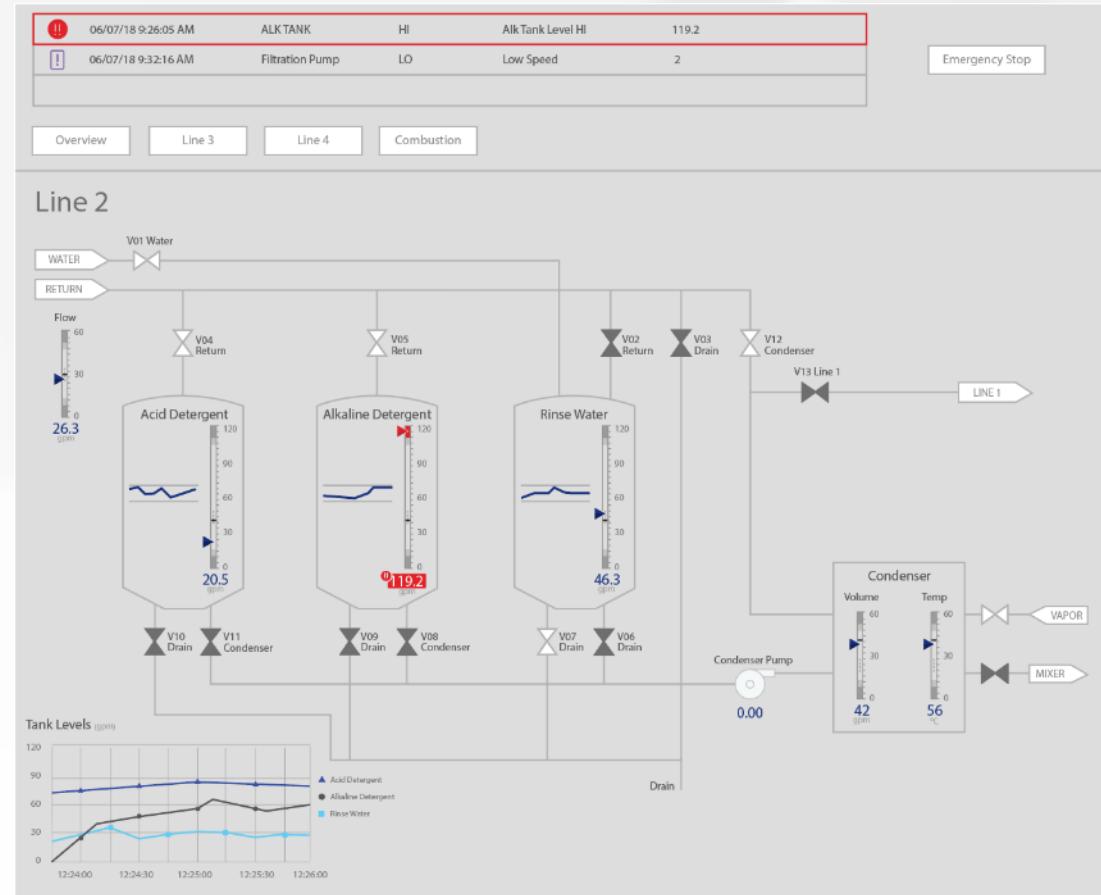
*Reduce la complejidad, la personalización y el coste del HMI a lo largo del ciclo de vida de la planta*



# Mejora de la Percepción de la situación



## Datos



## Information Util para Operación

# Iconos



Urgent



High



Medium



Low

# Iconos

**Command Source Symbols**

	Out of Service
	Hand (Local)
	Device in Maintenance
	Override
	Device commanded by Program
	Device locked in Program command
	Device commanded by Operator
	Device locked in Operator command

**Alarm Symbols**

	Urgent
	High
	Medium
	Low
	Out of Alarm - Ack Required
	Alarm Inhibit (Shelved or Disabled)
	In Alarm (Alarm Active)
	In Alarm and Acknowledged
	Out of Alarm
	Alarm Suppressed (by program logic)
	Alarm Disabled (by maintenance)
	Alarm Shelved (by operator)

**Status Symbols**

	Device has been Disabled
	Communication Failure
	Input or PV Uncertain
	The Device is Not Ready To Operate
	Input has been Disabled
	Input Has Been Rejected
	Value Clamped to min/max
	Speed ref limited to the min/max
	At target Speed
	Accelerating
	Decelerating
	Value is being Initialized
	Value has not changed (Stuck)
	Value Infinite or Not a Number
	Value is being Held at last good value
	Value is being replaced
	Device is in Simulation
	Input matches Target
	Input does not match Target

**Level and Deviation Threshold**

	High-High Level Exceeded
	High Level Exceeded
	Low Level Exceeded
	Low-Low Level Exceeded
	High Rate of Change Exceeded
	High-High Deviation Exceeded
	High Deviation Exceeded
	Low Deviation Exceeded
	Low-Low Deviation Exceeded

**Breadcrumbs**

	Invalid Configuration
	A Maintenance Bypass is Active
	Maintenance Required
	Information Available
	Operator Attention

**PID Symbols**

	Manual Loop Mode
	PV Within SP Deadband (no control action occurs)
	Auto Loop Mode
	Auto Loop Mode (cascade enabled)
	Cascade Loop Mode

**Tab Navigation Icons**

	Operator (Home) Page
	Maintenance Page
	Engineering Page
	Trend Page
	Alarm Page
	HMI Configuration Page
	Diagnostics Page
	Snapshot Page

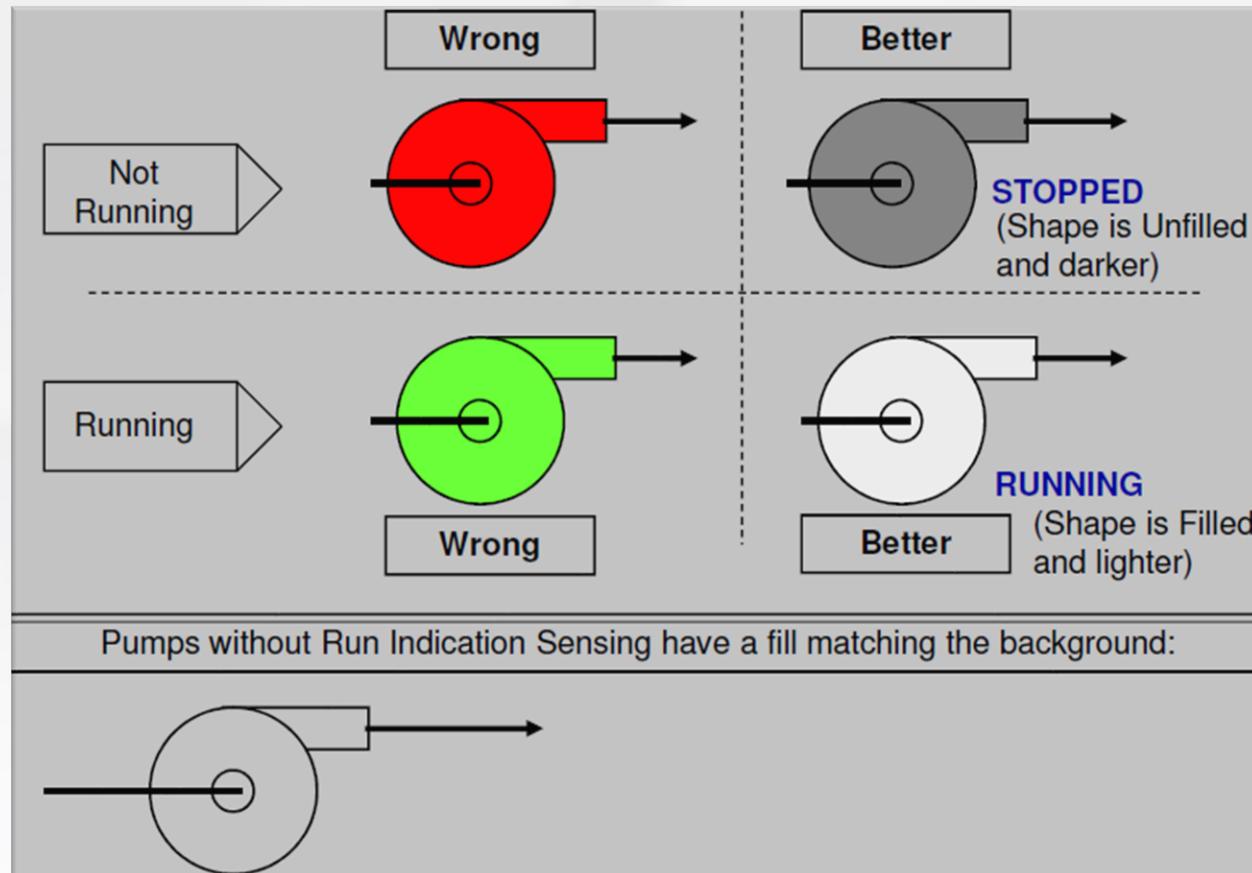
**Interlock & Permissive Indicators**

		One or more conditions not OK
		All conditions OK, Bypass Active
		Non-Bypassed conditions OK
		All conditions OK

# Color

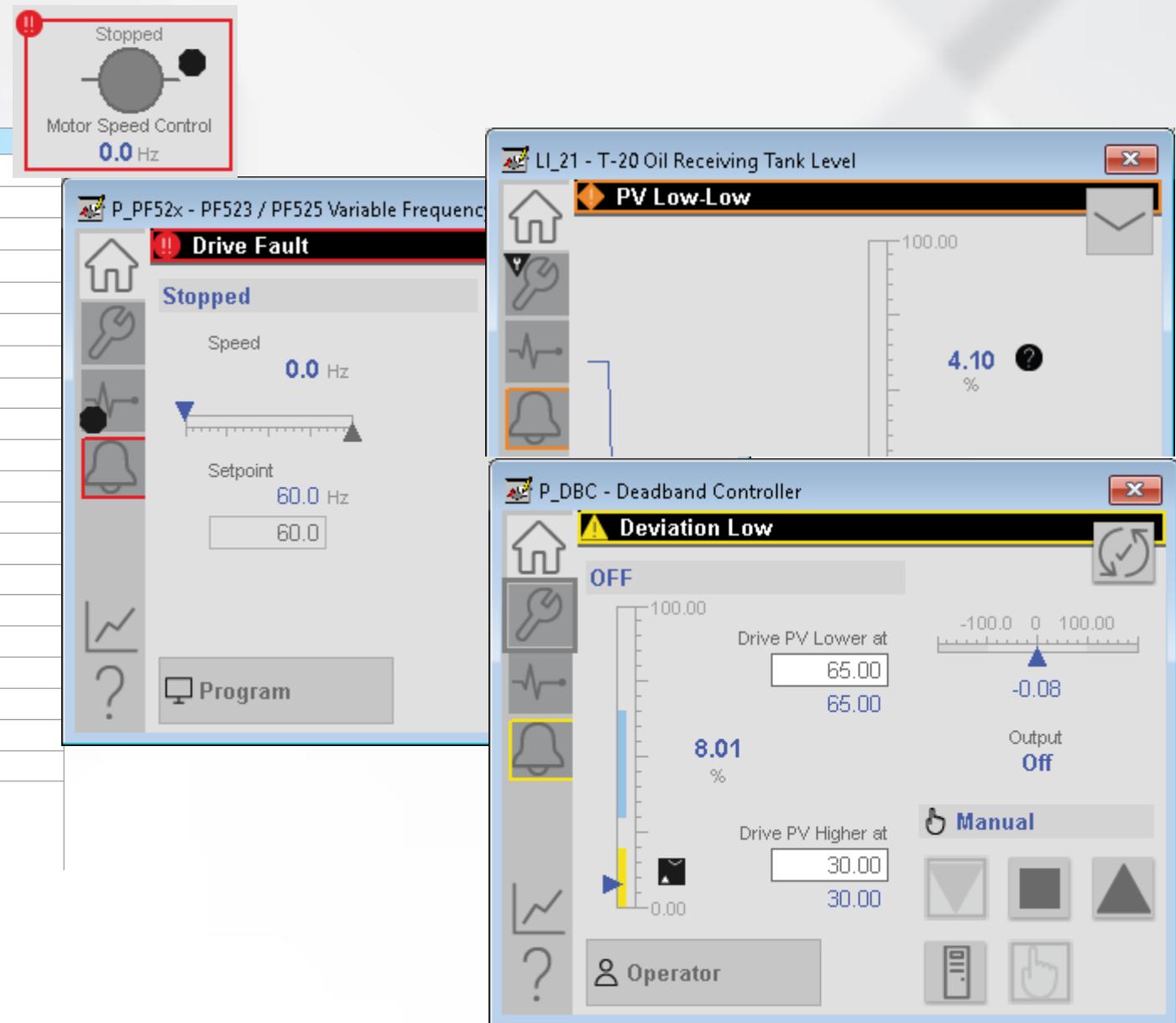


# Color

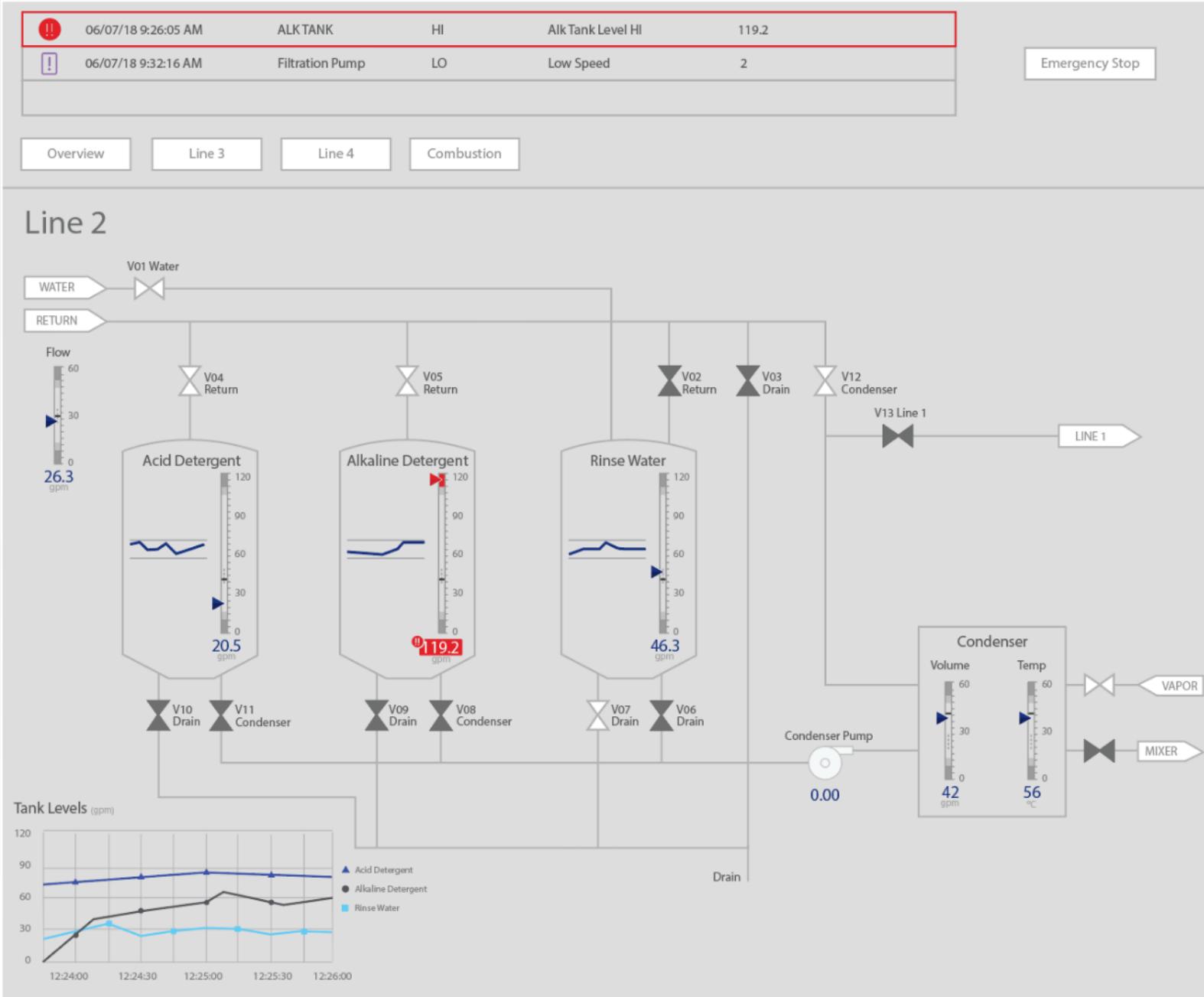


# Color

Notification Color Use	Color Name	Definition
Low Priority Alarm	Magenta	<input checked="" type="checkbox"/> R145 G106 B173 #916AAD
Low Priority Alarm Foreground	White	<input type="checkbox"/> R255 G255 B255 #FFFFFF
Medium Priority Alarm	Yellow	<input checked="" type="checkbox"/> R245 G225 B027 #F5E11B
Medium Priority Alarm Foreground	Dark Gray 63	<input checked="" type="checkbox"/> R063 G063 B063 #3F3F3F
High Priority Alarm	Orange	<input checked="" type="checkbox"/> R236 G134 B041 #EC8629
High Priority Alarm Foreground	White	<input type="checkbox"/> R255 G255 B255 #FFFFFF
Urgent Priority Alarm	Red	<input checked="" type="checkbox"/> R226 G032 B040 #E22028
Urgent Priority Alarm Foreground	White	<input type="checkbox"/> R255 G255 B255 #FFFFFF
Program Error/Bad Configuration	Black	<input checked="" type="checkbox"/> R000 G000 B000 #000000
Program Error/Bad Configuration Foreground	White	<input type="checkbox"/> R255 G255 B255 #FFFFFF
Fault Condition Background	Black	<input checked="" type="checkbox"/> R000 G000 B000 #000000
Fault Condition Foreground	White	<input type="checkbox"/> R255 G255 B255 #FFFFFF
Warning Condition Background	Dark Gray 63	<input checked="" type="checkbox"/> R063 G063 B063 #3F3F3F
Warning Condition Foreground	White	<input type="checkbox"/> R255 G255 B255 #FFFFFF
Prompts and Attention Background	Light Gray 224	<input type="checkbox"/> R224 G224 B224 #E0E0E0
Prompts and Attention Foreground	Black	<input checked="" type="checkbox"/> R000 G000 B000 #000000
Testing or Simulation Background	Light Gray 224	<input type="checkbox"/> R224 G224 B224 #E0E0E0
Testing or Simulation Foreground	Black	<input checked="" type="checkbox"/> R000 G000 B000 #000000
Other Abnormal State Background	Light Gray 224	<input type="checkbox"/> R224 G224 B224 #E0E0E0
Other Abnormal State Foreground	Black	<input checked="" type="checkbox"/> R000 G000 B000 #000000
If the normal state can appear in a control showing a notification, then the colors used for the normal state shall follow either State or Dynamic Data color usage standards		



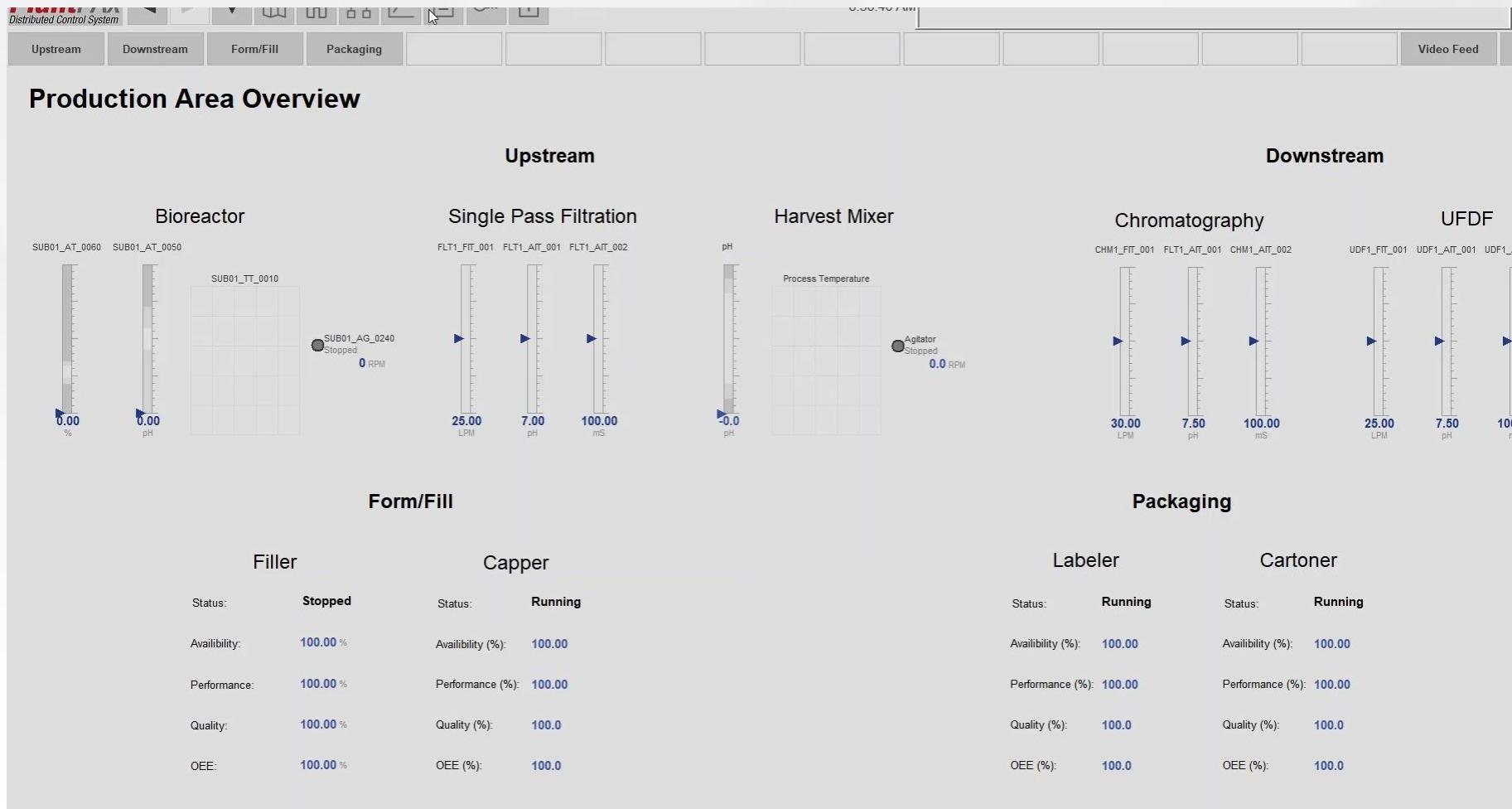
# Color



# Jerarquía de la aplicación de visualización

## Level 1 Display Visión General

Proporcionar una vision general de toda el área de responsabilidad del Operador.

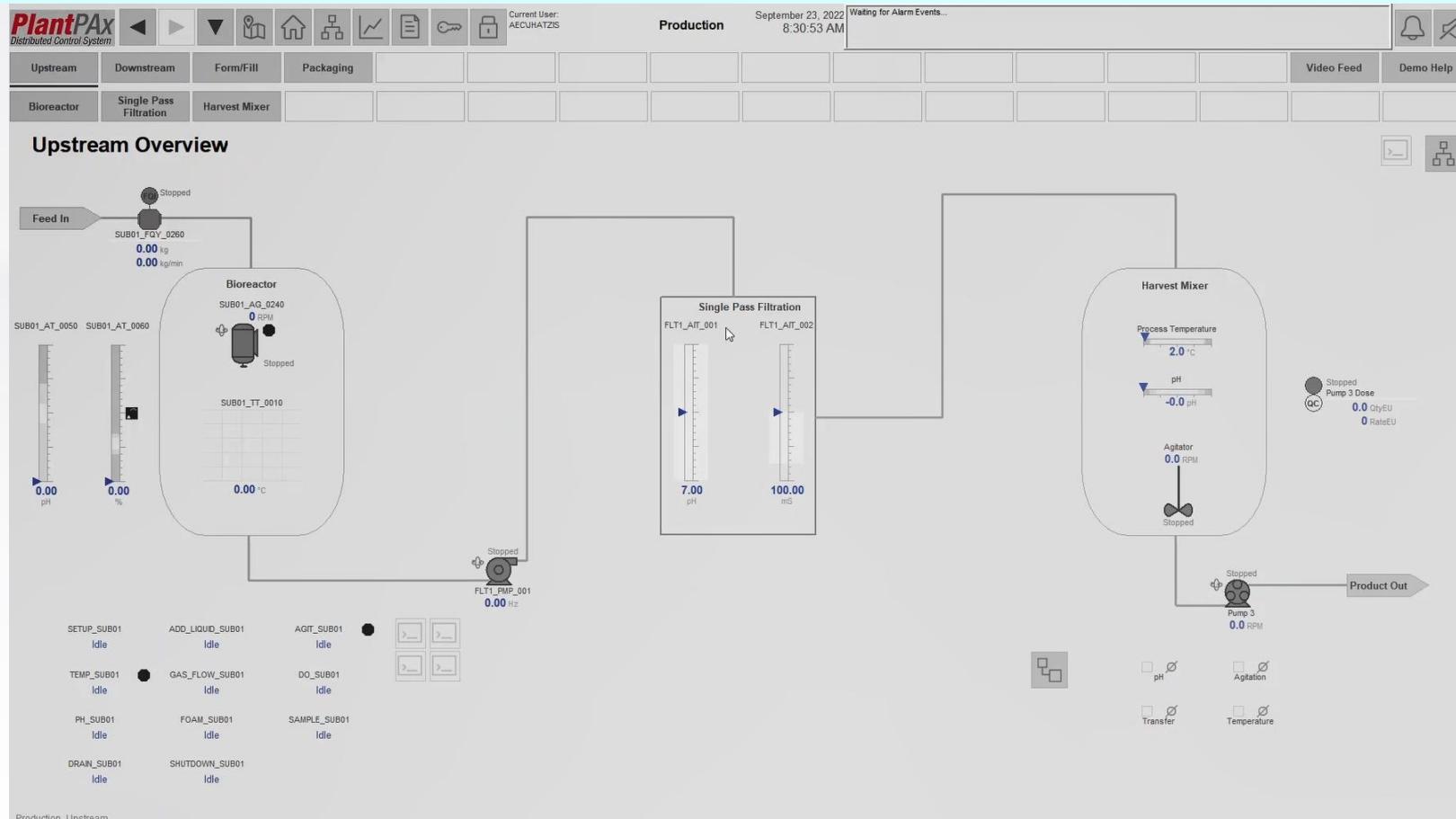


# Jerarquía de la aplicación de visualización

## Level 2

### Display control Unidad Proceso

Pantalla principal de operación del Operador. Operaciones normales, cambios de rutina y seguimiento.

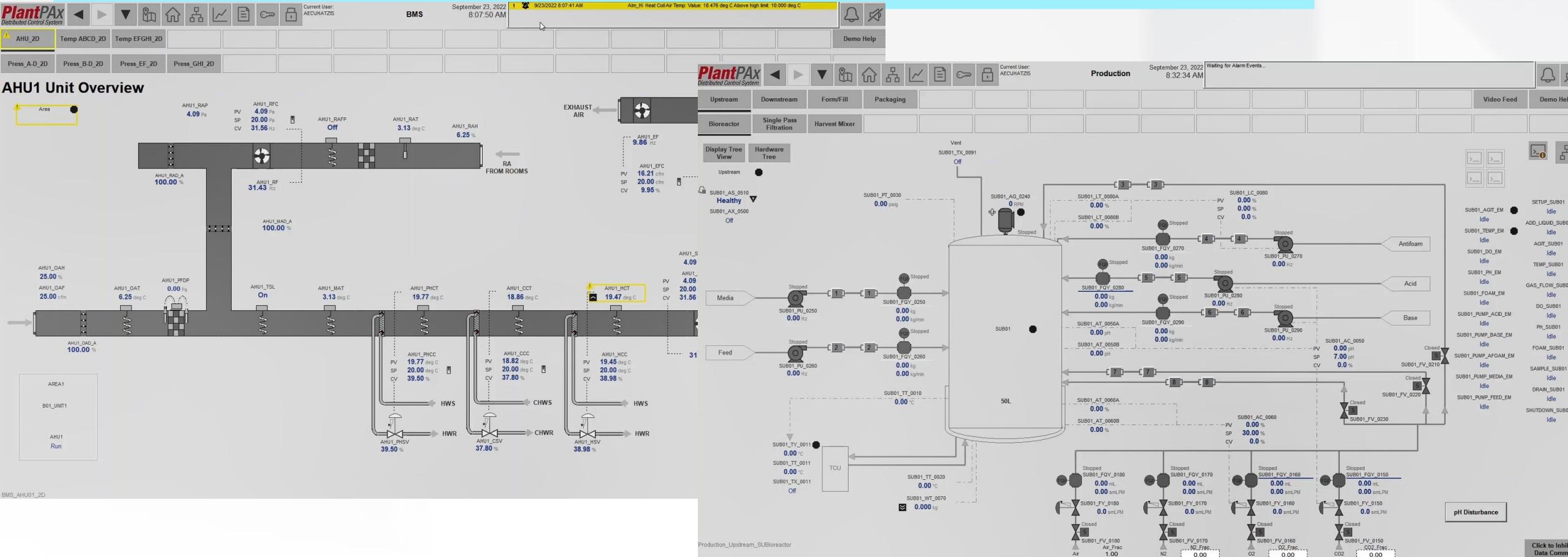


# **Jerarquía de la aplicación de visualización**

# Level 3

## Display Detalle Unidad Proceso

Operaciones no rutinarias.  
Proporcionar información suficiente para facilitar el diagnóstico del proceso .

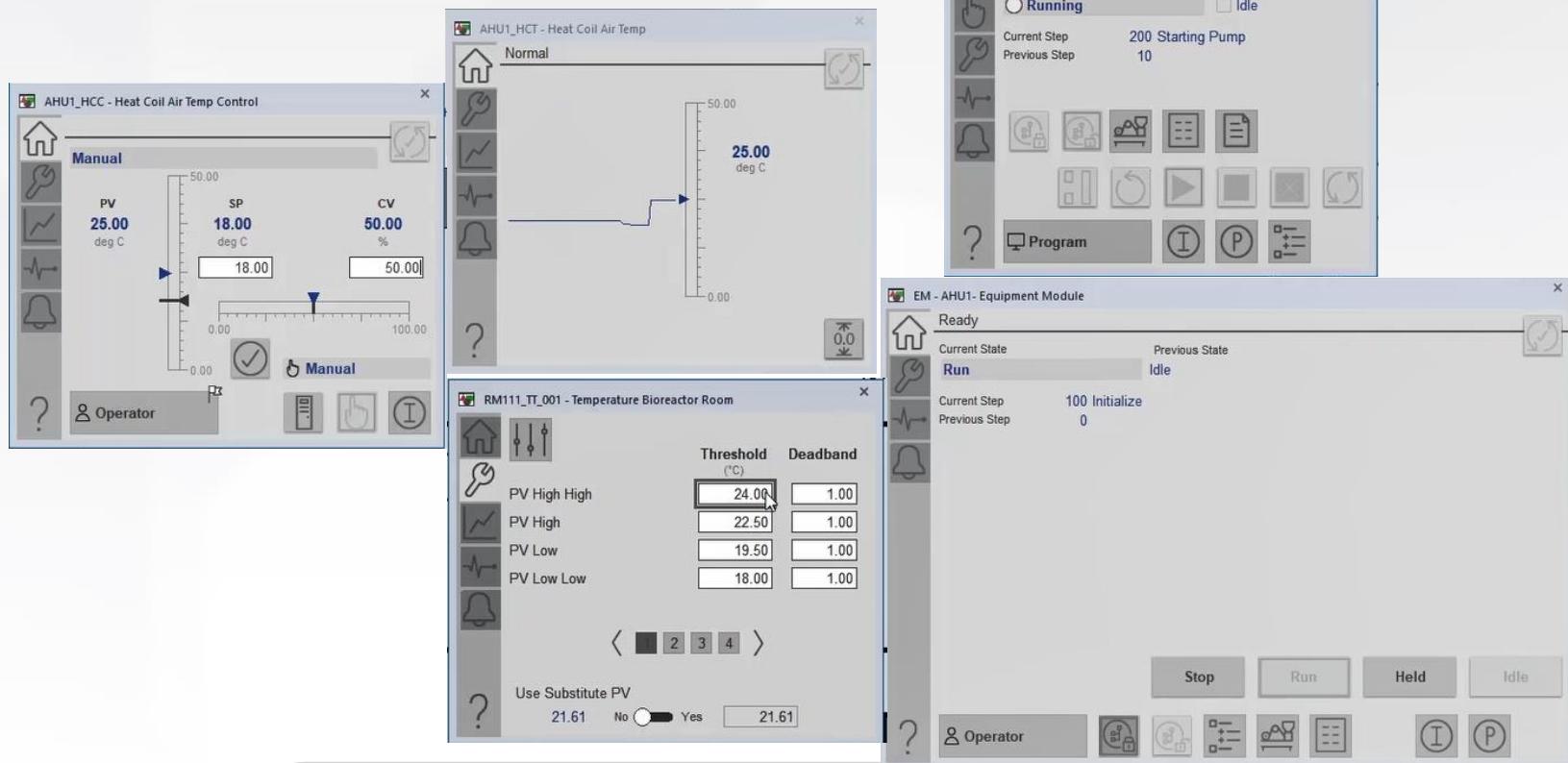


# Jerarquía de la aplicación de visualización

## Level 4

### Display Soporte Unidad Proceso

Enclavamientos, diagnósticos, ayuda y documentación. Por lo general, Faceplates o Popups.



# Jerarquía de la aplicación de visualización

Level 1

Process Area  
Overview Display

Level 2

Process Unit  
Control Display

Process Unit  
Control Display

Level 3

Process Unit  
Detail Display

Process Unit  
Detail Display

Process Unit  
Detail Display

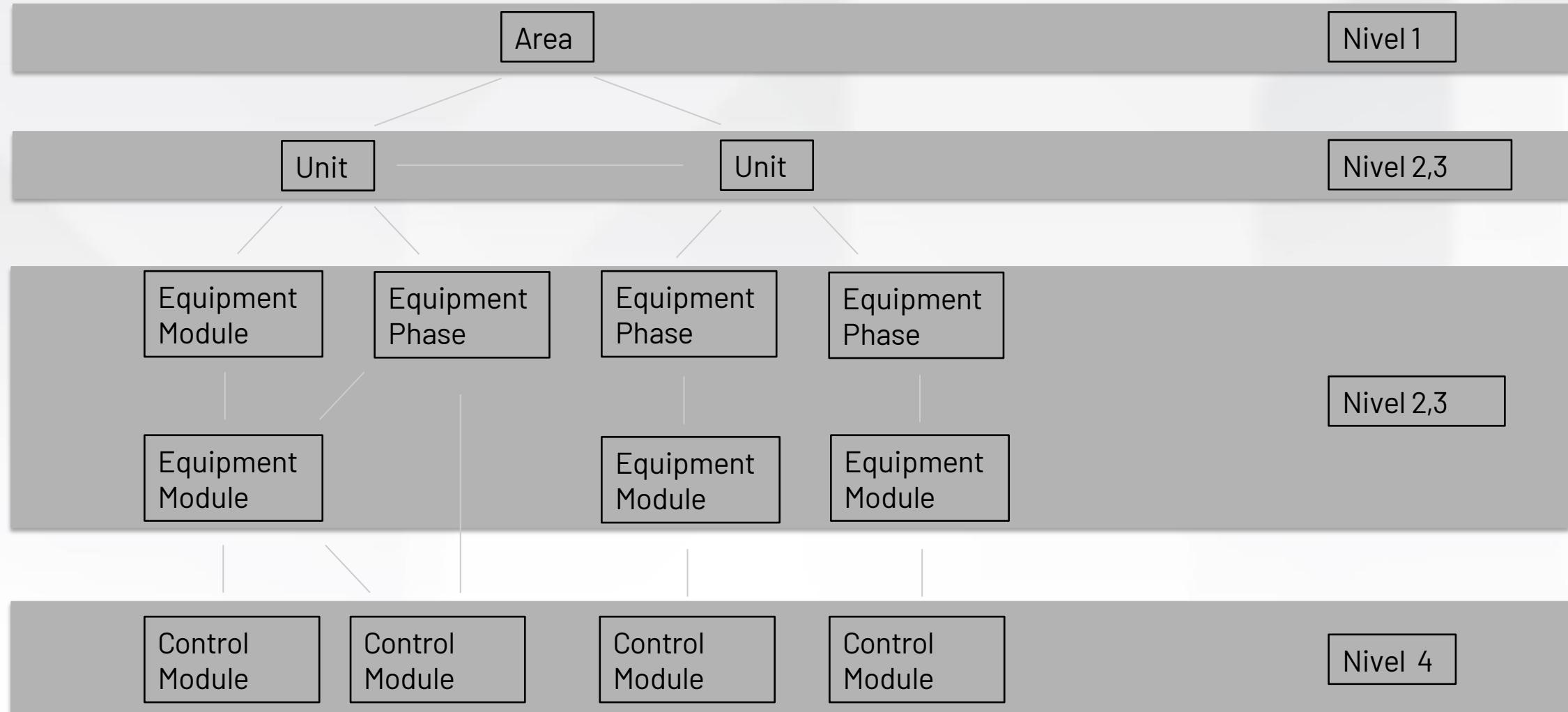
Process Unit  
Detail Display

Level 4

Process Unit  
Support Displays  
(ex. Faceplates)

# ISA101 & ISA88

Organización de la Aplicación según S88 y Niveles ISA 101



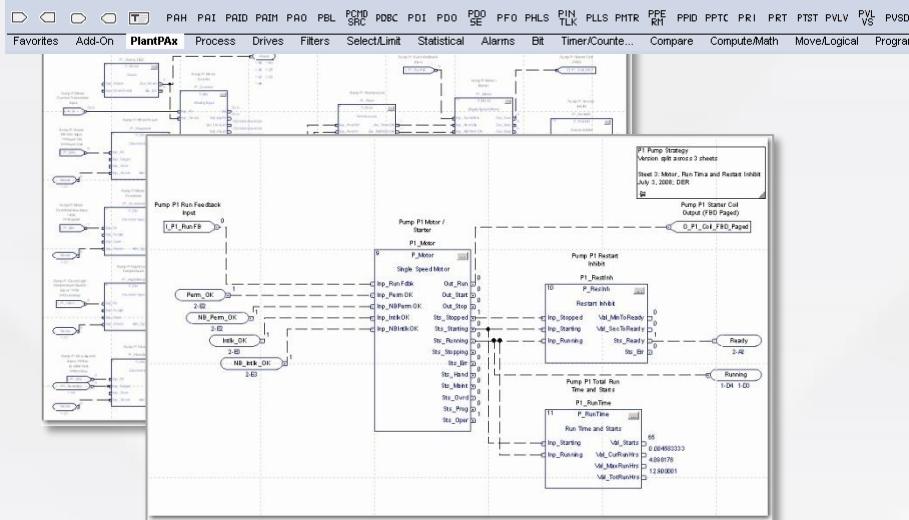


**Tecnología  
Abierta**

**Low Code –  
No Code**

**Transformación  
Digital**

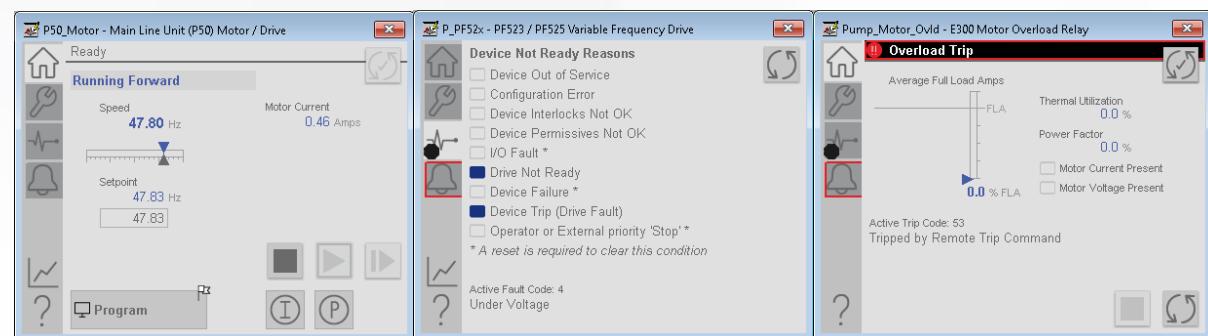
# Instrucciones de Proceso



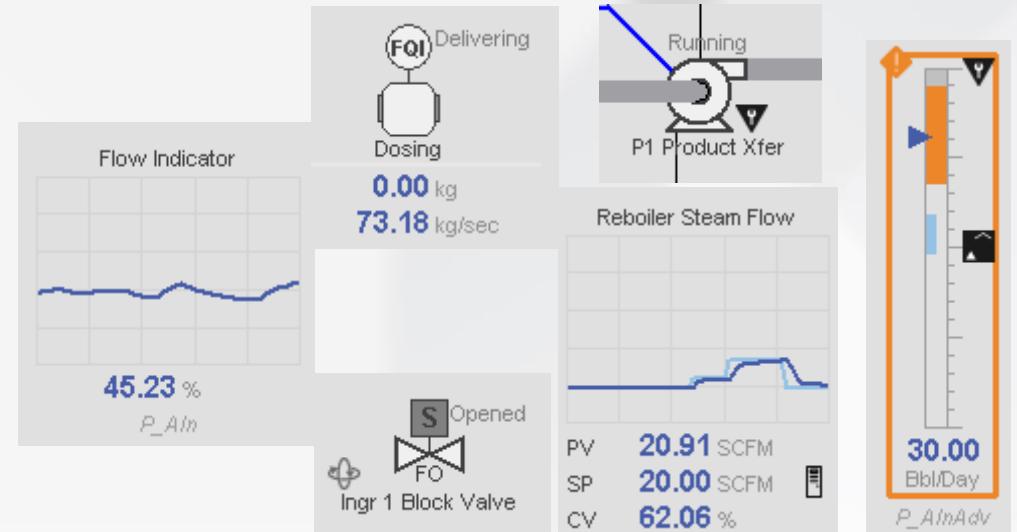
Instrucciones de Controlador



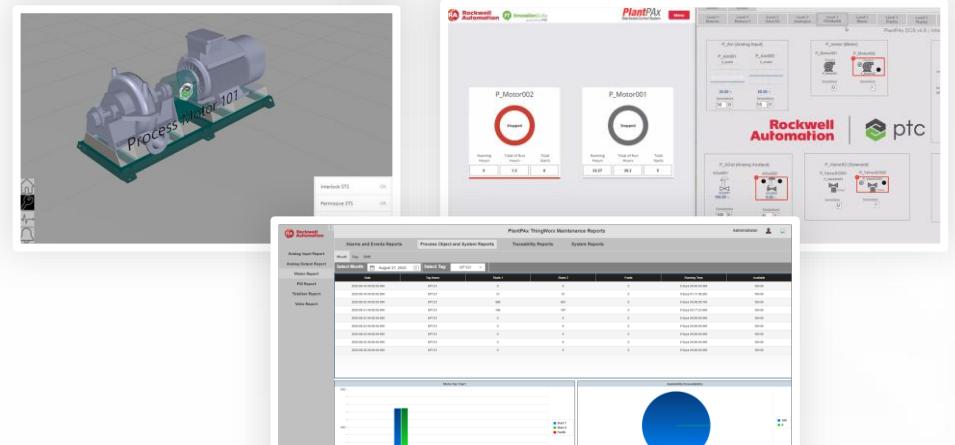
**PlantPAX**  
Distributed Control System



Faceplates - Eficiencia de Operación



Representación Gráfica ISA101

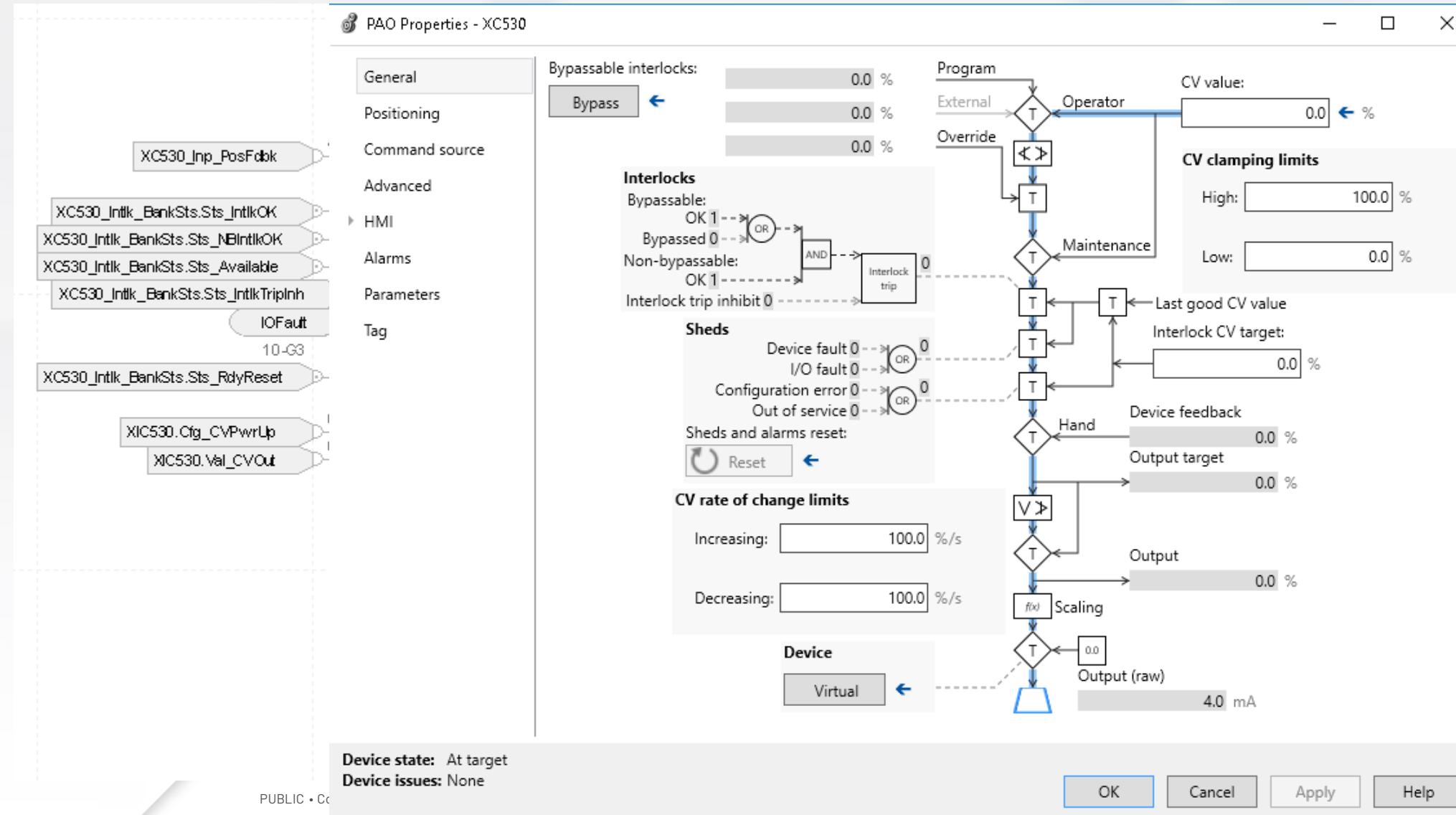


Contenido Extendido – Historian - IIOT

# Instrucciones de Proceso

Objetos de Proceso – Módulos de Control – Módulos Equipo – Phases de Equipo – Unidades – Areas

DIAGRAMAS SAMA



# Instrucciones de Proceso

Objetos de Proceso – Módulos de Control – Módulos Equipo – Phases de Equipo – Unidades - Areas

The screenshot displays the PlantPAx Distributed Control System interface, illustrating the hierarchy of process objects and their associated control logic.

**Process Objects:**

- FV1101A - Valve:** Shows valve status and configuration, including checkboxes for "Use Valve Closed feedback for failure checking" and "Use Valve Opened feedback for failure checking".
- FIC1202 - Steam Flow Control:** Shows steam flow control logic. The PV (17) is compared to the SP (18) to calculate an error. This error is then processed through a PID controller (f(x)) with gains K (2.0000), I (3.0000), and D (0.0000) to produce a calculated CV (20). The calculated CV is then summed (Σ) with a feed-forward value (0) to produce the final output.

**Control Modules:**

- FIC1202 - Steam Flow Control:** Shows the detailed logic for the steam flow control module, including the PID controller structure and input/output points.

**Equipment Modules:**

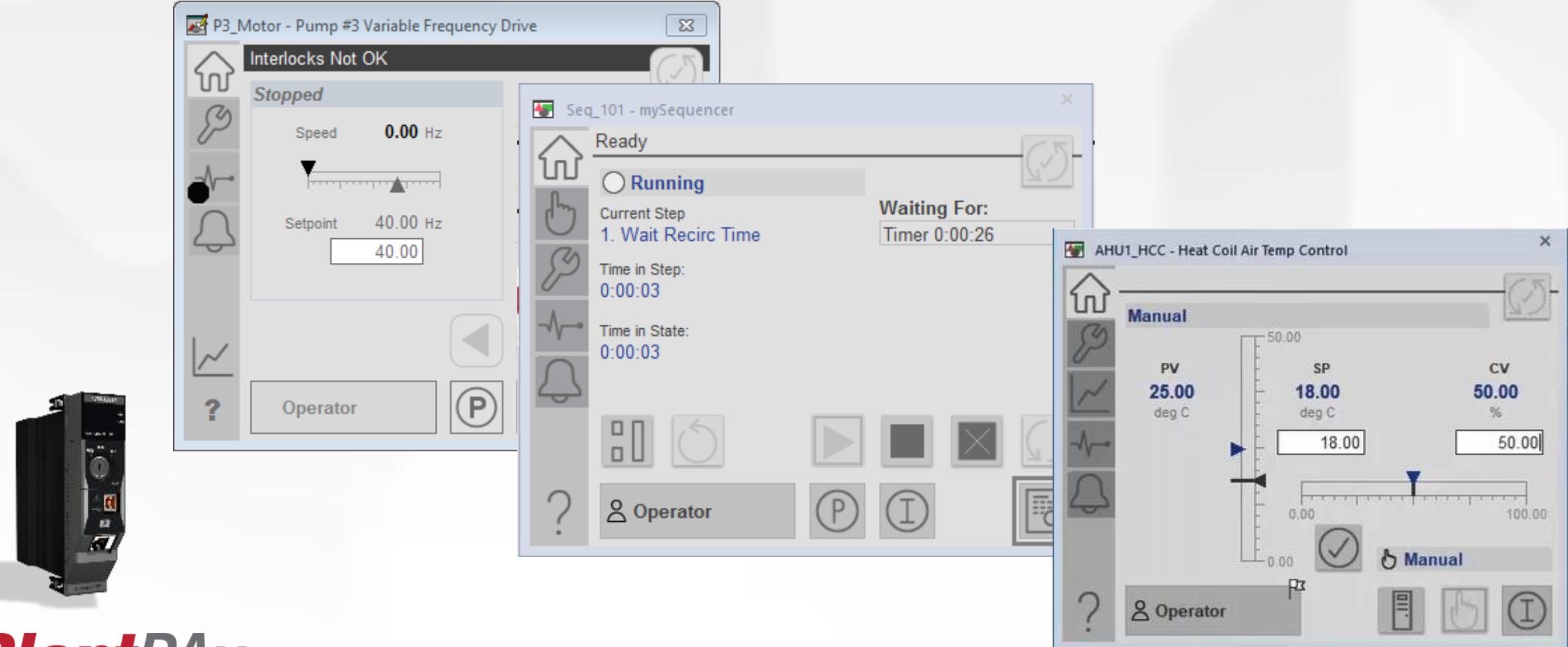
- FV1101A - Valve:** Shows valve status and configuration, including checkboxes for "Use Valve Closed feedback for failure checking" and "Use Valve Opened feedback for failure checking".
- FIC1202 - Steam Flow Control:** Shows steam flow control logic. The PV (17) is compared to the SP (18) to calculate an error. This error is then processed through a PID controller (f(x)) with gains K (2.0000), I (3.0000), and D (0.0000) to produce a calculated CV (20). The calculated CV is then summed (Σ) with a feed-forward value (0) to produce the final output.

**Equipment Phases:**

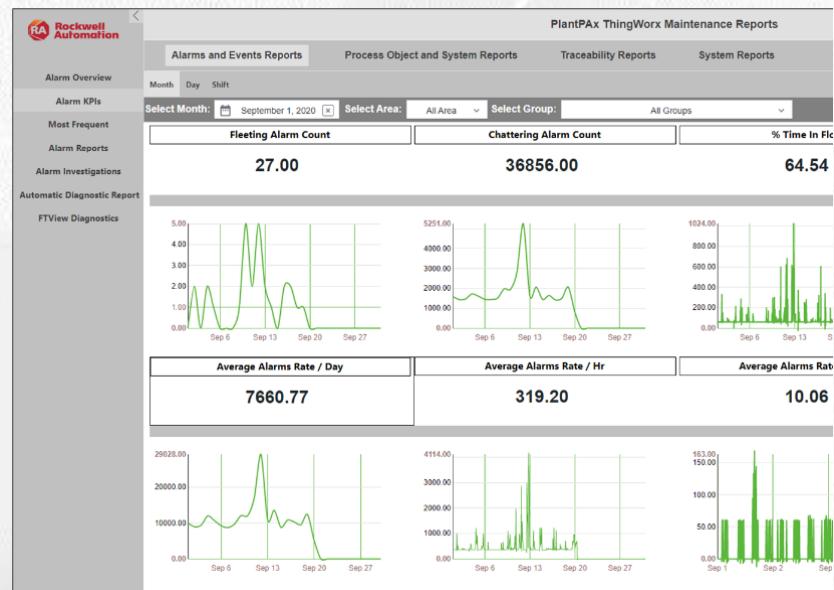
- FV1101A - Valve:** Shows valve status and configuration, including checkboxes for "Use Valve Closed feedback for failure checking" and "Use Valve Opened feedback for failure checking".
- FIC1202 - Steam Flow Control:** Shows steam flow control logic. The PV (17) is compared to the SP (18) to calculate an error. This error is then processed through a PID controller (f(x)) with gains K (2.0000), I (3.0000), and D (0.0000) to produce a calculated CV (20). The calculated CV is then summed (Σ) with a feed-forward value (0) to produce the final output.

# Instrucciones de Proceso

Objetos de Proceso – Módulos de Control – Módulos Equipo - Phases de Equipo – Unidades - Areas



# Eficiencia de Operación con Alarmas en Controlador



Device state: Stopped  
Device issues: None

PMTR Properties - PMP1101\*

II\_P3 - Pump Motor #3 Current

General

Command source

Advanced

HMI

Alarms\*

Parameters

Tag

Use

Alarm

Failed to start

Failed to stop

Interlock trip

IO fault

Motor fault

High Alarm

100.00

84.79 %

0.00

Settings for all alarms

Apply following settings to all alarms

Alarm State Condition Message Event Time Alarm Class

!	Alarm State	Condition	Message	Event Time	Alarm Class
⚠️	Normal, Unacked	HI	Tank 1 Level	10/8/2006 4:42:35 PM	Tank FarmA
⚠️	Normal, Unacked	TRIP	Motor Contactor Weld, - Line 1 - Contactor 12	10/8/2006 4:42:36 PM	NorthBuilding Cab12
⚠️	Normal, Unacked	TRIP	Motor Contactor Weld, - Line 1 - Contactor 17	10/8/2006 4:42:36 PM	NorthBuilding Cab12
⚠️	Normal, Unacked	HI	Tank 1 Pressure	10/8/2006 4:42:42 PM	Tank FarmA
🔴	Normal, Unacked	LOLO	Tank 1 Level	10/8/2006 4:42:44 PM	Tank FarmA
⚠️	Normal, Unacked	LO	Tank 1 Level	10/8/2006 4:42:45 PM	Tank FarmA
⚠️	In Alarm, Unacked	TRIP	Motor Contactor Weld, - Line 1 - Contactor 12	10/8/2006 4:42:51 PM	NorthBuilding Cab12
⚠️	In Alarm, Unacked	TRIP	Motor Contactor Weld, - Line 1 - Contactor 17	10/8/2006 4:42:51 PM	NorthBuilding Cab12
⚠️	In Alarm, Unacked	HI	Tank 1 Level	10/8/2006 4:42:51 PM	Tank FarmA
🔴	In Alarm, Unacked	HIHI	Tank 1 Level	10/8/2006 4:42:52 PM	Tank FarmA
🔴	Normal, Unacked	LOLO	Tank 1 Pressure	10/8/2006 4:43:12 PM	Tank FarmA
⚠️	Normal, Unacked	LO	Tank 1 Pressure	10/8/2006 4:43:22 PM	Tank FarmA

Device state: Stopped

Device issues: None

Priority: Medium Severity: 500

Alarm State: Normal, Unacked Current Value: 0

Event Time: 10/8/2006 4:42:36 PM Limit Value Exceeded:

In Alarm Time: 10/8/2006 4:41:50 PM Tag 1 Value:

Acknowledge Time:

Out of Alarm Time: 10/8/2006 4:42:36 PM Tag 2 Value:

Condition: TRIP Tag 3 Value:

Event Category: Discrete Tag 4 Value:

Alarm Class: NorthBuilding Cab12 Alarm Count: 7387

Area:

Server Name: RSLinx Enterprise

Alarm Name: [RapiniCube]Alm\_MotorContactor2

# 326 4 0 322 0 Filter: Not Filtered Sorted by: Event Time (Ascending)

# PlantPAx

Distributed Control System



Tecnología  
Abierta

Low Code –  
No Code

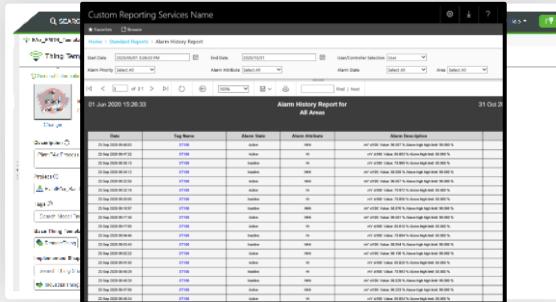
Transformación  
Digital

# Expansión del Sistema de Control en entornos de IIOT

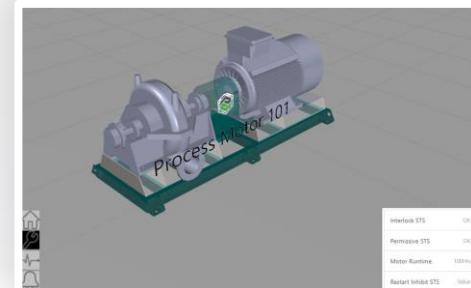
Disponer de los Modelos del DCS habilitados en las herramientas de Analítica e IIOT



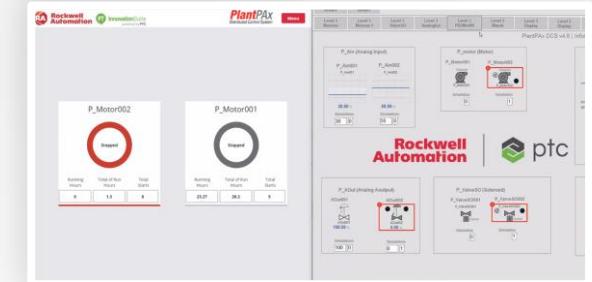
## Informes Producción



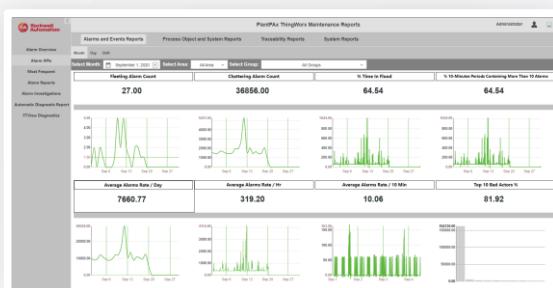
## Plantillas de Realidad Aumentada



## Cuadros de Mando



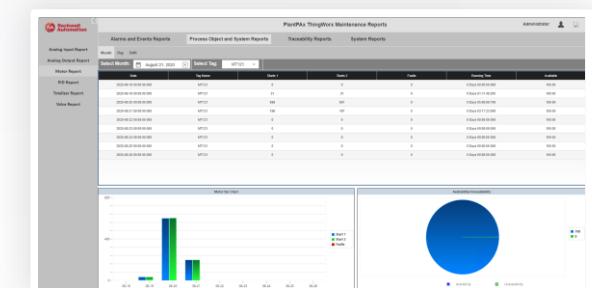
## KPI Alarmas



**PlantPAX**  
Distributed Control System



## Informes de Mantenimiento



# Casos de uso de ingeniería digital



## Prototipado de máquinas

Diseñe y construya fácilmente la próxima generación de máquinas con confianza



## Puesta en marcha virtual

Diseñar, probar, validar y poner en marcha máquinas antes de que entren en servicio



## Análisis de rendimiento

Optimice el rendimiento con simulación en tiempo real de procesos dinámicos

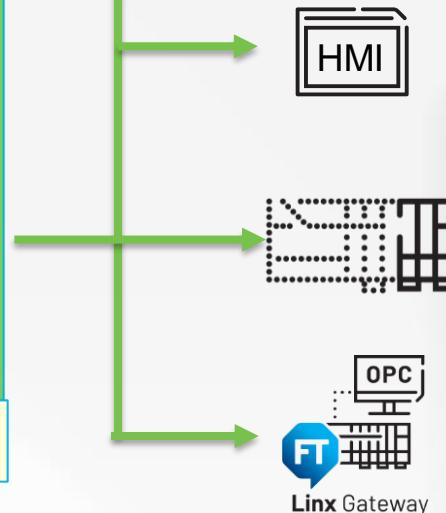


## Simuladores de entrenamiento de operadores

Reduczca el riesgo capacitando a su fuerza laboral en un entorno virtual seguro

# Simulación del Sistema de Control

Capacidades de conectividad de simulación



HMI/EOI (CIP Class 3)

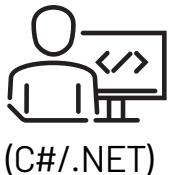
Otros controladores emulados

Otros Software (CIP Clase 3, OPC)

## Simulación Externa:

- Dispositivos
- Maquinas
- Proceso
- Planta

Aplicaciones Usuario



(C#/.NET)

Gemelo Digital



EMULATE3D

Simuladores Entrenamiento Operador



Interfase de Simulación Studio 5000®

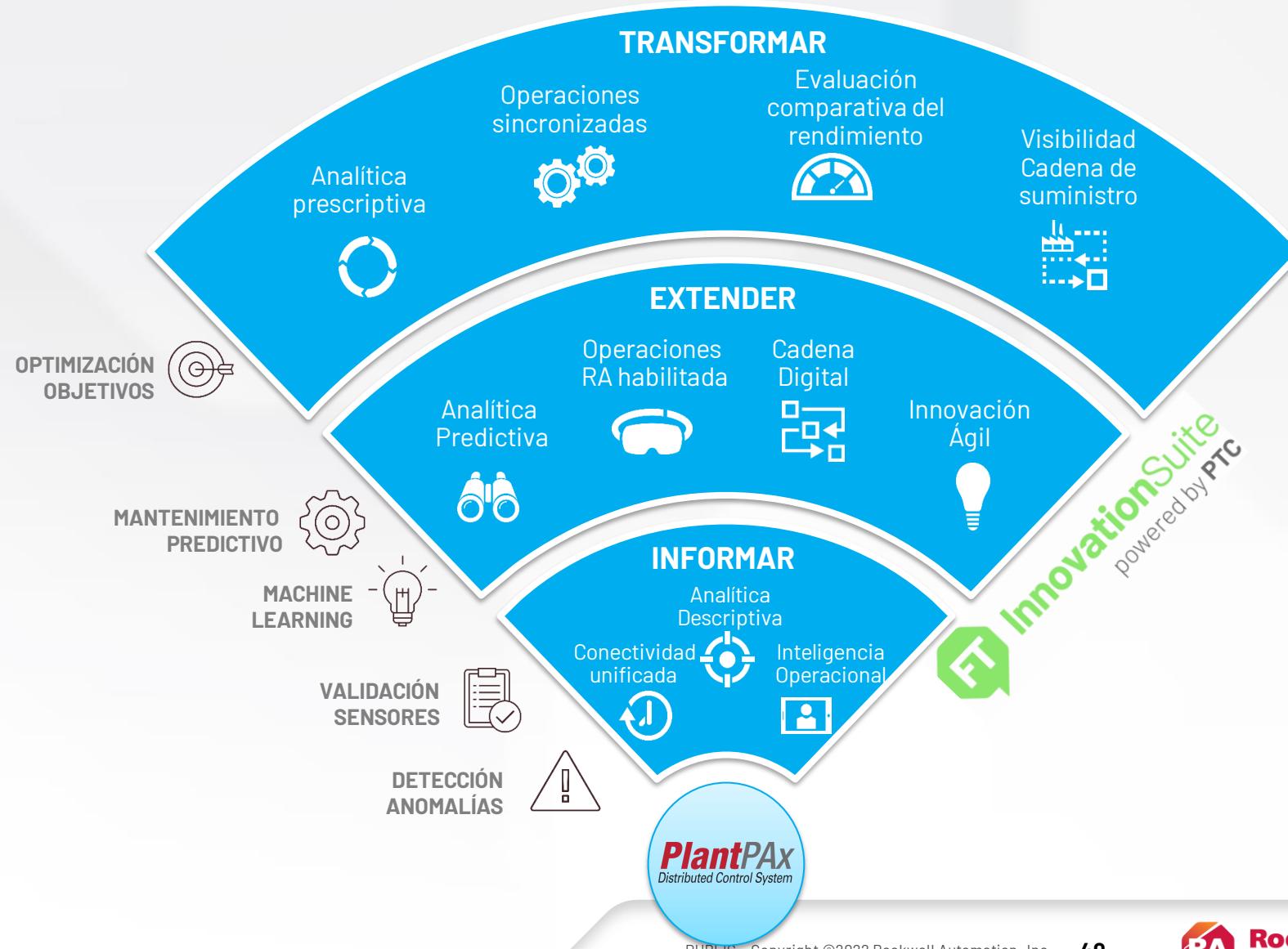


Modelos Co-Simulación



# Analítica habilitada

Permite aumentar la rentabilidad a través de eficiencias operativas



- **Reduce el tiempo de inactividad**

- **Identifica y resuelve problemas rápidamente**

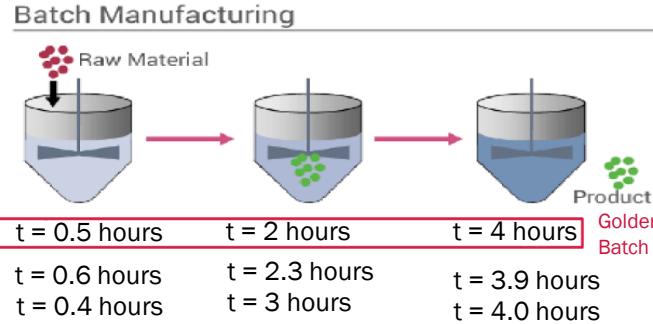
- **Mejora el rendimiento**

- **Información más detallada sobre lotes, activos, materiales y acciones de Operador**

- **Acelera la adopción**

- **DCS sirve datos con contexto y marcos Pre-definidos**

# Variabilidad en los procesos por Lotes (Batch)



- 1 ¿El proceso muestra una variación excepcional?
- 2 ¿Cuánta variación? ¿En qué parte del proceso?
- 3 ¿Por qué? ¿Hay alguna causa assignable?
- 4 ¿Cómo puedo solucionarlo?
- 5 ¿Es efectiva la solución?

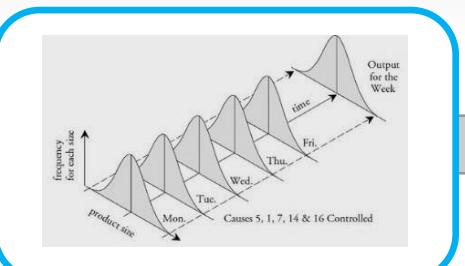
Gráficos de comportamiento del proceso

Ánalisis de eventos fuera de tendencias

Ánalisis de correlación. Modelado predictivo

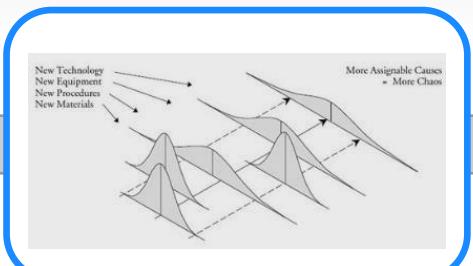
Acciones correctivas del proceso de fabricación

**1**  
Establecer / ajustar la línea de base



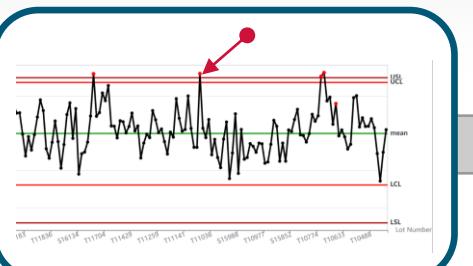
Concepto idealizado de **variación rutinaria**: > un proceso bajo control, predecible en el tiempo

**2**  
Detectar y cuantificar la variación



Una ilustración de **variación excepcional**: > un proceso fuera de control, impredecible en el tiempo

**3**  
Identificar las causas



Operación de Unidad en tiempo real y rendimiento por lotes contra CPP definidos: > **límites fuera de control**

**4**  
Tomar medidas correctivas



Ajustes de CPP a través del control de circuito cerrado de asesoramiento

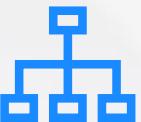
# Analítica de Rendimiento de Lotes

Analítica de los datos del DCS para los Procesos de fabricación por Lotes (Batch)



## Agregar y Contextualizar Datos

- Recopilar datos del Sistema Batch
- Contextualizar los datos de Lote



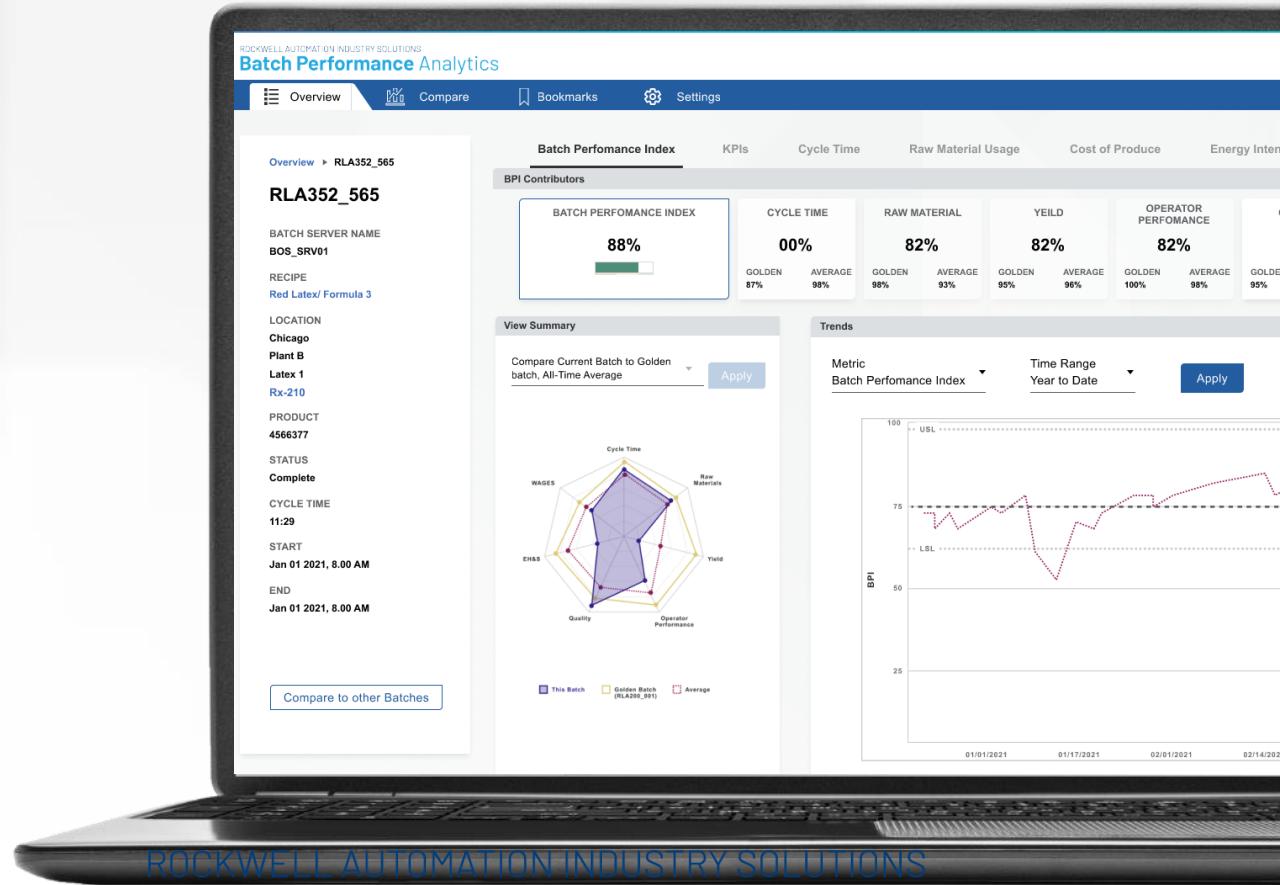
## Configurar KPI y alertas

- Seleccione KPI, configure los límites y la ponderación
- Compare los KPI de lote y con su Golden Batch
- Establecer alertas/notificaciones para usuarios seleccionados



## Revisión y toma de medidas

- Revise el rendimiento por planta, celda de proceso, receta, ID de lote o rango de tiempo.
- Profundice y analice las causas de las desviaciones
- Utilice la información para mejorar el rendimiento de los procesos



# Conclusiones

# Controladores Multidisciplinarios, especialmente diseñados para proceso



CompactLogix® 5380  
Process Controller

ControlLogix® 5580  
Process Controller



**Tecnología  
Abierta**

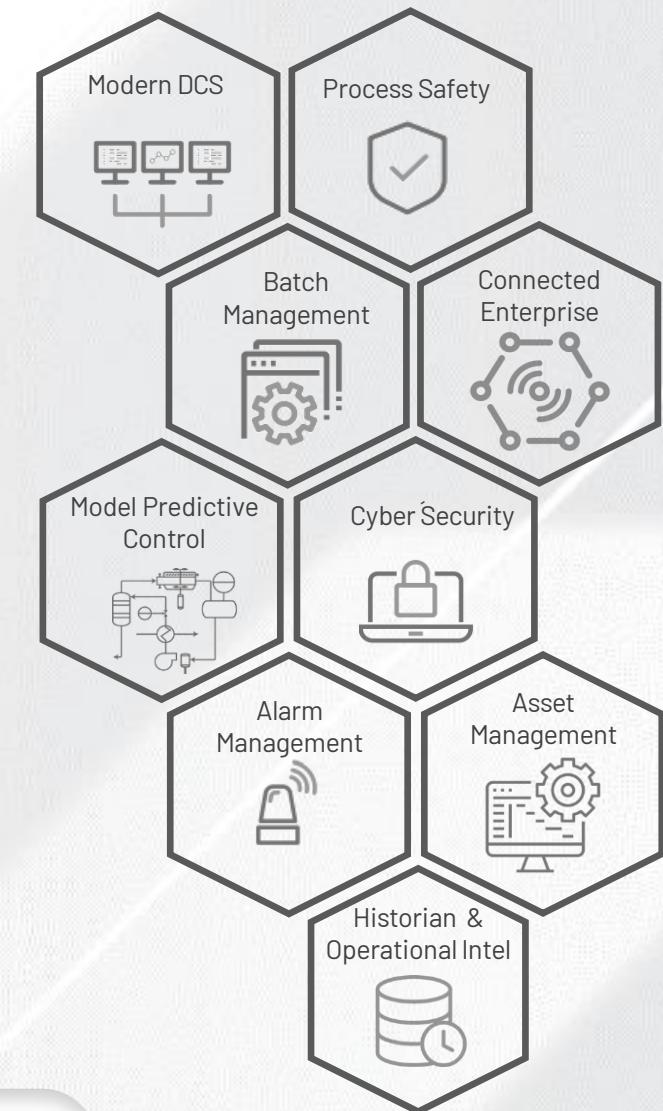
**Low Code –  
No Code**

**Transformación  
Digital**

# Sistema de Control Distribuido de Rockwell Automation

# PlantPAx

*Distributed Control System*





**VIII JORNADAS sobre  
TECNOLOGÍAS y SOLUCIONES PARA  
LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**  
Vigo, 14 al 18 de noviembre de 2022

<http://jai.uviqo.es>

Universidade de Vigo | Escola de  
Enxeñaría Industrial



# ¡Muchas Gracias por su Atención!

**Luis Navarra**  
**Solution Consultant Process**



[www.rockwellautomation.com](http://www.rockwellautomation.com)

