



Inprocess y la Transformación Digital de la Formación de los Operadores de la Industria Química

Dr. Josep-Anton Feliu

SCSF, 14 de Septiembre de 2021

| Welcome to 2030 |



**Smart Chemistry
Smart Future**

Barcelona 14-17 septiembre 2021



Compañías Operadoras



➤ Ingenierías (EPC). Licenciatarios de Procesos

ABENGOA

ayesa

B BASIS
ENGINEERING



CHIYODA
CORPORATION



Enerenco

e espindesa

FMC

HALDOR TOPSØE

H HYDROSTOR

JACOBS

GRUPO AVANZIA



M MODEC

NPCC

OT INDUSTRIES
MEMBER OF MOL GROUP



Hanwha Techwin

Sazeh Consultants
Engineering & Construction

SBI
OFFSHORE

SENER

BILFINGER



Technip

Tecnimont

TDE
ThermoDesign

TR
TECNICAS REUNIDAS

TULLOW
pic

ureenco
enriching the future






Consultoría en Simulación Procesos, independientes de cualquier proveedor

nuestro **negocio** es únicamente la Simulación de Procesos

abiertos a **compartir nuestro conocimiento** con los clientes



2006
fund en Barcelona por expertos


54 países
presencia en todo el mundo


50+
ingenieros de simulación


250+
años de experiencia


350+
proyectos ejecutados


330+
cursos formación

Misión

acompañar a nuestros clientes en sus objetivos de conseguir procesos industriales más seguros, más fiables y más rentables



Modelización del ciclo de vida y Operator Training Simulators (OTS)



Estudios de Simulación de Procesos



Desarrollo Profesional y Formación



Aplicaciones y productos software



- ▶ **Las plantas químicas necesitan profesionales altamente cualificados**
- ▶ **Los operadores formados y cualificados garantizan la seguridad de los procesos**
- ▶ **Esa formación de los operadores de la industria química requerirá incluir (con más o menos profundidad):**
 - Fundamentos de la Química y la Ingeniería
 - Operación y funcionamiento de los equipos (operaciones unitarias) y su instrumentación
 - Detalles de los procesos y los sistemas auxiliares de interés (genéricos)
 - Funcionamiento de los sistemas de control (DCS) y de seguridad (SIS) propios de la planta
 - Seguridad Ocupacional
- ▶ **Tanto para los operadores de panel como para los de campo**



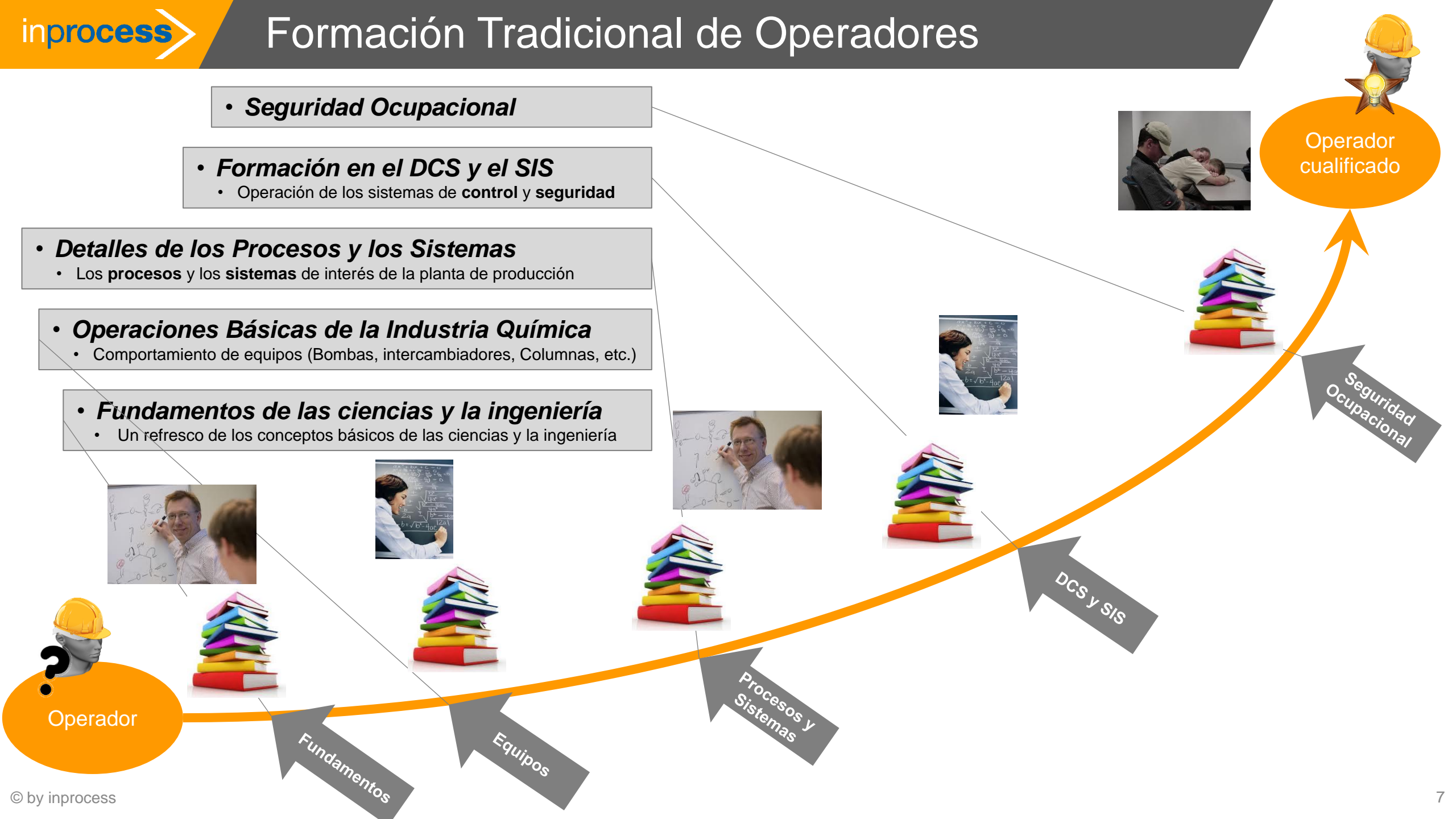
• **Seguridad Ocupacional**

• **Formación en el DCS y el SIS**
• Operación de los sistemas de control y seguridad

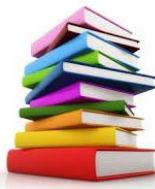
• **Detalles de los Procesos y los Sistemas**
• Los procesos y los sistemas de interés de la planta de producción

• **Operaciones Básicas de la Industria Química**
• Comportamiento de equipos (Bombas, intercambiadores, Columnas, etc.)

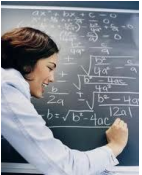
• **Fundamentos de las ciencias y la ingeniería**
• Un refresco de los conceptos básicos de las ciencias y la ingeniería



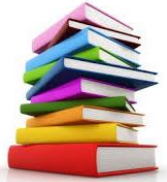
Operador cualificado



Seguridad Ocupacional



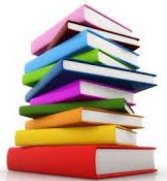
DCS y SIS



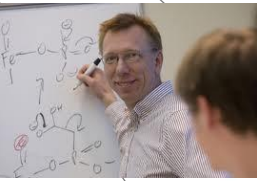
Procesos y Sistemas



Equipos



Fundamentos



Operador



**Tell me and I forget,
Show me and I may remember,
Involve me and I understand**

Benjamin Franklin
Scientist and statesman

Ambientes formativos digitales y basados en modelos dinámicos rigurosos



Seguridad Ocupacional



Fundamentos

Equipos

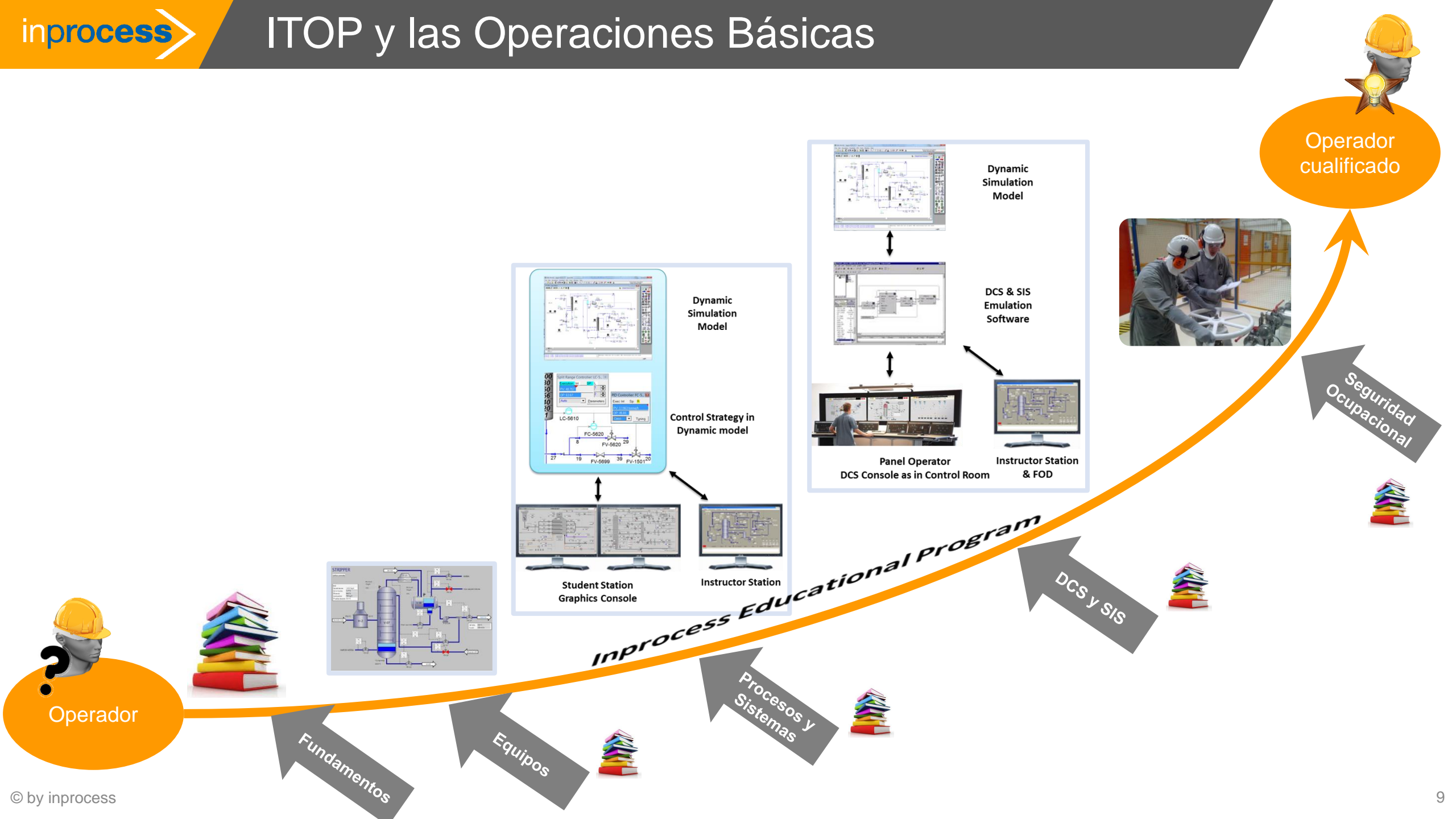


Procesos y Sistemas



DCS y SIS

Inprocess Educational Program

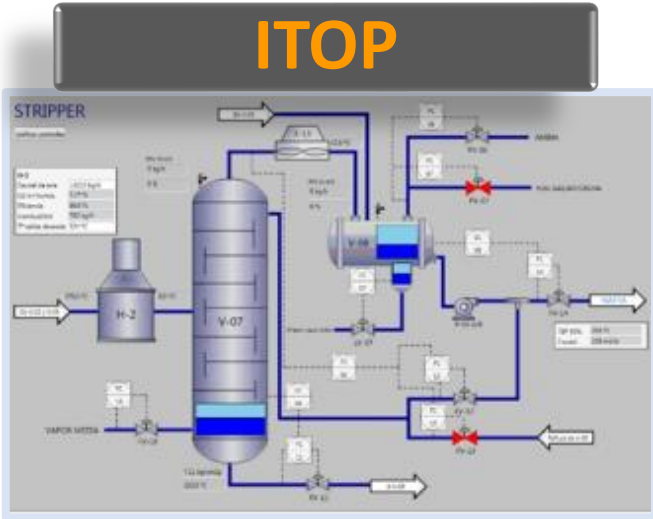
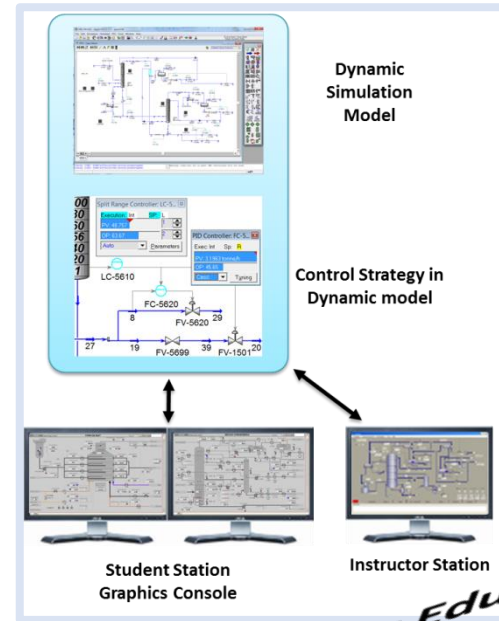
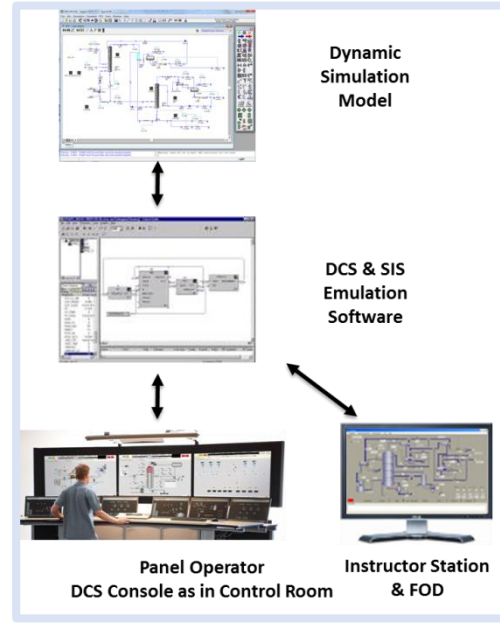




Operador cualificado

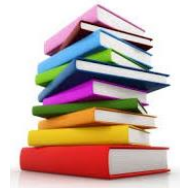


Seguridad Ocupacional



Equipos

Operador



Fundamentos

Procesos y Sistemas



DCS y SIS

Inprocess Educational Program

- ITOP es un producto formativo diseñado para facilitar la comprensión de los principios de funcionamiento de los equipos (operaciones básicas) a los operadores
- En ITOP, para involucrar al estudiante, se combinan sesiones teóricas con sesiones prácticas interactivas basadas en simulaciones rigurosas de equipos genéricos

Figure 1. Diagrama general de un RCTA estacionario.

En la Figura 1 se puede ver un caso general de un RCTA. Se observa en este caso una alimentación F que contiene los reactivos con una concentración C_{i0} a una temperatura T, y se introduce en un reactor de volumen V. Tras un cierto tiempo, y dadas unas condiciones de proceso, se obtiene el producto. La temperatura se controla mediante un fluido calefactor, el cual le permite la deseada independencia del proceso.

Descripción del caso

La reacción de esterificación del ácido acético es una de las más conocidas y sencillas de hacer, por lo que es muy usada en los laboratorios de prácticas académicas. Su cinética y comportamiento son bien conocidos y los reactivos son fáciles de obtener en cualquier especialidad química. En los presentes ejercicios al reactor lemande será el ácido acético y la reacción seguirá el curso:

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

Aquí pues, la esterificación consiste en la reacción de un ácido con un alcohol para formar un éster del alcohol y el ácido. Como se observa, la reacción puede ir en una dirección u otra, se dice según cómo se favorezca la formación del éster o la permanencia del ácido, o lo que es lo mismo, se incrementará o disminuirá el rendimiento. Esto viene descrito matemáticamente por la constante cinética, k o k' , que depende de un factor pre-exponencial, A, y de la energía de activación necesaria para que la reacción tenga lugar. Es, esto sigue la ecuación:

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad k' = A' \exp\left(-\frac{E_a'}{RT}\right)$$

Siendo k la constante cinética de la reacción directa y k' la de la reacción inversa. Por tanto la velocidad de la reacción, r , se puede escribir como sigue:

$$r = k[CH_3COOH][C_2H_5OH] - k'[CH_3COOC_2H_5][H_2O]$$

y sabiendo que la entalpía de reacción (a calor de reacción) es $\Delta H_r = -13.184 \text{ kJ/mole}$, se pretende diseñar un modelo cinético que describa adecuadamente la reacción por simulación.

Se eligió reactor la reacción en un reactor CSTR, pues es el de los más usados industrialmente y funciona adecuadamente para volúmenes altos de producto, ya que al ser los productos que se obtienen de esterificación usualmente reactivos en otras reacciones, se producen en gran medida.

Variación de la temperatura de reacción

Español

Ejercicio 2. Variación de la temperatura de reacción

Tras analizar el caso base, en el cual se operaba a 30 °C, en este ejercicio se propone reducir la temperatura de reacción hasta un mínimo para ver cómo afecta en las conversiones. Para ello se debe modificar el Set Point del control de temperatura, y éste actuará sobre la válvula que regula el caudal de fluido calefactor que abastece la cámara.

- A partir del caso base en el que se ha estado trabajando durante el Ejercicio 1, abrid todas las tablas existentes para poder ver los valores iniciales en estado estacionario.
- Modificad el valor del punto de consigna del controlador de temperatura. Usad los seis valores que se sugieren en la tabla siguiente. Anotad la conversión que se alcanza en el reactor, una vez se haya alcanzado un nuevo estado estacionario (se hayan estabilizado todas las variables).

RESULTADOS Pts: 1

Temp. reacción (°C)	Conversión en (%)
25	
30	
35	
45	
55	

P2.1: ¿Qué ocurre con la conversión si se disminuye la temperatura? ¿Y si se aumenta? Pts: 1

P2.2: ¿Por qué crees que al principio con menores incrementos la conversión aumenta más y luego no en la misma medida? Pts: 1

Conversion (%) reaction: 82.68 %

Acet./Ethanol Ratio: 0.70

Composition Molar Frac.:

Acetic Acid	0.0002
Ethanol	0.0143
E-Acetate	0.0502
H2O	0.0182
Nitrogen	0.9169

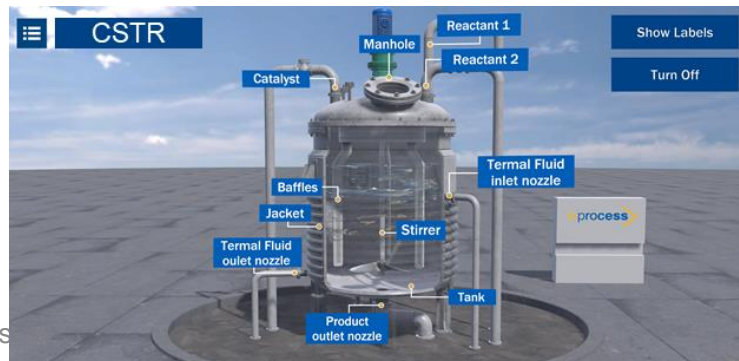
Composition Molar Frac.:

Acetic Acid	0.0041
Ethanol	0.2218
E-Acetate	0.2031
H2O	0.4106
Nitrogen	0.0004

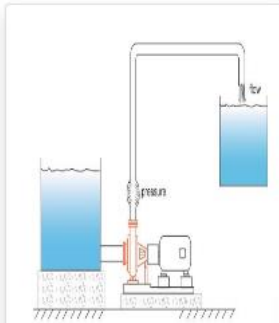
Reactor Temperature: 30.68 °C

Reactor Pressure: 2.00 bar

Flow: F 4822 kg/h, T 30.00 °C

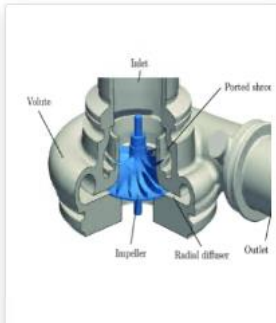


Formación en Operaciones Básicas



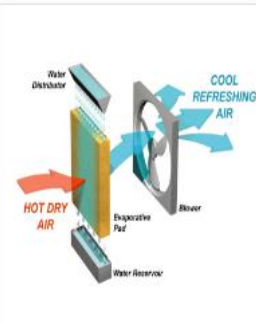
Centrifugal Pump

Más detalles...



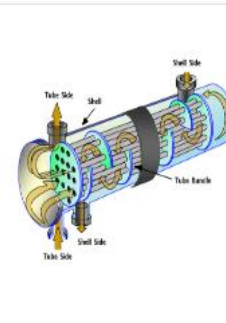
Centrifugal Compressor

Más detalles...



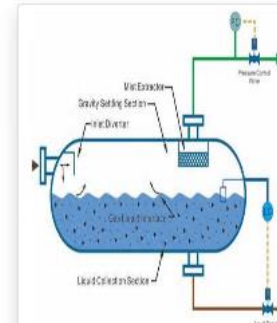
Air Cooler

Más detalles...



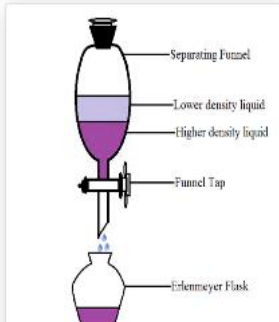
Shell and tubes Heat exchanger

Más detalles...



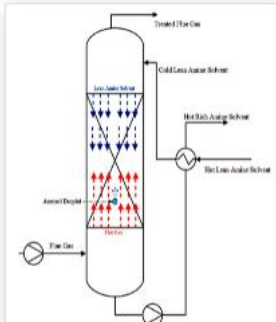
Two Liquids Separation

Más detalles...



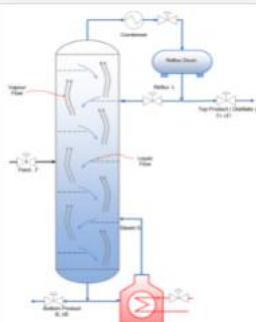
Liquid-Liquid Extraction

Más detalles...



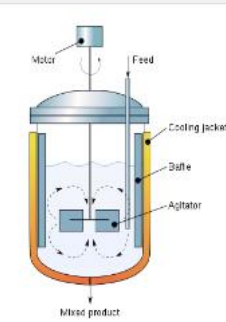
Absorption Column

Más detalles...



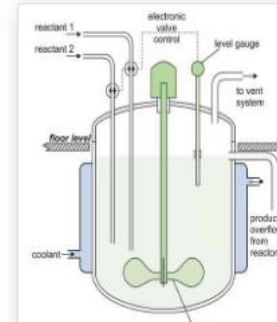
Binary Distillation

Más detalles...



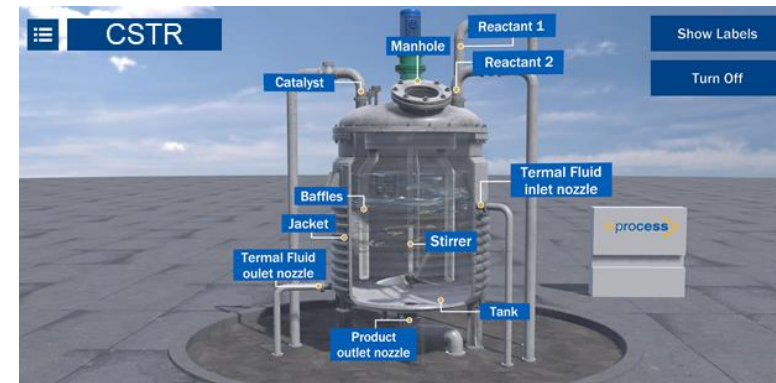
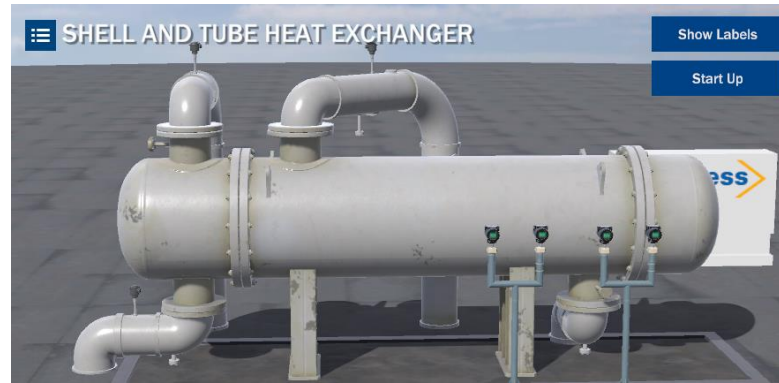
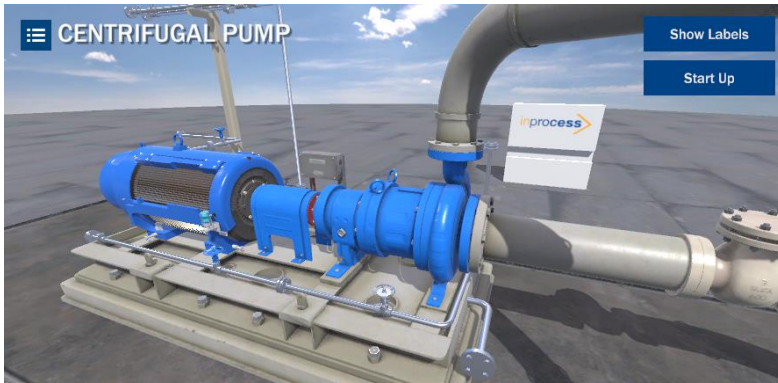
CSTR Single Reaction

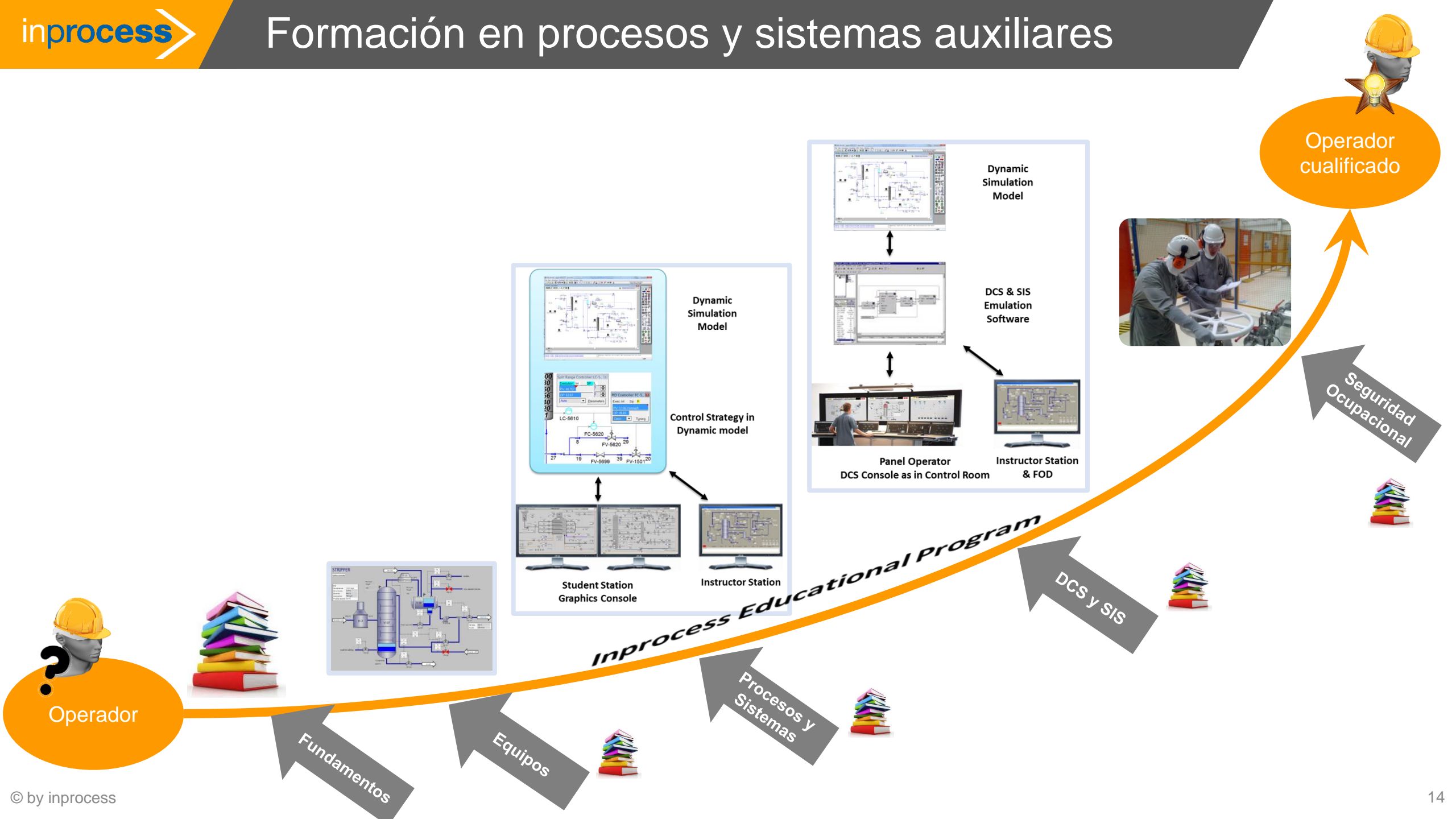
Más detalles...



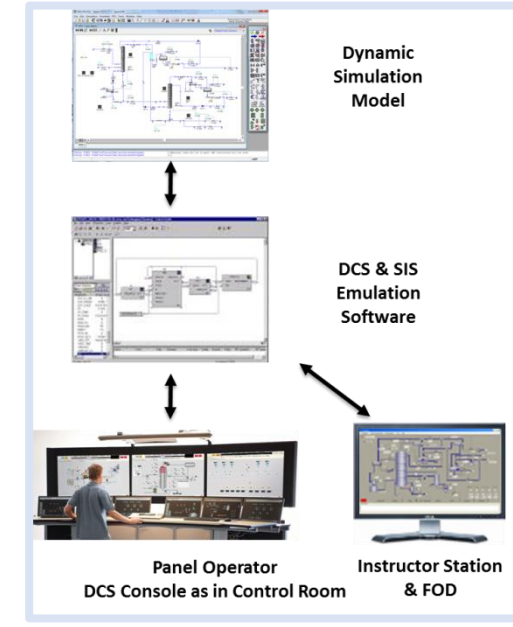
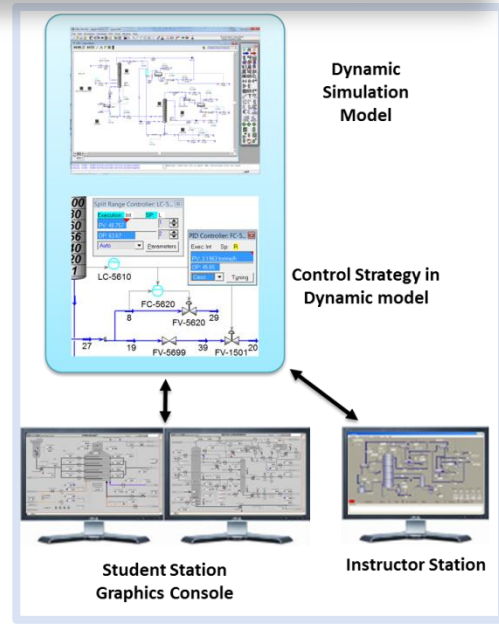
CSTR Multiple Reactions

Más detalles...

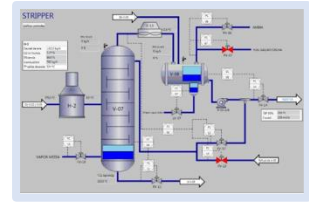
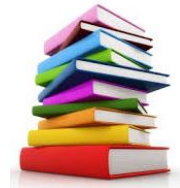




OTS Genérico



Seguridad Ocupacional



Procesos y Sistemas

Inprocess Educational Program

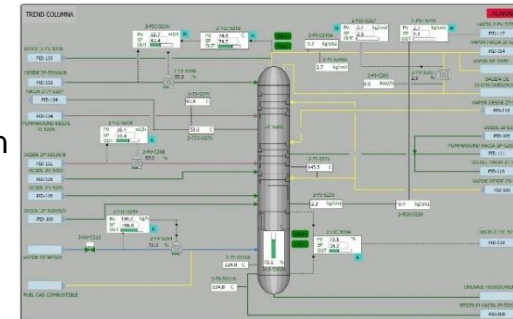
DCS y SIS



Fundamentos

Equipos

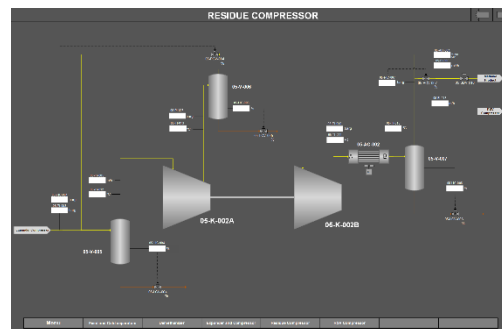
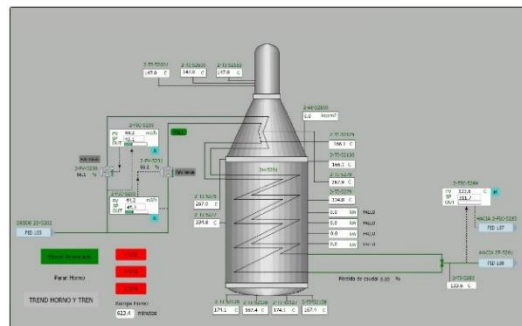
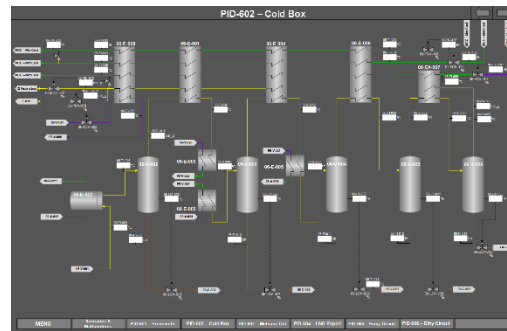
- Con los OTS genéricos el operador pasa de conocer el funcionamiento de las Operaciones Básicas (ITOP) a ver cómo éstas se integran en un proceso y sus sistemas auxiliares, incorporando ya interfaces de usuario que replican consolas de DCS reales
- Con un OTS genérico los operadores se entrenarán en las generalidades comunes a distintas unidades de proceso
 - Formarlos en las características de los procesos y los sistemas auxiliares donde la unidad está situada
 - Explicar la necesidad y encaje de esa unidad con respecto a la totalidad del proceso
 - Mostrarles cómo actuar de manera genérica durante la operación normal así como en la “no normal” :
 - Ver cómo cambiar de un modo de operación a otro. Cambio en los parámetros de control para un nueva producción
 - Aprender a arrancar una unidad desde condiciones frías. Ver la diferencia con el arranque en caliente
 - Parada programada de la unidad. Aprender qué hacer en una parada de emergencia
 - Gestión de alarmas. Parámetros de los controladores. Trabajar en Manual. Cambio a Automático

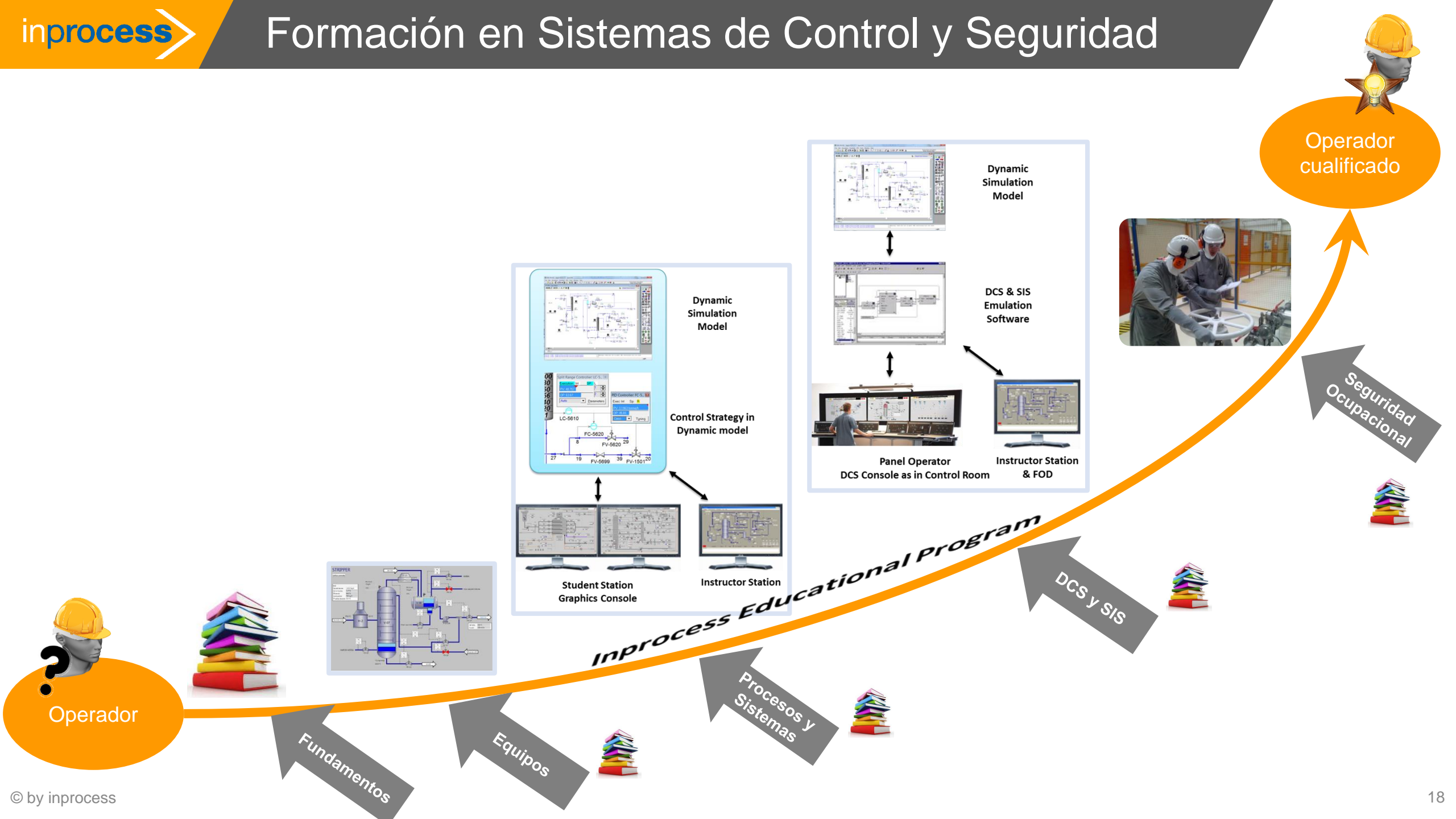


Action	Timestamp	Screen Display	Name	Description	Area	Variable	Type	Priority	Condition	Threshold	Value	Engineeri
Alarm On	11/18/2020 4:41:34 PM	PID-110 STRIPPER	2-LAHH-5209		PID-110	2-LIC-5208.PV	Critical	High	60.498	60.51	%	
Alarm Off	11/18/2020 4:41:13 PM	PID-110 STRIPPER	2-LAHH-5209		PID-110	2-LIC-5208.PV	Critical	High	60.498	60.50	%	
Alarm On	11/18/2020 4:38:20 PM	PID-110 STRIPPER	2-LAHH-5209		PID-110	2-LIC-5208.PV	Critical	High	60.498	60.51	%	
Alarm Off	11/18/2020 4:38:01 PM	PID-110 STRIPPER	2-LAHH-5209		PID-110	2-LIC-5208.PV	Critical	High	60.498	60.50	%	
Alarm On	11/18/2020 4:36:01 PM	PID-112 CONDENSADOR	2-VAHH-5201F		PID-112	2E-5201F.RPM	Warning	High	180	200.00	rpm	
Alarm On	11/18/2020 4:36:01 PM	PID-112 CONDENSADOR	2-VAHH-5201H		PID-112	2E-5201H.RPM	Warning	High	180	200.00	rpm	
Alarm On	11/18/2020 4:36:01 PM	PID-112 CONDENSADOR	2-VAHH-5201G		PID-112	2E-5201G.RPM	Warning	High	180	200.00	rpm	
Alarm On	11/18/2020 4:36:01 PM	PID-112 CONDENSADOR	2-VAHH-5201E		PID-112	2E-5201E.RPM	Warning	High	180	200.00	rpm	
Alarm On	11/18/2020 4:36:01 PM	PID-112 CONDENSADOR	2-VAHH-5201B		PID-112	2E-5201B.RPM	Warning	High	180	200.00	rpm	
Alarm On	11/18/2020 4:36:01 PM	PID-112 CONDENSADOR	2-VAHH-5201C		PID-112	2E-5201C.RPM	Warning	High	180	200.00	rpm	
Alarm On	11/18/2020 4:36:01 PM	PID-112 CONDENSADOR	2-VAHH-5201D		PID-112	2E-5201D.RPM	Warning	High	180	200.00	rpm	
Alarm On	11/18/2020 4:36:01 PM	PID-112 CONDENSADOR	2-VAHH-5201A		PID-112	2E-5201A.RPM	Warning	High	180	200.00	rpm	
Alarm On	11/18/2020 4:35:16 PM	PID-110 STRIPPER	2-LAHH-5209		PID-110	2-LIC-5208.PV	Critical	High	60.498	60.52	%	
Alarm On	11/18/2020 4:34:06 PM	PID-110 STRIPPER	2-FALL-5229		PID-110	2-FT-5229.PV	Critical	Low	2	0.00	m3/h	

➤ **El uso de los OTS genéricos es muy valioso:**

- en casos donde los operadores trabajan en plantas donde hay una elevada rotación de los operadores de unidad a unidad
- en grandes corporaciones, con centros productivos en distintas localizaciones, que necesiten crear una estructura formativa corporativa donde los empleados reciben una educación común sobre los procesos y las unidades que la corporación posee
- para estudiantes de instituciones y centros formativos





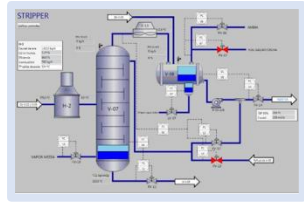
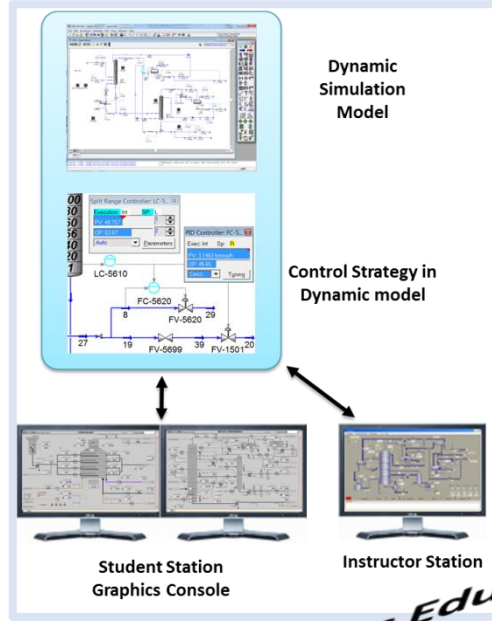
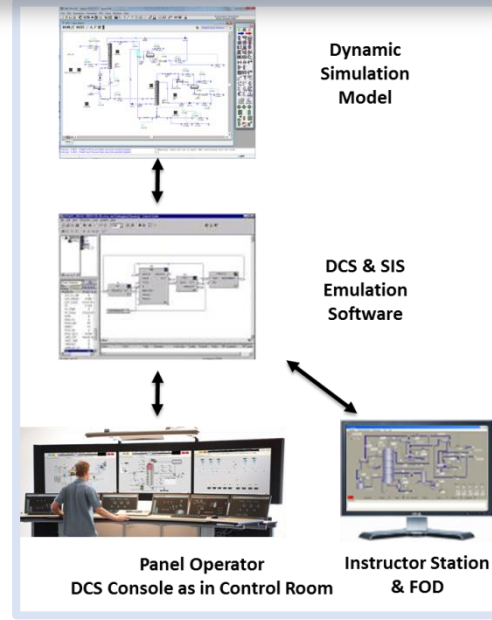
Custom-Made OTS



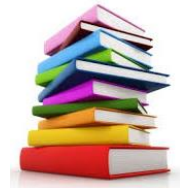
Operador cualificado



Seguridad Ocupacional



Operador



Fundamentos

Equipos



Procesos y Sistemas



DCS y SIS



Inprocess Educational Program

**Formación para
operadores de
Sala de Control:**

**Operator
Training
Simulator (OTS)**

OPERATOR TRAINING SYSTEM

**FOR A VACUUM DISTILLATION UNIT SIMULATED
IN ASPEN HYSYS® WITH A DIRECT-CONNECT
TO AN EMERSON DELTAV CONTROL SYSTEM**

**Formación para
operadores de
campo**

**Immersive
Training
Simulator (ITS)**



ICOM

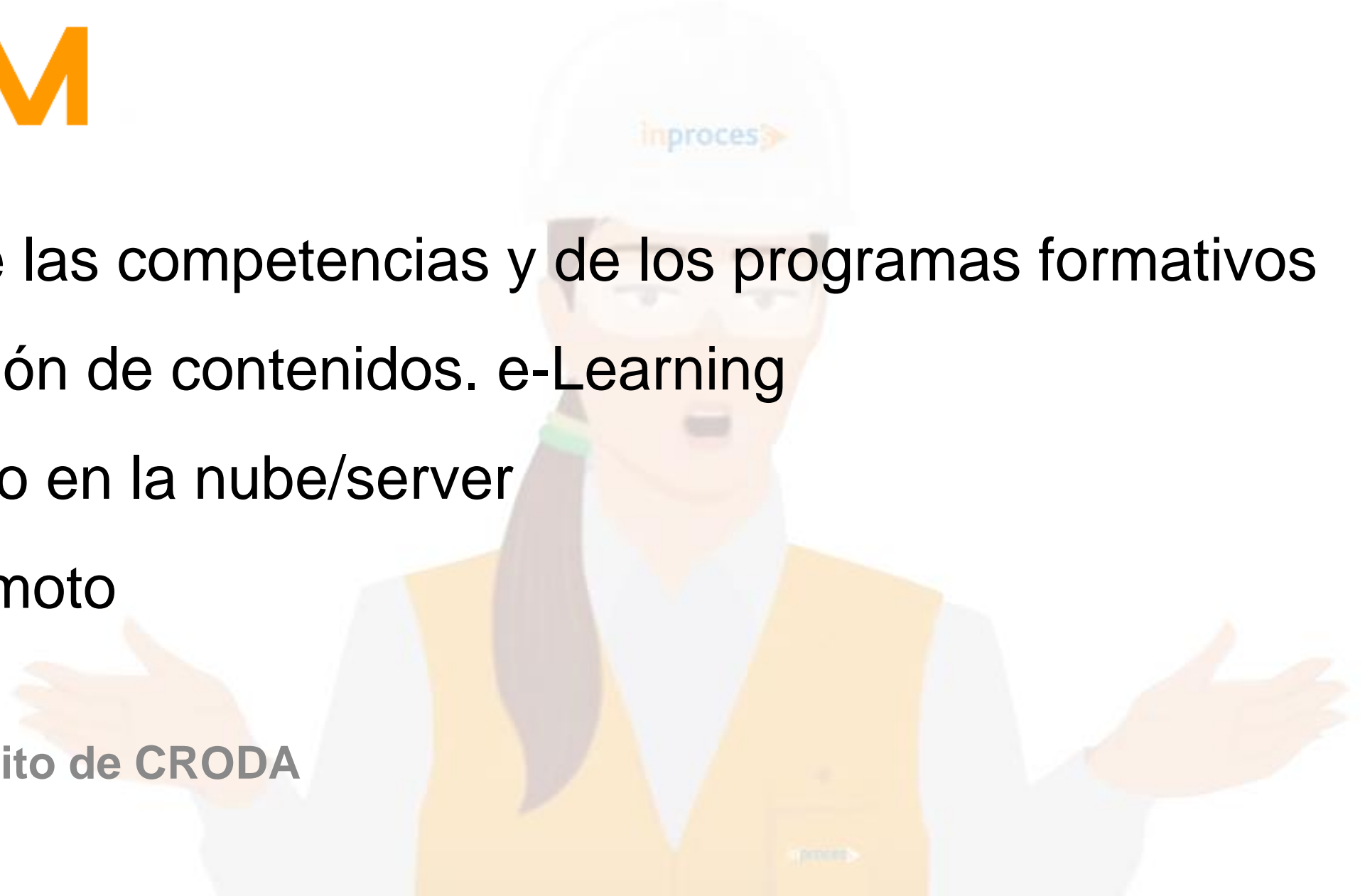
Gestión de las competencias y de los programas formativos

Digitalización de contenidos. e-Learning

Alojamiento en la nube/server

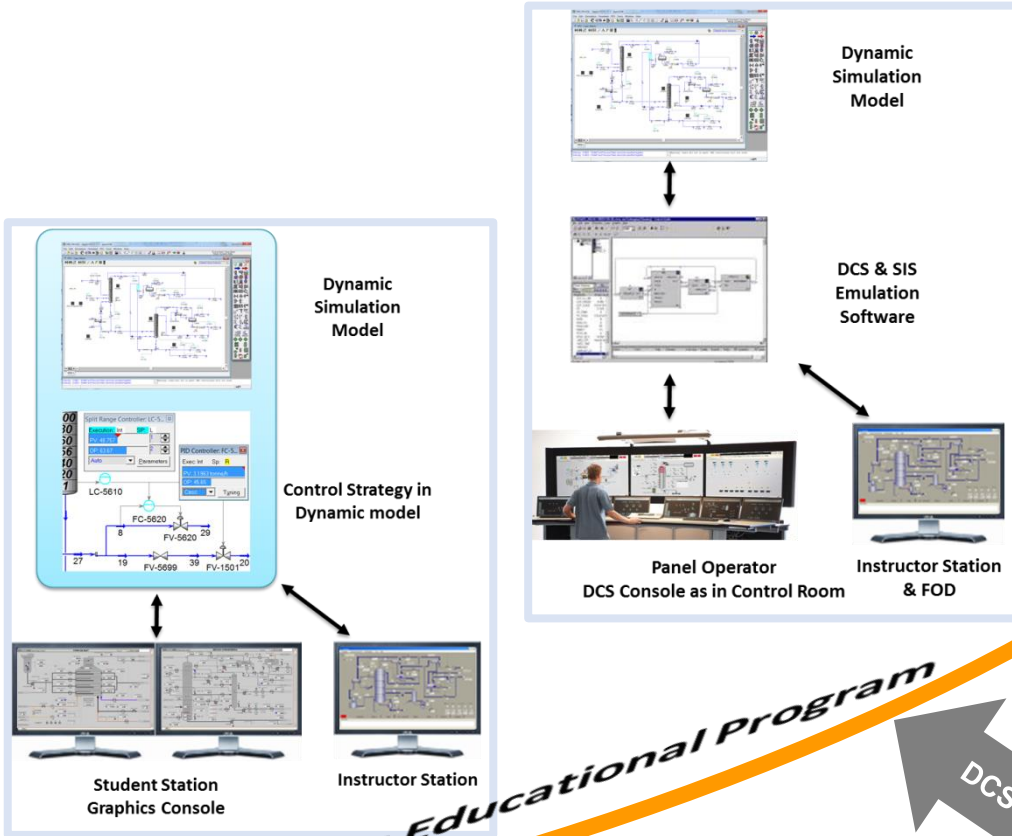
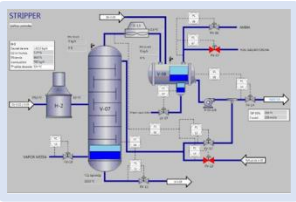
Acceso remoto

El caso de éxito de CRODA



E-LEARNING

- Gestión de competencias
- Digitalización de contenidos
- Alojamiento en la nube/servers
- Acceso remoto



Operador cualificado



Seguridad Ocupacional



Operador

Fundamentos

Equipos

Procesos y Sistemas

ICOM: Inprocess Competence Management System

DCS y SIS

Un Caso de Éxito

CRODA Ibérica



inprocess

Inici

Benvingut, **Usuario**, a la plataforma educativa de CRODA.

Sobre què vols treballar?

Formació en Operacions Unitàries

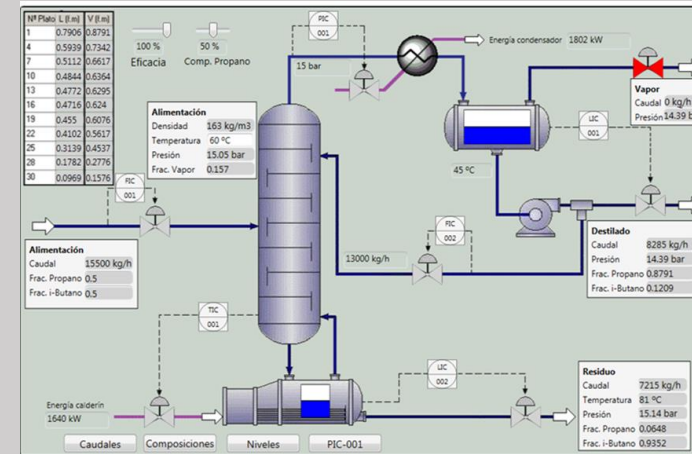
Processos Productius de CRODA

GESTIÓ

Últim material vist

Itinerari de l'Hypermer
EXAMEN: ITP-179
(Càrrega d'inflamables en reactor) 100%

Itinerari del Cromamol
Concepte: Anell de nitrogen 100%



inprocess ICOM

Main / Non-tutored learning

Training unit: Binary Distillation

Binary Distillation

Distillation is a unit operation, the objective is the separation of a mixture into its various components. It can be applied to both a binary mixture (two components) and a multi-component mixture.

There are different distillation methods. The criteria that influence the selection of one method or another are the very objective of the separation, that is, if more or less purity is desired, and the type of mixture to be treated, since each mixture has a characteristic balance due to the properties of the components that make it up.

Execute ITOP

Binary Distillation

Seccions

- Case Description
- Exercise 1
- Exercise 2
- Exercise 3
- Exercise 4
- Exercise 5
- Exercise 6
- Exercise 7
- Exercise 8
- Exercise 9

inprocess ICOM

Binary Distillation

Exercise 1

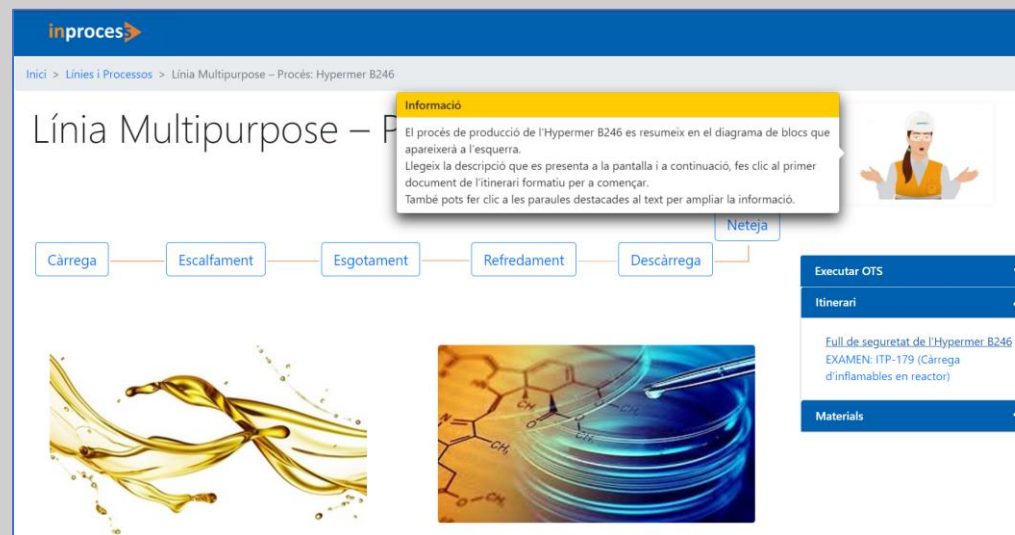
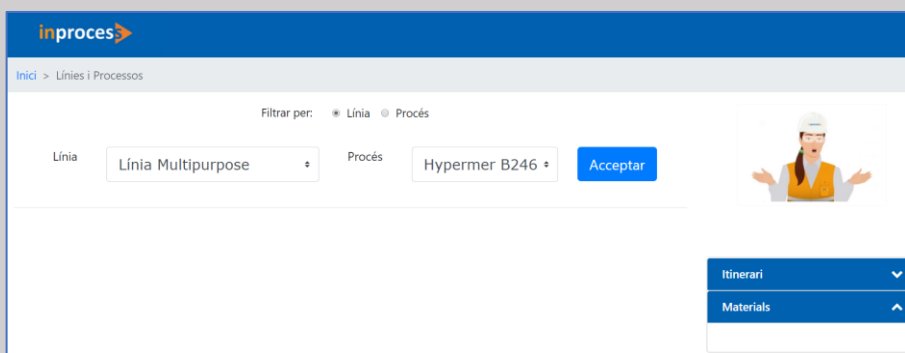
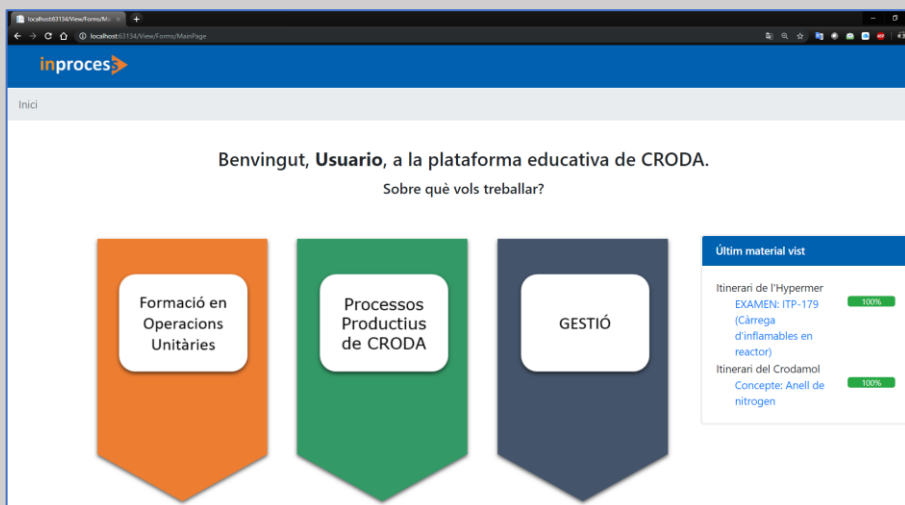
STEADY STATE (BASE CASE)

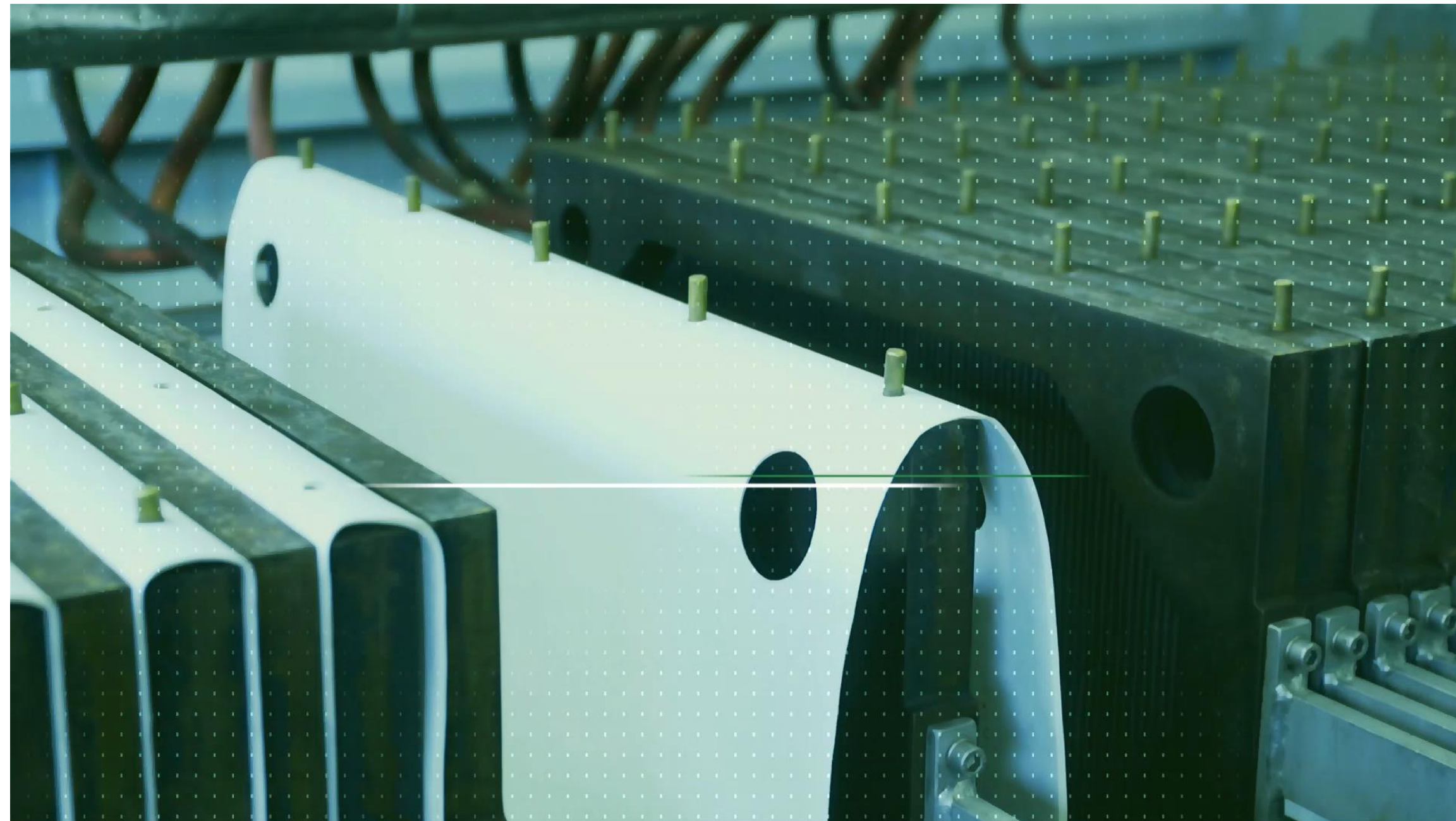
After starting up the simulation, the base case in the steady state shows an example of the distillation column, which has the following characteristics:

-The incoming current is defined as set out in Tables 1.1 and 1.2.

Feed	Mass fraction
Propane	0.5
i-Butane	0.5

Parameter	Value
Vapour fraction	0.157





ROTÀMETRE



Welcome, Instructor, to the INPROCESS Educational Platform.
What do you want to work on?

- Non-tutored learning
- Learning Itineraries
- Management

Last accessed material

- Training itinerary
Video: Horizontal Three Phase Separator
- Inlet Separator Training
Inlet Separation Operation 80%

Test: Inlet Separation

1. What do you think is the inlet gas pressure to the system, once the inlet gas has left the reception facilities ?

- a. Lower than 50 barg
- b. Between 50 barg and 100 barg
- c. Between 100 barg and 150 barg
- d. Higher than 50 barg

2. As you know, filters F-150A/B are installed to remove solid and liquid contaminants particles larger than:

- a. 0.2 microns
- b. 0.5 microns
- c. 1.0 microns
- d. 2.0 microns

3. Why do you believe methanol is injected upstream of the choke valves PV-1000A/B?

- a. To decrease fluid viscosity
- b. To increase fluid density
- c. To avoid hydrate formation
- d. To remove sulphur contaminants

Materials Management

Create new

Materials

- Main Page
- Learning Itineraries
 - Best Practice 14/04/2020 Edit Move Delete
 - Inprocess Instructor Station 14/04/2020 Edit Move Delete
 - Simulating 14/04/2020 Edit Move Delete
- Gas Processing Plant
 - Video proces 1 10/02/2020 Edit Move Delete
 - TEST 24/02/2020 Edit Move Delete
 - Gas Processing Plant 14/04/2020 Edit Move Delete
 - Inlet separation 14/04/2020 Edit Move Delete
 - Video: Liquefied Natural Gas LNG value chain 14/04/2020 Edit Move Delete
 - Video: Formation of Reservoir Rock Oil 14/04/2020 Edit Move Delete
 - Video: How a drilling operation is carried out 14/04/2020 Edit Move Delete
 - Overview Generic Gas Processing Plant 07/04/2020 Edit Move Delete
 - Overview Generic Inlet Separation Section 14/04/2020 Edit Move Delete

Material Edition

Material Name: Test: Inlet Separation

Preview

Content

1. What do you think is the inlet gas pressure to the system, once the inlet gas has left the reception facilities ? 5 Points.

- a. Lower than 50 barg
- b. Between 50 barg and 100 barg
- c. Between 100 barg and 150 barg
- d. Higher than 50 barg

2. As you know, filters F-150A/B are installed to remove solid and liquid contaminants particles larger than: 5 Points.

- a. 0.2 microns
- b. 0.5 microns
- c. 1.0 microns
- d. 2.0 microns





5 Turnos: 70 operadores han usado ya la plataforma



4 nuevos empleados han sido ya formados usando ICOM



Se han creado y subido **8 nuevos itinerarios formativos**. También se ha creado **nuevo material**



Formación estructurada en función de la programación de la producción. Se ha conseguido **más flexibilidad**



Contenido homogenizado: el contenido y la documentación previos se han organizado en ICOM

Inprocess y la Transformación Digital de la formación de los operadores



Dr. Josep-Anton Feliu
Product Director
Professional Development & Training

+34 666 432 358
josepanton.feliu@inprocessgroup.com

inprocessgroup.com

ITOP
OTS
ICOM



Muchas gracias!

inprocess

simulation · knowledge · profit

