



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

**PROYECTO DE AUTOMATIZACION
DE UNA COLUMNA DE DESTILACION
ETANO-ETILENO PROPANO-PROPILENO**

**AUTOR: HARITZ UGALDE OLASCOAGA
DIRECTOR: ALFONSO ROMERO NEVADO**

FECHA: Septiembre 2003

INDICE GENERAL

ESTUDIO DE SIMULACIÓN

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DE CÁLCULOS

MEMORIA DE PLANOS Y DOCUMENTOS

PLIEGO DE CONDICIONES

PRESUPUESTO



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

PROYECTO DE AUTOMATIZACION DE UNA COLUMNA DE DESTILACION ETANO-ETILENO PROPANO-PROPILENO

ESTUDIO DE SIMULACION

**AUTOR: HARITZ UGALDE OLASCOAGA
DIRECTOR: ALFONSO ROMERO NEVADO**

FECHA: SEPTIEMBRE 2003

0	INTRODUCCIÓN.....	4
1	Proceso de Destilación	5
1.1	Columna de destilación.....	8
2	Ecuaciones básicas de modelización	10
2.1	Balance de Materia	10
2.2	Balance de Energía	11
2.3	Entalpía de un componente	11
2.4	Composición de las etapas	13
3	Programa de Simulación	15
3.1	Estructura de la simulación	18
3.2	Estructura del elemento StreamX.....	18
3.3	Estructura “Data”.....	20
3.4	Creación del circuito	20
3.5	Estructura del programa.....	23
3.5.1	Funcionamiento de la simulación.....	23
3.5.1.1	Reboiler o hervidor	23
3.5.1.2	Fondo de la columna	28
3.5.1.3	Un plato simple.....	33
3.5.1.4	Plato con entrada adicional.....	38
3.5.1.5	Condensador	39
3.5.1.6	Depósito de producto de cabeza	43
3.5.2	Programa Principal.....	47
3.5.3	Ejecución del programa Colsim mediante Simulink	51
3.6	Resumen del programa de simulación	55
4	SIMULACIONES	56
4.1	Objetivos	56
4.2	Diseño de la columna.	57
4.3	Variables de entrada	59
4.4	Condiciones estables	60
4.4.1	Perfil de temperaturas.....	60
4.4.2	Perfil de composiciones	60
4.5	Simulación de la variación del caudal de la entrada	62
4.5.1	Cambios de las concentraciones en la columna.....	66

4.5.2	Conclusiones de la simulación de variación de caudal de entrada	72
4.6	Respuesta ante cambios de composición de la entrada.....	73
4.7	Variación de la energía entregada al fondo.....	79
5	Propuestas de lazos de control	84
5.1	Lazo de control de composición de cabeza.....	85
5.2	Lazo de control de energía de fondo.....	86
5.3	Programa modificado	87
5.4	Variación de caudal de entrada en lazo cerrado	88
5.5	Simulación de cambio de concentraciones entrada en lazo cerrado	95
5.6	Variación de caudal y concentraciones de entrada en lazo cerrado.....	98
5.6.1	Caudales en la columna	100
5.6.2	Respuesta de las concentraciones.....	101
5.7	Conclusiones	109
5.8	Oportunidades de mejora	110
6	Resumen	111
7	BIBLIOGRAFÍA	112

0 INTRODUCCIÓN

Este proyecto comprende el análisis y desarrollo del diseño de la automatización de una planta química. En concreto se trata de una columna de destilación o separación de dos componentes, donde se separan varios productos químicos de volatilidad diferente, como son el Etano, Etileno, Propano y Propileno.

En la primera parte del proyecto, para poder crear un diseño consistente, se ha creado una aplicación mediante el programa MATLAB para poder simular el control de una columna de destilación. Mediante este programa, se han realizado varias simulaciones y se ha podido analizar cuál es la respuesta de la columna ante diferentes escenarios de proceso, teniendo en cuenta también las distorsiones que se generan al cambiar el producto a destilar o las condiciones de trabajo de la columna.

Partiendo de las simulaciones de la columna, se ha pasado a una parte de diseño de instrumentación y control. Se han planteado diferentes estrategias de control, se ha elegido la más adecuada y se especificado para cada caso cuál sería el instrumento de medida o el elemento actuador más adecuado. De la misma manera, se ha descrito cuál sería una posible estructura del sistema de control.

El proyecto se ha desarrollado analizando a fondo un proceso muy concreto de una planta química y con el objetivo añadido de crear una estructura que se pueda insertar como parte de una planta química más compleja.

1 PROCESO DE DESTILACIÓN

Para poder automatizar cualquier proceso se necesita definir primero cuál es el objetivo de este proceso y cuáles son las variables. Por tanto necesitamos describir brevemente lo que es un proceso de destilación.

El proceso químico de la destilación tiene como objetivo la separación de varios componentes químicos haciendo uso de la diferente volatilidad de dichos componentes. Transfiriendo la cantidad apropiada de energía a los componentes que se quieran separar, se consigue llevarlos a un estado gas o líquido. Los componentes más “ligeros”, los que tienen una mayor volatilidad, se quedarán por tanto en la fase gas y los componentes más “pesados” se mantendrán en la fase líquida.

El proceso de la destilación es conocido desde muy antiguamente. Es de siempre conocido que se utilizaba este sistema para la producción de licores de consumo como el orujo, whisky, etc..

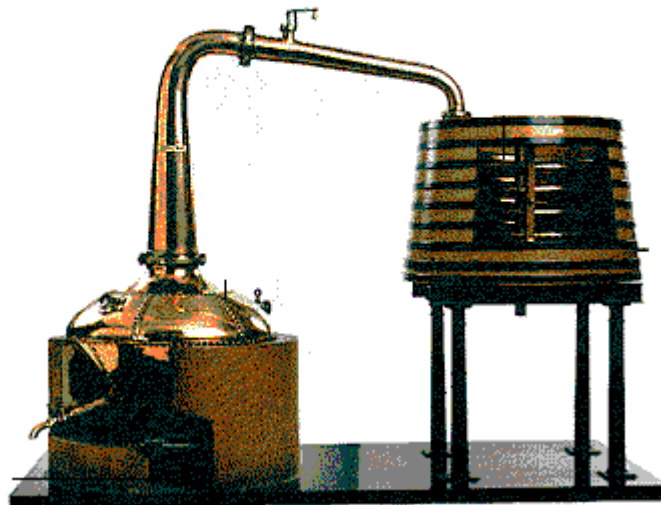


Figura 1.1: Foto de un alambique

En el proceso de destilación más simple se parte de una acumulación de componentes en el fondo de un depósito, por ejemplo agua y alcohol. El proceso de destilación se inicia con la introducción de energía en el fondo del depósito. Antiguamente esto se realizaba mediante el control de la viveza del fuego, es decir, la combinación de combustible (madera) y aire. Cuanto más vivo era el fuego, mayor cantidad de líquido se evaporaba. Para conseguir la pureza adecuada del alcohol el proceso de destilación se debe hacer poco a poco para evitar que se arrastre agua desde el fondo del depósito a la cabeza del alambique, ya que esto empobrecería el producto final.

Por otro lado la temperatura del fondo no es el único parámetro que hay que tener en cuenta para poder controlar el proceso de destilación. El parámetro físico que afecta

directamente a la volatilidad de los componentes es la presión. A diferentes presiones la volatilidad de un componente es diferente o, interpretado de otra manera, un producto presenta diferentes presiones de vapor para diferentes temperaturas. El concepto de presión de vapor indica la relación de presión y temperatura a la cual empezaría a bullir un componente.

A continuación se puede ver como ejemplo la figura 1.2 de presiones de vapor del agua.

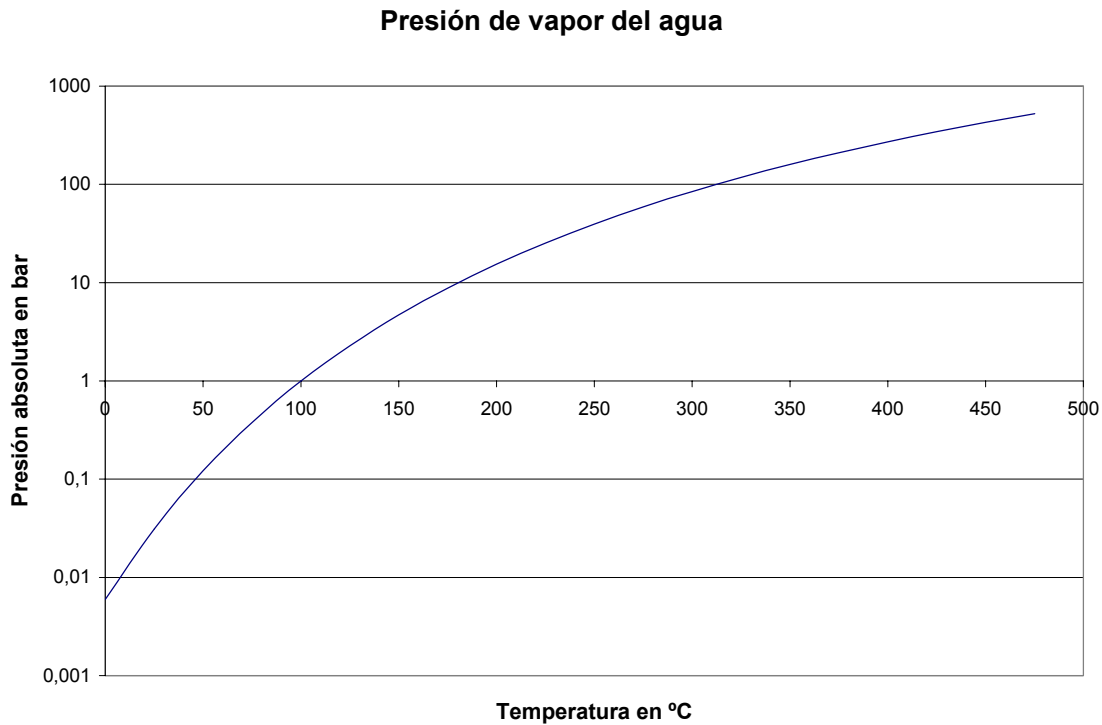


Figura 1.2: Gráfico de presión de vapor del agua para diferentes temperaturas.

El agua presenta un punto de ebullición de 100 °C para 1.013 mbar absolutos. Sin embargo, se puede ver claramente la evolución del punto de ebullición cuando cambia la temperatura.

Cada producto presenta unas características de presión de vapor y, precisamente, es esta diferencia la que se utiliza para poder destilar diferentes componentes.

En este proyecto en concreto se ha automatizado una columna de separación de etano-etileno y propano-propileno. Lo que se consigue de esta manera es la separación de los dos componentes más ligeros de los dos más pesados. El propileno líquido, por ejemplo, es la materia base para la fabricación del polipropileno, que es ampliamente utilizado en la industria del automóvil, fabricación de electrodomésticos, industria de la alimentación, etc..

En la figura 1.3 se representa tanto la relación de presión de vapor del propileno como del propano. El propano C_3H_8 y el propileno C_3H_6 tienen unas características bastante parecidas, por lo que la destilación de estos dos productos se hace complicada al tener los dos una volatilidad bastante parecida.

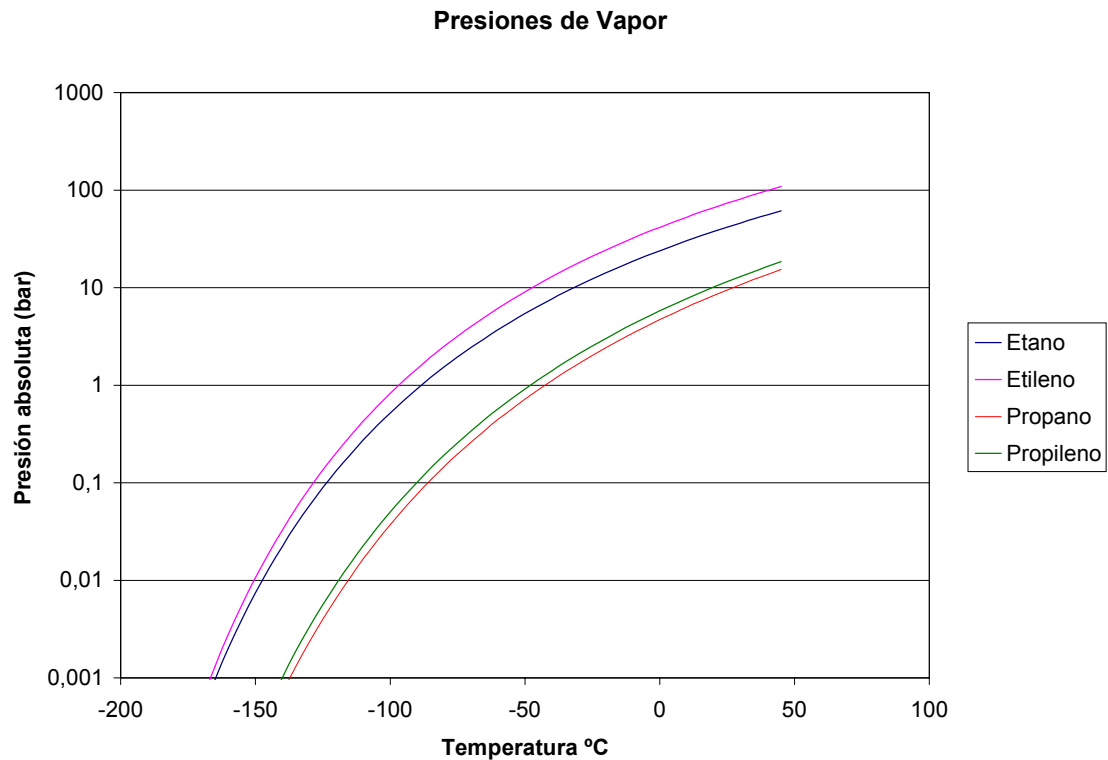


Figura 1.3: Presiones de vapor Propano- Propileno

1.1 Columna de destilación

Una columna de destilación es el equipo industrial utilizado para realizar el proceso de destilación. Se trata de un depósito cilíndrico de un diámetro y una altura que depende del volumen de producto que se quiere destilar y la pureza que se quiere conseguir como producto. Se introduce energía en el fondo mediante vapor o algún otro elemento compresor y se genera una circulación del producto en el interior de la columna.



Figura 1.4: Columnas de destilación

En el interior hay una distribución de reboses comúnmente llamados “platos”. En estos platos es donde se realiza la separación de los componentes, combinando por un lado el flujo líquido que por gravedad se precipita hacia abajo, con el vapor que sube desde el fondo de la columna. En cada uno de los platos se genera un estado de equilibrio de energía y concentración de componentes, entre el flujo de líquido y el flujo de gas.

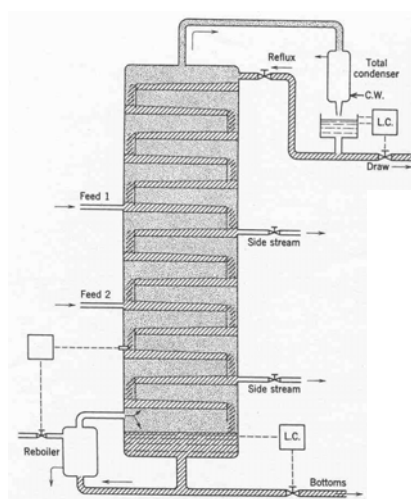


Figura 1.4: Imagen interna de una columna.

Se introduce en la columna desde una posición intermedia el flujo que se desea separar. Este flujo cae por efecto de la gravedad hacia el fondo de la columna. La caída no es directa, ya que se va deslizando de plato el plato con lo que se consigue un flujo constante

y lento hacia abajo. Por otro lado y debido a la energía que se introduce en el fondo de la columna, el producto se evapora y fluye hacia arriba. El vapor no sube directamente, ya que se encuentra con la interferencia de los platos en el camino de subida. El vapor atraviesa los platos y entra en contacto con el líquido ocurriendo en ese momento un intercambio de energía.

Como ya se ha comentado, cada plato se encontrará en equilibrio. Eso significa que en cada plato se cumplirá un balance energético y másico. Esos balances son los que permitirán la realización del modelo de la columna.

2 ECUACIONES BÁSICAS DE MODELIZACIÓN

El proceso de destilación es un proceso por etapas. Cada plato es una etapa en que se puede modelizar por un grupo de ecuaciones. Este grupo de ecuaciones es el mismo para todo el conjunto de etapas o de platos. Las ecuaciones vienen fijadas de propiedades físicas básicas.

2.1 Balance de Materia

En un plato de una columna de destilación la primera ecuación básica estará fijada por la necesidad de que se cumpla el balance de materia para cada uno de los componentes. Suponiendo que tenemos componentes que no reaccionan entre ellos la ecuación que se tendrá que cumplir para el plato n y el componente i será la siguiente.

$$\frac{d}{dt}(H_i X_n) = V_{n-1} Y_{n-1} + L_{n+1} X_{n+1} - V_n Y_n - L_n X_n \quad (\text{Ec.2.1})$$

Donde:

H es la cantidad del líquido acumulado.

${}_i X_n$ es la concentración del componente i en fase líquida en el plato n .

L_n caudal de líquido del plato n .

${}_i Y_n$ es la concentración del componente i en fase vapor en el plato n .

V_n caudal de vapor del plato n .

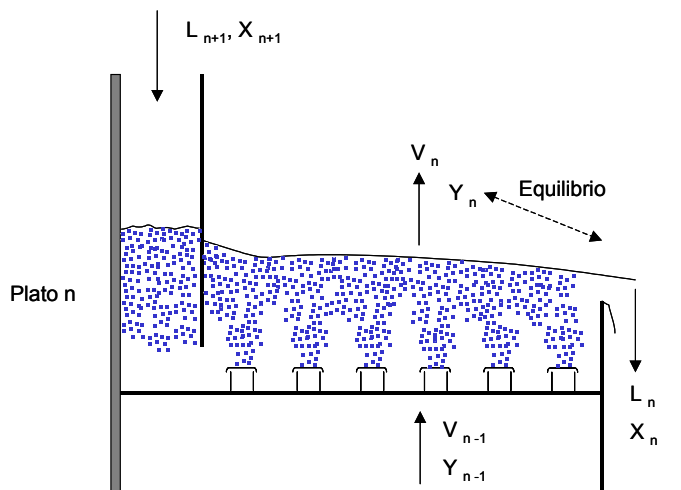


Figura 2.1: Esquema de un plato de una columna.

Mediante la ecuación se puede ver que se cumple que la acumulación líquida de un componente es igual a la diferencia entre la cantidad de materia que entra y sale tanto en estado vapor o líquido.

2.2 Balance de Energía

La segunda ecuación básica es la que cumple el balance de energía. En cada plato se debe cumplir el balance de energía siguiendo la siguiente ecuación.

$$\frac{d}{dt}(H_h T_n) = Q_{n-1} + q_{n+1} - Q_n - q_n \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

Q_n es la entalpía de vapor del plato n .

q_n es la entalpía de líquido del plato n .

H_h es la capacidad calorífica del plato n .

T_n es la temperatura del plato n .

En la ecuación 2.2 queda definido que la acumulación de energía en el plato n es la diferencia entre la energía que entra y sale tanto en estado vapor como en líquido. Muchas veces, debido a que los flujos de energía son mucho mayores que la variación de la energía en el plato, se puede despreciar el elemento de la derivada convirtiéndose entonces en una ecuación algebraica no diferencial.

2.3 Entalpía de un componente

Se define entalpía como la energía interna de un componente y depende directamente de la temperatura. Hay que tener en cuenta que la energía interna o entalpía de un componente depende a su vez del estado físico en que se encuentre. Un componente en estado gas tiene una mayor energía interna que un componente en estado líquido. En una columna de destilación se pueden encontrar los componentes tanto en estado gas como en estado líquido.

No existe una ecuación general que describa la entalpía de los componentes. Existen valores tabulados en bibliografía de propiedades químicas y para poder realizar simulaciones se utilizan aproximaciones.

Como ejemplo se muestra una tabla de valores de entalpía del etano.

Temp.(°K)	Temp. (°C)	H _L (kJ/kg)	H _v (kJ/kg)	Aprox HL (kJ/kg)	Aprox HV (kJ/kg)
100	-173,15	198,7	782,4	206,85	771,33
110	-163,15	221,5	795	225,54	789,19
120	-153,15	244,4	807,2	245,09	806,04
130	-143,15	267,4	819,3	265,49	821,87
140	-133,15	290,5	831,4	286,75	836,68
150	-123,15	313,7	843,5	308,87	850,47
160	-113,15	337,2	855,6	331,83	863,25
170	-103,15	360,9	867,6	355,66	875,01
180	-93,15	384,9	879,4	380,34	885,75
190	-83,15	409,3	890,8	405,87	895,47
200	-73,15	434,2	901,7	432,25	904,18
210	-63,15	459,7	911,9	459,50	911,87
220	-53,15	485,9	921,4	487,59	918,54
230	-43,15	512,8	929,6	516,54	924,20
240	-33,15	540,8	936,6	546,35	928,84
250	-23,15	569,9	941,9	577,01	932,46
260	-13,15	600,7	945,4	608,52	935,07
270	-3,15	633,6	946,4	640,89	936,65
280	6,85	669,3	943,6	674,12	937,22
290	16,85	709,8	934,7	708,20	936,78
300	26,85	761,2	910,8	743,13	935,31
		HV=lamda+(AV+BVT)T		HL=(AL+BLT)T+ aux	
		lamda	936,943	AL	3,307
		AV	0,076	BL	0,004
		BV	-0,005	aux	651,268

Tabla 2.1

En las dos primeras columnas aparece la temperatura, en la tercera y la cuarta los valores de entalpía tabulados. Tal como se puede apreciar los valores de energía parecen en kJ/kg. En la quinta y sexta aparecen los valores de entalpía calculados mediante la aproximación de la ecuación 2.3 .

$$H = T(\alpha T + \beta) + \lambda \quad (\text{Ec. 2.3})$$

En la figura 2.2 se puede apreciar hasta qué punto es adecuada la aproximación que hemos aplicado. De hecho, esa ha sido una mejora que se ha introducido con la realización de este proyecto.

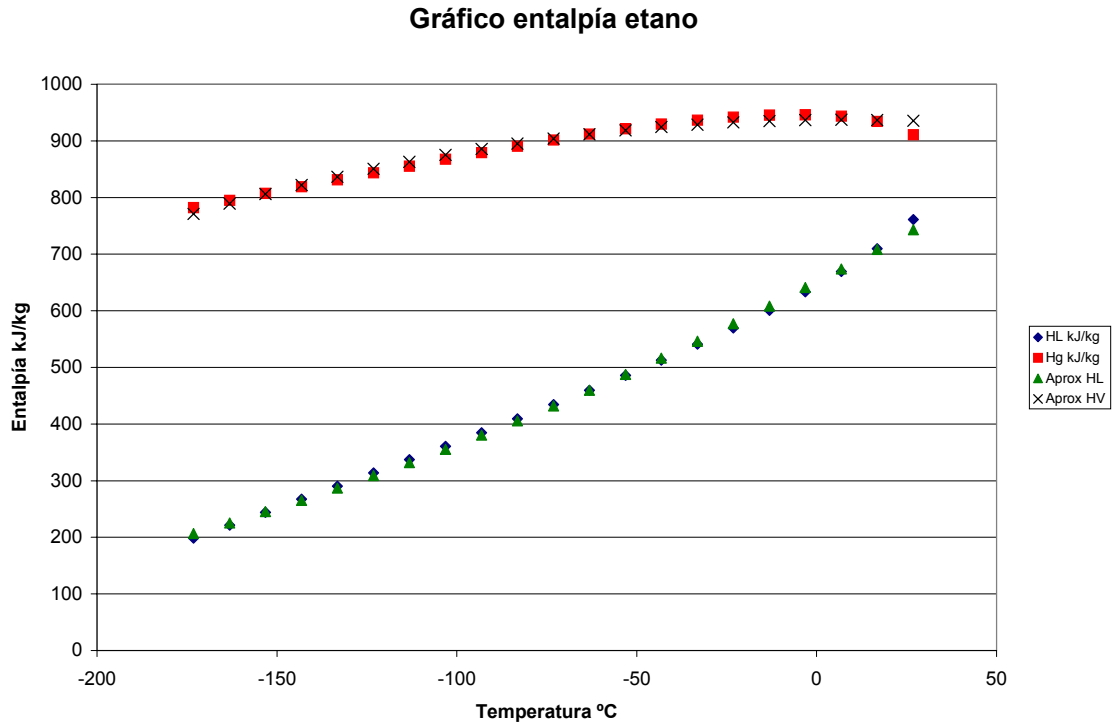


Figura 2.2: Gráfico de la entalpía del etano.

2.4 Composición de las etapas

En una columna de destilación, al separar diferentes componentes, aparecen distintas mezclas en cada una de las etapas. La composición queda definida por las concentraciones de cada uno de los componentes. Las concentraciones se indican proporcionalmente a la unidad siendo la suma de las concentraciones igual a uno.

La composición de una mezcla viene dada por las presiones parciales de vapor de cada uno de los componentes. La presión parcial de vapor de un componente varía con la temperatura.

De la misma manera que ocurría con el caso de la entalpía, no existe una ecuación que defina el comportamiento de las presiones de vapor. Existen sin embargo valores tabulados y ecuaciones que se pueden utilizar como aproximación. En este proyecto se ha utilizado la ecuación 2.4 como aproximación de presión parcial de vapor:

$$P_i(T) = e^{\left(C_1 + \frac{C_2}{T+C_3}\right)} \quad (\text{Ec.2.4})$$

Se ha aplicado la ecuación 2.4 para generar una aproximación de los valores de las tablas. Como ejemplo se ha introducido la tabla 2.2. En esta tabla aparecen los valores de presión parcial del propileno en la segunda columna.

Estos valores han sido extraídos del libro “Manual del Ingeniero Químico” del autor Perry [1]. En la tercera columna se puede ver la aproximación realizada mediante la ecuación.

Los valores de C_1 , C_2 y C_3 se han conseguido mediante la utilización de la aplicación “solver” de Excel minimizando el error cuadrático absoluto.

Temp.(°K)	Temp. (°C)	Presión (bara)	Aprox. Pres. (bara)	Error %
90	-183,15	2,05E-08	3,10E-07	1,41E+03
100	-173,15	4,81E-07	3,77E-06	6,84E+02
110	-163,15	6,08E-06	2,91E-05	3,79E+02
120	-153,15	4,88E-05	1,60E-04	2,28E+02
130	-143,15	2,77E-04	6,76E-04	1,44E+02
140	-133,15	1,20E-03	2,32E-03	9,37E+01
150	-123,15	4,14E-03	6,78E-03	6,37E+01
160	-113,15	1,22E-02	1,73E-02	4,17E+01
170	-103,15	0,03	3,95E-02	2,77E+01
180	-93,15	0,07	8,22E-02	1,80E+01
190	-83,15	0,14	1,59E-01	1,13E+01
200	-73,15	0,27	2,86E-01	6,63E+00
210	-63,15	0,47	4,89E-01	3,42E+00
220	-53,15	0,78	7,95E-01	1,26E+00
230	-43,15	1,24	1,24E+00	1,07E-01
240	-33,15	1,88	1,86E+00	9,03E-01
250	-23,15	2,74	2,70E+00	1,28E+00
260	-13,15	3,87	3,82E+00	1,37E+00
270	-3,15	5,33	5,26E+00	1,24E+00
280	6,85	7,15	7,08E+00	9,87E-01
290	16,85	9,40	9,33E+00	6,57E-01
300	26,85	12,12	1,21E+01	3,21E-01
310	36,85	15,38	1,54E+01	7,22E-03
320	46,85	19,23	1,93E+01	2,79E-01
330	56,85	23,75	2,39E+01	4,23E-01
340	66,85	29,01	2,91E+01	4,21E-01
350	76,85	35,12	3,52E+01	1,67E-01
360	86,85	42,2	4,20E+01	3,85E-01
Parámetros				
C1		9,97		
C2		-2242,40		
C3		273,00		

Tabla 2.2: Valores tabulados de presiones parciales de vapor de propileno.

3 PROGRAMA DE SIMULACIÓN

Como ya se ha comentado, el objetivo de este proyecto es la realización del diseño de la automatización de una columna de destilación. Para poder comprender de mejor manera el funcionamiento de la columna y plantear así adecuadamente la estrategia de control, se ha realizado un programa de simulación.

La simulación en el mundo de la industria química es una herramienta de amplia utilización. En el caso de la destilación, se han realizado innumerables estudios que por la característica física de la misma requieren la resolución de una gran cantidad de ecuaciones diferenciales. Es en ese momento cuando se puede aprovechar la gran capacidad de cálculo de los ordenadores.

La simulación se ha creado a partir de las bases que fija el libro “Modeling and Simulation in Chemical Engineering” de Roger G.E. Franks [2]. En este libro se dan varios ejemplos de simulación de diferentes procesos químicos mediante la utilización de programación en el lenguaje FORTRAN. Partiendo de estos ejemplos se ha realizado una adecuación del lenguaje de programación, ya que en este proyecto se ha utilizado el entorno de simulación MATLAB. Al realizar este cambio del lenguaje de programación se han aprovechado las propias funciones de MATLAB para resolver problemas de convergencia en funciones iterativas y la capacidad de realización de gráficos del propio programa.

Otra de las modificaciones que se ha tenido que realizar es la adecuación de todos los valores de parámetros y constantes para el cálculo de las características físicas de los productos elegidos. Como ya se ha comentado en capítulos anteriores, se ha elegido simular una columna de separación de propano-propileno / etano-etileno, por lo que se ha realizado una labor de búsqueda y adecuación de parámetros para poder realizar la simulación.

Por último la característica física de la propia columna debe cambiar. En este caso se ha fijado una columna de separación de 19 platos. La causa por la cual se ha fijado una columna de 19 platos ha sido un compromiso entre la capacidad de separación y la capacidad de cálculo. En la realidad la elección de la cantidad de platos depende de las características físicas de los platos que el mismo fabricante fija. En este caso se ha optado por 19 platos por reducir la capacidad de cálculo requerida. Se han utilizado en la simulación unos platos ideales que no estuvieran limitados por la pérdida de carga que el fluido causa sobre ellas.

En la figura 3.1 se puede ver el sistema químico que se ha simulado, con una entrada de producto a separar por la altura del plato 7 (se cuentan de abajo a arriba), con una salida desde el inferior con el objetivo de que salgan los productos más pesados (propano-propileno), y otra salida por la parte superior que después de pasar por un condensador exporta etano- etileno. También se muestran otros componentes necesarios para el proceso. Se trata de un esquema simplificado en donde no se han dibujado los elementos de control.

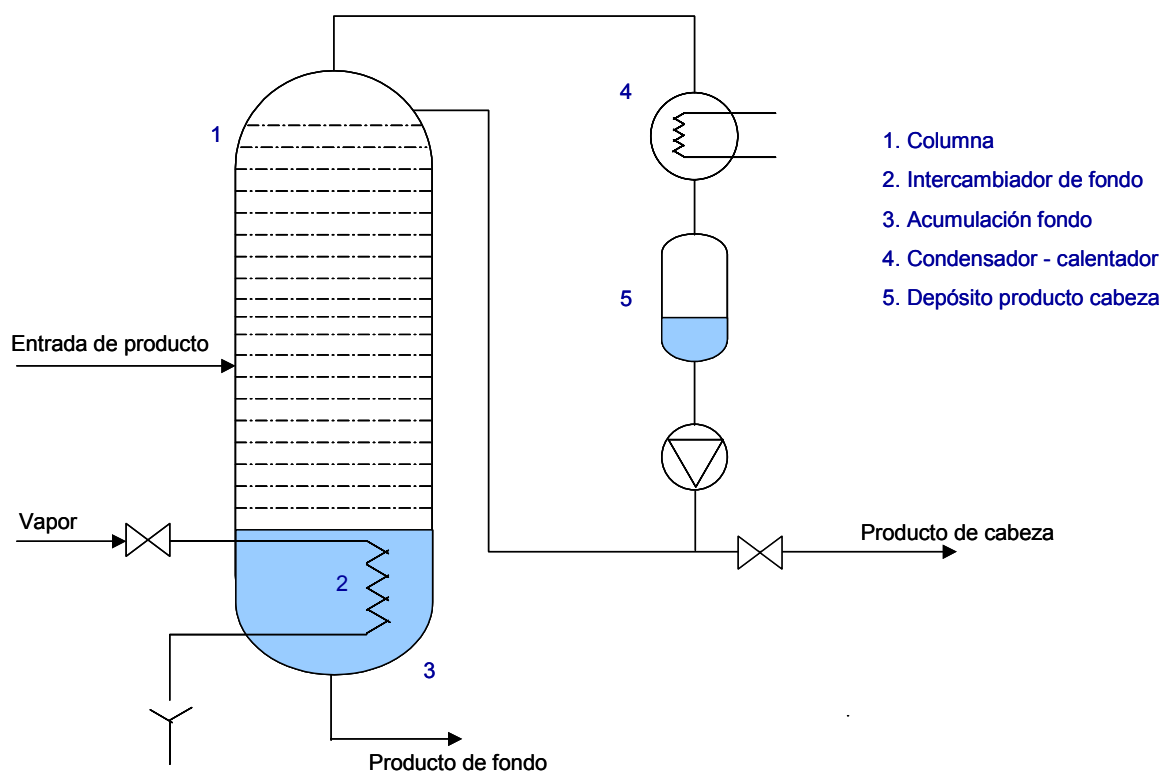


Figura 3.1: Esquema del circuito químico simplificado

En el esquema aparecen numerados los siguientes puntos:

1. Columna

Es el elemento principal de la separación. Ya se ha descrito con anterioridad su función. La base de la separación se produce por el paso en contracorriente de producto líquido y vapor con diferentes composiciones y concentraciones. Dispone de dos entradas (producto y reflujo) y dos salidas “cabeza” y “fondo”

2. Intercambiador de fondo

Comúnmente se utiliza la palabra en inglés “reboiler” (hervidor). Es el elemento que añade energía en el fondo de la columna. Mediante esta energía se produce un proceso de ebullición del contenido del fondo generándose de esta manera un flujo hacia arriba de vapor.

3. Acumulación del fondo

La columna de destilación tiene forma de depósito en el fondo para poder así acumular una cantidad de producto. Este producto será el que hervirá y subirá en fase gas por la columna. De esta acumulación de producto es también por donde se saca el producto del fondo.

4. Condesador-calentador

En la parte superior se dispone de un condensador que a su vez hace funciones de calentador. Aquí se condensa el gas que sale por la cabeza para que se pueda introducir como reflujo en la columna. El calor que hay que extraer al producto que sale por la cabeza, se utiliza para calentar otros flujos laterales.

5. Depósito producto cabeza

El producto de cabeza que ha sido condensado en el condensador se acumula en un depósito. Este depósito hace de pulmón para poder absorber las fluctuaciones de caudal y propiedades del flujo.

3.1 Estructura de la simulación

En primer lugar hay que hacer notar que la simulación deberá tener en cuenta todos los elementos que aparecen dibujados en la figura 3.1. A su vez deberá estar preparado para poder manejar una gran cantidad de diferentes parámetros. Se debe poder calcular con estos parámetros todas las ecuaciones descritas en el apartado 2 que hacen referencia a la conservación de la energía, conservación de la materia y comportamientos de los compuestos dependiendo de la presión y temperatura.

Se define como stream o corriente cada punto físico de un sistema químico. Se puede entender de mejor manera mediante un ejemplo. El flujo dentro de una tubería es un stream o corriente.

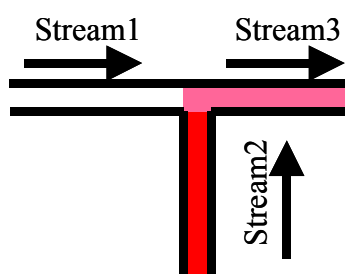


Figura 3.2

En la figura superior se puede apreciar un ejemplo del significado de stream o corriente. Supongamos que por una tubería circula agua fría. Este agua tiene una serie de propiedades como por ejemplo la temperatura. Denominemos esa corriente de agua fría Stream1. Supongamos tal como se ve en el dibujo superior, cómo con esa tubería de agua fría confluye otra tubería que viene con agua caliente, Stream2. Como resultado se tiene el Stream3 que se trata de un flujo de agua templada. En la unión de esas tuberías se deben cumplir todas las ecuaciones básicas de conservación de la materia, $Stream3=Stream1+Stream2$ y también la conservación de la energía.

Por cada punto del sistema químico que se ha analizado se ha creado una variable StreamX para poder después ejecutar los programas de simulación necesarios.

Ya que la cantidad de datos que hay que manejar en cualquier programa de simulación química es grande hay que crear una estructura de datos general que sea aplicable a cada situación.

3.2 Estructura del elemento StreamX

Se ha creado la variable stream, que se trata de un vector, con la siguiente estructura:

StreamX Vector de 24 elementos

Elementos 1-20 composición química de cada corriente. Máx 20 componentes.

Elemento 21. Caudal.

Elemento 22. Temperatura

Elemento 23. Energía.

Elemento 24. Presión.

Se han elegido las siguientes unidades.

Caudal: Toneladas por hora Tn/h

Temperatura: °C

Energía: Kilojulios por tonelada kJ/Tn

Presión: bar absolutos bar

Como ya se ha comentado, los primeros 20 elementos del vector se reservan para poder indicar las concentraciones de los componentes que se han utilizado. En este proyecto sólo se han utilizado 5 elementos etano, etileno, propano, propileno y refrigerante. En nuestro caso por lo tanto los primeros 5 elementos de la variable Stream son:

Elemento1 :Propano

Elemento2: Propileno

Elemento3: Etileno

Elemento4: Etano

Elemento5: Refrigerante

Los diferentes StreamX se almacenan en el programa de simulación bajo la matriz Stream. En concreto en este proyecto el stream es un vector de una dimensión de 50x24. Como ejemplo se puede ver el resultado que daría vector del stream correspondiente a la entrada:

Stream(45,:)= 0.2 0.4 0.23 0.17 0 10 40.92 4e5 30.5

Analizando esta respuesta con la estructura que ya se ha explicado con anterioridad se tendría:

Composición		Condiciones	
Propano	20%	Caudal	10 Tn/h
Propileno	40%	Temperatura	40,92 °C
Etileno	23%	Energía	400000 kJ/Tn
Etano	17%	Presión	30,5 bar

Tabla:3.1 Datos representados en la estructura stream

3.3 Estructura “Data”

Por otro lado, para poder realizar los cálculos de energías presiones, etc.. se necesita acumular los datos de los componentes en alguna estructura. Para ello se utiliza la estructura “Data”:

DataX Vector de 9 elementos

Elemento 1-3. Utilizado para el cálculos de la presión parcial.

Elemento 4-6. Utilizado para el cálculo de la entalpía del vapor.

Elemento 7-9. Utilizado para el cálculo de la entalpía del líquido.

En concreto igual que se ha realizado para la estructura stream se puede ver un ejemplo de la estructura data.

Data(1,:)=9.92 -2285.6 273 962.6 -1 892.8e3 2630 2.86 526.7e3

En este ejemplo se pueden ver las constantes necesarias para el propano. Con estas constantes con la única variable de temperatura y a través de las ecuaciones 2.3 y 2.4 se pueden calcular las presiones parciales y las entalpías líquida y de vapor.

Propiedades físicas del propano					
Ec. 2.4		Ec. 2.3		Ec.2.3	
C1	9,92	A _V	962,6	A _L	2630
C2	-2286	B _V	-1	B _L	2,86
C2	273	λ	8,93E+05	λ	5,27E+05
Para emperatura de		40 °C			
Presión		13,71 bara			
Entalpía del vapor		2,43E+06 kJ/Tn			
Entalpía del líquido		1,02E+06 kJ/Tn			

Tabla 3.2. Ejemplo de cálculo de propiedades físicas partiendo de la temperatura.

Tanto la estructura stream como la estructura data son el pilar básico de toda la simulación. Con la estructura data se calculan las propiedades físicas de los componentes y con el stream se transfieren las condiciones de cada punto de la planta.

3.4 Creación del circuito

Una vez ya se han descrito las estructuras básicas de datos, el siguiente paso es definir el circuito numerando los streams. Tomando como base el esquema del circuito químico que se quiere estudiar la figura 3.1, se ha añadido la numeración tal como se puede ver en la figura 3.3.

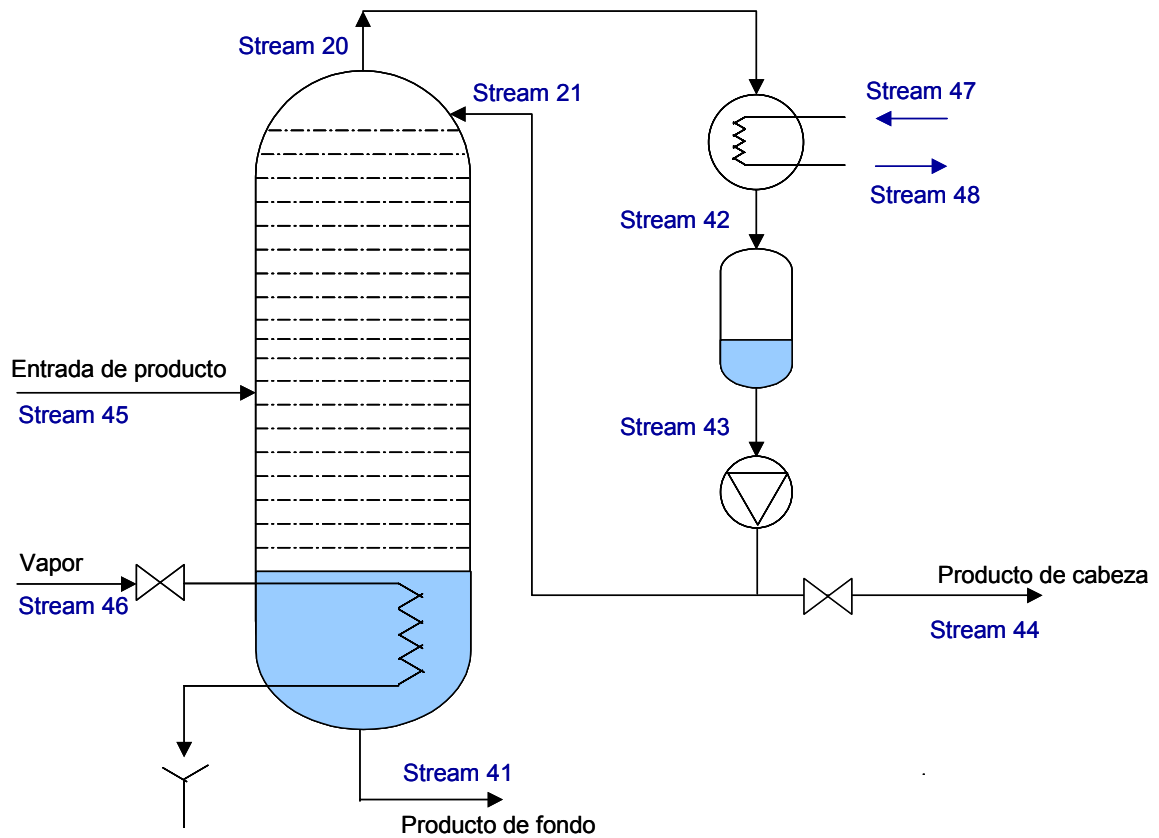


Figura 3.3: Esquema del circuito químico con los flujos numerados.

Al ser una columna de 19 platos, se han reservado los primeros 40 números para definir los flujos dentro de la propia columna tal como se va a explicar más adelante.

Los flujos exteriores a la columna se han numerado a partir del número 41 hasta el 48 con la descripción que se puede ver a continuación.

	Stream	Estado
Exportación producto de fondo	41	Líquido
Condensados a tanque	42	Líquido
Condensados a la bomba	43	Líquido
Exportación producto cabeza	44	Líquido
Entrada a la columna	45	Líquido
Entrada de vapor	46	Vapor
Entrada refrigerante	47	Líquido
Salida refrigerante	48	Líquido

Tabla 3.3. Denominación de los puntos del circuito

En la figura 3.3 se han anotado los números y también se ha anotado la dirección en la que fluye el flujo. Este punto es también muy importante para que no se cometan errores de signo a la hora de simular el sistema.

Para poder definir correctamente los flujos dentro de la columna primero se va a definir cómo se realiza el flujo en cada uno de los platos de separación.

En el esquema se ve como existe un flujo V_n de vapor hacia arriba que atraviesa el plato por los agujeros que tiene el mismo. Por otro lado, tras entrar en contacto el vapor que atraviesa el plato con el líquido que hay en el mismo, se genera una corriente de vapor hacia arriba que es el flujo V_{n+1} . Por parte del líquido el flujo es en dirección contraria decantándose hacia abajo debido a la fuerza de la gravedad. El flujo de entrada del líquido en el plato por lo tanto es L_n . Una vez se mezcla en el plato el líquido con el líquido acumulado en el propio plato y con el flujo de vapor, se genera la corriente de salida L_{n+1} . Por lo tanto los flujos de entrada se denominan con el subíndice n y los de salida $n+1$.

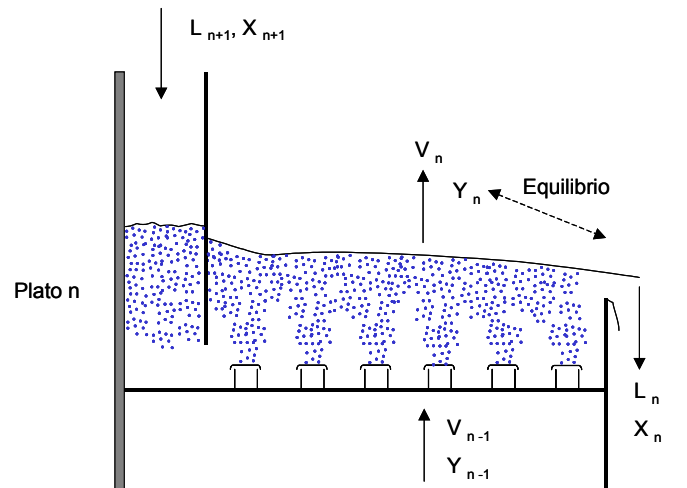


Figura 3.4: Esquema de flujos en un plato.

Siguiendo esta estructura se han denominado los flujos dentro de la columna. Se ha utilizado la numeración del 1-20 para describir los flujos de vapor que suben y los flujos del 21-40 para definir los flujos de líquido que bajan por la columna.

Flujos de la columna					
Ascendente			Descendente		
Streams	Salida plato n°		Streams	Entrada plato n°	
1	1	Gas	40	1	Liquido
2	2	Gas	39	2	Liquido
3	3	Gas	38	3	Liquido
4	4	Gas	37	4	Liquido
5	5	Gas	36	5	Liquido
6	6	Gas	35	6	Liquido
7	7	Gas	34	7	Liquido
8	8	Gas	33	8	Liquido
9	9	Gas	32	9	Liquido
10	10	Gas	31	10	Liquido
11	11	Gas	30	11	Liquido
12	12	Gas	29	12	Liquido
13	13	Gas	28	13	Liquido
14	14	Gas	27	14	Liquido
15	15	Gas	26	15	Liquido
16	16	Gas	25	16	Liquido
17	17	Gas	24	17	Liquido
18	18	Gas	23	18	Liquido
19	19	Gas	22	19	Liquido
20	20	Gas	21	20	Liquido

Tabla 3.4: Tabla de denominación de flujos.

3.5 Estructura del programa

Una vez se haya definido cada uno de los flujos o *stream*, se pueden empezar a aplicar las ecuaciones de balances de materia y de energía para cada parte de la columna.

3.5.1 Funcionamiento de la simulación

La simulación está pensada distinguiendo diferentes partes de una columna, de manera que existe una subfunción o subrutina que realiza los cálculos para esa parte de columna.

En concreto y viendo el diseño de columna que se ha realizado en este proyecto, se distinguen las siguientes partes:

- Reboiler o Hervidor
- Fondo de la columna
- Plato simple
- Plato con entrada adicional
- Condensador
- Depósito de producto de cabeza

Estas subfunciones están basadas en las descritas en el libro de simulación MODELING AND SIMULATION IN CHEMICAL ENGINEERING de Roger G.E. Franks. y serán descritas a continuación.

3.5.1.1 Reboiler o hervidor

Se trata básicamente de un intercambiador para aportar calor a la columna. Mediante esta adición de calor al fondo de la columna se consigue una vaporización del producto del fondo de manera que se genera un flujo ascendente en el fondo de la columna. Se trata de un intercambio de calor entre el vapor de agua y la mezcla del fondo de la columna.

Un intercambiador de calor permite la transferencia de calor entre dos fluidos. Se trata de un equipo con una serie de conductos internos. Los dos fluidos que van a realizar el intercambio no entran físicamente en contacto, sino que van separados por conductos diferentes, pero que están en contacto. Sin embargo, a través de las paredes de esos conductos se transfiere calor de manera que las concentraciones de los diferentes flujos a la entrada y a la salida son los mismos, pero las condiciones energéticas han cambiado.

En el esquema 3.5 se puede ver un esquema de un “reboiler”. En este caso el reboiler está fuera de la columna, pero en otros muchos casos el intercambiador se instala dentro de la columna consiguiéndose así una mayor eficiencia evitando las pérdidas de calor en las tuberías.

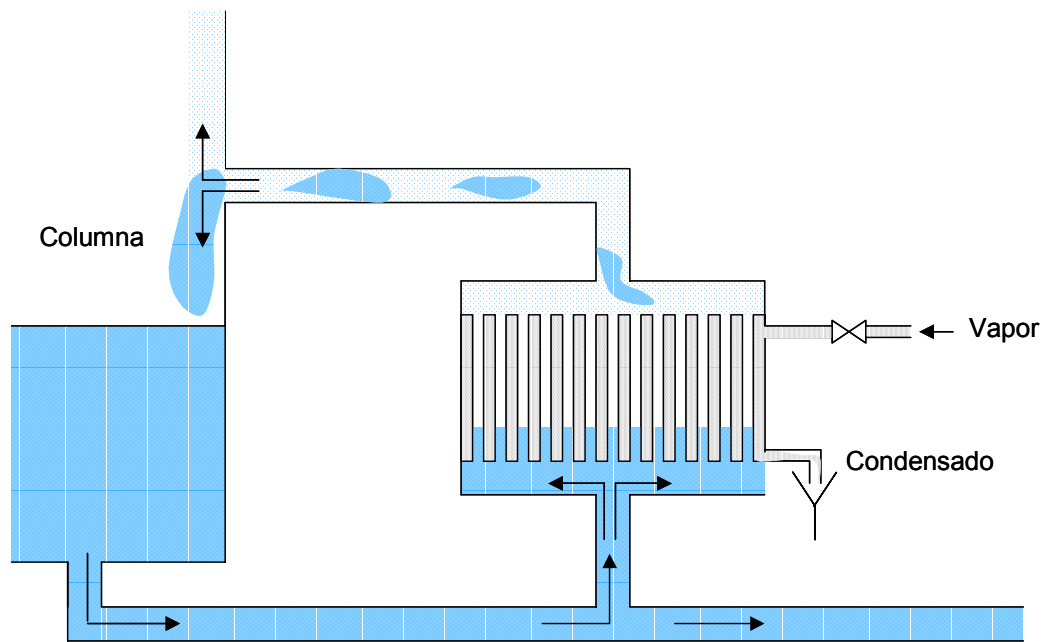


Figura 3.5: Esquema del hervidor del fondo de la columna. Reboiler.

La cantidad de energía transferida al fondo de la columna está en proporción directa con la cantidad de vapor que entra y sus condiciones. Cuando se habla de condiciones, se está refiriendo a la condiciones de presión y temperatura ya que son estas las que fijan la entalpía del vapor y por lo tanto la energía que transporta.

La cantidad de vapor que entra a la columna se controla a través de una válvula de control. La cantidad de vapor que pasa por una válvula queda definida mediante esta ecuación:

$$W = AC_v \sqrt{P_s (P_s - P_c)} \quad (\text{Ec.3.1})$$

Donde:

- A es el porcentaje de apertura.
- C_v es la capacidad de la válvula.
- P_s Presión de suministro a la válvula.
- P_c Presión de condensado.

Analizando la ecuación se puede ver que además de la apertura de la válvula, otro de los factores que afectan al caudal que pasa por la válvula es la presión del condensado. En principio, la presión de suministro de vapor generalmente se mantiene constante a no ser que haya variaciones de presión en la red, por lo que una de las condiciones fundamentales para fijar el caudal que va pasar por la válvula será la presión del condensado. La presión

del condensado viene fijada por la temperatura de condensación mediante la ecuación anteriormente descrita.

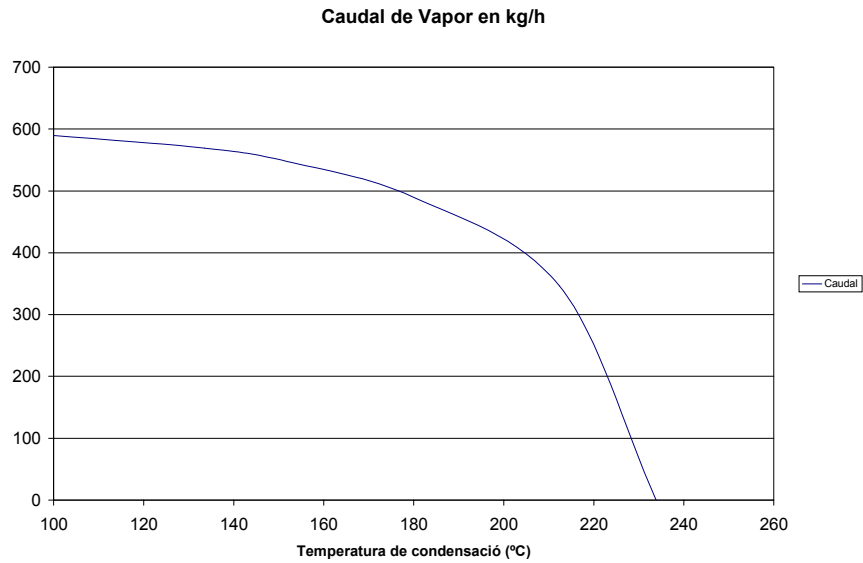


Figura 3.6: Caudal de vapor respecto a la temperatura de condensación.

Uno de los conceptos fundamentales, por tanto, que hay que tener en cuenta es que independientemente de la apertura de la válvula, a medida que la temperatura de condensación suba, cada vez pasará menos vapor por la válvula.

En un intercambiador o reboiler la transferencia de calor se realiza por diferencia de temperatura.

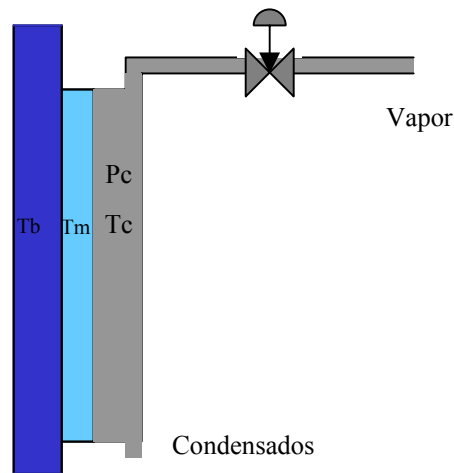


Figura 3.7: Esquema de un intercambiador.

Las ecuaciones que definen la transferencia de energía de un intercambiador son:

$$H_1 = U(T_c - T_m)$$

$$H = U(T_m - T_b) \quad (\text{Ec 3.2, 3.3 y 3.4})$$

$$\frac{d}{d\theta}(T_m \cdot Wc) = (H_1 - H)$$

Donde:

- H_1 flujo de calor del vapor a la pared del intercambiador $\text{kJ}/^\circ\text{C}$
- H flujo de calor de la del intercambiador al producto $\text{kJ}/^\circ\text{C}$
- W_c capacidad térmica de las paredes del intercambiador.
- T_c Temperatura del condensado $^\circ\text{C}$
- T_m Temperatura de las paredes $^\circ\text{C}$
- T_m Temperatura del producto $^\circ\text{C}$

Teniendo en cuenta estas ecuaciones se realiza el programa con el siguiente algoritmo.

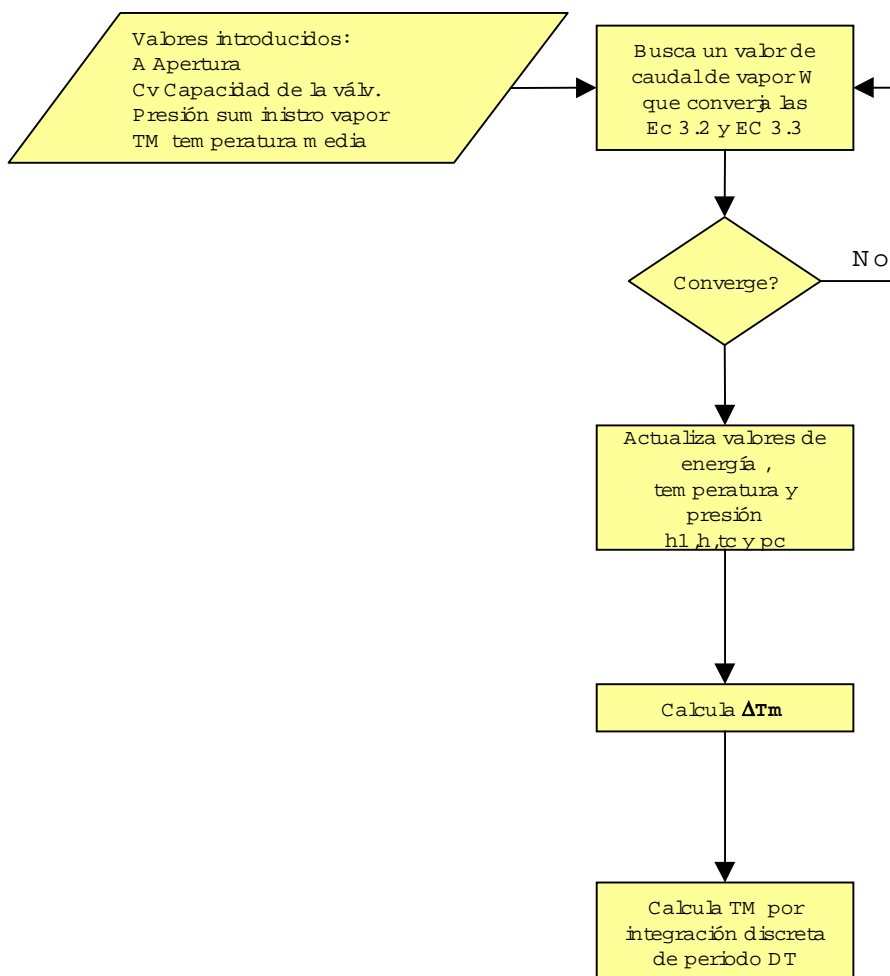


Figura 3.8: Flujograma del reboiler.

Partiendo de las variables de apertura de la válvula A , capacidad de la válvula C_v , presión de suministro de vapor P_s y la temperatura media de la superficie del intercambiador, se calculan las ecuaciones Ec. 3.2 y Ec. 3.3.

Una vez se haya encontrado el punto de convergencia y por tanto el caudal, de vapor se calculan y almacenan los valores de energía, presión y temperatura de los condensados.

Por último se calcula la diferencial de incremento de temperatura ΔT_m que más tarde se integra para conseguir el valor de temperatura de la superficie del intercambiador T_m .

A continuación se muestra como ejemplo la función “reb2” que ejecuta el algoritmo que se ha descrito.

```
function [stream,h,tm]=reb2(A,H,CV,WC,JF,JB,stream,data,TM,DT,LSTR)
%[stream,h,tm]=reb(A,H,CV,WC,JF,JB,stream,data,TM,DT,LSTR)
%A Apertura de la valvula
%H flujo de energía al fondo
%CV capacidad de la válvula
%WC capacidad calorífica de los tubos
%JF numero de flujo de vapor
%JB número de nodo del fondo
%Stream define los flujos
%data datos de los componentes
%tm temperatura media
%LSTR operador lógico
%h flujo de energía al fondo
%DT integral

if (LSTR==0) %Diferencia entre la primera pasada o la segunda

%Utilizo la funcion fconvreb. Tambien se instala un limite superior
%para que no aparezcan numeros imaginarios como resultado.

limsup=(253.5-TM)*stream(JF,20)/stream(JF,23);
options = optimset('Display','on');

%llamada a la subrutina de fconvreb

stream(JF,21)=fzero(@fconvreb,limsup,options,JF,TM,A,CV,stream);

%Con el paso anterior ya se tiene el caudal de vapor al reboiler
%En los siguientes pasos se calcula la energia trasferida,
%la temperatura y presion de condensación

h1=stream(JF,21)*stream(JF,23);
tc=h1/stream(JF,20)+TM;
pc=exp(stream(JF,1)+stream(JF,2)/(tc+stream(JF,3)));

%En la variable stream(JF,20) esta guardado el coeficiente U
%Que fija la trasferencia de calor delintercambiador
h=stream(JF,20)*(TM-stream(JB,22));
dtm=(h1-h)/WC;
tm=my_int(TM,dtm,1,DT);
else
%esto es para la primera pasada. Se fija una energia de trasferencia
%inicial y se calculan los flujos caudales y la condicion de los
%condensados.
h=H;
w=H/stream(JF,23);
pc=stream(JF,24)-w^2/(A^2*CV^2*stream(JF,24));
tc=stream(JF,2)/(log(pc)-stream(JF,1))-stream(JF,3);
tm=(stream(JB,22)+tc)/2;
%en el siguiente paso se calcula el coeficiente de trasferencia de calor
%del intercambiador.
stream(JF,20)=H/(tc-tm);
stream(JF,21)=w;
end
```

La función MATLAB que realiza el algoritmo es :

```
function [stream,h,tm]=reb2(A,H,CV,WC,JF,JB,stream,data,TM,DT,LSTR)
```

Las variables de entrada son:

- A apertura de la válvula
- H energía inicial. Solo para la primera pasada
- Cv capacidad de la válvula
- WC capacidad térmica de la superficie de contacto
- JF Número identificativo del caudal de vapor
- JB Número identificativo del fondo de la columna
- Stream Variable que contiene todas las condiciones de todos los puntos del sistema
- Data variable que contiene los parámetros para poder calcular propiedades físicas de los productos
- TM temperatura media de la superficie de contacto
- DT Periodo de integración
- LSTR Indicador de primera ejecución del programa

Las variables de salida son:

- Stream. Indica los valores actualizados del sistema. Aquí se introducen las nuevas condiciones del caudal del vapor.
- H Energía transferida al fondo de la columna
- Tm Nuevo valor de temperatura de la superficie del intercambiador.

En esta función se llaman otras dos funciones `fconvreb` y `my_int`. La primera se ha utilizado conjuntamente con la función `fzero` para poder encontrar la convergencia.

Estas subfunciones se pueden encontrar impresas en los anexos del proyecto.

3.5.1.2 Fondo de la columna

El fondo de la columna tiene forma de depósito de manera que se acumula producto en el fondo. Este producto es el que recibe la energía del reboiler y al evaporarse genera un flujo de vapor hacia arriba en la columna. Mantener este flujo es muy importante ya que este flujo, tanto del vapor hacia arriba como los condensados hacia abajo, hacen que sea posible la separación de componentes.

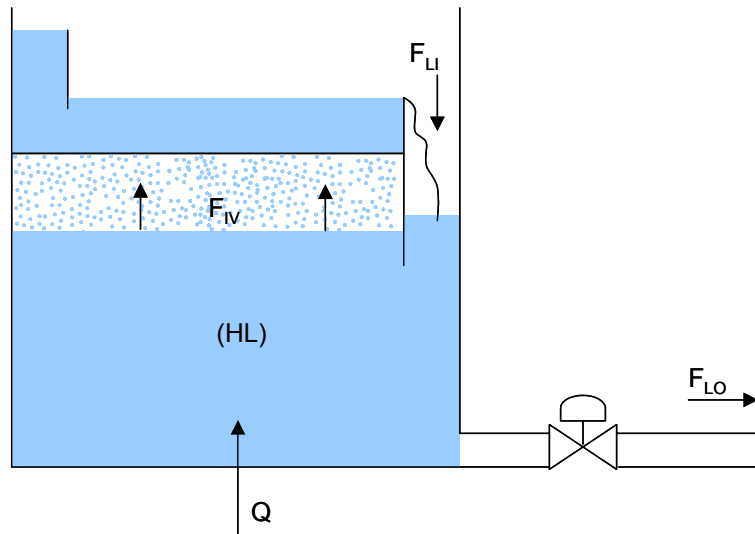


Figura 3.9: Esquema del fondo de la columna.

En este caso, el objetivo es calcular cuanta cantidad de producto se evapora generándose el flujo vertical. Para ello se dispone de la energía que se ha calculado mediante la función reb2, se conoce la cantidad de producto acumulado en el fondo, su composición y sus condiciones de presión y temperatura. Con estas variables y conociendo los flujos de entrada y de salida del líquido se calcula la cantidad de producto que se evapora y su composición.

Para ello se dispone de las siguientes ecuaciones:

Balance de materia:
$$\frac{d(HL)}{dt} = F_{LI} - F_{LO} - F_{IV} \quad (\text{Ec.3.5})$$

Donde

- F_{LI} Caudal de líquido de entrada
- F_{LO} Caudal de líquido de salida.
- F_{IV} Caudal de vapor de salida.
- HL Cantidad producto acumulado.

El balance de materia demuestra que se tiene que cumplir que la materia acumulada es igual que la diferencia entre el caudal que entra y el que sale. La diferencial de HL respecto al incremento del tiempo demuestra que es un valor dinámico que cambia con el tiempo.

Balance de energía:
$$\frac{d(HL \cdot h_L)}{dt} = Q - F_{LO}h_L - F_{IV}h_V \quad (\text{Ec. 3.6})$$

Donde:

- $HL \cdot h_L$ Es la acumulación de energía del fondo.

- Q es la energía entregada por el reboiler.
- F_{LO} Caudal de líquido de salida.
- h_L Entalpía del líquido.
- F_{IV} Caudal de vapor de salida.
- HL Cantidad producto acumulado.

Para poder realizar estos cálculos se ha generado la función “**bot**” en MATLAB con el siguiente algoritmo:

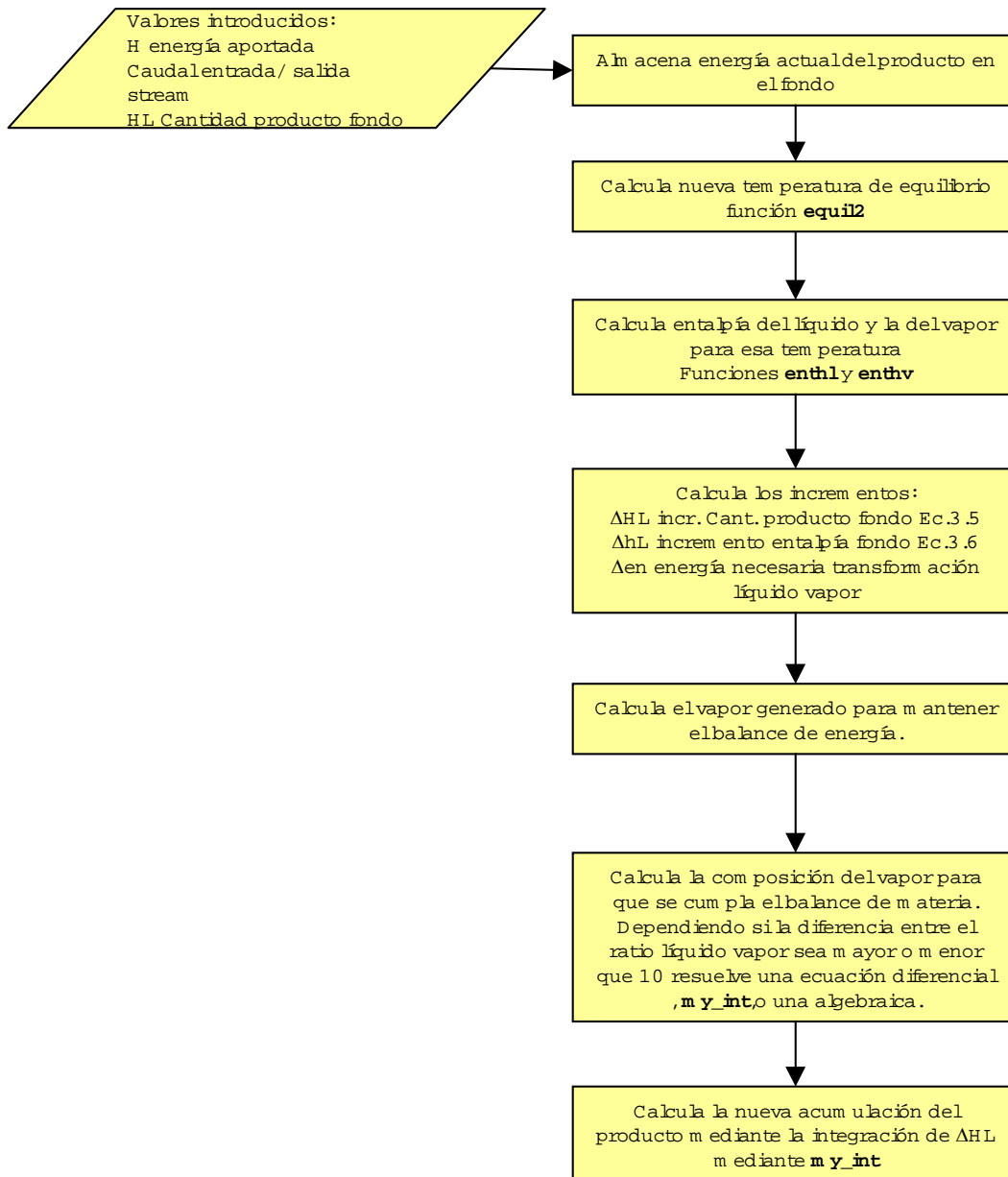


Figura 3.10 Flujograma de la función **bot**

La función parte de los datos de flujo que se tienen en la variable stream, la cantidad de producto acumulada que se tiene en la variable HL y la energía aportada que se tiene en la variable H.

Tal como se describe en el algoritmo primero se almacena la energía acumulada actual en el fondo y después se calcula la temperatura de equilibrio para las nuevas condiciones de flujos. Esto se realiza mediante la subfunción “**equil2**” que se encuentra en el anexo de esta memoria. Seguidamente con los datos de temperatura se calculan los datos de entalpía de líquido y vapor mediante las subfunciones “**enthl**” y “**enthv**”.

Una vez calculados los nuevos estados de energía y temperatura con los caudales actuales se calculan los incrementos de energía, así como incremento de acumulación de materia que posteriormente se integran para conseguir los valores de acumulación de productos finales así como la composición del vapor de salida.

A continuación se puede ver el programa “bot” que se ha generado para el cálculo.

```
function [stream,HL]=bot(LI,LO,IV,Q,HL,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%[stream]=bot(LI,LO,IV,Q,HL,stream,data,ncf,ncl,RCT,LSTR)
%LI N° stream entrada
%LO N° stream salida
%IL stream Salida del líquido
%IV N° stream Salida del vapor generado
%Q flujo de calor
%Stream define los flujos
%data datos de los componentes
%ncf --> ncl son los componentes utilizados
%RCT Array de reacción de los componentes
%      RCT(21) es los moles totales que se generan o se pierden
%      RCT(22) es el calor total que se genera o se pierde
%DT intervalo de tiempo

%Memoriza la entalpía del fondo
stream(LO,20)=stream(LO,23);

%Calcula la temperatura de equilibrio así como las
%Las etalpías para esas temperaturas
[stream]=equil2(LO,IV,stream,data,ncf,ncl,0.001);
stream(LO,23)= enthl(stream(LO,:),data,ncf,ncl);
stream(IV,23)= enthv(stream(IV,:),data,ncf,ncl);
%Calcula el incremento de energía del fondo
%Así como el incremento de materia del fondo
denl=(stream(LO,23)-stream(LO,20))*HL/DT;
qp=Q+stream(LI,21)*stream(LI,23)+RCT(22);
dhl=stream(LI,21)-stream(LO,21)-stream(IV,21)+RCT(21);
den=stream(IV,23)-stream(LO,23);

%Calcula el nuevo caudal de vapor para mantener el equilibrio
stream(IV,21)=(qp-stream(LO,23)*(stream(LI,21)+RCT(21))-denl)/den;
if (stream(IV,21)<0)
    stream(IV,21)=0;
end

%A partir de este punto no se ejecuta en la primera pasada
if (LSTR==0)
% Calculo de las concentraciones de cada elemento
% en el fondo de la columna
    for N=ncf:ncl,
        hk=stream(IV,N)/stream(LO,N);
        if (hk>10),
            dn=stream(IV,21)+stream(LO,21)/hk;
```

```

stream(IV,N)=(stream(LI,21)*stream(LI,N)+RCT(N))/dn;
stream(LO,N)=stream(IV,N)/hk;
    dern=0;
else
    fni=stream(LI,21)*stream(LI,N)+RCT(N);
    fno=stream(LO,21)*stream(LO,N)+stream(IV,21)*stream(IV,N);
    dern=(fni-fno-stream(LO,N)*dhl)/HL;
end
stream(LO,N)=my_int(stream(LO,N),dern,1,DT);
end
HL=my_int(HL,dhl,1,DT);
end

```

El programa presenta los siguientes parámetros de entrada y de salida:

```
function [stream,HL]=bot(LI,LO,IV,Q,HL,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
```

- LI Número que identifica el caudal de entrada de líquido
- LO Número que identifica el caudal de salida del líquido
- IV Número que identifica del caudal de salida de vapor
- Q Energía que recibe el fondo de la columna
- Stream Variable que contiene todas las condiciones de todos los puntos del sistema.
- Data variable que contiene los parámetros para poder calcular propiedades físicas de los productos.
- Ncf es el número de componente inicial.
- Ncl es el número de componente final.
- RCT vector de reacción que en este proyecto no se ha utilizado.
- DT Tiempo de integración.
- LSTR Indicador de primera pasada del programa.

El programa da como salida:

- Stream con los valores actualizados de energía, temperaturas y de caudales.
- HL Nueva cantidad de producto almacenado.

Este programa se ejecuta con la siguiente llamada en el programa principal:

```
[stream,HL]=bot(40,41,1,H,HL,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
```

De esta manera se ve que el caudal que entra al fondo está definido con el número 40, el líquido que sale con el caudal 41 y el caudal de vapor que sale del fondo está numerado con el 1. El resto son constantes o variables. En concreto, se pueden resaltar las constantes ncf y ncl que en el caso analizado corresponden a 1 y 4 respectivamente ya que se tienen para la columna los cuatro componentes propano, propileno, etileno y etano.

3.5.1.3 Un plato simple.

En una columna los platos son la parte fundamental del sistema. Las ecuaciones que definen el modelo de funcionamiento de un plato ya se ha comentado con anterioridad en este proyecto, pero se indica ahora para poder analizarlo en más detalle.

Balance de Materia:

Suponiendo que tenemos componentes que no reaccionan entre ellos la ecuación que se tendrá que cumplir para el plato n y el componente i será la siguiente.

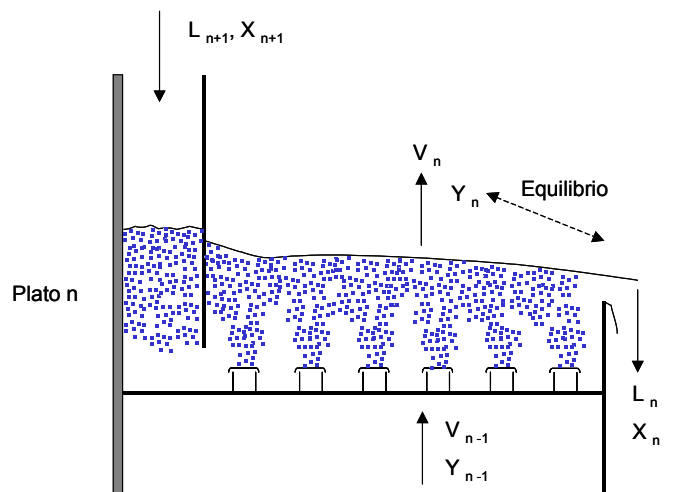


Figura 3.11: Esquema de flujos en un plato.

$$\frac{d}{dt}(H_i X_n) = V_{n-1} Y_{n-1} + L_{n+1} X_{n+1} - V_n Y_n - L_n X_n \quad (\text{Ec.3.7})$$

Donde:

- H es la cantidad del líquido acumulado.
- $i X_n$ es la concentración del componente i en fase líquida en el plato n .
- L_n caudal de líquido del plato n .
- $i Y_n$ es la concentración del componente i en fase vapor en el plato n .
- V_n caudal de vapor del plato n .

Mediante la ecuación se puede ver que se cumple que la acumulación líquida de un componente es igual a la diferencia entre la cantidad de materia que entra y sale tanto en estado vapor o líquido.

En este proyecto los componentes que se han analizado no suelen generar a las temperaturas a las que se trabaja en la columna ninguna reacción entre ellas. De todos modos para el propósito de este proyecto ya es suficiente analizar el funcionamiento

principal de la columna, ya que posibles reacciones entre componentes que dieran como resultado energía y otros componentes no alteran el funcionamiento básico de la columna.

Balance de Energía:

En cada plato se debe cumplir el balance de energía siguiendo la siguiente ecuación.

$$\frac{d}{dt}(H_n T_n) = Q_{n-1} + q_{n+1} - Q_n - q_n \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Donde:

- Q_n es la entalpía de vapor del plato n .
- q_n es la entalpía de líquido del plato n .
- H_n es la capacidad calorífica del plato n .
- T_n es la temperatura del plato n .

En la ecuación 3.8 queda definido que la acumulación de energía en el plato n es la diferencia entre la energía que entra y sale tanto en estado vapor como en líquido.

A diferencia de lo que ocurría en el caso del fondo de la columna, debido a que los flujos de energía que entran y salen a los platos son mucho mayores que la variación de la energía en el plato, se puede despreciar el elemento de la derivada convirtiéndose entonces en una ecuación algebraica no diferencial.

$$0 \approx Q_{n-1} + q_{n+1} - Q_n - q_n \quad (\text{Ec. 3.9})$$

El algoritmo del programa “stage” denominación en inglés de plato:

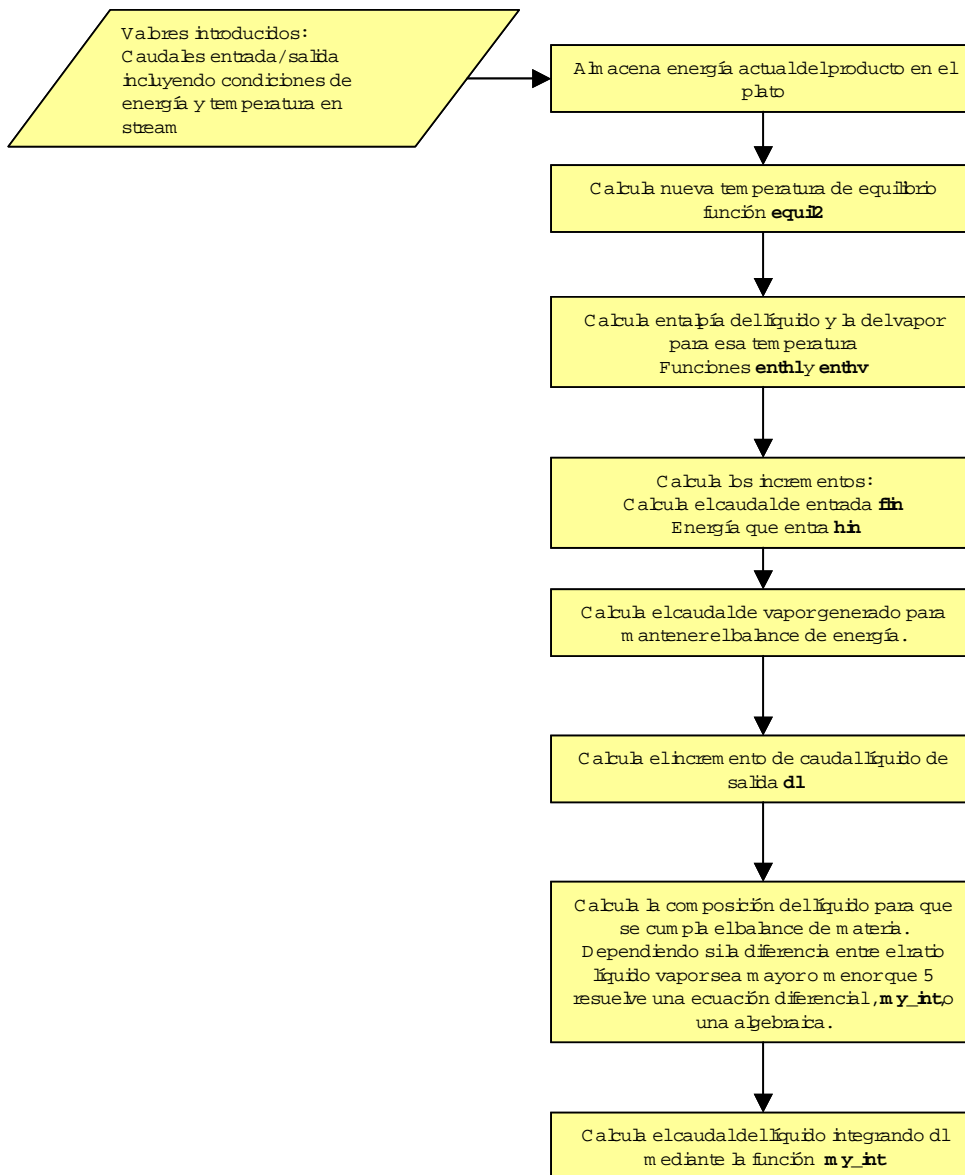


Figura 3.12: Flujograma de la función stage.

Este algoritmo se ha implementado para poder calcular las ecuaciones de balance de materia y energía y, por lo tanto, conocer los caudales de entrada y salida y las composiciones de estos mismos flujos.

El programa parte de las variables de caudal, temperatura, composición que se tienen en la variable stream. En primer lugar, igual que se realiza para el fondo de la columna, se calcula la temperatura de equilibrio en el plato mediante la subrutina “equil2” y las entalpías de líquido y de vapor mediante las funciones “enthl” y “enthv” que se encuentran en los anexos del proyecto.

Se calcula después el incremento de caudal líquido de salida y se calcula la cantidad de vapor de salida para que se cumpla el balance de masa y energía. Por último, calcula el

caudal de salida mediante la integración del incremento de caudal que se ha calculado con anterioridad.

Ahora se presenta el programa “stage” que se ha implementado en MATLAB.

```
function [stream]=stage(I1,I2,IL,IV,H,HL,HTC,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%[stream]=stage(I1,I2,IL,IV,H,HL,HTC,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%I1 stream entrada 1
%I2 stream entrada 2
%IL stream Salida del líquido
%IV stream Salida del vapor
%Stream define los flujos
%data datos de los componentes
%ncf --> ncl son los componentes utilizados
%RCT Array de reacción de los componentes
%    RCT(21) es los moles totales que se generan o se pierden
%    RCT(22) es el calor total que se genera o se pierde
%DT tiempo de integración

%Se calcula la temperatura de equilibrio en el plato
%y las entalpías de líquido y vapor para esa temperatura
[stream]=equil2(IL,IV,stream,data,ncf,ncl,0.01);
stream(IL,23)= enthl(stream(IL,:),data,ncf,ncl);
stream(IV,23)= enthv(stream(IV,:),data,ncf,ncl);

%Calculo del caudal y la energía que entra en el plato
flin=stream(I1,21)+stream(I2,21)+RCT(21);
hin=stream(I1,23)*stream(I1,21)+stream(I2,23)*stream(I2,21)+H+RCT(22);
%Calculo del caudal de vapor para que se mantenga el equilibrio de energía
stream(IV,21)=(hin-flin*stream(IL,23))/(stream(IV,23)-stream(IL,23));

%hasta aqui en adelante no se ejecuta la primera vez
if (LSTR==0)
%Incremento de caudal de salida
dl=(flin-stream(IV,21)-stream(IL,21))/HTC;
%Calcula la composición del líquido que sale del plato
for N=ncf:ncl,
    hk=stream(IV,N)/stream(IL,N);
    cnin=stream(I1,21)*stream(I1,N)+stream(I2,21)*stream(I2,N)+RCT(N);
    if (hk>5)
        stream(IV,N)=cnin/(stream(IV,21)+stream(IL,21)/hk);
        stream(IL,N)=stream(IV,N)/hk;
        dern=0;
    else
        dern=(cnin-flin*stream(IL,N)-stream(IV,21)*(stream(IV,N)-stream(IL,N)))/HL;
    end
    stream(IL,N)=my_int(stream(IL,N),dern,1,DT);
end
stream(IL,21)=my_int(stream(IL,21),dl,1,DT);
end
```

La función “stage” tiene el siguiente encabezado:

```
function [stream]=stage(I1,I2,IL,IV,H,HL,HTC,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
```

Con las siguientes entradas:

- I1 Número que identifica del caudal de entrada de vapor
- I2 Número que identifica del caudal de entrada del líquido

- IL Número que identifica del caudal de salida del líquido
- IV Número que identifica del caudal de salida de vapor
- H Energía que se añade al plato. En este proyecto =0
- HL es la cantidad de producto en cada plato
- Stream Variable que contiene todas las condiciones de todos los puntos del sistema.
- Data variable que contiene los parámetros para poder calcular propiedades físicas de los productos.
- Ncf es el número de componente inicial.
- Ncl es el número de componente final.
- RCT vector de reacción que en este proyecto no se ha utilizado.
- DT Tiempo de integración.
- LSTR Indicador de primera pasada del programa.

Salida:

- Stream Aquí se actualizan las nuevas condiciones de caudal, energía, composición, etc..

Tal como se puede apreciar, la estructura de este programa es similar al del fondo de la columna. Básicamente se transfiere toda la matriz de datos a la función “stage” para que se puedan calcular las nuevas condiciones de equilibrio.

Hay que reseñar la última parte del programa “stage” donde se calcula la composición del flujo del líquido. Se toma la determinación arbitraria de resolver la ecuación de balance de materia integrando o algebraicamente dependiendo del factor $H_{ki} = \frac{Y_{ni}}{X_{ni}}$ donde Y_{ni} es la

concentración de un componente i que sale del plato n en estado vapor y X_{ni} es la concentración de un componente i que sale del plato n en estado líquido.

Cuando la H_{ki} es menor o igual a 5, un valor arbitrario, se ejecuta la ecuación anteriormente descrita 3.8, resolviéndose por integración dicha ecuación. En el caso que la constante sea mayor que 5, es decir que la concentración en estado vapor sea 5 veces mayor que la del líquido se resuelve :

$$0 \approx V_{n-1} Y_{n-1} + L_{n+1} X_{n+1} - V_n Y_n - L_n X_n \quad (\text{Ec 3.10})$$

De alguna manera, la componente H_{ki} hace referencia a la volatilidad de un componente. Esto se hace ya que en esos casos se considera despreciable la cantidad de ese componente que se haya podido acumular en el plato, ya que la cantidad de líquido que pueda haber caído de platos superiores, al tener un volatilidad tan grande vuelve a ser arrastrado hacia platos superiores.

Desde el programa principal se realiza la llamada de la función “stage”. Esta llamada se realiza tantas veces como platos simples tengamos, por lo que la llamada se realiza en forma de bucle siguiendo la estructura siguiente:

```
for N=1:6,
    [stream]=stage(N,40-N,41-N,N+1,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
end
```

En el ejemplo superior se calcularían los flujos desde el plato 1 hasta el plato 6. Como ejemplo se puede ver que en el plato 4, por ejemplo, los stream serían numerados de la siguiente manera:

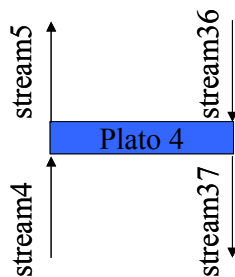


Figura: 3.13 Esquema de flujos en un plato

En el programa tal como se puede deducir de los parámetros que se le pasan a la función “stage”, se ha fijado como característica para el plato que la cantidad de energía que se añade o se extrae del plato es nula. Las toneladas que se acumulan en el plato son 0.1 y el tiempo de retardo hidráulico es de 0.01.

3.5.1.4 Plato con entrada adicional

El plato con entrada adicional se trata del plato por el cual entra el producto a destilar en la columna. Este plato básicamente es igual al que ya se ha estudiado con la única particularidad que en vez de tener dos entradas y dos salidas de producto, hay que considerar 3 entradas y dos salidas.

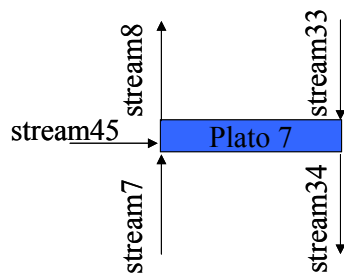


Figura 3.14 Plato con entrada lateral

En este caso y siguiendo el diseño de la columna hay que decir que la entrada a la columna simulada se ha fijado a la altura del séptimo plato.

Para este tipo de plato se ha implementado la función “stagf”, pero viendo que el cambio es muy poco relevante se puede encontrar el programa “stagf” en el anexo siendo suficiente la explicación que se ha realizado de la función “stage” teniendo en cuenta simplemente que se dispone de una entrada adicional.

3.5.1.5 Condensador

En este caso el condensador se utiliza para poder condensar el producto que sale en estado gas desde la columna. Un condensador es un intercambiador de calor, parecido al que se estudió en el caso del “reboiler”, pero lo que se quiere, en vez de evaporar un producto, es condensarlo. El producto pasa por dentro de unos tubos que están en contacto con otro fluido, en este caso un refrigerante. Al estar los productos en contacto térmico a través de las paredes de los tubos se genera una transferencia de energía produciendo la condensación del producto así como el calentamiento del refrigerante.

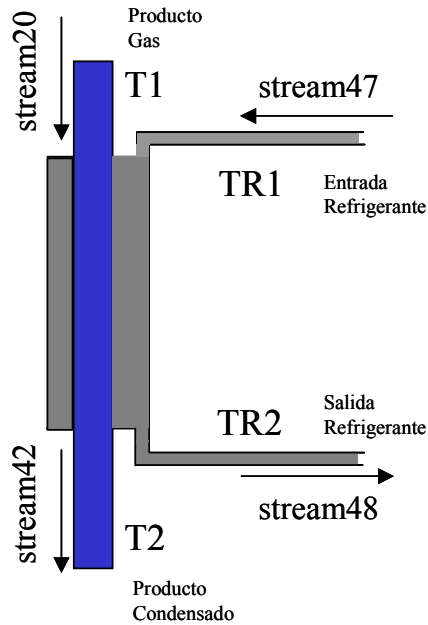


Figura 3.15: Esquema de un condensador.

En este caso lo que se hace es condensar el producto que sale por la cabeza de la columna “stream(20,:)” mediante la extracción de energía. Esta energía se traslada al refrigerante. Hay que tener en cuenta que el condensador implica un cambio de estado del gas que sale de la cabeza de la columna, por lo que hay que extraer una mayor cantidad de energía para poder realizar ese cambio de estado.

Las ecuaciones básicas que definen el modelo de un intercambiador son las siguientes:

$$\Delta T1 = T2 - T1$$

$$\Delta T2 = TR1 - TR2$$

$$\Delta TA = \frac{\Delta T2 - \Delta T1}{\ln\left(\frac{\Delta T2}{\Delta T1}\right)} \quad \text{Ecuaciones 3.11, 3.12, 3.13, 3.14}$$

$$Q = UA\Delta TA$$

Donde :

- T2 Temperatura de salida del producto
- T1 Temperatura entrada del producto
- TR2 Temperatura salida del refrigerante
- TR1 Temperatura de entrada del refrigerante
- DTA Temperatura efectiva del intercambio
- UA Capacidad de intercambio del intercambiador
- Q Transferencia de energía

Las ecuaciones descritas son las que definen estáticamente el funcionamiento de un intercambiador. Se debe encontrar el punto de convergencia entre la energía transferida en el condensador, que es dependiente de las temperaturas de entrada y de salida, que a su vez son dependientes de la energía transferida a cada corriente.

El programa que realiza esa función se denomina "cshe" que básicamente lo que hace es minimizar la función "fcshe" para encontrar el punto de convergencia.

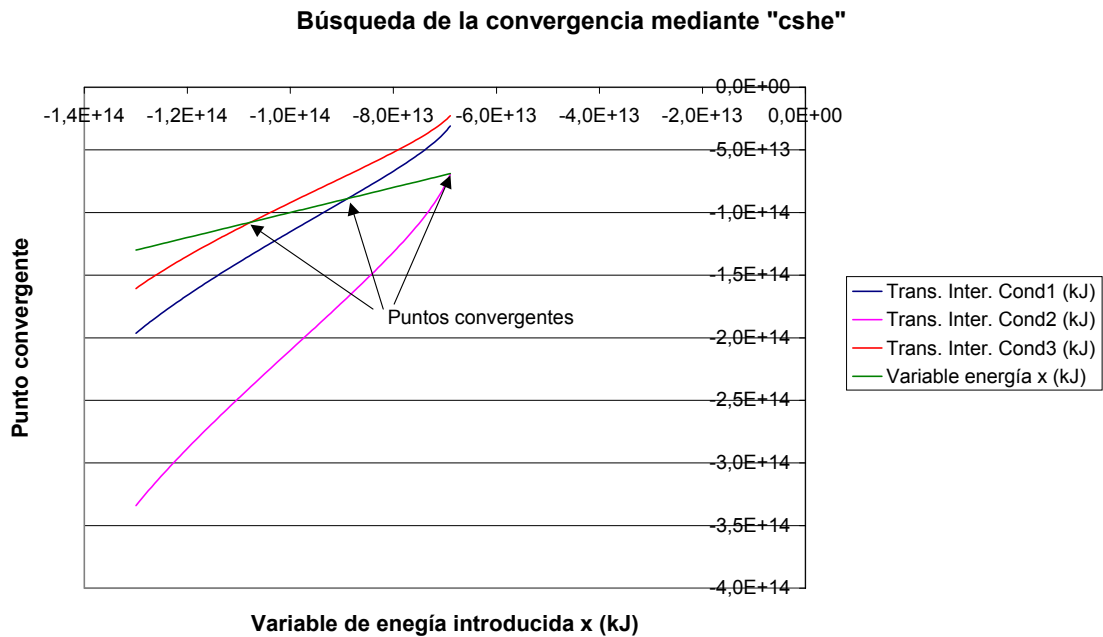


Figura 3.16: Ejemplo de puntos convergentes

En la figura 3.16 se puede ver como bajo tres condiciones diferentes aparecen tres puntos de convergencia diferentes. En concreto la condición que se ha cambiado es el caudal del refrigerante introduciendo 20, 5 y 35 Tn/h para las condiciones 1,2 y 3. El programa "cshe" mediante iteraciones encuentra ese punto de funcionamiento.

Para poder entender mejor cómo funciona, a continuación se puede ver el flujograma de la función “cshe” y “fcshe” conjuntamente.

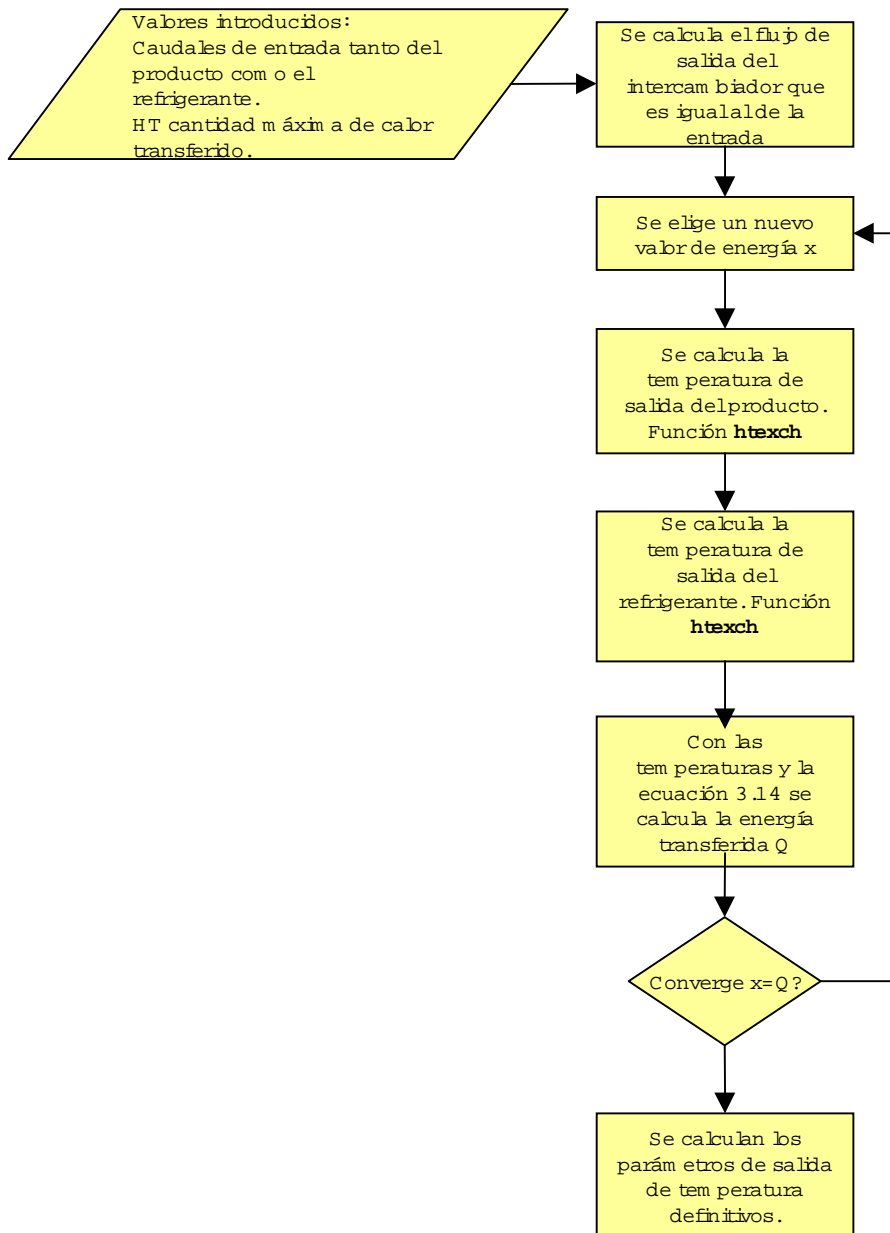


Figura 3.17: Flujograma de la función “cshe” de cálculo del condensador.

Lo que realiza el programa es básicamente, mediante la utilización de la función “fzero” de MATLAB, la búsqueda que hace nulo el error entre x , el valor introducido de energía y Q el valor resultante de la energía transferida.

A continuación se puede ver el programa :

```

function [stream,data,fval]=cshe(I1,I2,IR1,IR2,stream,data,ncf,ncl,ncfr,nclr,HT,L)
%[stream,data]=cshe(I1,I2,IR1,IR2,stream,data,ncf,ncl,ncfr,nclr,HT,L)
%I1 stream de entrada de producto
%I2 stream de salida
%IR1 entrada refrigerante
  
```

```

%IR2 salida refrigerante
%Stream define los flujos
%data datos de fluídos
%nfc componente primero producto
%ncl componente último producto
%ncfr componente primero refrigerante
%ncnr componente último refrigerante
%HT energía transferida
%L estado a la salida

%Se transfieren de la entrada a la salida los valores de caudal
% así como las composiciones ya que estas permanecen inalterables
for N=ncfr:ncnr
    stream(IR2,N)=stream(IR1,N);
end
for N=nfc:ncl
    stream(I2,N)=stream(I1,N);
end
stream(I2,21)=stream(I1,21);
stream(IR2,21)=stream(IR1,21);

% a continuación minimiza la función fcshe para encontrar
% el valor convergente de energía. Para ello antes se calcula el margen
% mínimo que es la energía mínima para convertir todo el gas en líquido
% y no se generen resultados imaginarios en el proceso de convergencia.
options = optimset('Display','on');
aux=stream(I1,23)-enthal(stream(I1,:),data,ncf,ncl);
Qmin= aux*stream(20,21)*1.05;
[Q,fval]=fzero(@fcshe,[HT -Qmin],options,stream,data,IR1,IR2,ncfr,ncnr,I1,I2,ncf,ncl);

% Cálculo de las condiciones de salida
[stream,data]=htexch(IR1,IR2,stream,data,ncfr,ncnr,-Q,L);
[stream,data]=htexch(I1,I2,stream,data,ncf,ncl,Q,L);

```

Las entradas la función son:

```
[stream,data,fval]=cshe(I1,I2,IR1,IR2,stream,data,ncf,ncl,ncfr,ncnr,HT,L)
```

- I1 Número que define el stream de entrada del producto gas
- I2 Número que define el stream de salida del producto ya condensado
- IR1 Número que define el stream de entrada del refrigerante
- IR2 Número que define el stream de salida del refrigerante
- Stream Variable que contiene todas las condiciones de todos los puntos del sistema.
- Data variable que contiene los parámetros para poder calcular propiedades físicas de los productos.
- Ncf Número de componente inicial del producto.
- Ncl Número de componente final del producto.
- Ncfr Número de componente inicial del refrigerante.
- Ncnr Número de componente final del refrigerante.
- HT Calor máximo que se puede transferir
- L Indica el estado de salida del producto L=3 líquido L=0 gas.

Las salidas son ya las habituales stream, data y la función fval que indica si se ha encontrado la convergencia o no. En cualquier caso el programa lo que hace es calcular las condiciones del producto final referentes a temperatura y energía.

3.5.1.6 Depósito de producto de cabeza.

Una vez el producto haya sido condensado se almacena en un depósito. Este depósito está pensado para absorber las diferentes perturbancias del proceso y para hacerlas más lentas. Este depósito hará de pulmón el caso que ocurran cambios bruscos de caudal en la cabeza de la columna, y retardará también los cambios bruscos de composición de la cabeza.

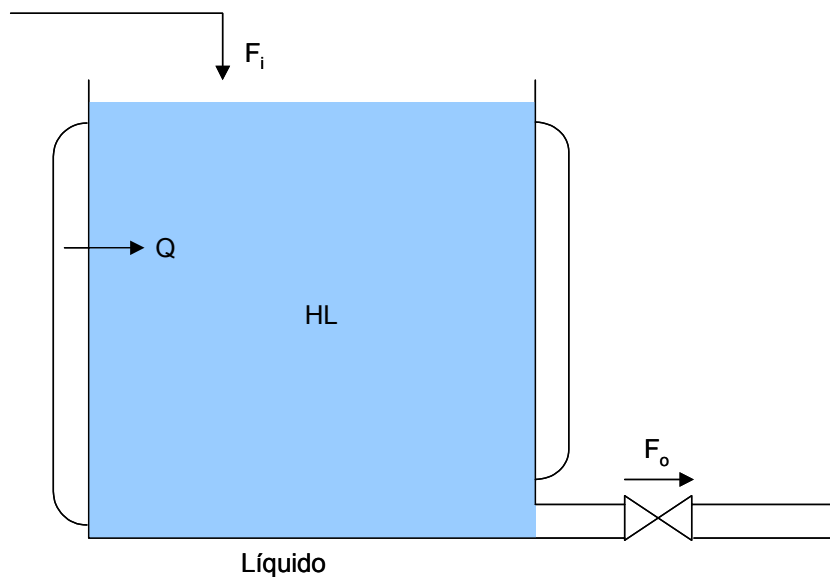


Figura 3.18: Esquema de depósito de producto de cabeza

Las ecuaciones que definen el modelo de un depósito son muy simples. Como siempre se tiene que cumplir el balance de materia y el de energía.

$$\frac{dHL}{dt} = F_i - F_o \quad (\text{Ec 3.15})$$

$$\frac{dX_n}{dt} = \frac{F_i X_i - F_o X_n - X_n \frac{dHL}{dt}}{HL} \quad (\text{Ec. 3.16})$$

$$\frac{dX_n}{dt} = \frac{F_i (X_i - X_n)}{HL} \quad (\text{Ec. 3.17})$$

Donde:

- F_i Caudal de entrada.
- F_o Caudal de salida.
- X_i Concentración del producto X en la entrada.
- X_n Concentración del producto X en el depósito.
- HL Cantidad de producto acumulado en el depósito.

En ecuación 3.15 se puede ver como la acumulación de producto es igual a la diferencia de caudal que entra y que sale. En la ecuación 3.16 se puede ver que el cambio en la concentración de X_n depende de la cantidad del producto que entra y sale con respecto al volumen total de acumulación de producto en el tanque. Combinando esas dos ecuaciones se puede simplificar consiguiendo la ecuación 3.17.

Para el balance de energía se cumple la siguiente ecuación:

$$\frac{dE_o}{dt} = \frac{F_i E_i - E_o (F_o + \frac{dHL}{dt}) + Q}{HL} \quad (\text{Ec. 3.18})$$

Donde:

- F_i Caudal de entrada.
- F_o Caudal de salida.
- E_i Energía del producto de entrada.
- E_o Energía del producto de salida del depósito.
- Q Energía añadida al depósito.
- HL Cantidad de producto acumulado en el depósito.

En la ecuación superior se ofrece la posibilidad de tener en cuenta una posible adición de energía al depósito, como por ejemplo un depósito calentado con vapor o eléctricamente. Sin embargo para el propósito de este proyecto se ha elegido un depósito ideal sin pérdida ni adición de calor.

El programa que se ha creado para el cálculo de estas ecuaciones se denomina “hldp” y tiene el siguiente algoritmo:

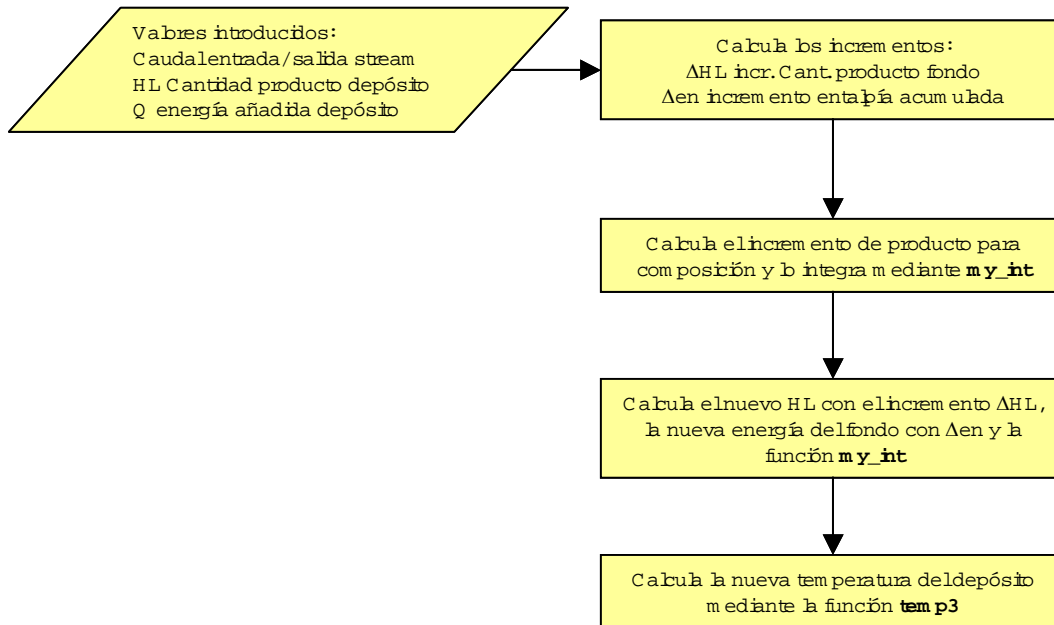


Figura 3.19: Algoritmo de la función hldp

El programa en MATLAB sería el siguiente:

```

function [stream]=hldp(I,IO,L,HL,Q,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%function [stream]=hldp(I,IO,L,HL,Q,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%I n°stream entrada
%IO n°stream de salida
%L L=3 liquido L=0 gas
%HL holdup
%Q flujo de calor
%stream , datos de flujo
%data datos de los componentes
%ncf --> ncl son los componentes utilizados
%RCT
%DT tiempo de muestreo

if (LSTR==1)
%En la primera pasada calcula la energía inicial del deposito
    %para liquido
    if (L==3) stream(IO,23)= enthl(stream(IO,:),data,ncf,ncl);
    end
    %para gas
    if (L==0) stream(IO,23)= enthv(stream(IO,:),data,ncf,ncl);
    end
else
    %Calcula los incrementos de producto, energía
    %para poder después hacer la integración
    dhl=stream(I,21)-stream(IO,21)+RCT(21);
    hin=stream(I,21)*stream(I,23)+Q+RCT(22);
    den=(hin-stream(IO,23)*(stream(IO,21)+dhl))/HL;
  
```

```

%Calcula las nuevas concentraciones mediante integracion
for N=ncf:ncl,
    dfx=stream(I,21)*(stream(I,N)-stream(IO,N));
    dx=(dfx+RCT(N)-stream(IO,N)*RCT(21))/HL;
    stream(IO,N)=my_int(stream(IO,N),dx,1,DT);
end
%Calcula la nueva acumulaci3n de producto
HL=my_int(HL,dh1,1,DT);
stream(IO,23)=my_int(stream(IO,23),den,1,DT);
%calcula la nueva temperatura de salida
stream(IO,22)=temp3(IO,L,stream,data,ncf,ncl);
end

```

Las entradas a la funci3n son las siguientes:

```
[stream]=hldp(I,IO,L,HL,Q,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
```

- I N3mero que identifica del caudal de entrada
- IO N3mero que identifica del caudal de salida
- HL Cantidad de producto acumulada en el dep3sito
- Q Energ3a que recibe el dep3sito
- Stream Variable que contiene todas las condiciones de todos los puntos del sistema.
- Data variable que contiene los par3metros para poder calcular propiedades f3sicas de los productos.
- Ncf es el n3mero de componente inicial.
- Ncl es el n3mero de componente final.
- RCT vector de reacci3n que en este proyecto no se ha utilizado.
- DT Tiempo de integraci3n.
- LSTR Indicador de primera pasada del programa.

En concreto la llamada desde el programa principal se realiza con la siguiente cabecera:

```
[stream]=hldp(43,21,3,2,0,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
```

Que significa:

- Entrada producto stream43
- Salida del producto stream21
- Estado del producto 3= l3quido
- Cant. Producto dep3sito 2 Tn

3.5.2 Programa Principal

El programa principal, mediante la llamada a las funciones que ya hemos descrito y teniendo en cuenta las variables contenidas en Stream y las entradas de energía al sistema para un instante T , calcula las variables y los estados resultantes para $T+\Delta T$.

A continuación se va a mostrar el algoritmo del programa que se ha denominado “colsim”:

- El programa empieza con una bifurcación. Si $T=0$ se cargan los parámetros iniciales desde el fichero “start.mat”.
- Seguidamente, se ejecutan las siguientes funciones.
 - Reb2.- Para calcular la cantidad de energía entregada a la columna.
 - Bot. – Para calcular la cantidad de vapor que sale del fondo evaporado.
 - Stage.-Desde el plato 1 al 6 calcula todos los valores de caudales, temperaturas y energía.
 - Stagf.- Calcula las condiciones del plato de entrada del producto.
 - Stage.- Desde el plato 8 al 19 calcula el resto de platos.
 - Cshe.- Calcula las condiciones del producto y el refrigerante tras pasar por el mismo el producto que sale de la columna.
 - Hldp.- Calcula las condiciones del producto en el depósito y después de pasar por el mismo.

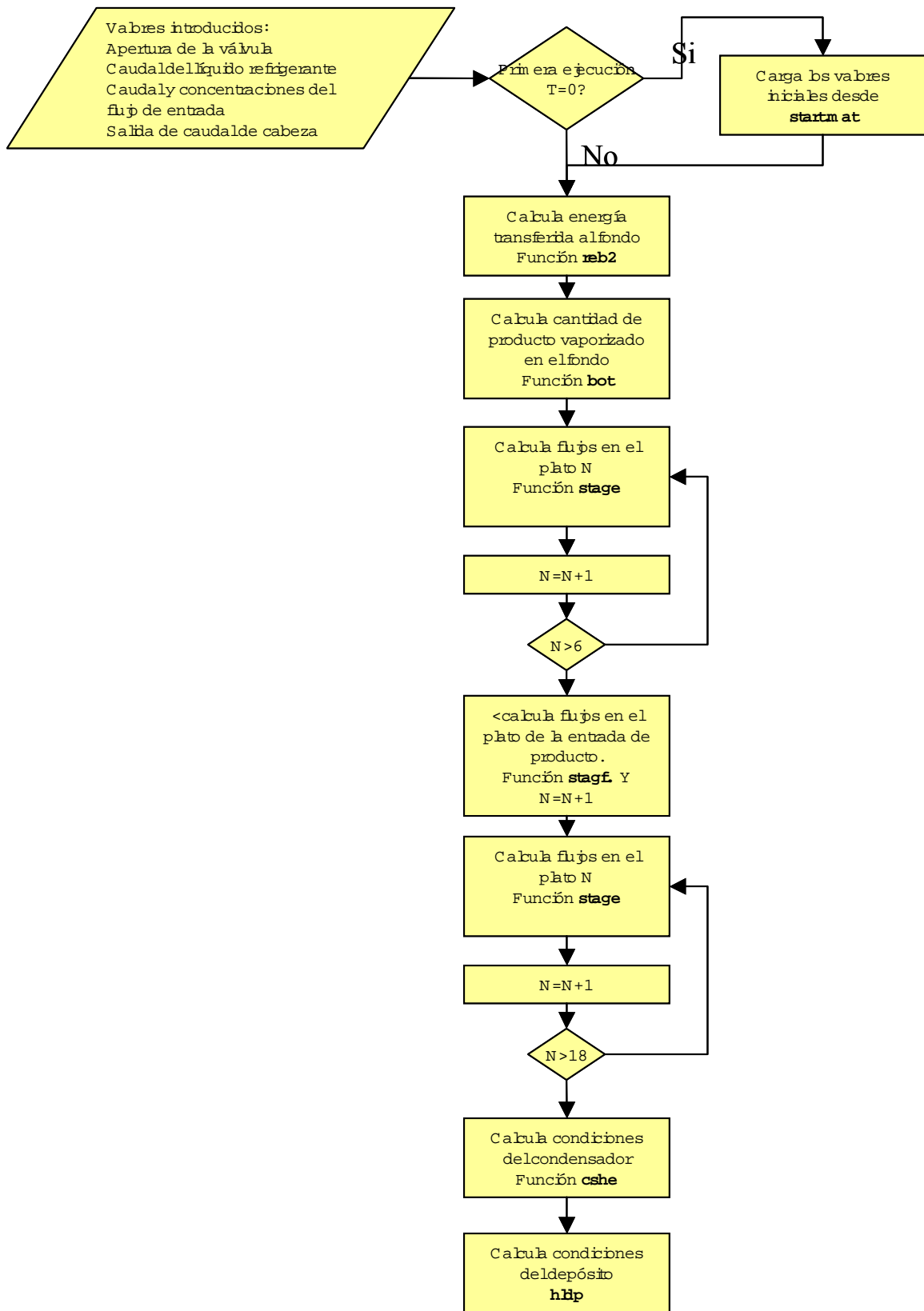


Figura 3.20: Algoritmo del programa principal "Colsim".

El programa sería el siguiente.

```

function aux=colsim(T,Ffeed,X1,X2,X3,X4,pfhead,pexenerg,plato,A,G,Ki,Frefrig,Trefrigerante)
global H
global tm
global stream
global data
global ncf
global ncl
global DT
global LSTR
global Integral
global HL
global HL2
WC=10000;
CV=4645;
if (T==0)
    WC=10000;
    CV=4645;
    stream=[];
    data=[];
    H=12000e3;
    HL=10;
    HL2=2;
        stream=zeros(50,24);
    Tiempo=[];
        [stream,data,ncf,ncl]=dat3(1);
    load start
    DT=0.001;
    LSTR=0;
    Integral=0;
    stream(47,1:5)=[0 0 0 0 1];
    stream(47,23)=15e3;
    stream(47,24)=40;
    stream(48,24)=40;
else
    LSTR=0;
    stream(47,1:5)=[0 0 0 0 1];
    stream(47,22)=-20;
    stream(47,23)=15e3;
    stream(47,24)=40;
    stream(48,24)=40;
end
    RCT=zeros(1,22);
    stream(45,21)=Ffeed;
    stream(45,1)=X1;
    stream(45,2)=X2;
    stream(45,3)=X3;
    stream(45,4)=X4;
    stream(47,21)=Frefrig;
    stream(47,22)=Trefrigerante;
    %asignaciones
        if (stream(45,21)>0)
            stream(41,21)=stream(40,21)-stream(1,21); %Elimino caudal de salida del fondo
        end;
    %Reboiler
    [stream,H,tm]=reb2(A,H,CV,WC,46,41,stream,data,tm,DT,LSTR);
%Calculo fondo
    [stream,HL]=bot(40,41,1,H,HL,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);

```

```

%Calculo platos
    for N=1:6,
        [stream]=stage(N,40-N,41-N,N+1,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
    end
    [stream]=stgfg(7,33,45,34,8,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
for N=8:19,
    [stream]=stage(N,40-N,41-N,N+1,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
end
%Calculo refrigerante
[stream,data,fval]=cshe(20,43,47,48,stream,data,1,4,5,5,-1.5e7,3,0,0);
%Calculo deposito
[stream]=hldp(43,21,3,7,-5000,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
%Asignaciones
stream(21,23)=pexenerg;
stream(21,21)=pfhead;
stream(21,22)=-30.33;
Fvapor=stream(46,21);
Fhead=stream(20,21);
Fbottom=stream(41,21);
Thead=stream(20,22);
Tbottom=stream(41,22);
C_fondo=stream(41,1:4);
C_cabeza=stream(20,1:4);
Perfil_T=[stream(1,22) stream(3,22) stream(5,22) stream(7,22) stream(10,22) stream(12,22)
stream(15,22) stream(17,22) stream(18,22) stream(20,22)];
aux=[Fhead;Fbottom;Fvapor;Perfil_T';C_fondo';C_cabeza';HL2;A;HL;pfhead;H;stream(21,22);stream(47,21);stream(48,22)];

```

Las variables de entrada se transfieren desde el programa de SIMULINK.

3.5.3 Ejecución del programa Colsim mediante Simulink

Como ya se ha comentado, el programa Colsim calcula todos los parámetros de caudal, temperatura, energía, concentraciones, etc.. para $T+\Delta T$ partiendo de los datos que se tienen en T .

Para poder aprovechar al máximo la capacidad de simulación y poder cambiar de la manera más fácil posible los parámetros de entrada y de salida se ha creado una aplicación en simulink denominada “**sim**”.

Desde esta aplicación lo que se hace básicamente es llamar a la función **colsim.m** introduciendo desde la pantalla de simulink las variables que son susceptibles de ser cambiadas.

Los parámetros que son variables de entrada han sido elegidos como las variables que en realidad pueden cambiar en un proceso químico. Así una columna de destilación debe estar preparada para poder asimilar cambios de caudal de entrada, cambios de la composición de entrada, etc..

También se han de poder elegir las variables que van a permitir llevar a equilibrar la columna cuando se produzcan estos cambios en la entrada. En este caso hay referirse al aporte de energía del fondo, la extracción de producto del fondo, la extracción del producto de la cabeza y las condiciones de energía del reflujo que va a la columna (se denomina reflujo al caudal de producto que ya en forma líquida se vuelve a introducir en la cabeza de la columna).

De cualquier manera siempre que se diseñe un equipo conlleva unas condiciones de diseño o punto de trabajo que va a ser punto habitual de operación. En este caso se ha fijado los siguientes puntos de trabajo.

Puntos de operación ideales y permitidos				
	Condición de diseño de entrada	Und.	Márgenes de operación	Und.
Caudal de entrada	6	Tn/h	0-10	Tn/h
Concentraciones				
Propano	20	%	±10	%
Propileno	40	%	±10	%
Étileno	23	%	±10	%
Étano	17	%	±10	%

Tabla 3.5: Tabla de las condiciones de diseño y puntos de operación

Hay que reseñar que algunos límites se han fijado arbitrariamente, ya que al no haber definido el proceso que precede o proceso posterior de la columna quedan algunos límites sin definir.

Generalmente en un proceso químico los límites de operación de un equipo no sólo son fijados por el propio equipo, sino que los equipos o procesos predecesores y posteriores también pueden limitar las condiciones de trabajo de un equipo o una unidad.

El programa en Simulink tendrá esta apariencia:

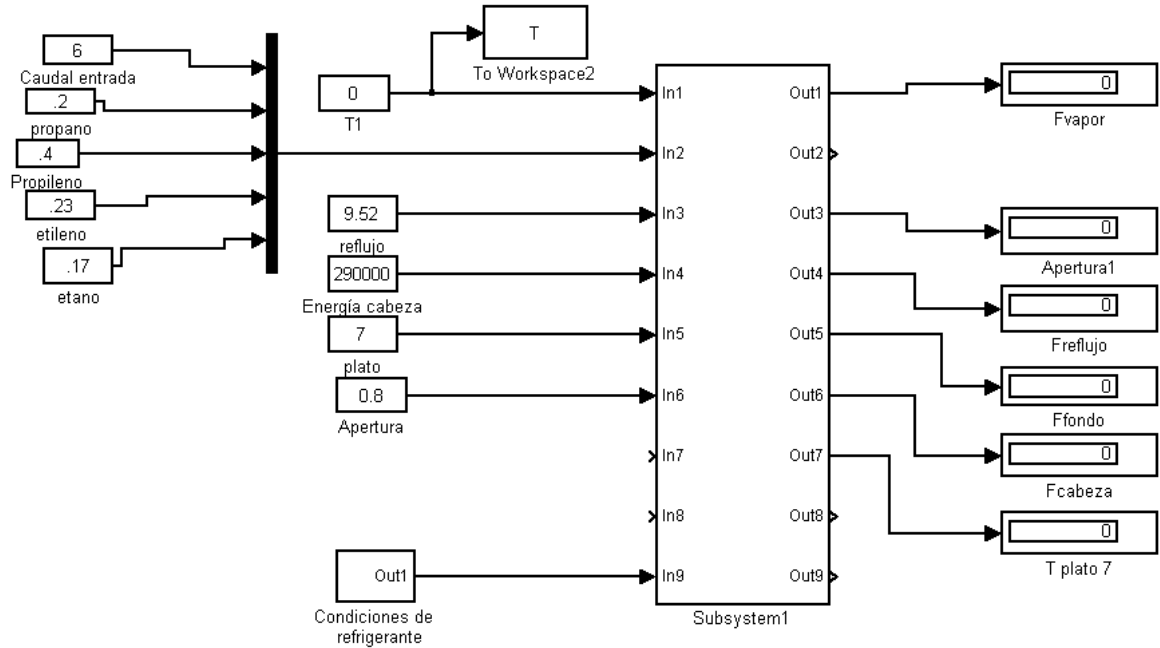


Figura 3.21: Programa principal Simulink.

En el programa principal, tal como se ha comentado, se tienen todas las variables de entrada de caudales, composiciones, energías, aperturas de la válvula, etc..

En este programa el bloque principal es el Subsystem1. Dentro de ese bloque hay una estructura de otros dos subsistemas anidados que finalmente llama a la función **colsim** mediante la función “MATLAB Fcn”.

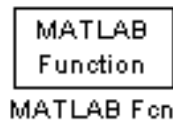


Figura 3.22: Función MATLAB utilizada para llamar a la función colsim.

Este es el programa que se utilizará en lazo abierto modificándolo para cada uno de los experimentos, ya que unas veces se modificarán los parámetros de caudal, otras de energía, etc. para ver la respuesta de la columna ante esas situaciones diferentes.

Dentro de subsystem1 se puede encontrar el siguiente programa simulink.

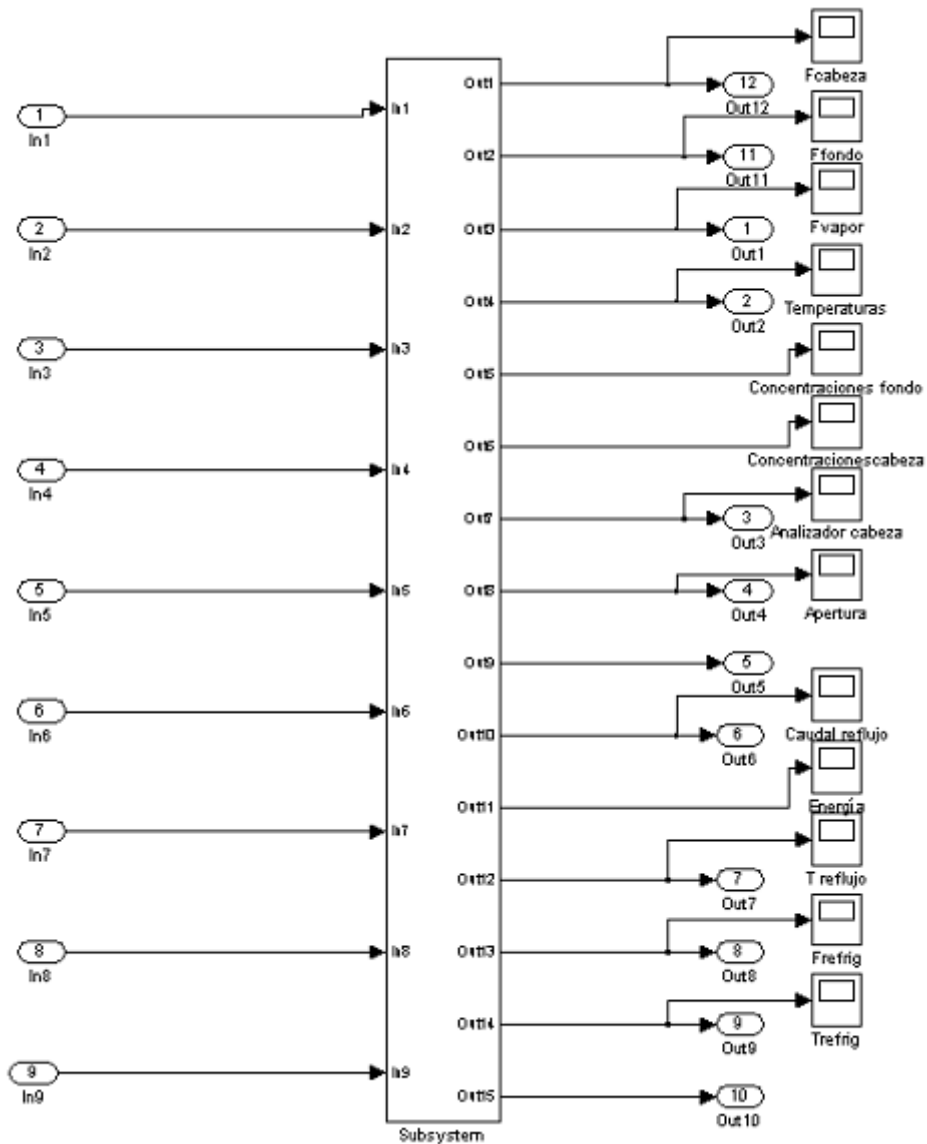


Figura 3.23: Subsistema primero.

Este subsistema se utiliza para generar gráficos de parámetros de proceso. Se han realizado dos subsistemas para que a la hora de utilizarlo fuera más claro.

En la figura 3.24 que se ve el interior de subsystem donde se llama definitivamente a la función **colsim** a través de la función “**MATLAB Fcn**”. Este subsistema se ha utilizado para escribir los valores de las condiciones de proceso de la simulación a variables y poder almacenarlas.

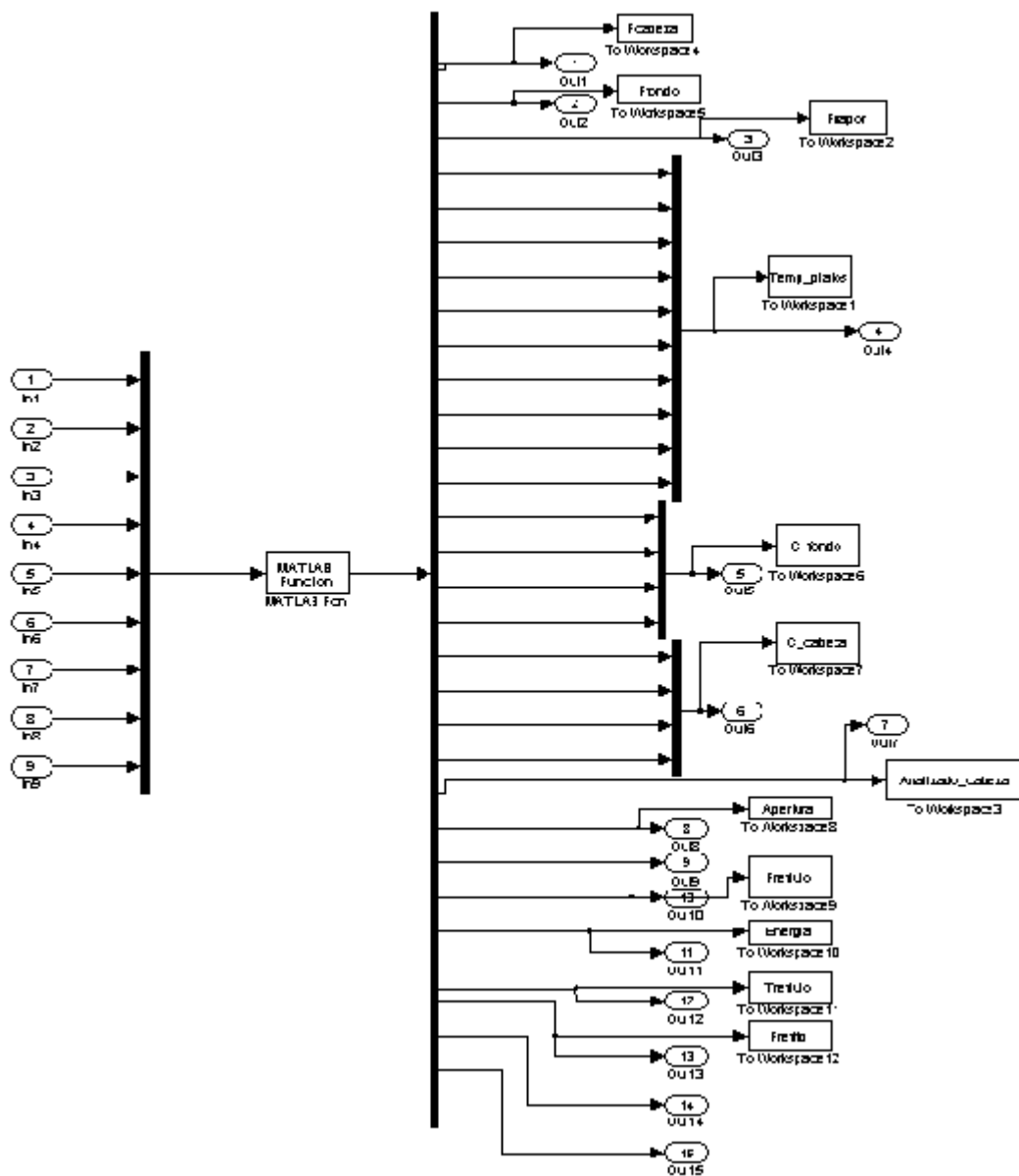


Figura 3.24: Esquema simulink del subsistema de jerarquía más baja.

3.6 Resumen del programa de simulación

En esta primera parte se han analizado las ecuaciones físicas básicas que definen el funcionamiento de una columna de destilación. Se ha podido estudiar cómo funciona, cómo realiza la separación y cuáles son los distintos parámetros físicos que se deben tener en cuenta.

Más tarde se han analizado diferentes equipos que componen el circuito que se quiere analizar y se ha creado una función en MATLAB que defina su funcionamiento.

Al final se ha generado la función en simulink que llama a la función colsim que es donde se ejecuta cada uno de los pasos de la simulación.

Una vez de haber solventado los problemas de errores de programación o situaciones inestables de cálculo se puede proceder a la simulación del sistema haciendo uso de las herramientas que se han fabricado para este objetivo, es decir, los programas **sim** y **colsim**.

4 SIMULACIONES

La primera dificultad que se encuentra al realizar una simulación de una columna es el tipo de dinámica de la misma. Hay que entender que una columna de 19 platos tiene 20 estados de equilibrio (contando también el fondo). Esta gran cantidad de estados de equilibrio introduce retardos en la dinámica de la columna. De alguna manera hay una gran cantidad de almacenadores de energía y materia haciendo que el sistema resultante tenga una dinámica lenta.

Sin embargo, si se analizan individualmente los platos, pueden tener una dinámica muchísimo más rápida. Esto hace que por un lado los procesos de destilación requieran de unos tiempos de simulación muy largos y, por otro lado, que el periodo de integración que se utilice a la hora de ejecutar la simulación sea corto, ya que periodos de integración más altos introducen inestabilidad en el cálculo de la simulación. Los valores de la simulación empiezan a oscilar o los resultados experimentan cambios bruscos que no concuerda con la dinámica del sistema.

Como norma general el libro MODELING AND SIMULATION IN CHEMICAL ENGINEERING de Roger G.E. Franks [2] recomienda que el periodo de integración máximo debe ser menor a:

$$\tau = \frac{H}{V_n K_n + L_n} \quad \text{Ec. 4.1}$$

Donde:

- H es la acumulación de líquido en un plato.
- V_n es el caudal de vapor que sale del plato.
- L_n es el caudal de líquido que sale del plato.
- K_n es el ratio vapor-líquido.

En el caso que se ha analizado en este proyecto se ha implementado la simulación con un periodo de integración de 0.001 horas o dicho de otra manera, el periodo de integración es de 3,6 segundos.

Teniendo en cuenta que ante cambios los periodos de estabilización son cercanos a una hora estos periodos de integración son muy cortos. Sin embargo, por lo descrito con anterioridad, si elegimos periodos de integración más cortos, bajo algunas condiciones, el cálculo se convierte inestable.

4.1 Objetivos

Con la realización de las simulaciones se deben cumplir los siguientes objetivos:

- Realización de simulaciones de entrada para diferentes tipos de variaciones.
- Comprensión del funcionamiento de la columna.

- Búsqueda de los lazos más efectivos de control.
- Deducir qué instrumentación va a ser la necesaria para automatizar la columna.
- Fijar capacidades que se van a necesitar en válvulas, temperaturas, caudalímetros, etc..

4.2 Diseño de la columna.

La columna que se va a simular tiene las siguientes características:

- Una entrada y dos salidas: Por la de cabeza saldrá etano + etileno y por el fondo propano + propileno.
Pureza requerida en cabeza no más de 10ppm de propano + propileno.
- 19 platos intermedios de separación. Una capacidad del plato de 100 Kg. de producto. Sin ningún aporte de energía.
- Cantidad de producto acumulado en el fondo 10 Tn.
- Cantidad de producto acumulado en el depósito de condensación 2 Tn.
- Perdida de carga de la columna entorno a 1 bar.
- Se dispone de un intercambiador donde a la salida tenemos una temperatura de – 20°C.
- Puntos de operación:

Puntos de operación ideales y permitidos				
	Condición de diseño de entrada	Und.	Márgenes de operación	Und.
Caudal de entrada	6	Tn/h	0-10	Tn/h
Concentraciones				
Propano	20	%	0-50	%
Propileno	40	%	0-50	%
Etileno	23	%	0-50	%
Etano	17	%	0-50	%
Temperatura	40	°C	20-50	°C
Energía	4,00E+05	kJ/Tn	2e5-6e5	kJ/Tn
Presión	30,5	bara	30,5-40	bara

Tabla 4.1: Condiciones de entrada de diseño y operación.

Condiciones de equilibrio de salida				
	Condiciones de salida de cabeza (antes condensador)	Und.	Condiciones de salida de fondo	Und.
Caudal de salida	2,4	Tn/h	3,6	Tn/h
Concentraciones				
Propano	0	%	33,3	%
Propileno	0	%	66,7	%
Etileno	57,5	%	0	%
Etano	42,5	%	0	%
Temperatura	-7	°C	70	°C
Energía	9,42E+05	kJ/Tn	2,43E+05	kJ/Tn
Presión	28	bara	29,9	bara

Tabla 4.2: Condiciones de salida.

Una vez se ha implementado el programa hay que ponerlo a funcionar para poder entender así su funcionamiento y así poder automatizar la columna de manera más eficaz.

4.3 Variables de entrada

Hay que diferenciar entre variables y perturbancias. Se han considerado como variables los parámetros que se pueden cambiar a voluntad del operador para poder mantener la columna en un estado de operación aceptable.

Disturbancias, sin embargo, serían los cambios de carga o de estado de la entrada. Una columna no siempre recibe la misma composición en la entrada y tampoco está pensada para trabajar siempre al 100% de carga. Toda columna debe estar preparada para trabajar en un rango de operación.

Por lo tanto en una columna se tienen las siguientes variables:

- Energía entregada al fondo.- Es la energía que el vapor que pasa a través de la válvula entrega al fondo de la columna. Es la que fija cuánto caudal va a salir del fondo y, por tanto, afecta al caudal de toda la columna. La energía depende de la apertura de la válvula y también de la temperatura que se encuentre el fondo de la columna.
- Reflujo de la columna.- El reflujo es la materia que entra en forma líquida por la cabeza de la columna después de haberse condensado en el depósito de producto de cabeza. No sólo es dependiente de la cantidad de materia que se introduce, sino que también es dependiente de la composición.

Por lo tanto se dispone de dos variables, una de estas dos es múltiple (Caudal y composición) sobre las cuales se podrá actuar para mantener en operación la columna.

Hay que reseñar que otra de las variables que afectan de gran manera a la operación de la columna es la presión de la misma. Sin embargo, las operaciones de destilación se realizan con una presión estable, de manera que la variación de la presión no se ha tenido en cuenta para la simulación de la columna.

Básicamente hay una perturbancia principal que es la variación del caudal de entrada. Esta igual que el reflujo no solo puede cambiar en cantidad sino que también puede cambiar en composición.

Para poder entender el funcionamiento de la columna se han simulado los efectos de las perturbancias como el efecto del cambio de las variables para poder conseguir de esta manera una propuesta de diseño de control adecuada.

4.4 Condiciones estables

En cualquier caso, hay que decir que la columna debe partir de una situación estable. Una situación estable significa que no existen variaciones sustanciales en los parámetros físicos del sistema bien sean de caudal, temperaturas, energías y presiones. Las condiciones de entrada - salida de caudales son las de diseño que ya han sido descritas en las tablas 4.1 y 4.2.

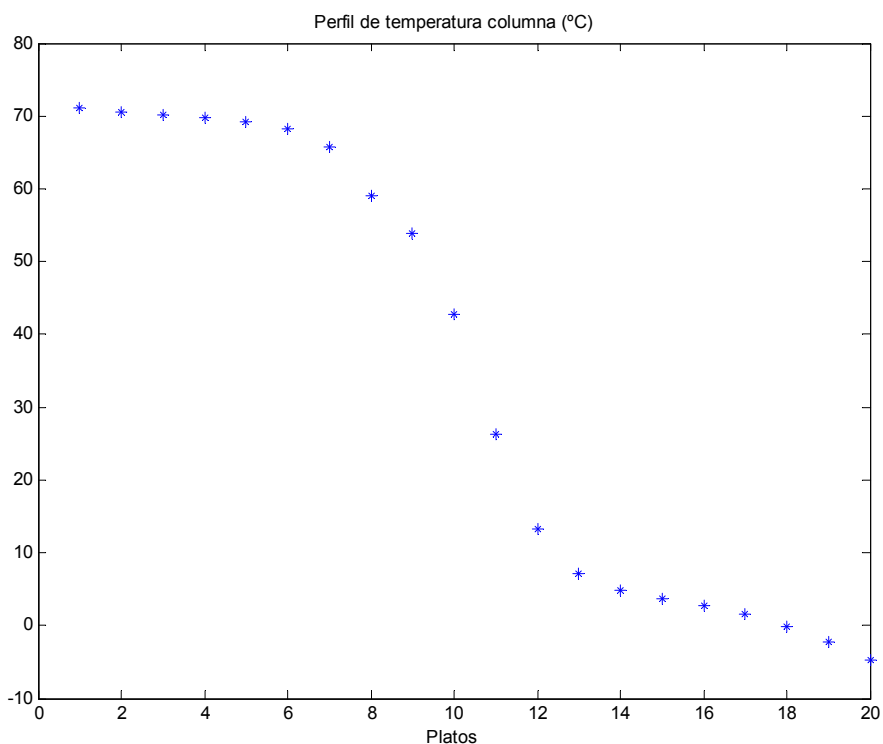


Figura 4-1: Perfil de temperatura dentro de la columna.

4.4.1 Perfil de temperaturas

En la figura 4-1 se puede ver el perfil de temperaturas de la columna en estado estable. Tal como se puede apreciar se establece un perfil de temperatura que sufre su mayor cambio cerca del plato 10. Las temperaturas van en relación directa con la composición. A continuación se va a ver la distribución de las temperaturas en los distintos platos.

4.4.2 Perfil de composiciones

En el caso de las composiciones se puede ver como para unas condiciones estables va variando la composición del producto en los diferentes platos, de manera que se realiza la separación. Se puede observar cómo a la altura del plato 10 es donde se produce el cambio más brusco de concentraciones, donde precisamente corresponde con el cambio más brusco de temperatura dentro de la columna. Se puede ver como a la izquierda de la figura 4-2 se acumula sólo propano - propileno y a la derecha etileno - etano. Las concentraciones de salida corresponden a las ya comentadas condiciones de diseño: propano 33,3%,

propileno 66,6%, etileno 57% y etano 43%. Estas condiciones estables son las que van a cambiar en cuanto se introduzcan perturbancias en la columna.

En cualquier caso el objetivo es claro: aunque existan variaciones de los puntos de operación, no debe permitirse que tengamos componentes de propano-propileno en la cabeza y viceversa, compuestos de etileno-etano en el fondo.

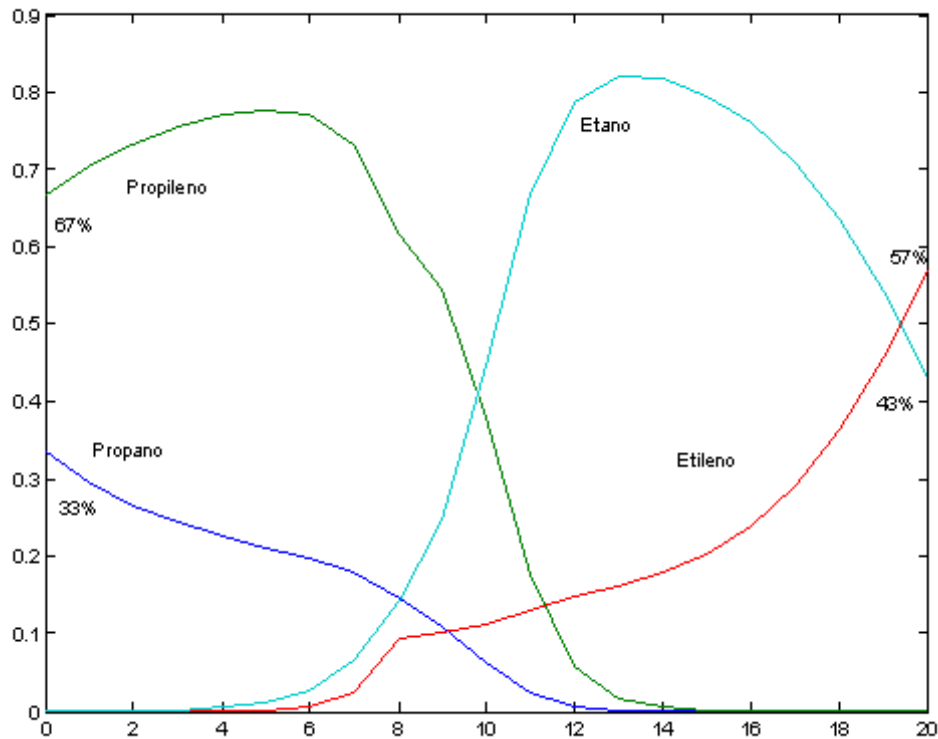


Figura 4.2: Perfil de composición en la columna.

4.5 Simulación de la variación del caudal de la entrada

Para ver el efecto de la variación del caudal de la entrada se ha hecho la simulación bajo las siguientes condiciones:

Condiciones del caudal de entrada			Condiciones de caudal de reflujo		
	Caudal	Und.		Caudal	Und.
	2-10	Tn/h		9,52	Tn/h
	Composición			Composición	
Propano	20	%	Propano	0	%
Propileno	40	%	Propileno	0	%
Etileno	23	%	Etileno	55	%
Etano	17	%	Etano	45	%
				Energía fondo	
			Cv de la válvula	4645	
			Apertura	80	%

Tabla 4.3: Condiciones en las cuales se realiza la simulación.

Manteniendo el resto de parámetros constantes, se ha variado el caudal de entrada a lo largo del tiempo para poder así ver el efecto que tiene sobre la columna bajo las condiciones arriba descritas. Se han introducido entradas escalón tal como se puede ver en la figura 4.3. Se ha variado el caudal de entrada desde 2 a 10 Tn/h tanto ascendente como descendientemente para ver el efecto que tiene sobre el resto de la columna. Los escalones que se han introducido son de 2 Tn/h y entre escalones se ha esperado una hora para que hubiera cierto tiempo para la estabilización de la columna.

Al cambiar el flujo de caudal que entra en la columna esto afecta directamente al caudal que circula arriba y abajo en la columna.

En la figura 4.4 se puede observar que cuando se reduce el caudal de entrada, se reduce también el caudal de salida de la cabeza. Lo mismo ocurre con el caudal de salida del fondo tal como se puede ver en la figura 4.5. Esto en primera instancia parece coherente, ya que una vez que la columna se encuentre en operación estable se tiene que cumplir el balance de materia de la columna y, por lo tanto, al reducirse la entrada también se reduce la salida.

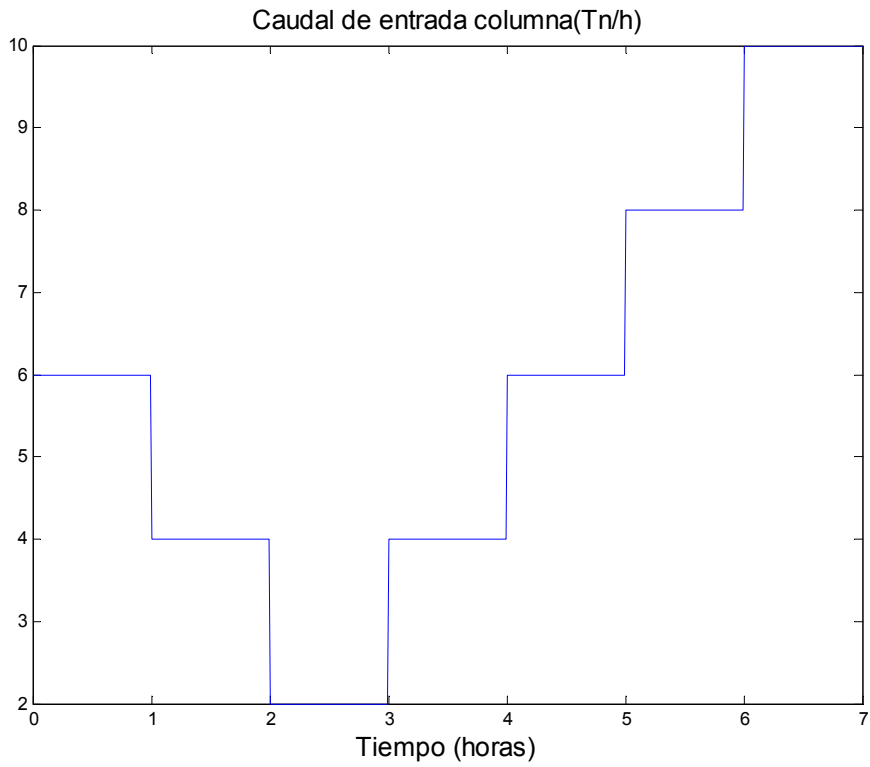


Figura 4.3: Función de entrada del caudal a la columna.

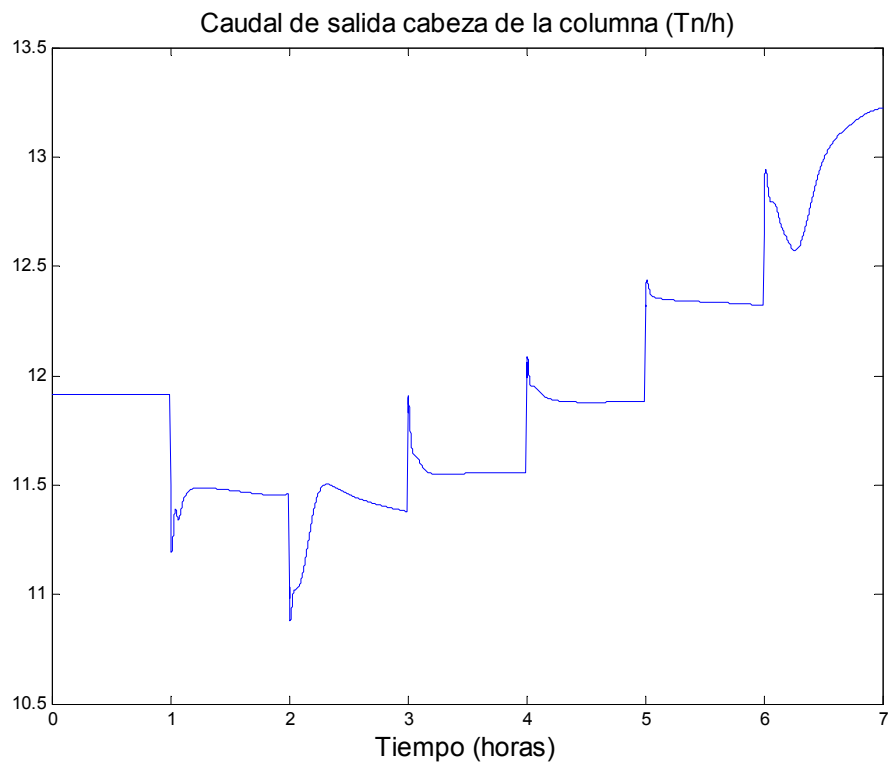


Figura 4.4: Caudal que sale de la cabeza de la columna

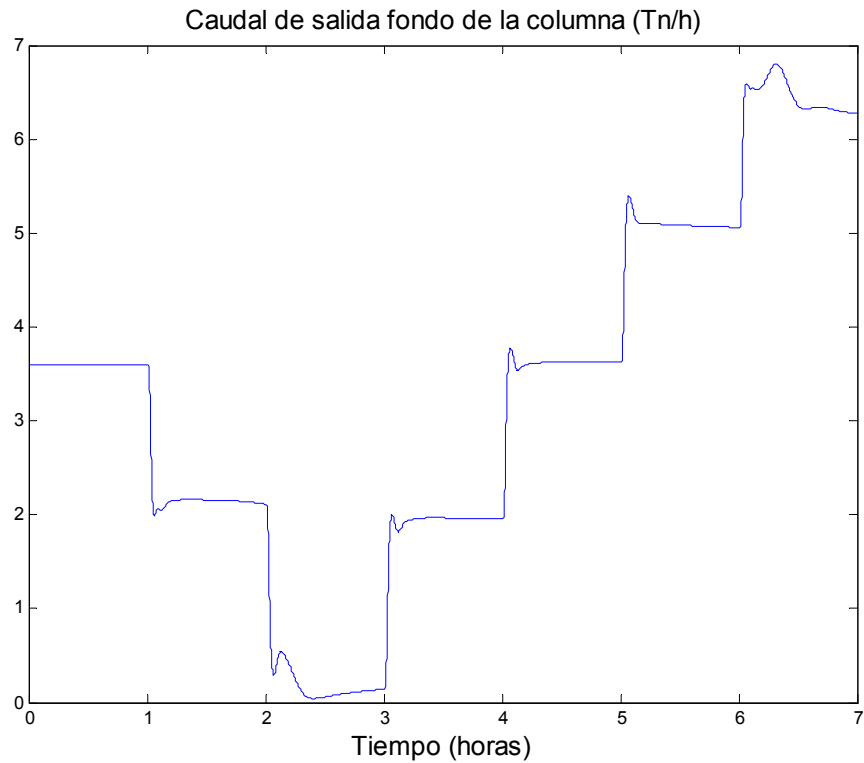


Figura 4.5: Caudal de salida del fondo.

Sumando simplemente las entradas de caudal (caudal de entrada y caudal de reflujo de cabeza) y restando los caudales de salida (caudal de cabeza de salida y caudal de salida de fondo) se puede ver claramente que se mantiene el balance de materia en la columna. Esta es una de las ecuaciones básicas que modelizan la columna. Para comprobarlo se ha creado la figura 4.6, que es el resultado del balance de materia. Se puede ver cómo el balance final es cero salvo en los instantes en donde se produce un cambio en la columna.

También se puede acumular producto en el fondo de la columna, pero en este caso el programa de simulación “colsim” fuerza a mantener un nivel constante en el fondo de igual manera que lo haría un control de nivel del fondo

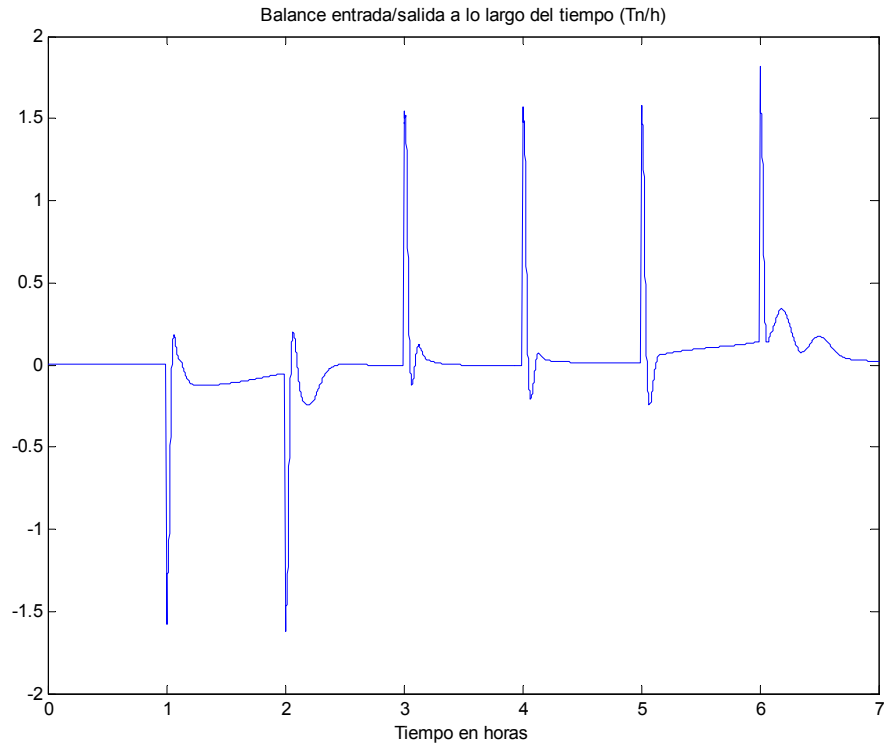


Figura 4.6: Balance de caudales entrada salida de la columna

La conclusión que hay que sacar por lo tanto de esta primera simulación es que cuando el caudal de entrada se reduce, automáticamente se reduce el caudal que sale por la cabeza de la columna y también se reduce el caudal que sale del fondo.

Esto se puede ver resumido en la figura 4.7. El único caudal que se mantiene es el que a propia voluntad se ha mantenido fijo, que es el caudal de reflujo de 9,52 Tn/h. De todos modos, hay que tener en cuenta que el origen del caudal de reflujo es el caudal que viene por la propia cabeza, por lo que en cualquier caso la entrada de reflujo depende del caudal de la cabeza, con lo que al final ese caudal de reflujo también se reducirá. Más adelante se ha realizado una simulación de esto para poder demostrarlo.

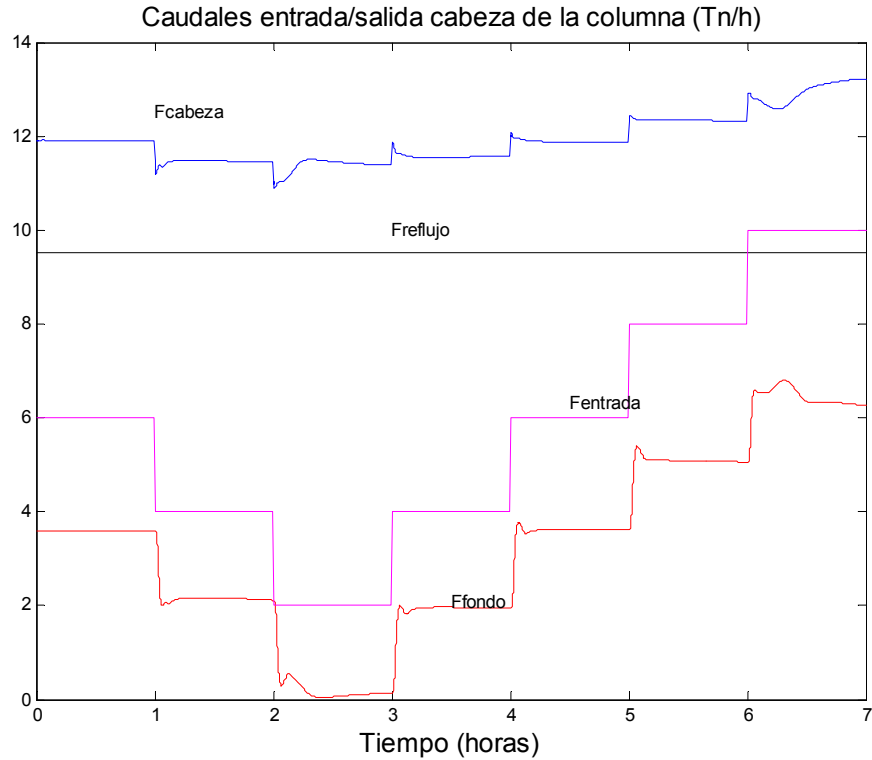


Figura 4.7: Caudales de entrada y de salida.

Las gráficas que se han visto hasta ahora, relativas al caudal, no demuestran claramente a qué tipo de sistema corresponde: primer orden, segundo orden,..

En cualquier caso hay que tener en cuenta que estos sistemas químicos, en un principio, no son lineales y, por otro lado, el caso que se está estudiando en concreto tiene 19 platos y dos depósitos haciendo por tanto un sistema como mínimo de 19 retardos y, en consecuencia, unos órdenes muy elevados. De todos modos, viendo la figura 4.7 sí se puede sacar una clara conclusión de cómo cambian los caudales.

Con estas simulaciones, por lo tanto, se quiere demostrar que la modelización en sistemas químicos requiere un profundo análisis y la creación de un sistema partiendo de la modelización de las partes, tal como se ha hecho en este proyecto. Se han modelizado sistemas como un plato, el reboiler, un condensador, etc. y se han agrupado haciendo un sistema complejo que no es posible analizar globalmente.

4.5.1 Cambios de las concentraciones en la columna

Hay que tener claro que el objetivo de la columna es separar varios componentes, por lo que más que los caudales nos va a interesar como han evolucionado las composiciones a lo largo del tiempo.

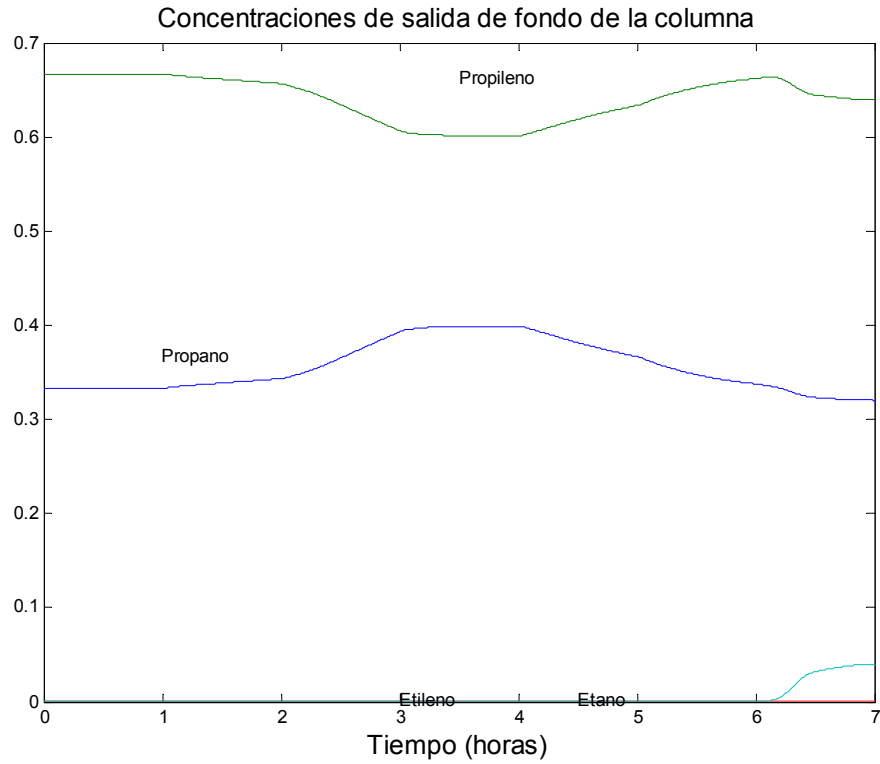


Figura 4.8: Concentraciones en el fondo de la columna.

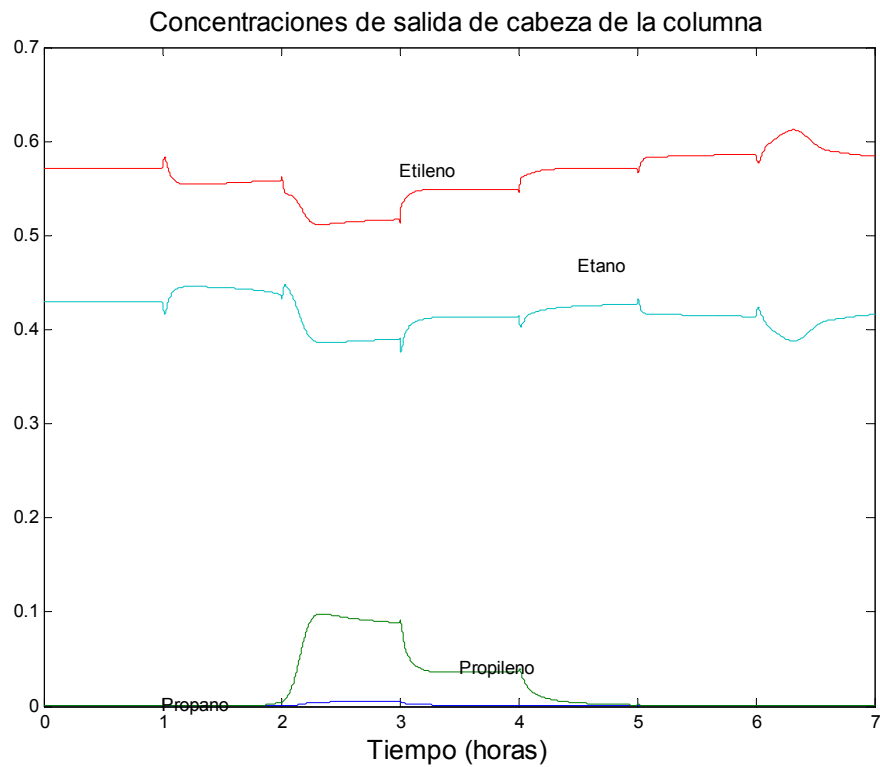


Figura 4.9: Concentraciones de la cabeza de la columna.

En las figuras 4.8 y 4.9 respectivamente se puede ver la evolución de las concentraciones tanto en el fondo como en la cabeza de la columna. Ahí se ve la evolución de los cuatro componentes propano, propileno, etileno y etano. Tal como se puede apreciar en el fondo de la columna las concentraciones de propano - propileno son siempre superiores que las del etileno y el etano, tal como debe ser. Precisamente pasa lo contrario en la cabeza, lo que también es lo correcto.

La primera gran diferencia que hay que resaltar es que los cambios de concentraciones en la cabeza se producen mucho más rápido que en el fondo. Esto se debe a que las concentraciones de la cabeza son las que directamente salen de la cabeza "stream20" y no las que salen del depósito de producto de la cabeza "stresm43", con lo que no se tiene ninguna capacidad de almacenamiento, mientras que el fondo contiene 10 Tn de producto, por lo que los cambios se ven amortiguados. De alguna manera, hay que mezclar el flujo que entra con el que ya se contenía en el fondo de la columna.

Viendo la figura se puede concluir que aparecen dos puntos críticos en donde la separación no se produce correctamente. El primero ocurre a partir de las 2 horas de funcionamiento. Hay que notar que en ese momento en la cabeza empiezan a aparecer concentraciones considerables de propileno y algo de propano. Claramente aparece antes el propileno, ya que es un producto más volátil que el propano.

El segundo punto crítico aparece en el fondo de la columna donde aproximadamente a partir de la hora 6 empieza a subir la concentración del etano.

En el primer punto crítico empezaría a salir propileno y propano también por la cabeza. En realidad, este producto siempre debería salir por el fondo, por lo que hay que buscar la causa que impulsa a que este producto salga por la cabeza. La subida de estos compuestos a la cabeza coincide con la bajada de la concentración de estos mismos productos en la cabeza. Esto puede dar la clave de lo que está pasando.

Si se reducen las concentraciones de unos componentes en la cabeza, otros componentes intentan suplir ese espacio, ya que la suma de todas las concentraciones debe ser igual a 1 (100%). Si se intenta sacar más caudal de la cantidad de producto de etileno y etano que se dispone en la cabeza, el resto de caudal debe ser completado por otro componente para que se mantenga el balance de materia.

Para comprobar esta posible hipótesis, se puede calcular el caudal teórico de salida de producto por la cabeza que le correspondería para cada caudal. Es precisamente eso lo que se ha realizado en la tabla 4.4. En esta tabla se han calculado las salidas teóricas que tendrían que dar para mantener el balance de materia con estas posibles concentraciones a la entrada. Estos cálculos de balances de materia son solo válidos para esta composición de entrada.

Caudal de entrada		Caudal entrada (Tn/h)	Caudal salida fondo (Tn/h)	Caudal salida cabeza (Tn/h)
	Composición			
Propano	20 %	Q	Q*0.6	Q*0.4
Propileno	40 %			
Etileno	23 %			
Etano	17 %			
Caudal de salida fondo		2	1,2	0,8
	Composición			
Propano	33 %	3	1,8	1,2
Propileno	67 %	4	2,4	1,6
Etileno	0 %	5	3	2
Etano	0 %			
Caudal de salida cabeza		6	3,6	2,4
	Composición			
Propano	0 %	8	4,8	3,2
Propileno	0 %			
Etileno	57 %			
Etano	43 %			
		10	6	4

Tabla 4.4: Cálculo de caudales teóricos de salida

El cálculo de la tabla 4.4 es muy simple. Analizando las concentraciones de entrada se puede apreciar que se tiene un 20% de propano y un 40% de propileno, por lo que sumado se tiene 60%. Si se quiere que por el fondo sólo salga propano-propileno, por el fondo debe salir exactamente el 60% del caudal de entrada. El 40% restante debe salir por la cabeza.

Por lo tanto, si a partir de la hora 2, tal como se ve en la figura 4.9 aumenta la concentración de propileno en la cabeza debe ser porque se ha sacado demasiado caudal de la columna a través de la cabeza y, por tanto, ha subido el propileno a través de la columna para cubrir el hueco que se ha dejado.

Hay que recordar que se define caudal de salida de la columna como la diferencia del caudal de salida de cabeza menos el reflujo, que en este caso se mantiene fijo a 9,52 Tn/h.

Con estas premisas y para comprobar que de verdad el cambio de la composición a partir de la hora 2 ha sido debido al excesivo flujo de salida de producto por la cabeza, se ha creado la figura 4.10. En ella se puede ver en trazado discontinuo en color rojo el caudal de salida teórico para ese caudal y composición de entrada. En trazo continuo se puede ver el caudal que en realidad se ha sacado como producto de la columna. Cuando el caudal que se saca es mayor que el teórico, el producto del fondo empieza a subir por la columna. A partir de la hora 2 la diferencia entre lo que se puede sacar y lo que se saca es muy grande con lo que el propileno sube por la columna y empieza a salir propileno por la cabeza. A partir de las 4 horas se iguala el caudal teórico con el real con lo que la concentración de propileno en la cabeza comienza a bajar.

A partir de la hora 5 la diferencia entre lo que se puede sacar y lo que se saca se hace mayor. En este caso se está sacando menos producto del que se podría sacar por la cabeza. En ese momento el etano y el etileno se empiezan a acumular en la columna y poco a poco empieza a descender por los platos. A partir de la hora 6 de simulación se puede ver cómo la concentración de etano aumenta en el fondo. También se puede ver cómo en la cabeza la concentración de etileno aumenta, ya que el etano que falta sale por el fondo.

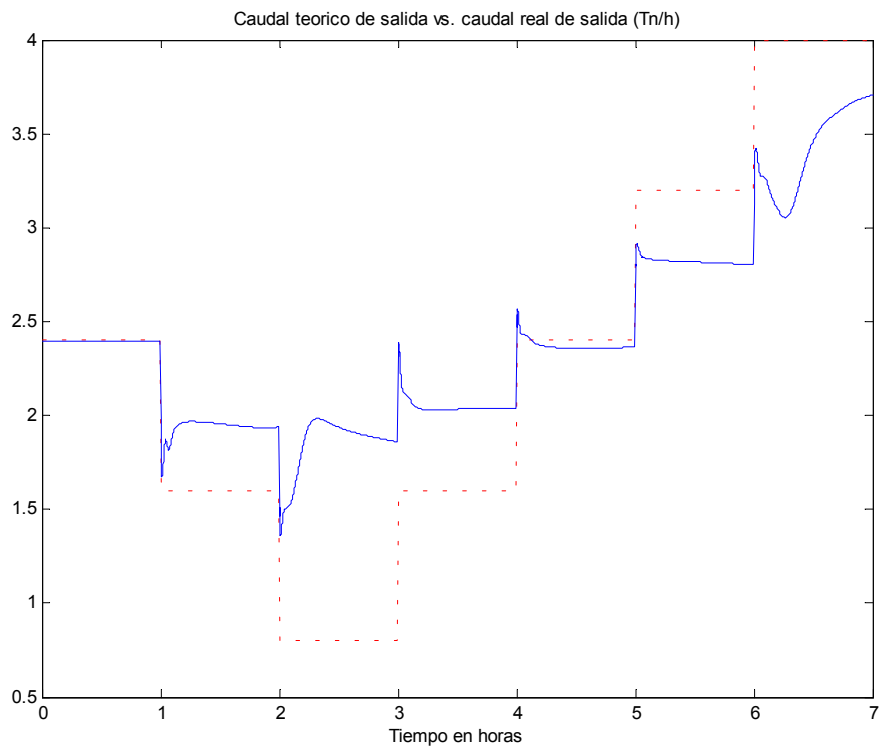


Figura 4.10: Caudal teórico de salida vs. Real

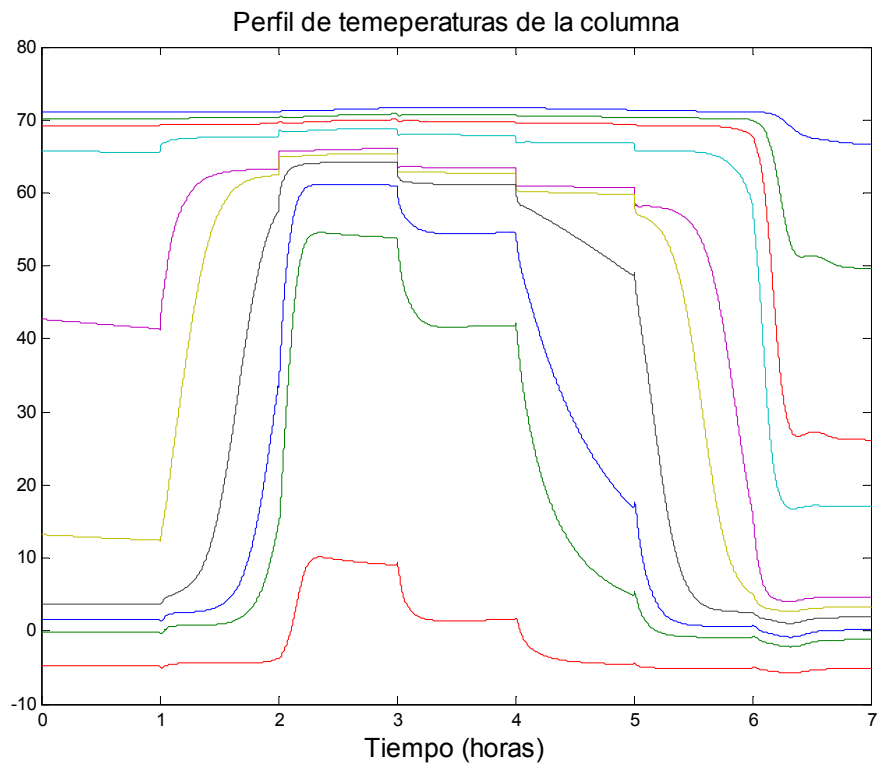


Figura 4.11: Perfil de temperaturas en los platos

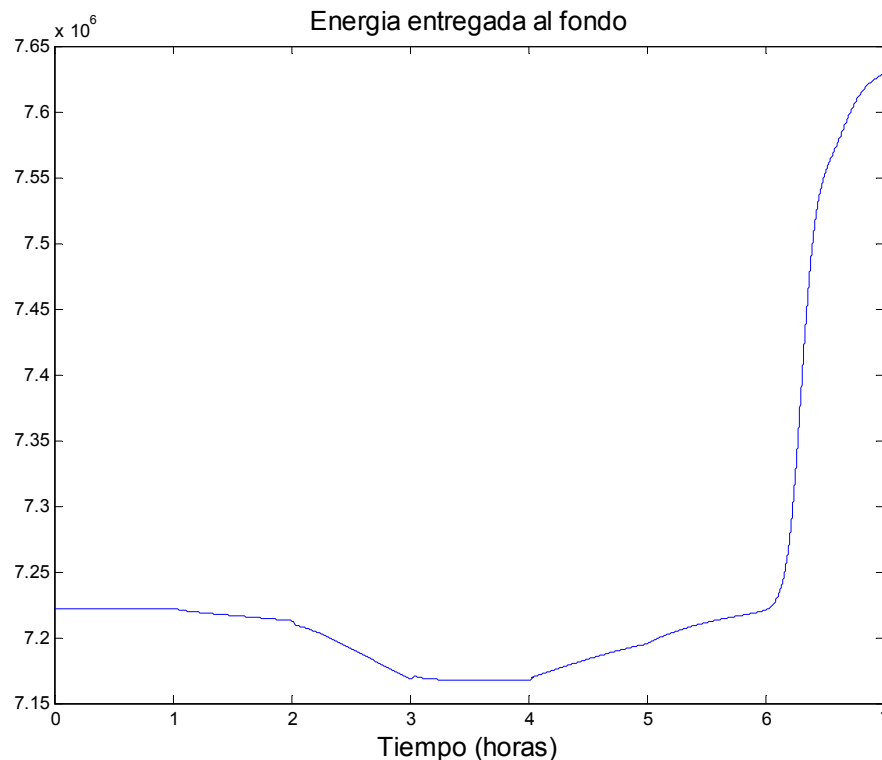
Lo que ya se ha comentado se puede comprobar también mediante la gráfica 4.11 de perfil de temperaturas en la columna. Esta gráfica comienza con una situación estable en donde aparecen diez líneas de temperatura que corresponden a 10 de los platos de la columna. La temperatura más alta corresponde a la temperatura del fondo entorno a 70°C , y la temperatura más baja es la de la cabeza entorno a -7°C . Estas temperaturas dependen de la composición del fluido en cada plato.

En el momento que el caudal que se saca de la columna es mayor que el caudal teórico las temperaturas empiezan a subir. Esto indica que en los platos en los que sube la temperatura la concentración de propileno-propano está subiendo. Esto se puede deducir ya que estos dos componentes tienen un punto de ebullición más alto haciendo que suba la temperatura de equilibrio.

El punto en el cual la concentración de propano-propileno es más alta en la cabeza, entre las horas 2 y 3 se ve que la diferencia entre el caudal real que se puede sacar de la cabeza y el teórico es más grande y las temperaturas de ebullición son más altas.

Hay que reseñar que son las temperaturas intermedias las que son más sensibles ante cambios bruscos de concentraciones. Esto será tenido en cuenta a la hora de automatizar la columna.

Como dato adicional se puede ver en la gráfica 4.11 que cuando a partir de la hora 6 sube la concentración de etano en el fondo, la temperatura de ebullición del fondo baja. Este es un buen momento para ver que según el modelo que se estudió del reboiler, cuando la temperatura del fondo bajaba la energía entregada al fondo aumentaba. Es precisamente eso lo que se puede observar en la gráfica 4.12.



Gráfica 4.12: Energía entregada al fondo de la columna.

4.5.2 Conclusiones de la simulación de variación de caudal de entrada

Las conclusiones son las siguientes:

- Cuando el caudal de entrada disminuye, los caudales de cabeza de la columna y del fondo también se reducen.
- Ante variaciones de caudal de entrada, **la cantidad de producto que se saca por la cabeza**, que es la diferencia del caudal de cabeza menos el reflujo, **es una variable fundamental a la hora de controlar las concentraciones tanto en la cabeza como en el fondo.**
- Las temperaturas dependen de las concentraciones, por lo que cuando sube un producto del fondo hacia arriba de la columna, las temperaturas de los platos de la columna aumentan. Cuando un producto de la cabeza baja por la columna, las temperaturas de los platos de la columna bajan.
- Cuanto más baja sea la temperatura del fondo, más energía se le entrega.

4.6 Respuesta ante cambios de composición de la entrada

El objetivo de la columna es separar los componentes independientemente de la composición de la entrada. Sin embargo, a continuación se van a poder ver las simulaciones que se han realizado introduciendo diferentes escalones de entrada de cambio de composición, siempre manteniendo un caudal constante de entrada.

Se ha simulado la evolución de la columna a lo largo de siete horas empezando de un estado estable. La variación de concentraciones a la entrada se puede ver a continuación en la tabla 4.5:

Tiempo (h)	Propano	Propileno	Etileno	Etano
0	20%	40%	23%	17%
1	15%	30%	35%	20%
2	10%	20%	40%	30%
3	0%	10%	50%	40%
4	30%	40%	20%	10%
5	40%	50%	5%	5%
6	20%	40%	23%	17%

Tabla 4.5: Cambio composiciones de caudal de entrada.

Tal como se puede apreciar en la tabla 4.5, en un principio se reduce la concentración de propano - propileno aumentando a la vez las concentraciones de etileno y etano. Más tarde se procede de forma contraria, aumentan las concentraciones de propano propileno respecto a las de etano etileno.

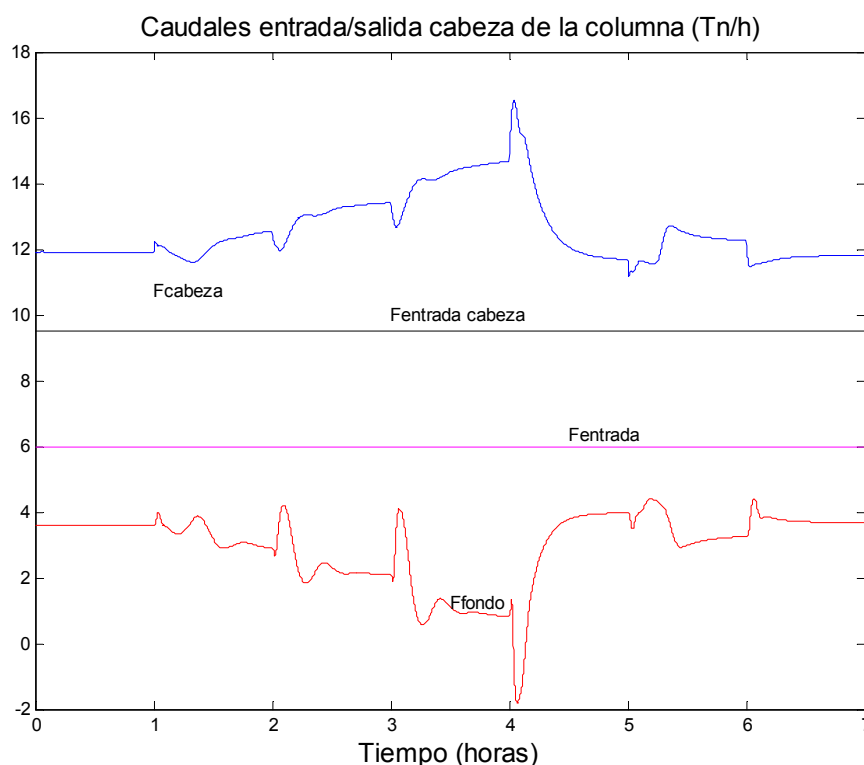


Figura 4.13: Caudales entrada / salida de la columna.

En la figura 4.13 se puede ver la reacción de los distintos caudales ante la variación de la composición. El caudal de la cabeza aumenta. Esto se debe a que al tener productos más ligeros en la columna, para la misma energía aportada se evapora más producto del fondo. Esto hace que el flujo en toda la columna sea mayor.

El efecto sobre las concentraciones del fondo y de la cabeza es muy grande. Este efecto se suele reflejar inmediatamente en el perfil de temperaturas tal como se ha podido ver en simulaciones anteriores.

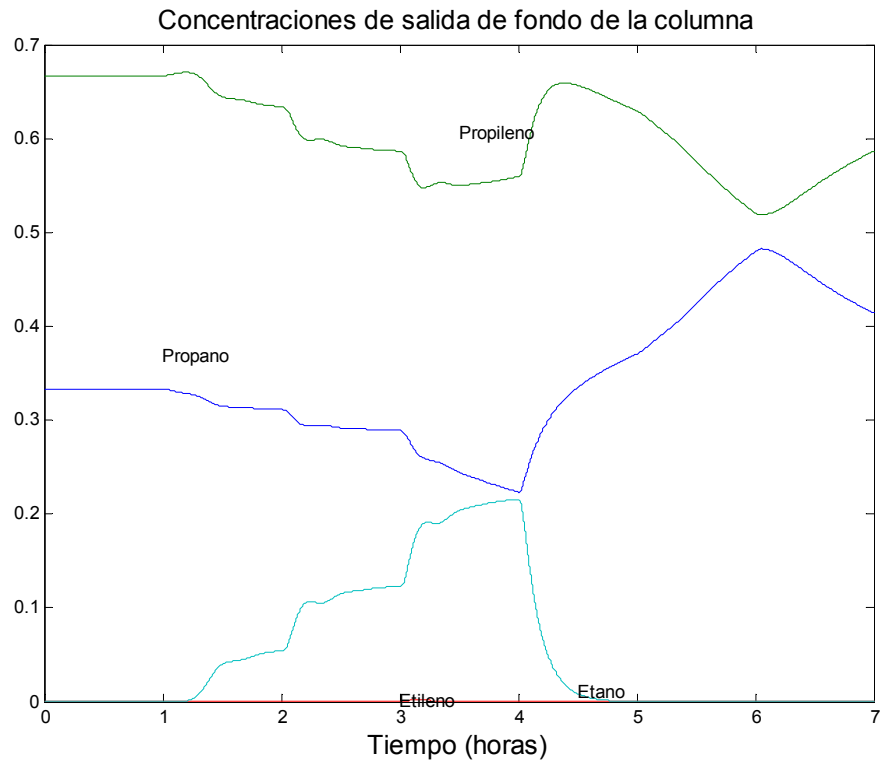


Figura 4.14: Concentraciones del fondo de la columna.

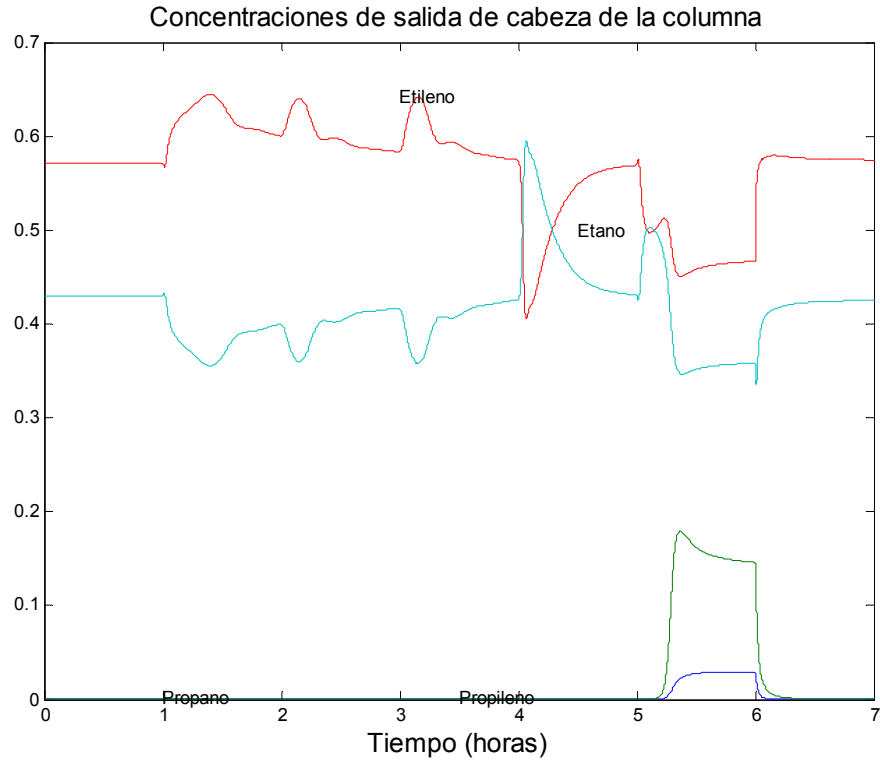


Figura 4.15: Concentraciones de cabeza de la columna.

En las figuras 4.14 y 4.15 se ve la variación de las composiciones de la cabeza y del fondo. Se ve claramente que, al aumentar las concentraciones de etileno y etano, estos dos productos empiezan a aparecer en el fondo de la columna.

El primer cambio ocurre en la hora 1 de simulación. En ese momento, al aumentar las concentraciones de etileno y etano en la entrada de la columna, la concentración de la cabeza de etileno aumenta y etano se reduce. Este efecto se debe a que al ser más pesado el etano que el etileno, el etano empieza desplazarse hacia abajo por los platos hasta que empieza a aparecer por el fondo de manera que se consigue otro estado de equilibrio de balance de materia.

Este efecto de desplazamiento se produce dentro de la columna y se puede ver claramente en la figura 4.16:

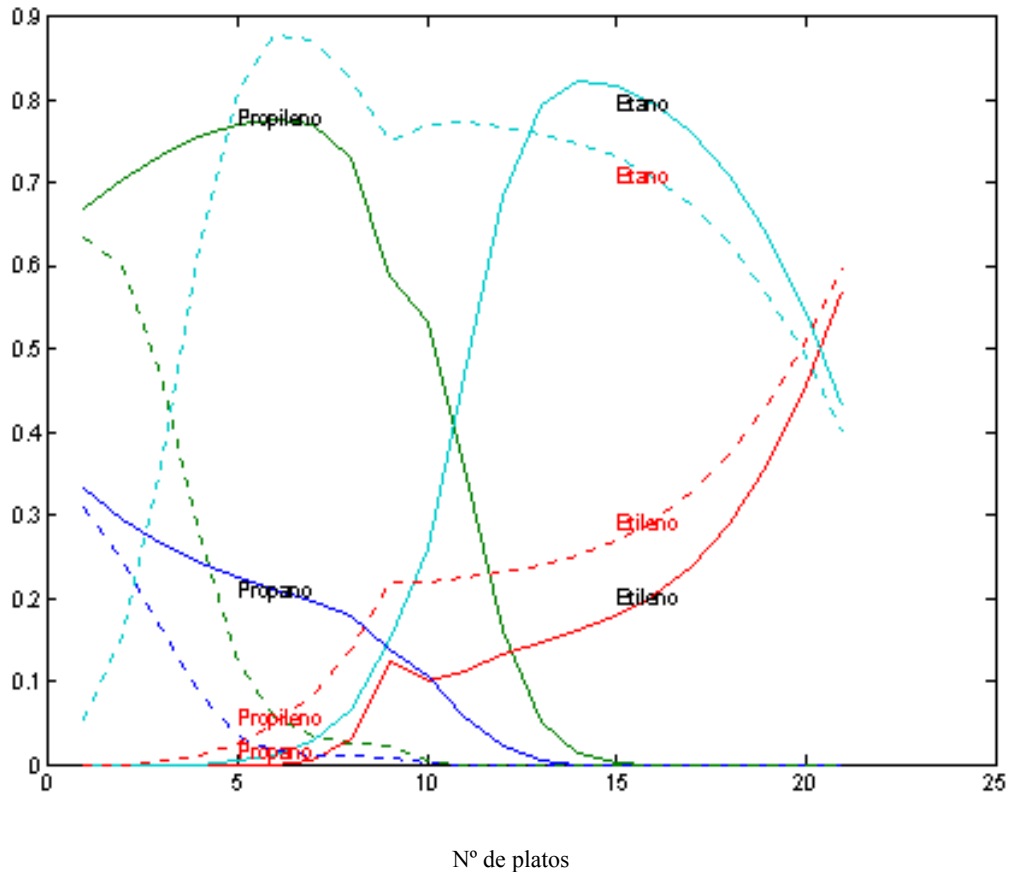


Figura 4.16: Perfil de concentraciones columna para T=1h y T=2h.

En la figura 4.16, con trazado continuo y texto en negro se muestra el perfil de composiciones de la columna cuando se cumple la primera hora de simulación. La segunda hora de simulación se muestra en trazado discontinuo y texto en color rojo.

Se puede observar, cómo sobre todo el etano, desplaza el propano propileno del fondo. El punto más alto de concentración de etano se produce en el primero de los casos cerca del plato 15 y en el segundo cerca del plato 6 indicando claramente cómo ha descendido a lo largo de la columna.

A partir de la hora 3 empieza a aparecer el efecto contrario, ya que aumentamos las concentraciones de propileno y propano a la entrada. Entonces el propileno empieza a subir por la columna hasta que sale por la cabeza.

Este efecto se puede ver también en el perfil de temperatura de la columna que se muestra en la figura 4.17:

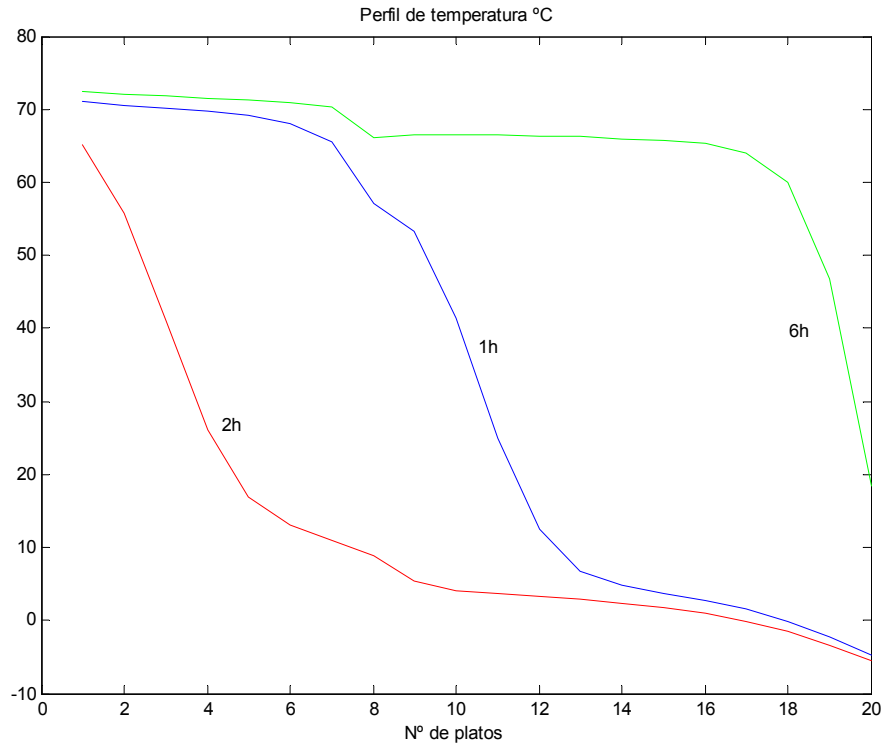


Figura 4.17: Perfil de temperaturas en la columna para diferentes horas.

A la primera hora de funcionamiento todavía la columna está funcionando bajo condiciones estables. El perfil de temperaturas para esas condiciones se puede ver dibujado en azul en la figura superior. Una hora más tarde se puede ver como el perfil de temperatura se ha desplazado hacia la izquierda en la figura. Esto significa que las temperaturas de equilibrio han ido descendiendo paulatinamente y trasladándose hacia abajo en la columna.

También se puede ver en el gráfico cómo a la sexta hora de simulación, y tras haber aumentado las concentraciones de entrada del propileno y el propano, las temperaturas de equilibrio aumentan. Esto se debe a que estos componentes tienen un mayor punto de ebullición. Se ve cómo en el gráfico el perfil de temperatura se ha desplazado a la derecha.

Todos estos efectos en los que se ve claramente que un componente desplaza a otro se pueden justificar debido a la necesidad que se cumpla el balance de materia en la columna. Al fin y al cabo los componentes que entran tienen que salir de alguna manera, bien sea por la cabeza o por el fondo.

El desplazamiento de componentes ocurre ya que no se desaloja la cantidad de producto adecuado por la cabeza. Esto se puede ver en la figura 4.18.

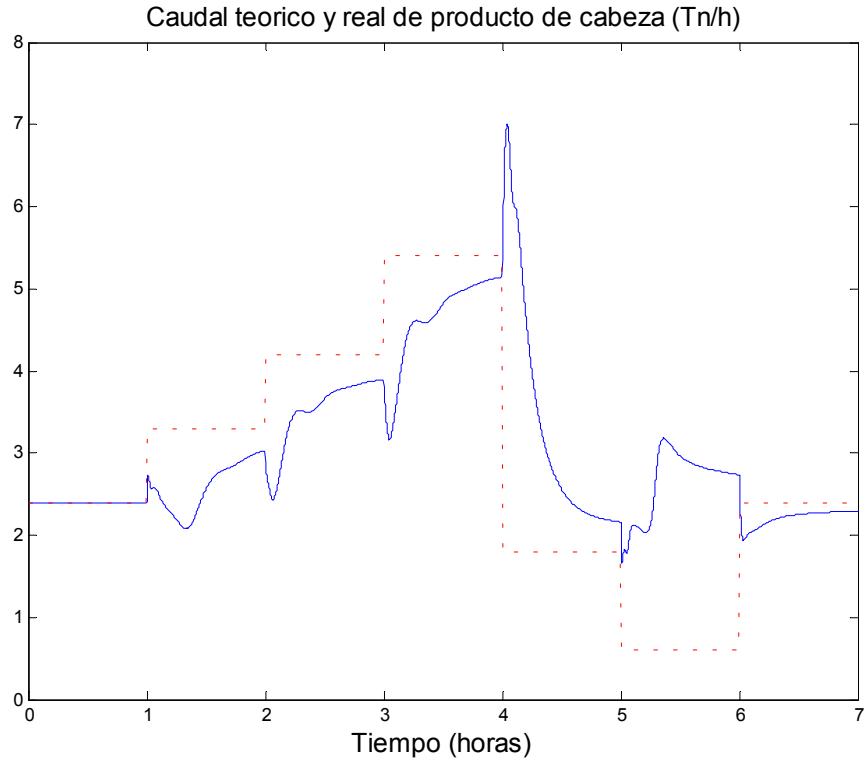


Figura 4.18: Caudal de producto de cabeza teórico respecto al real.

En la figura 4.18 se representa en trazo discontinuo el caudal teórico que se debería sacar de la cabeza. Se trata de la suma de etileno y etano que se introduce en la columna. Sin embargo, en trazo continuo se puede ver la cantidad de producto que realmente se ha desalojado en cada momento. Cuando el caudal real es menor que el caudal teórico, el etileno se acumula en la columna descendiendo al fondo. Cuando el caudal real es mayor que el teórico, ocurre el efecto contrario.

Conclusiones:

- Para la misma energía de fondo, cuanto más ligeros sean los componentes dentro de la columna, los caudales dentro de la columna son más grandes.
- Al cambiar las concentraciones del caudal de entrada en la columna, también deben cambiar los caudales de salida para que se pueda mantener el balance de materia y un componente no desplace a otro dentro de la columna.
- **Ante cambios de componente habrá que cambiar el caudal de reflujo de la columna, es decir, el caudal que se vuelve a introducir por la cabeza. Por lo tanto, otra vez el caudal de reflujo es una variable fundamental de control ante cambios de composición de entrada a la columna.**

4.7 Variación de la energía entregada al fondo

En el siguiente experimento, se variará la energía entregada al fondo variando la apertura de la válvula de entrada de vapor. Mediante la variación de energía entregada al fondo de la columna se controla la cantidad de caudal evaporado desde el fondo y, por tanto, el caudal que circula por la columna.

A continuación se verá cómo ha variado la apertura de la válvula y cuáles han sido las respuestas de las diferentes variables de proceso.

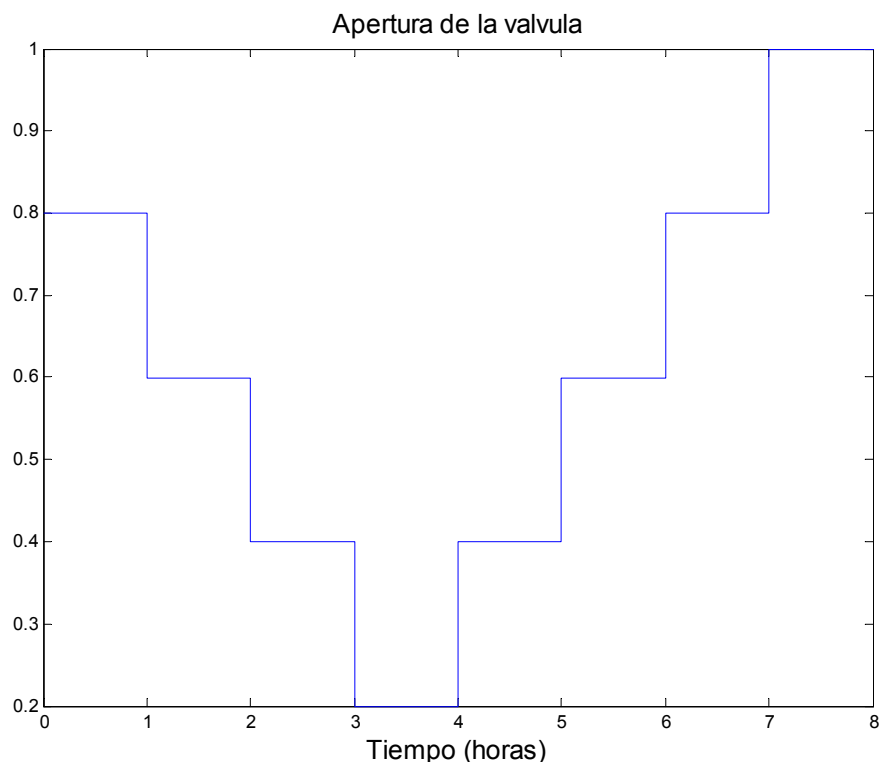


Figura 4.19: Cambio apertura de la válvula.

Tal como se puede ver en la figura 4.19, se varió la apertura de la válvula cada hora para dar tiempo a que se estabilice la respuesta. Se varió la apertura de la válvula desde un 20% hasta un 100%.

La primera pregunta que hay que realizarse es cómo cambia la cantidad de energía que se entrega al fondo con respecto a la apertura de la válvula. Lo que hay que tener bien claro es que la energía no es directamente proporcional a la apertura de la válvula. Hay otros parámetros como la temperatura del fluido del fondo que afectan a la transferencia de energía al fondo de la columna. A su vez esta temperatura de ebullición del fondo depende de su composición. Por todo esto, en la gráfica 4.20 se puede ver la energía entregada al fondo y la diferencia que hay con respecto a los cambios de apertura de la válvula.

A partir de la segunda hora de simulación y tras cerrar la válvula hasta un 40%, se puede apreciar que tras la reducción de la energía inicial se produce un aumento de la energía entregada al fondo. Al cerrar la válvula, se reduce la energía entregada al fondo haciendo que disminuya la cantidad de producto evaporado del fondo. Esto reduce el caudal que

asciende por la columna, provocando de esta manera que la concentración en el fondo de componentes volátiles no deseados aumente.

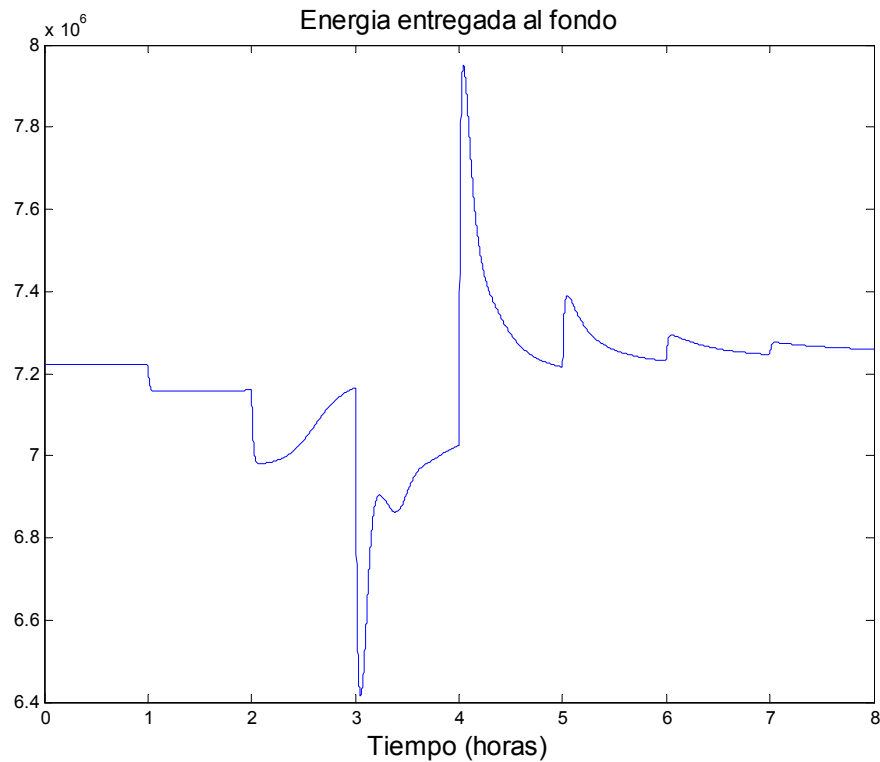


Figura 4.20: Energía entregada al fondo de la columna.

Los efectos que tiene el cambio de la apertura de la válvula sobre los diferentes caudales de la planta se pueden ver en la figura 4.21. En esta figura se puede ver cómo se mantiene constante tanto el caudal de entrada a la columna como el caudal de entrada por cabeza o caudal de reflujo. Al producirse los cambios de apertura de la válvula, se tiene como consecuencia que el caudal de salida de cabeza de la columna se reduce. Esto obliga a desalojar más caudal por el fondo para que se pueda mantener un caudal constante del fondo de la columna.

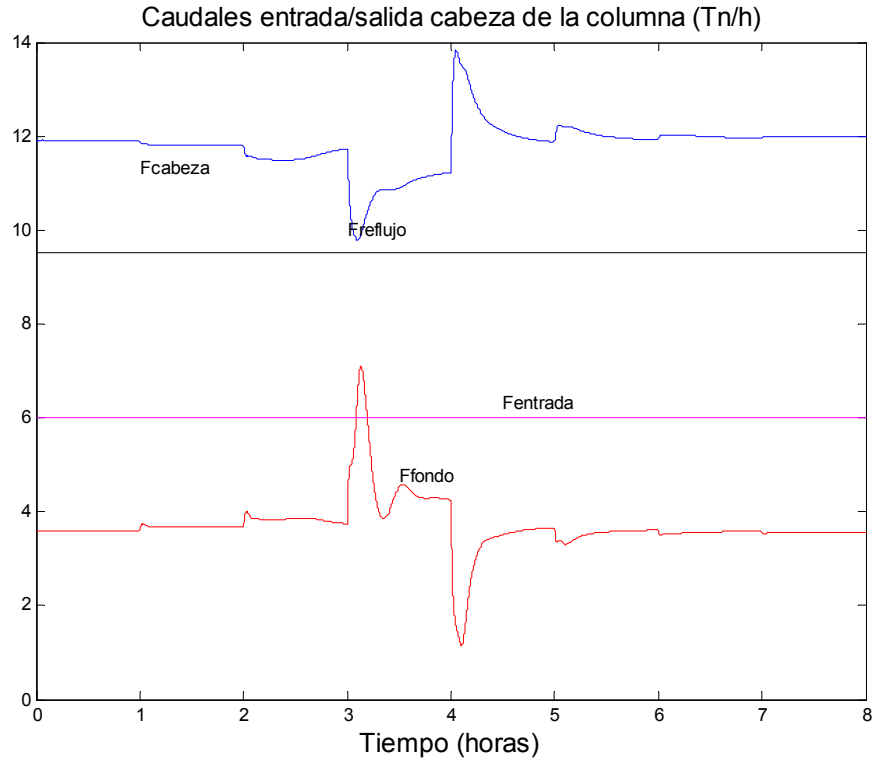


Figura 4.21: Caudales entrada y salida de la columna.

Los cambios de caudales tienen como resultado el desequilibrio del balance de materia haciendo que las concentraciones de etano y etileno aumenten en el fondo, sobre todo el etano, ya que se trata de un componente más pesado que el etileno. Esto tiene como consecuencia que las temperaturas del fondo de la columna cambien también. Al cambiar la composición y aumentar los compuestos ligeros en el fondo, el punto de ebullición se reduce. Esto hace que a la misma energía transferida, vaya aumentando el caudal que circula por la columna, pero sin embargo no se consiguen temperaturas tan altas en el fondo.

Todos estos efectos se pueden ver en las siguientes figuras. En las figuras 4.22 y 4.23, se ven respectivamente las composiciones del fondo y de la cabeza de la columna. Se ve que cuando se cierra la válvula de vapor al principio no se ve ningún efecto en el cambio de concentraciones en la columna, pero poco a poco hacia la hora 2 de simulación empiezan a ser significativos los cambios de composición en el fondo. Una hora más tarde, cuando la concentración del etano en el fondo empieza a ser significativa, empiezan a cambiar también significativamente las concentraciones en la cabeza.

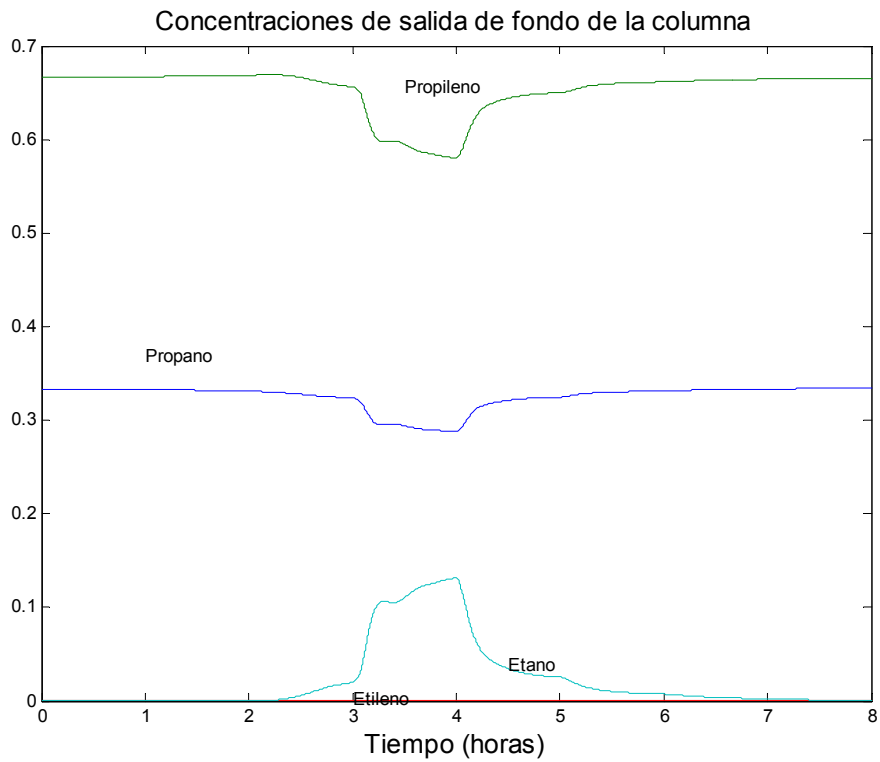


Figura 4.22: Concentraciones del fondo de la columna

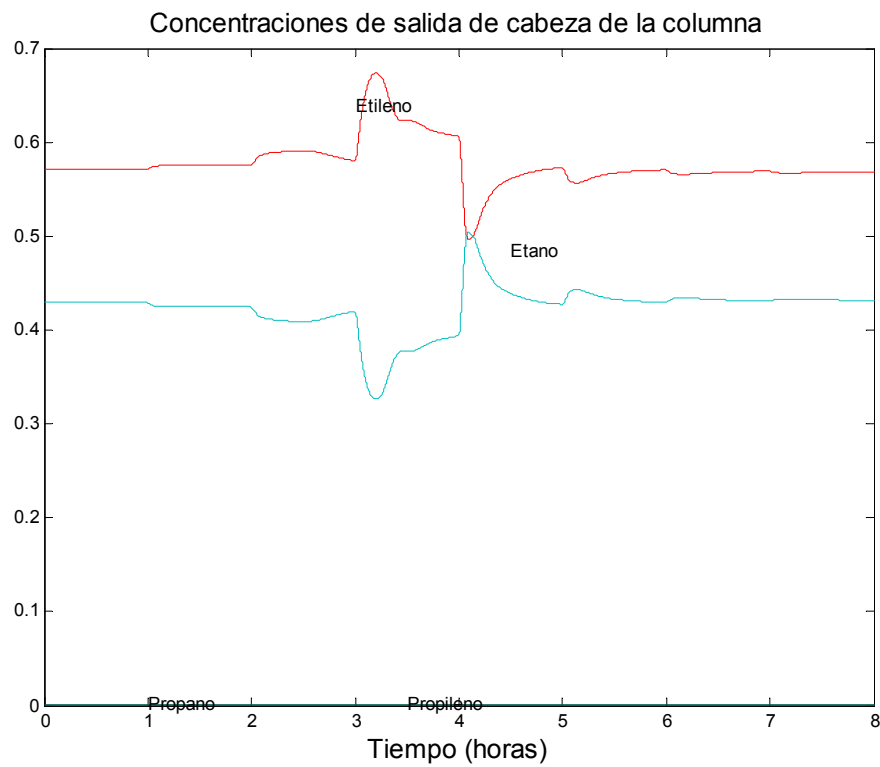


Figura 4.23: Concentraciones de la cabeza de la columna.

Como ya se ha comentado también, se puede apreciar en la figura 4.24 el cambio en el perfil de temperaturas causado por los cambios de concentraciones a lo largo de los platos de la columna. Estos cambios de temperatura del fondo hacen que, para la misma apertura de válvula de control de vapor, se entregue más energía al fondo.

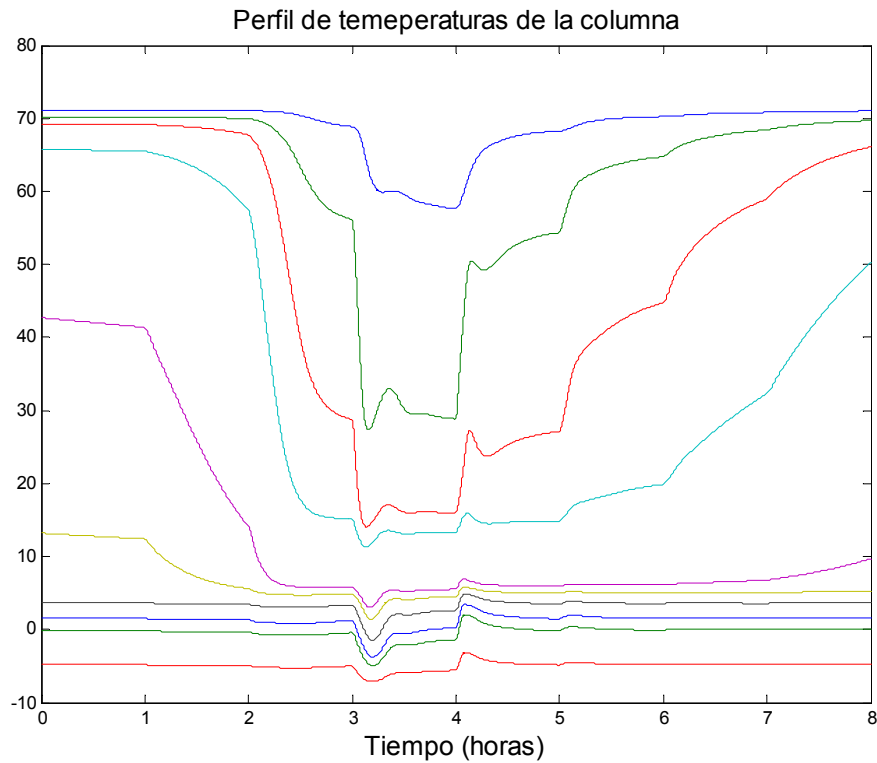


Figura 4.24: Perfil de temperaturas de la columna

Conclusiones:

- **La energía entregada al fondo no es linealmente proporcional a la apertura de la válvula. Depende de la composición del fondo de la columna.**
- **Al aumentar la energía entregada al fondo aumenta también el caudal a lo largo de la columna.**

5 PROPUESTAS DE LAZOS DE CONTROL

Recopilemos primero las conclusiones principales que se han sacado de las simulaciones que se han realizado.

La variable de reflujo es una variable principal a la hora de poder controlar la composición en la columna y, por lo tanto, la separación. Esta conclusión sirve tanto para cambios de caudal como para cambios de composición de la entrada.

Al aumentar la energía al fondo, los caudales dentro de la columna aumentan debido a la mayor evaporación de productos del fondo. Los productos que más se evaporan son los que tienen una volatilidad más alta.

Por lo tanto los lazos principales de control que se van a definir son los siguientes:

- Lazo de control de composición de cabeza.- Se trata de controlar la composición de la cabeza mediante la variación de la cantidad de producto de cabeza que extraemos. Un lazo de control necesita un elemento sensor y un elemento actuador. En este caso, como elemento actuador se utilizará una válvula de control y como elemento sensor se podrá utilizar un analizador cromatográfico.
- Lazo de control de la energía al fondo.- Controlará la entrada de vapor al reboiler mediante una válvula de control. El elemento sensor será un transmisor de temperatura.

5.1 Lazo de control de composición de cabeza

La válvula estará situada en la línea que va desde la bomba de reciclo a la cabeza de la columna. Para que quede más claro se ha dibujado la figura 5.1. La válvula que controla el caudal de reciclo se ha denominado AV-1000.

Más adelante se dimensionará correctamente esta válvula y se explicará cuál ha sido el concepto de nomenclatura que se ha utilizado.

El analizador se denomina AIC-1000 y estará situado en el plato 19 de la columna. Este analizador tomará una muestra del producto líquido y analizará la cantidad de propileno y propano que presenta el producto a la altura del plato 19. Estos son productos que queremos evitar en la cabeza. De todos modos, lo que hay que tener claro es que la separación absoluta no es posible. Siempre que se produzca un producto hay que marcar que márgenes de tolerancia se admiten. Cuanto mayor sea la calidad de la separación exigida, mayor será la inversión tanto en longitud de la columna como en energía necesaria para poder mover el producto. Tal como se ha definido cuando se ha elegido esta columna, en el producto de cabeza la suma de las concentraciones de los componentes propano y propileno no deben superar 10 ppm. Y lo mismo para el fondo, pero referido a la cantidad de etileno y etano.

Hay que tener en cuenta que un lazo de control además de tener un elemento sensor y un actuador necesita un punto de trabajo o “Set point”. En este caso, el set point tratará de mantener la variable a controlar en ese punto de manera que se elegirá el punto operación con un margen de seguridad respecto al límite. En este caso, el punto de operación elegido será 3 ppm. De esta manera, se tendrá un margen de seguridad para poder admitir los posibles errores de medida del analizador, así como las variaciones bruscas de composición.

5.2 Lazo de control de energía de fondo

En este caso lo que se trata es de controlar la energía que se introduce en el fondo de la columna. El elemento sensor será un transmisor de temperatura que estará insertado en el plato n°7. Cuando el sensor detecte que baja la temperatura, abrirá la válvula de vapor del fondo evaporando así más producto. Al entregar más energía al fondo, ya no solo los productos más ligeros, sino que también algunos más pesados empezarán a evaporarse de manera que esto conseguirá aumentar la temperatura en el punto sensor.

El elemento sensor es un transmisor de temperatura que consta de un termoelemento, que será una PT100 y un transmisor para poder cerrar el lazo en el sistema de control.

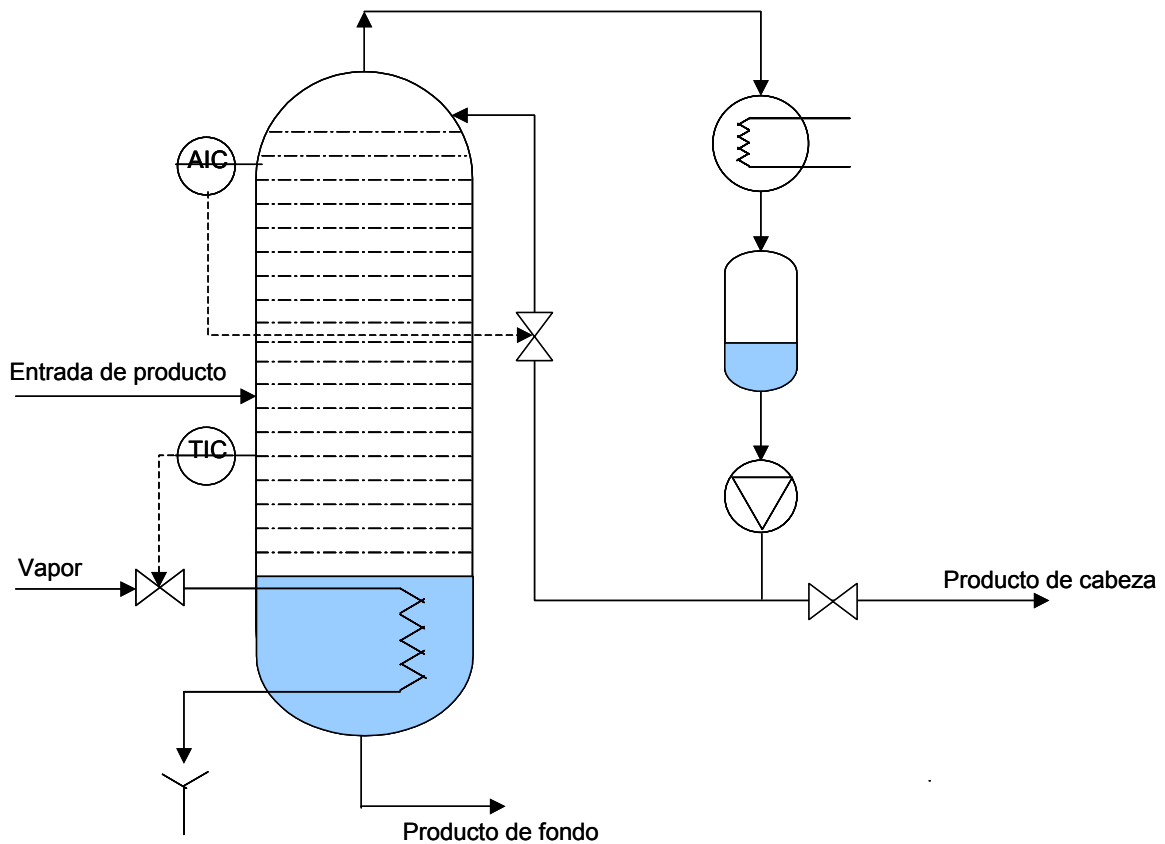


Figura 5.1: Esquema del control de la columna de destilación.
Lazo del analizador y de temperatura.

5.3 Programa modificado

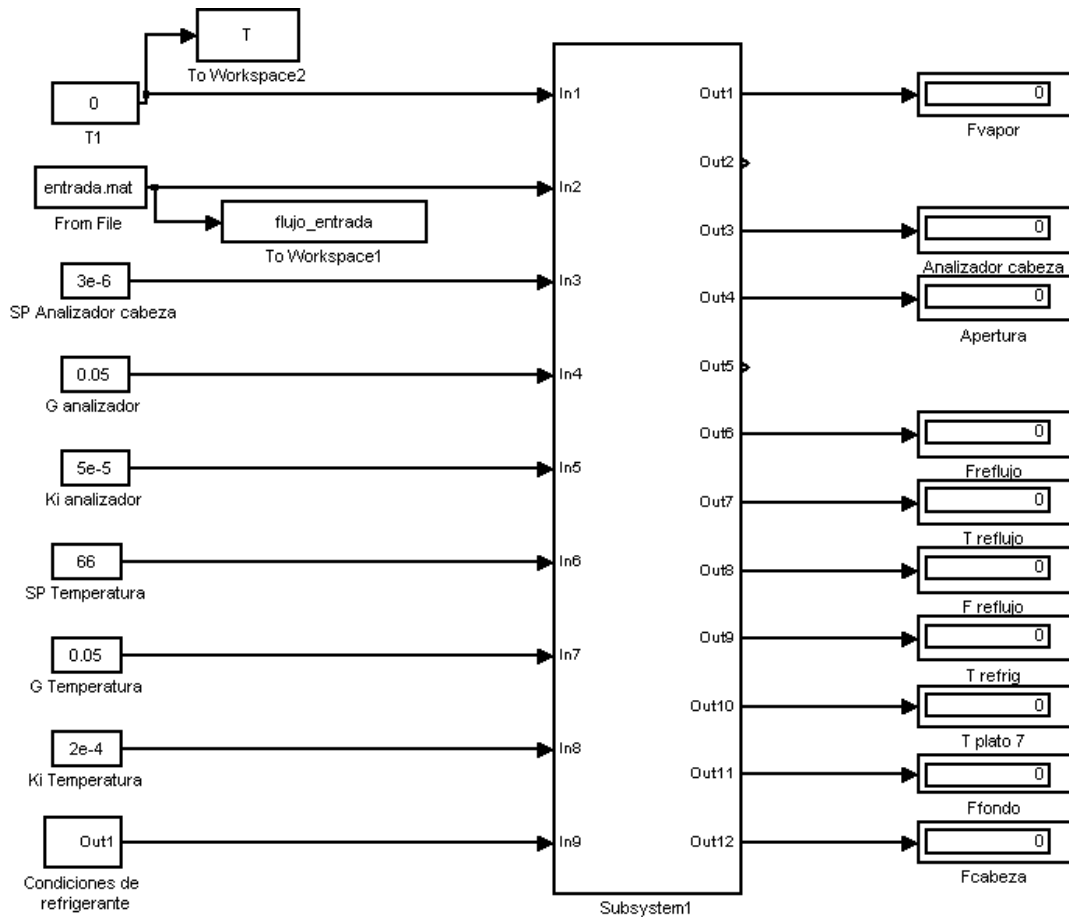


Figura 5.2: Imagen del programa SIM de simulink.

Se ha modificado el programa de manera que las variables que se controlan desde el programa principal ahora son los puntos de consigna del analizador y de la temperatura. También se pueden cambiar a voluntad los ajustes de las ganancias proporcional e integral.

El programa colsim también ha tenido que ser modificado. El programa **colsim** modificado aparece con el resto de subrutinas en los anexos de este proyecto.

5.4 Variación de caudal de entrada en lazo cerrado

Una vez de tener el sistema con los dos lazos de control cerrados, se procede a realizar la simulación. En la figura 5.3, se puede ver la variación del caudal de entrada. Para realizar la simulación de un proceso más real se ha realizado de manera que el caudal no cambia por entradas de escalón, sino mediante rampas. Hacerlo de esta manera es más fiel a la realidad de los procesos químicos y esto reduce la oscilación de los lazos pudiendo poner parámetros de ganancias más ajustados.

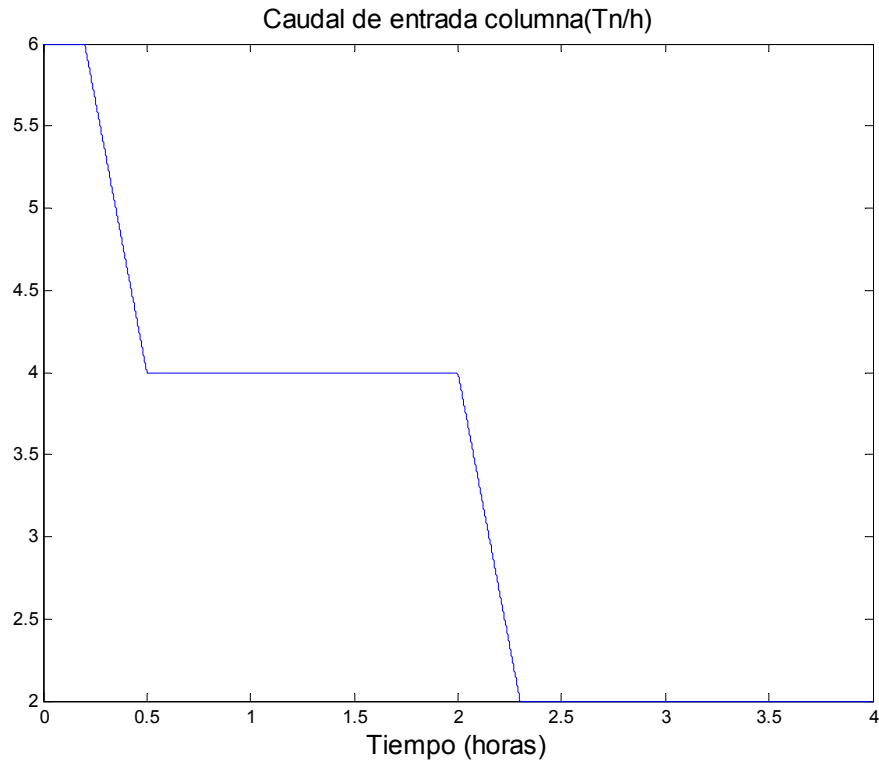


Figura 5.3: Gráfico de la variación del caudal de entrada.

Teniendo los lazos cerrados se han elegido los puntos de consigna. Para el lazo del analizador está bastante claro que el punto de consigna irá acorde con los límites de operación. Si se ha definido como límite de operación que la concentración máxima es de 10 ppm, se elige como punto de consigna 3 ppm, de manera que haya un margen de seguridad para poder absorber los cambios bruscos.

Para el punto de consigna de la temperatura se ha elegido 66 °C. Este valor no es tan determinante. Este lazo lo que garantiza es un flujo de caudal a lo largo de la columna y se ha puesto este valor arbitrariamente y comprobado que en el fondo de la columna la calidad del producto se mantiene aceptable.

El controlador que se ha utilizado es de tipo Proporcional-Integral:

$$Salida(s) = G \cdot e(s) + K_i \cdot \frac{e(s)}{s} \quad (\text{Ec. 5.1})$$

Donde :

- G es la ganancia proporcional
- K_i es la constante de ganancia integral
- e es el error

El objetivo en este caso no es el ajuste perfecto de la ganancia proporcional e integral para que el sistema tenga una respuesta de la manera deseada. El objetivo es demostrar que los lazos de control elegidos permiten controlar la columna y por tanto que la filosofía de control elegida es correcta. No es el objetivo encontrar los valores óptimos de ganancia proporcional e integral ya que es mejor realizar estos ajustes con el sistema real una vez se haya puesto en marcha.

Por la experiencia que se tiene el plantas de este tipo es suficiente una ganancia proporcional e integral. La ganancia derivativa puede proporcionar una respuesta un poco más rápida ante cambios de set- point o cambios bruscos en el error, pero introducen a su vez perturbancias en los sistemas adyacentes, por lo que definitivamente se ha realizado el estudio con un controlador PI.

Los valores que se han elegido tras varias simulaciones han sido los siguientes:

- Para el lazo de temperatura $G=0.05$ $K_i=2,4e-5$
- Para el lazo del analizador $G=0.5$ $K_i=5e-4$

La respuesta para la variación de entrada de caudal ha sido la siguiente tras 4 horas de simulación.

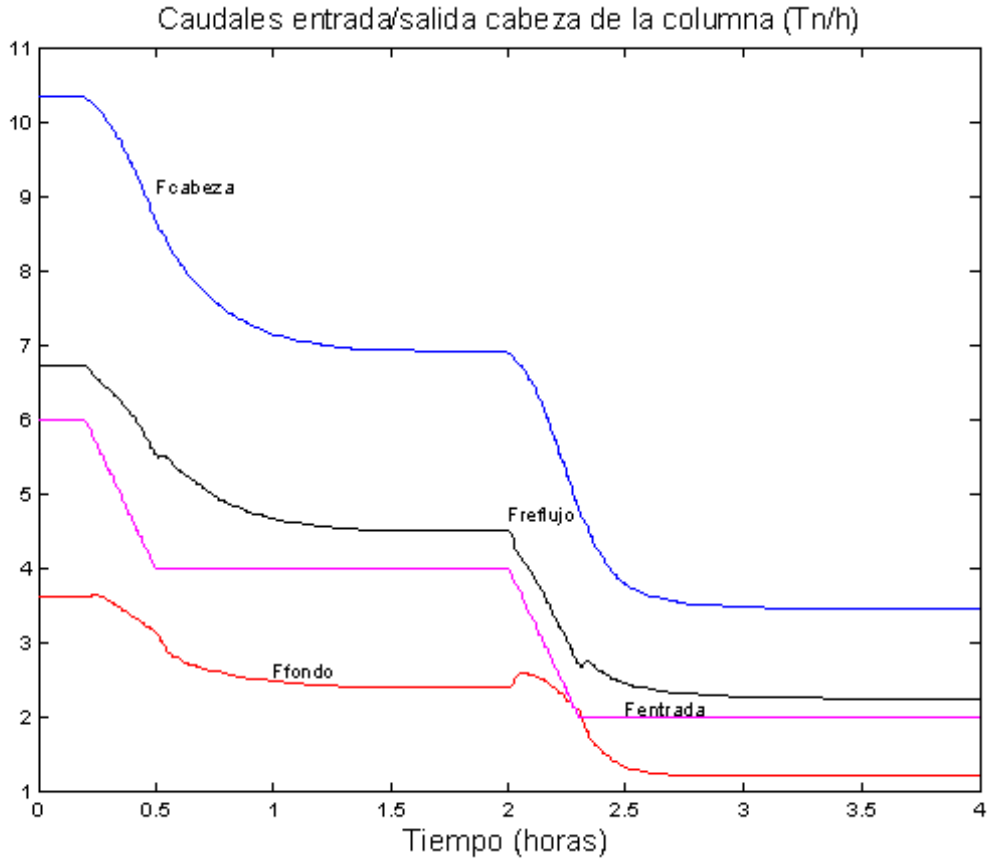


Figura 5.4: Caudales en la columna.

Tal como se puede ver en la figura 5.4, la variación del caudal de entrada ha hecho que el caudal de cabeza en la columna se redujera. Automáticamente el lazo de control del analizador reduce el caudal de reflujo en la columna para mantener las concentraciones lo más estables posible.

Al reducirse el caudal de entrada, también se reduce el caudal de cabeza. Eso se debe a que la cantidad de producto a evaporar en el fondo es menor y, por lo tanto, con menos vapor se consigue la temperatura de consigna deseada del lazo de temperatura. Como conclusión, la energía aportada al fondo de la columna se reduce. Esto tiene múltiples ventajas, ya que con ello se minimiza el consumo de vapor al fondo de la columna.

La variación de la energía entregada al fondo de la columna se puede ver claramente en la figura 5.5. Hay que notar que aunque la cantidad reducida de caudal en los dos escalones es la misma las respuestas no son idénticas. Son más rápidas cuanto menos caudal circule en la columna. Es otra de las cosas que aporta beneficio al proceso. Interesa tener procesos estables pero rápidos.

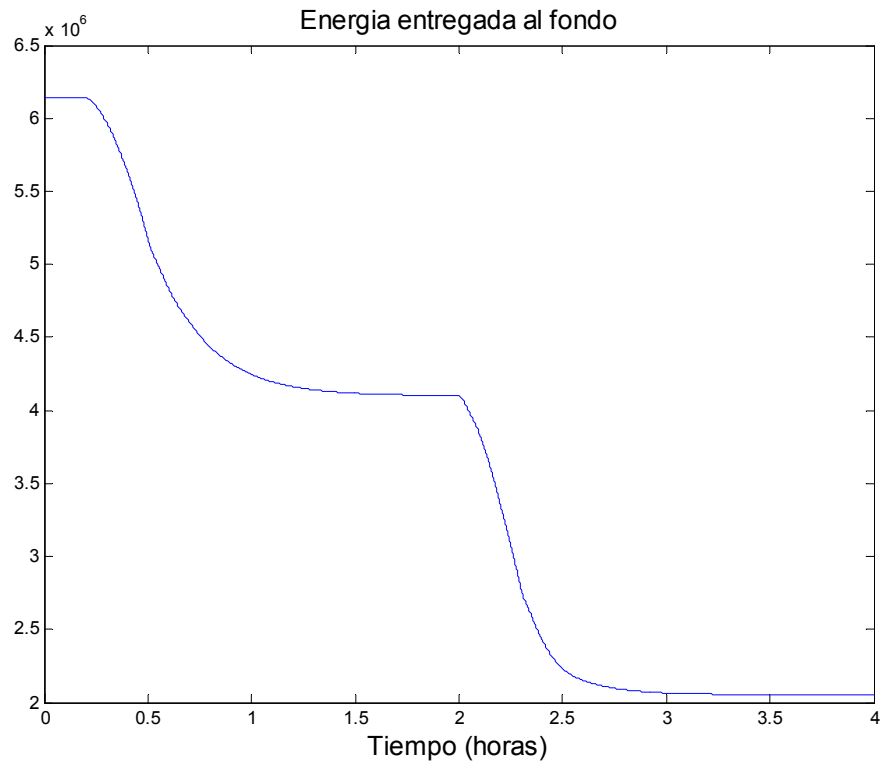


Figura 5.5: Energía entregada al fondo de la columna.

Las concentraciones permanecen casi invariables en el fondo y varían un poco más en la cabeza. Esto es debido a que en el fondo de la columna se tiene un pulmón de 10 Tn que hace que las concentraciones varíen muy lentamente. En la figura 5.6 y 5.7 se pueden ver las concentraciones de cabeza y de fondo de la columna respectivamente.

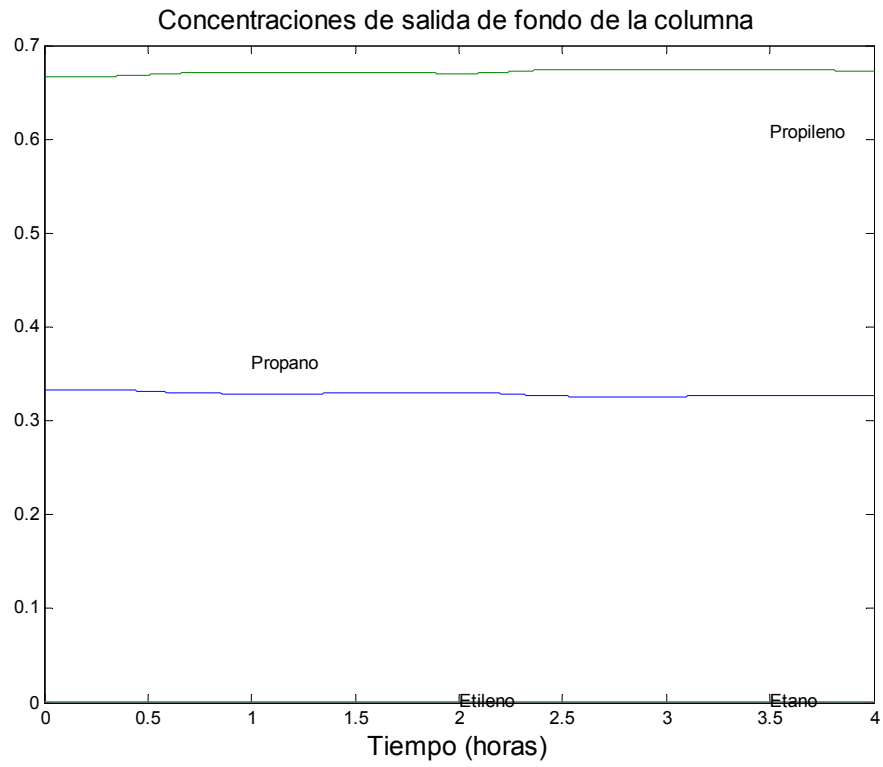


Figura 5.6: Concentraciones de fondo.

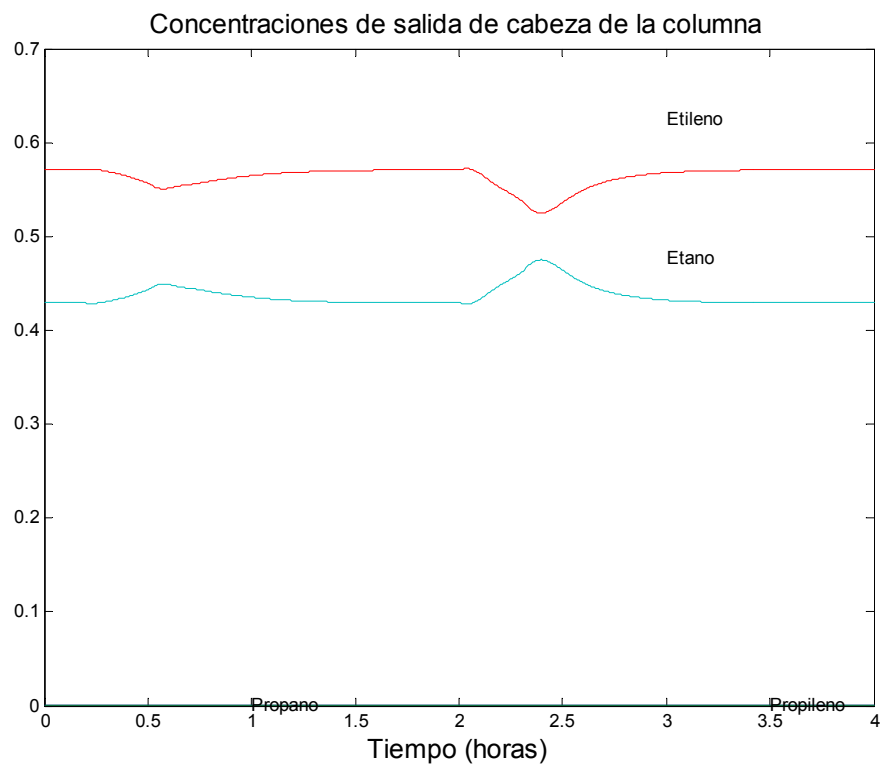


Figura 5.7: Concentraciones de la cabeza.

En la figura 5.8 se puede ver el detalle de las concentraciones de cabeza. Se puede ver cómo la concentración del propano y sobre todo propileno reaccionan ante las perturbaciones y después el lazo de control hace que vuelva a su punto de consigna. El propileno reacciona antes, ya que es más ligero y, por lo tanto, tiene tendencia a aparecer antes en la cabeza.

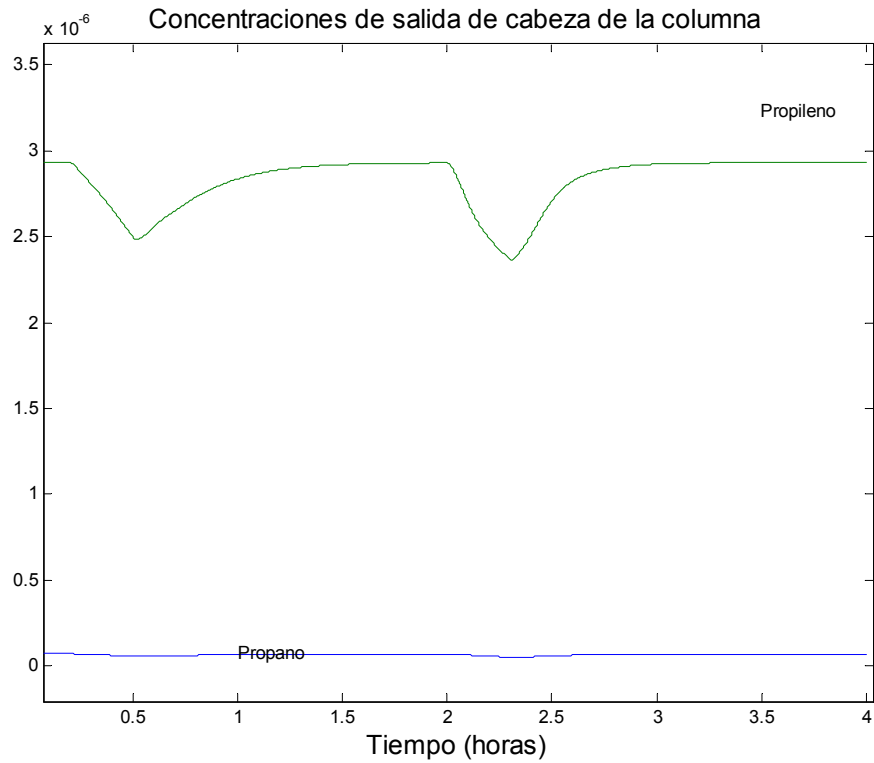


Figura 5.8: Detalle de las concentraciones de la cabeza de la columna.

En esta figura se puede ver otra vez que la columna reacciona antes a caudales más bajos. Se han ajustado los valores de la integral y la derivativa para que no ocurran oscilaciones y las respuestas sean sobreamortiguadas.

Al cambiar simplemente el caudal de entrada y mantener las concentraciones constantes, el perfil de temperatura no tiene porqué cambiar. Las variaciones que sufrirá el perfil de temperatura simplemente serán transitorias.

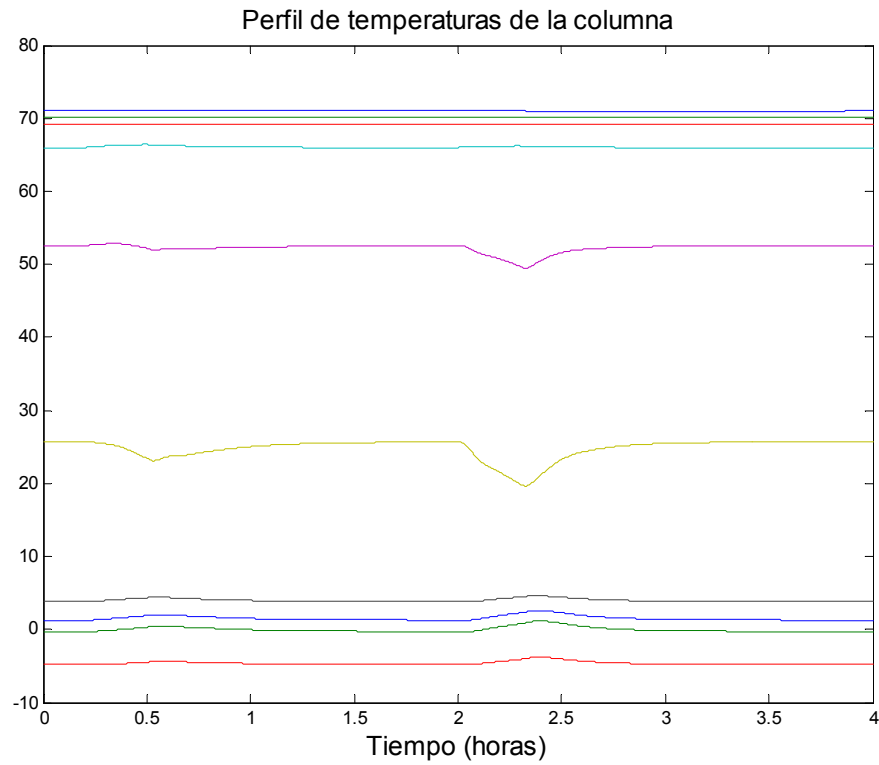


Figura 5.9: Perfil de temperaturas de la columna.

Conclusiones:

Ante variaciones de caudal el sistema en lazo cerrado responde correctamente. Las concentraciones de productos no deseados tanto en la cabeza como en el fondo sufren variaciones mínimas y el lazo cerrado conduce al equilibrio de materia y energía.

5.5 Simulación de cambio de concentraciones entrada en lazo cerrado

Otra de las variaciones que sufrirá en operación normal la columna será la variación de concentraciones de la entrada. Así manteniendo un caudal constante se ha simulado la variación de todas las concentraciones de la entrada tal como se ve en la figura 5.10.

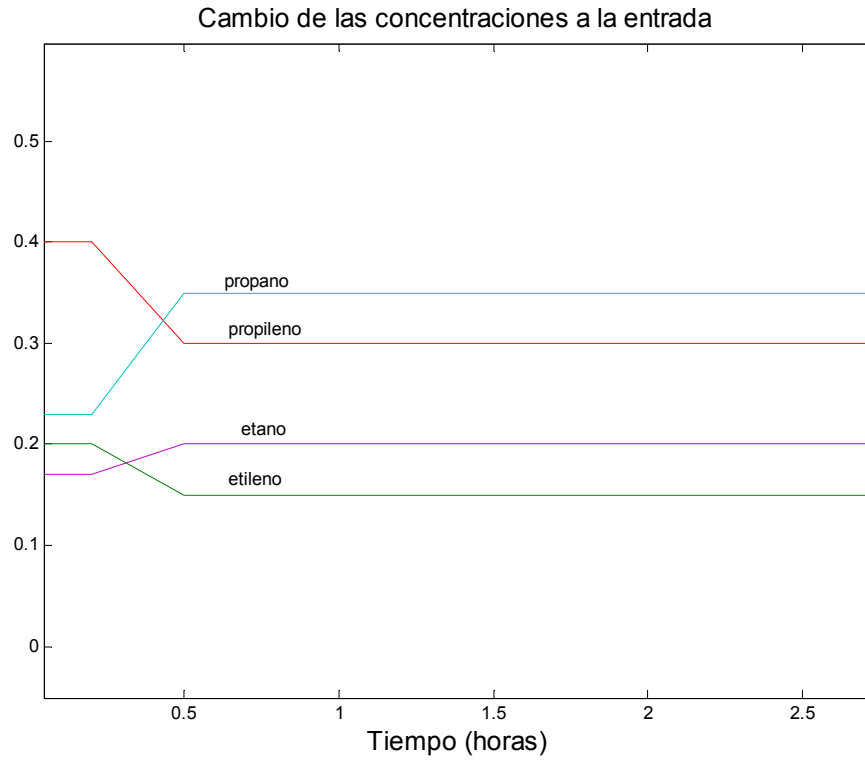


Figura 5.10: Cambio concentraciones a la entrada.

Tras realizar la simulación con un caudal constante de entrada y con la variación de composiciones tal como se ha descrito, los resultados no son satisfactorios. Los caudales de entrada y de salida oscilan tal como se puede ver en la figura 5.11.

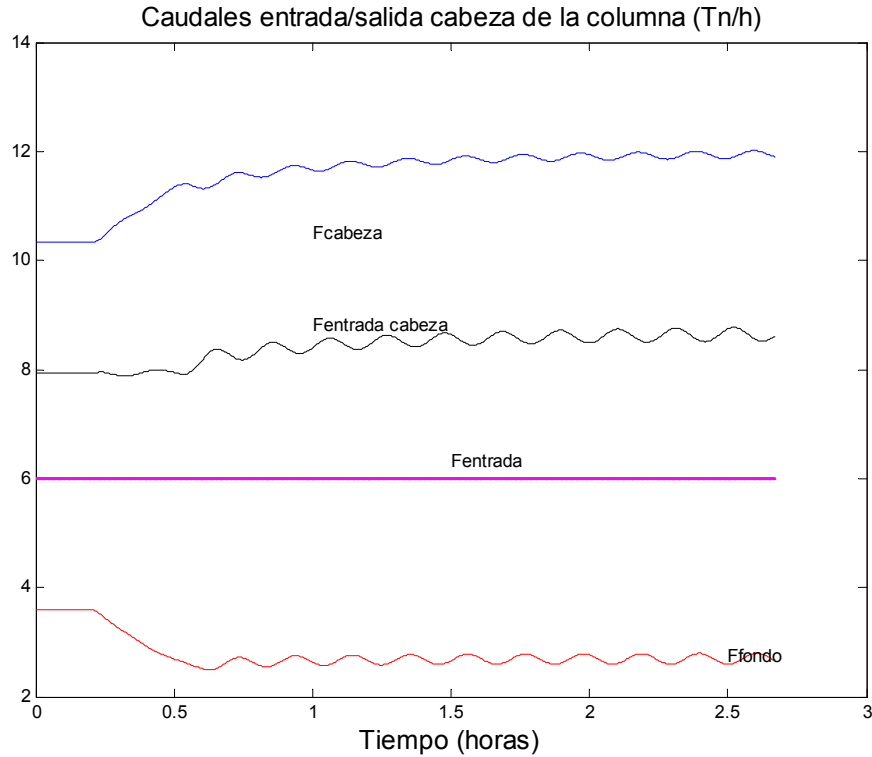


Figura 5.11: Oscilación de los caudales.

El origen del problema viene de la no adecuada elección de los parámetros de ajuste del lazo de control del analizador. Los parámetros que eran válidos para las variaciones de caudal no lo son para las de concentración.

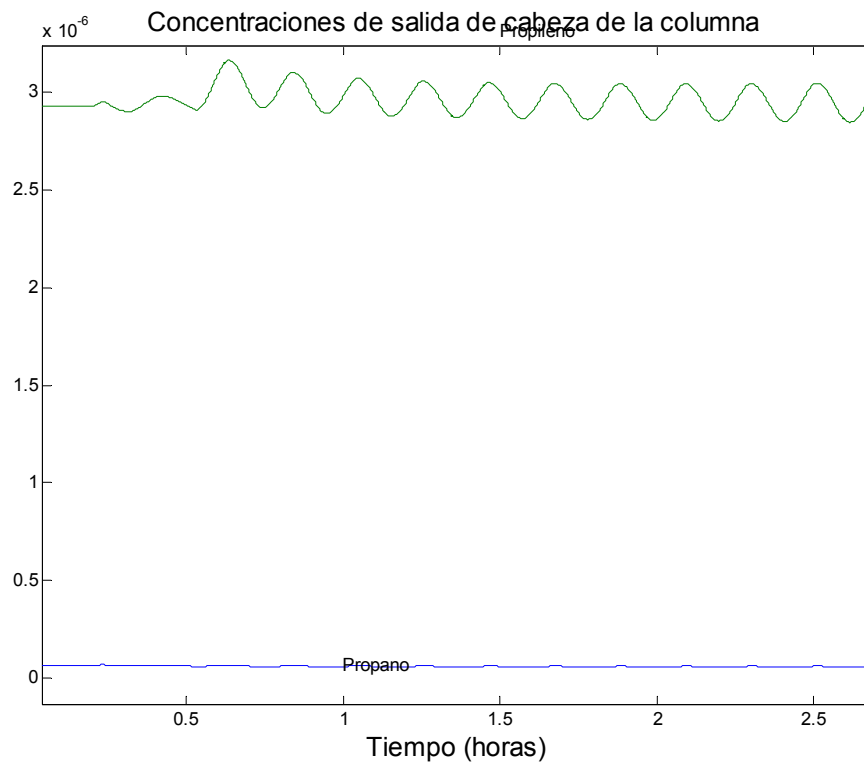


Figura 5.12: Oscilación de las concentraciones de cabeza.

En la figura 5.12, se puede apreciar cómo la variable oscila entorno al punto de consigna de manera que no se alcanza el punto deseado.

La opción es por lo tanto reducir la ganancia integral y también la proporcional de manera que el sistema tenga una respuesta más lenta. Por otro lado, hay que enfocar la simulación de una manera más realista. Si se decide reducir la ganancia excesivamente, el sistema que tenga que responder ante un cambio de caudal lo hará de una manera muy lenta. Sin embargo, los procesos químicos continuos suelen ser muy estables. Esto implica que las variaciones de los parámetros de proceso en general son muy lentas. Por lo tanto se toman las siguientes medidas para mejorar el sistema:

- Se reducen la ganancia proporcional e integral
- Se simula un cambio de concentraciones de entrada más lentos.

5.6 Variación de caudal y concentraciones de entrada en lazo cerrado

Este será el caso más general y se verá cómo responde la columna ante variaciones de este tipo. La simulación se ha realizado durante un periodo de 20 horas. La variación de entrada se puede ver a continuación en las figuras 5.13 y 5.14.

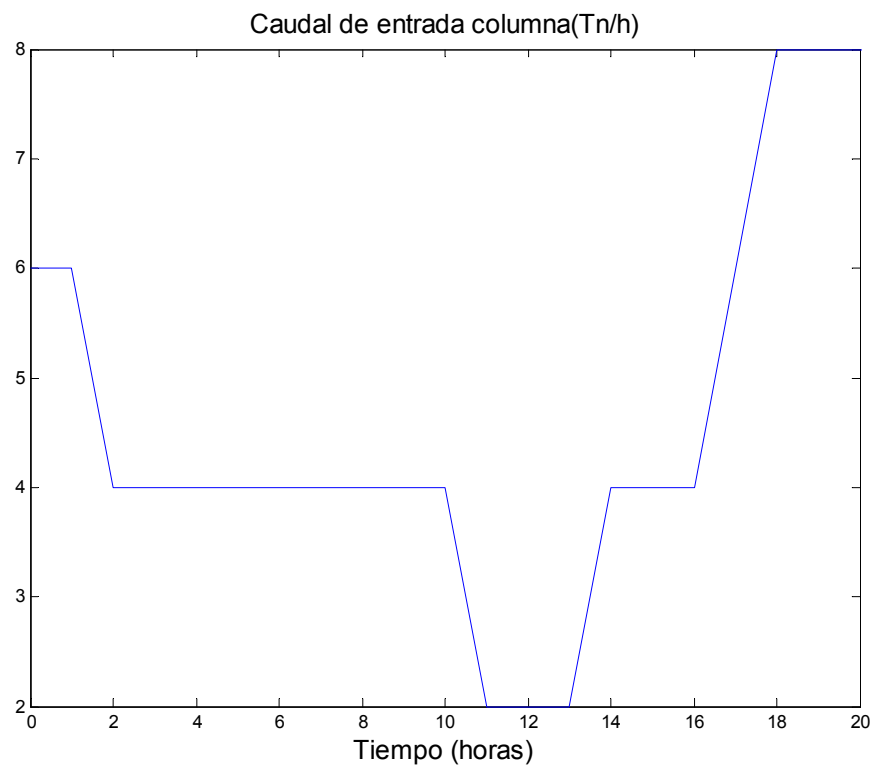


Figura 5.13: Variación del caudal de entrada en el tiempo.

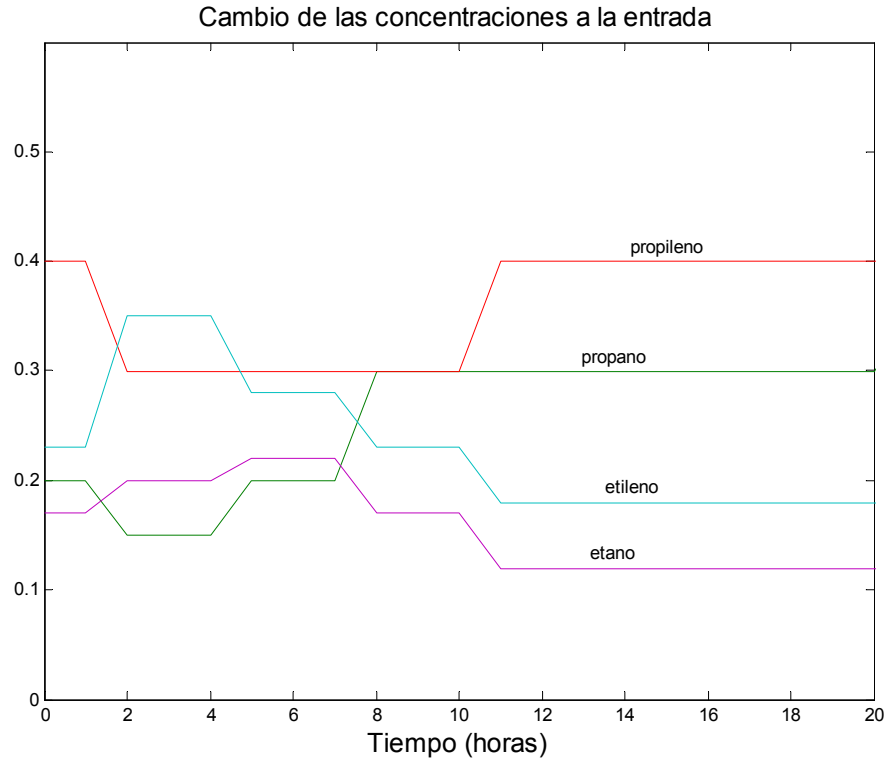


Figura 5.14: Variación de la composición de entrada.

Elección de los parámetros PI de ajuste.

Para poder garantizar la estabilidad del sistema, tal como se ha comentado anteriormente, se reduce la ganancia del analizador. Los parámetros PI que se ha elegido para la simulación son los siguientes:

Lazo de temperatura:

- $G = 0,05$
- $K_i = 2,4 \cdot 10^{-4}$

Lazo del analizador

- $G = 0.05$
- $K_i = 5 \cdot 10^{-5}$

Partiendo de estos valores se ha realizado la simulación consiguiendo unos resultados satisfactorios.

5.6.1 Caudales en la columna

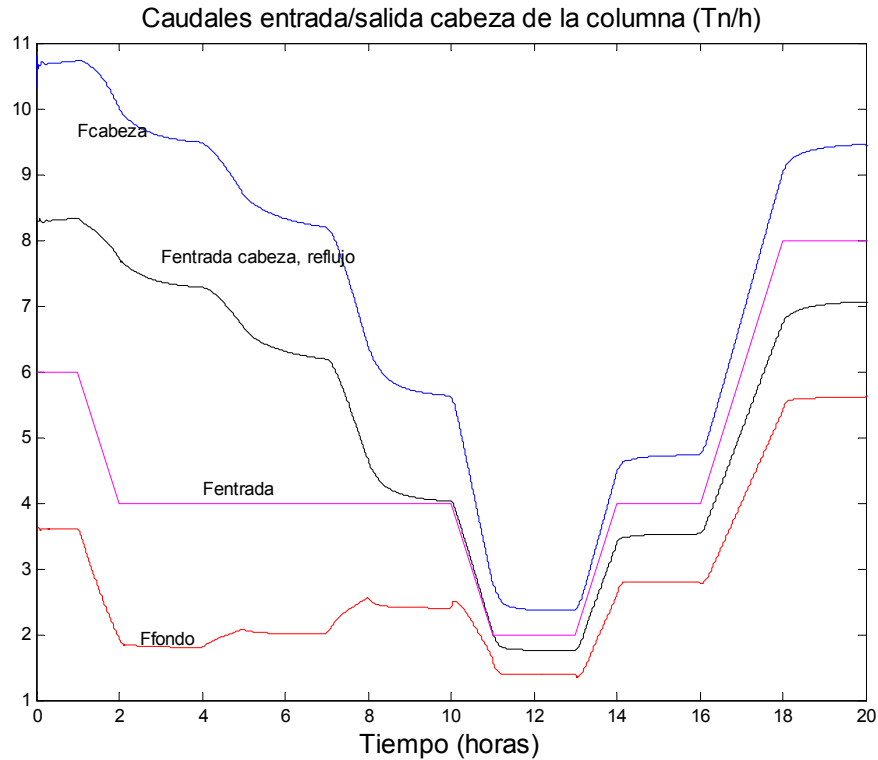


Figura 5.15: Variación de los caudales en la columna.

Ante variaciones de la entrada tanto de caudal como de concentración los caudales reaccionan tal como se puede ver en la figura 5.15. Los caudales reaccionan con variaciones tanto cuando varía el caudal de entrada como cuando varían las concentraciones. Esto se debe a que las concentraciones afectan a la temperatura de equilibrio de cada plato y también a la volatilidad del fondo, haciendo que fluya más o menos caudal en la columna.

Con anterioridad, al analizar el lazo abierto, se veía que cuando el caudal de producto de cabeza se distanciaba del caudal teórico es cuando aparecían productos no deseados en la columna, haciendo que no se separaran los productos correctamente.

Con los dos lazos de control, tal como se puede ver en la figura 5.16, el caudal de producto de cabeza sigue fielmente al caudal teórico.

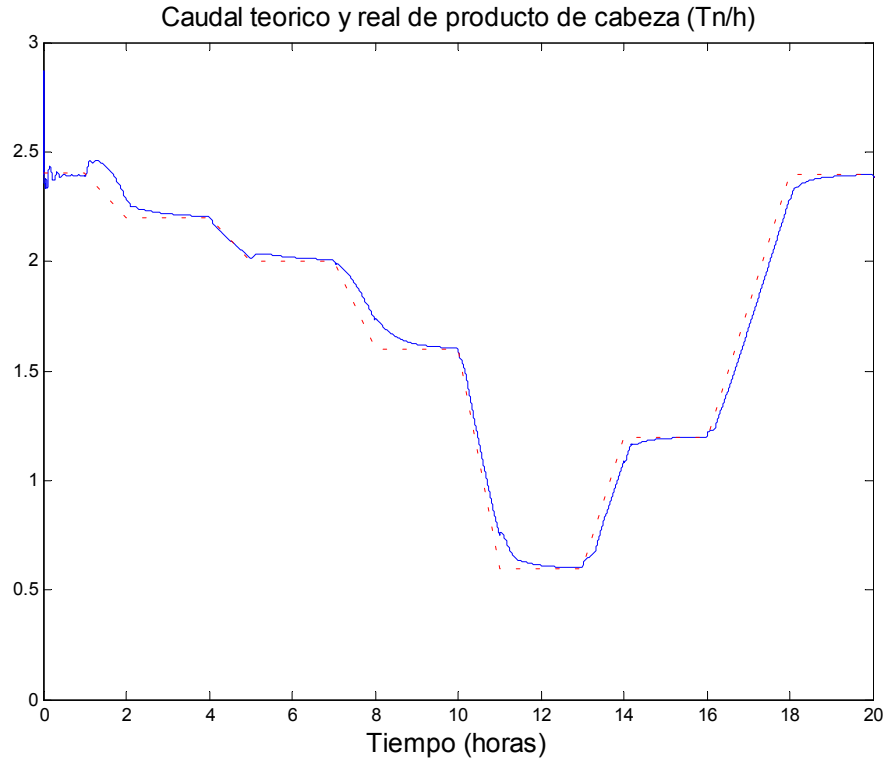


Figura 5.16: Caudal de salida de producto de cabeza respecto al teórico

El caudal teórico es el caudal de etileno y etano que entra a la columna en cada instante. Si todo funciona correctamente todo este producto debe sacarse por la cabeza.

El lazo de control del analizador de cabeza, controla la cantidad de reflujo que debe recircular a la columna para mantener el punto de consigna de propileno y propano en la cabeza. El caudal que no se recircula es el caudal de producto de cabeza.

El lazo de control del analizador fija el caudal de producto de cabeza. Como resultado, se cumple el balance de materia en la columna y tras una variación de caudal o concentración la columna alcanza sus nuevas condiciones estables.

5.6.2 Respuesta de las concentraciones

Igual que los caudales, las concentraciones en la cabeza y en el fondo deben cambiar para adecuarse a las nuevas condiciones de entrada. En las figuras 5.17 y 5.18, se puede ver la variación de concentraciones en la cabeza y en el fondo.

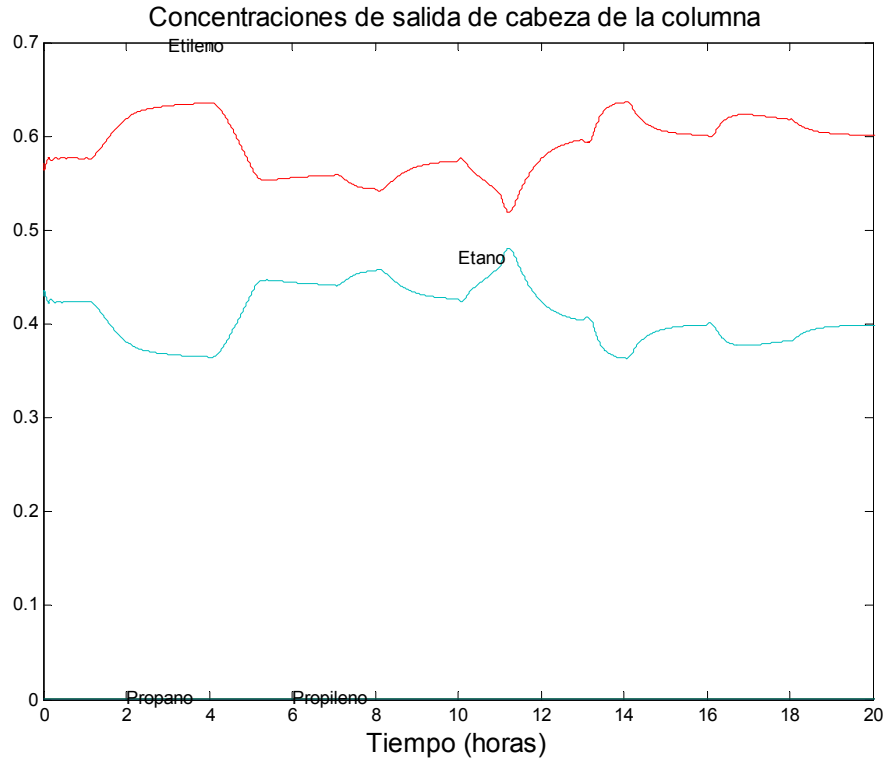


Figura 5.17: Concentraciones de cabeza de la columna.

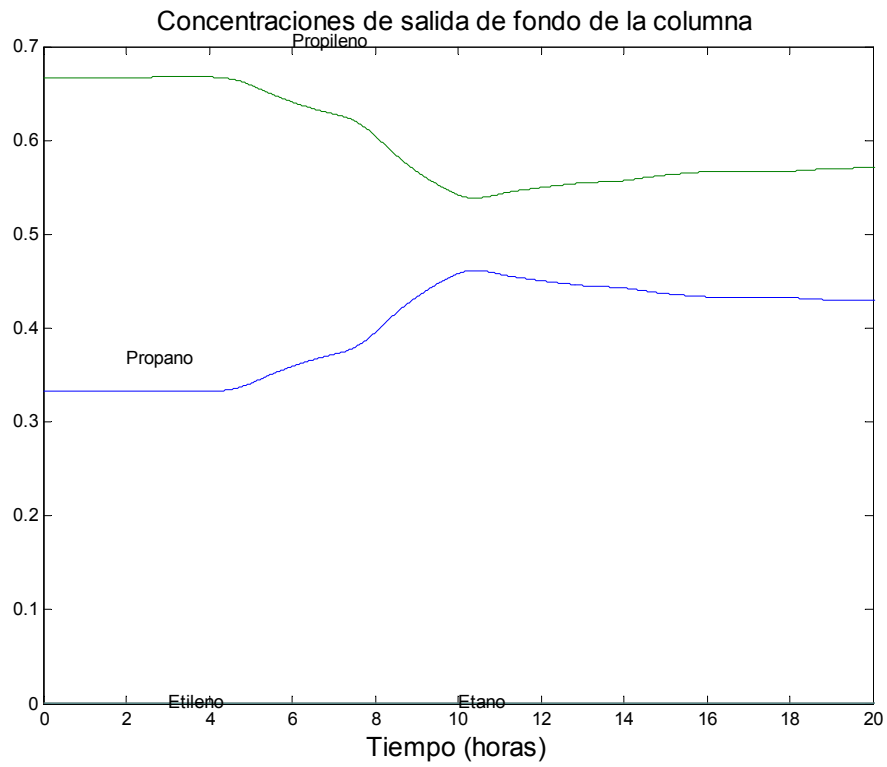
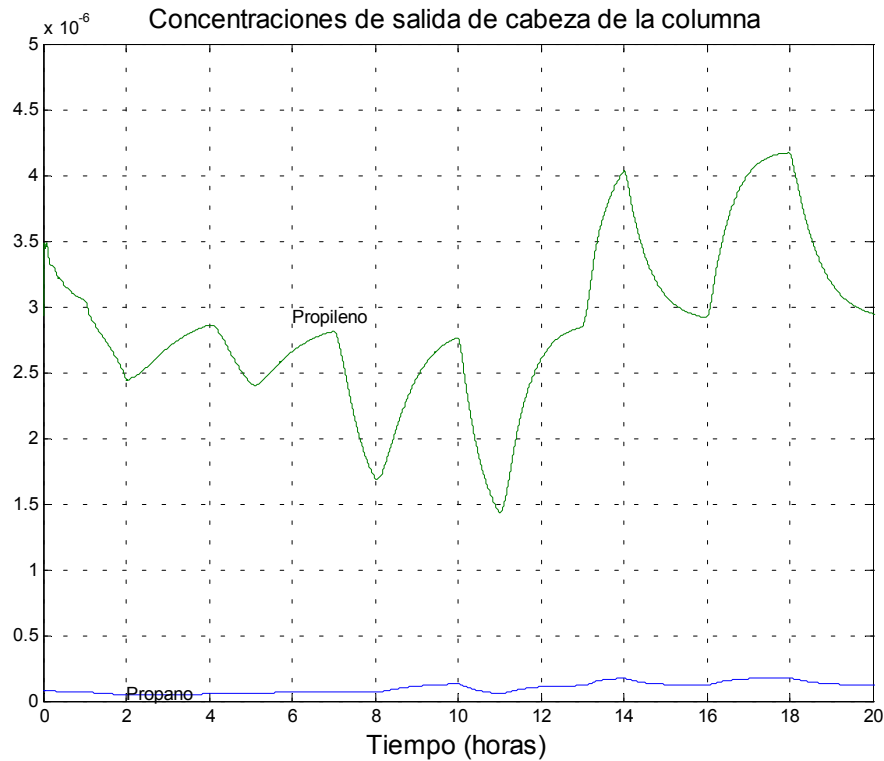


Figura 5.18: Concentraciones del fondo.

Las concentraciones de cabeza y de fondo cambian, pero en ningún momento aparecen concentraciones considerables de etano-etileno en el fondo. En la cabeza, como ya se sabe, se tiene el lazo de control con el punto de consigna de la suma de propano+propileno a 3 ppm.

En la figura 5.19 se ve el detalle de las concentraciones de cabeza donde se puede apreciar que el lazo de control del analizador intenta continuamente llevar el valor de concentración de propano+propileno a 3 ppm. Cada disturbancia hace alejar este valor del punto de consigna, pero el sistema responde correctamente.



Gráfica 5.19: Control de concentraciones en la cabeza.

El lazo del analizador mantiene controlados los valores de propano propileno en la cabeza. El lazo de temperatura tiene dos funciones. La primera es evitar que bajen las temperaturas en el fondo, ya que esto indicaría el aumento de concentración de etano etileno en el fondo. La otra funcionalidad es ajustar el aporte de energía dependiendo de la cantidad de caudal que entra en la columna y su volatilidad.

Con anterioridad se veía en la gráfica 4-16 cómo ante variaciones de concentraciones de la entrada la distribución de concentraciones a lo largo de la columna también cambiaba. De hecho, se veía cómo unos productos desplazaban completamente a otros. Los platos en los que había el punto de concentración máxima de un producto cambiaban por completo.

En la figura 5.20 se puede ver la distribución de concentraciones en la columna para dos instantes diferentes. Con trazado continuo, se ve la distribución de concentraciones para la hora 4 de simulación y en trazado discontinuo la hora 10.

Con el lazo cerrado se puede ver que aunque las concentraciones a lo largo de los platos de la columna cambien, la columna permanece estable con los puntos de concentraciones

máximas también estables. Los productos se desplazan unos a otros de una manera controlada.

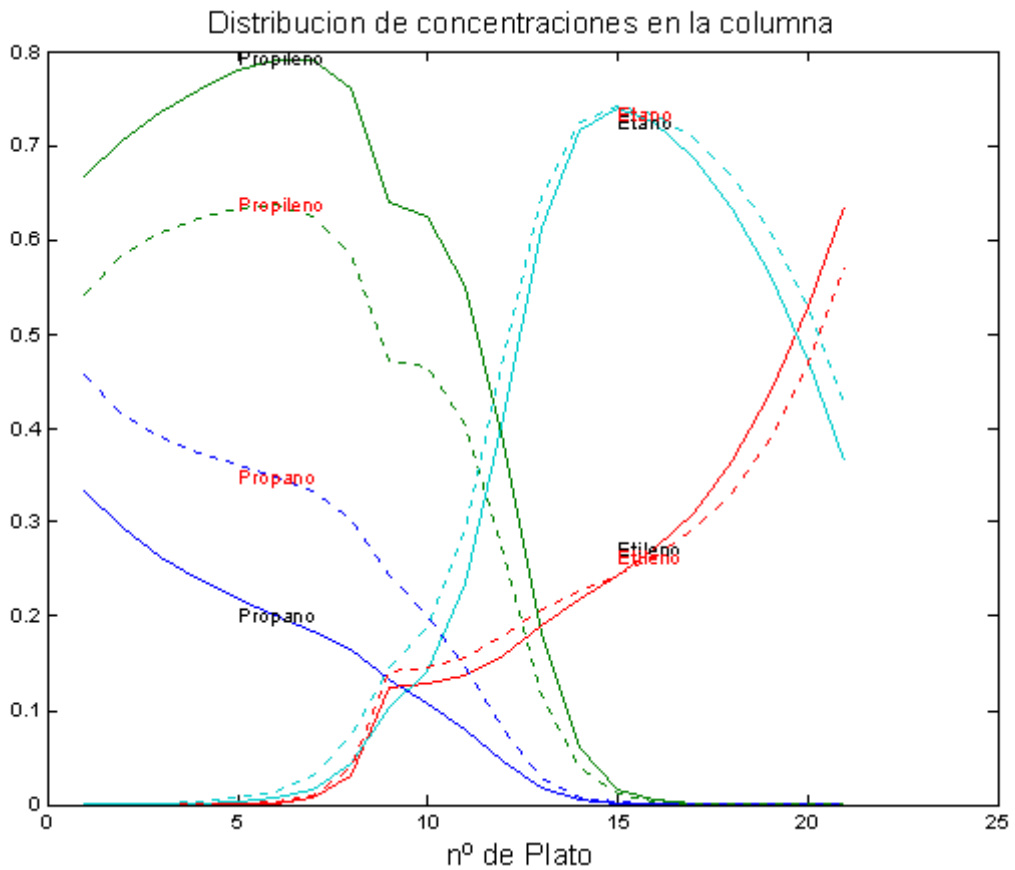


Figura 5.20: Distribución de concentraciones para la hora 4 y hora 10

Para completar los resultados de la simulación realizada se pueden ver en figura 5.21 la evolución del perfil de temperaturas y en la figura 5.22 un detalle de la temperatura del plato 7 que se controla a 66°C.

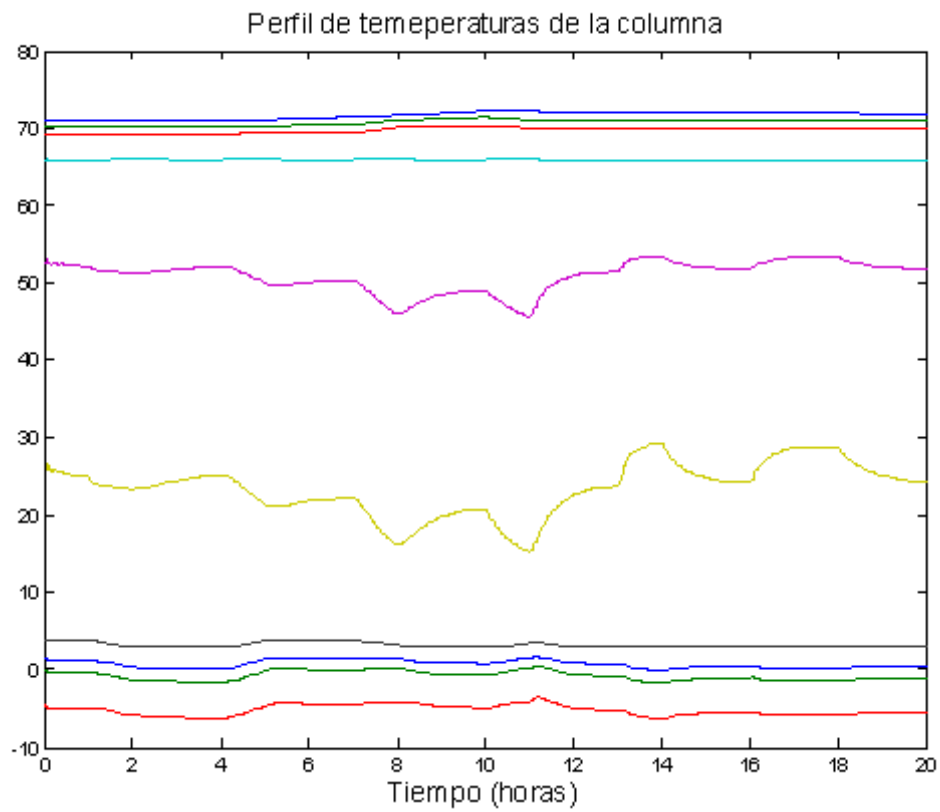


Figura 5.21: Perfil de temperaturas en la columna.

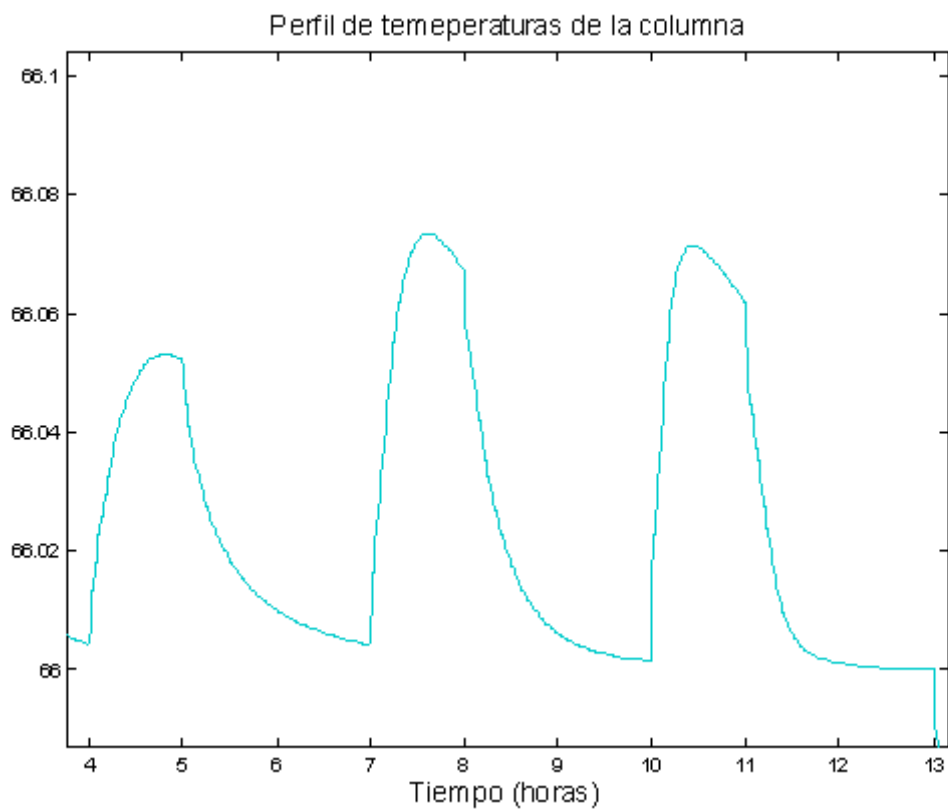


Figura 5.22: Detalle de la temperatura controlada en el plato 7.

En la figura 5.23 se puede ver la apertura de la válvula de vapor al fondo y en la figura 5.24 la energía entregada al fondo del mismo.

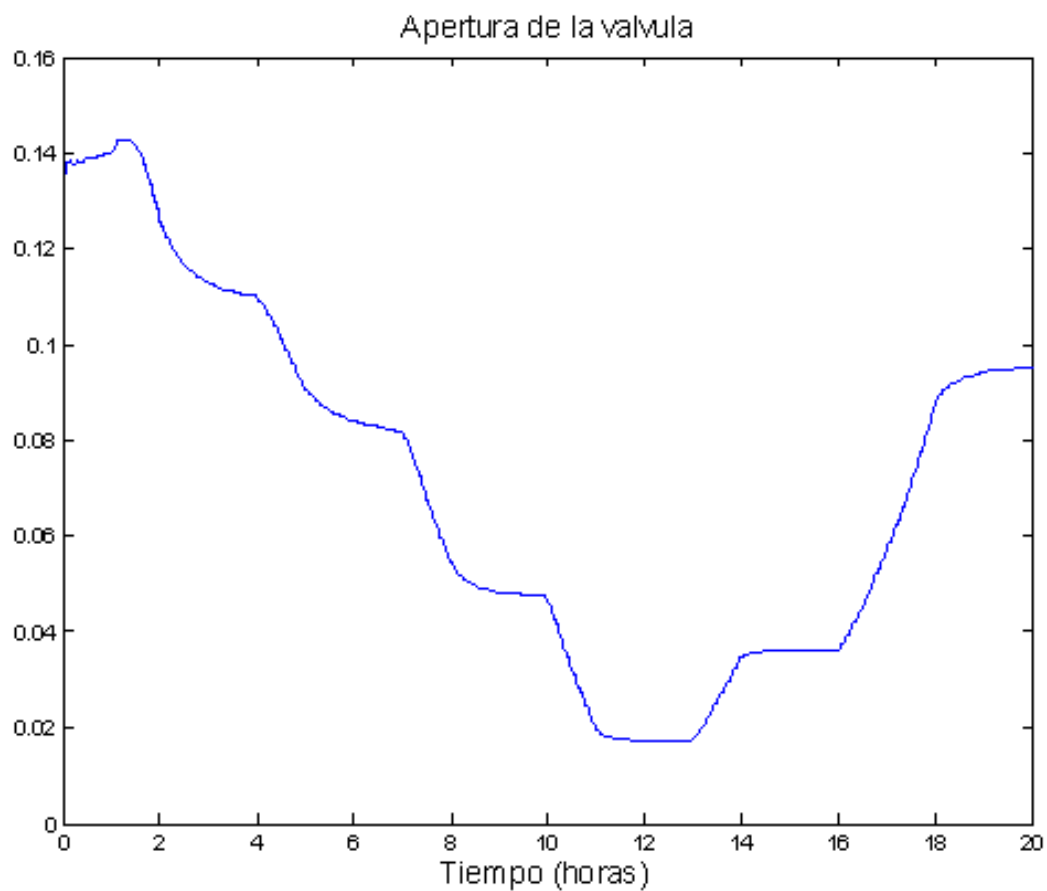


Figura 5.23: Apertura de la válvula de vapor.

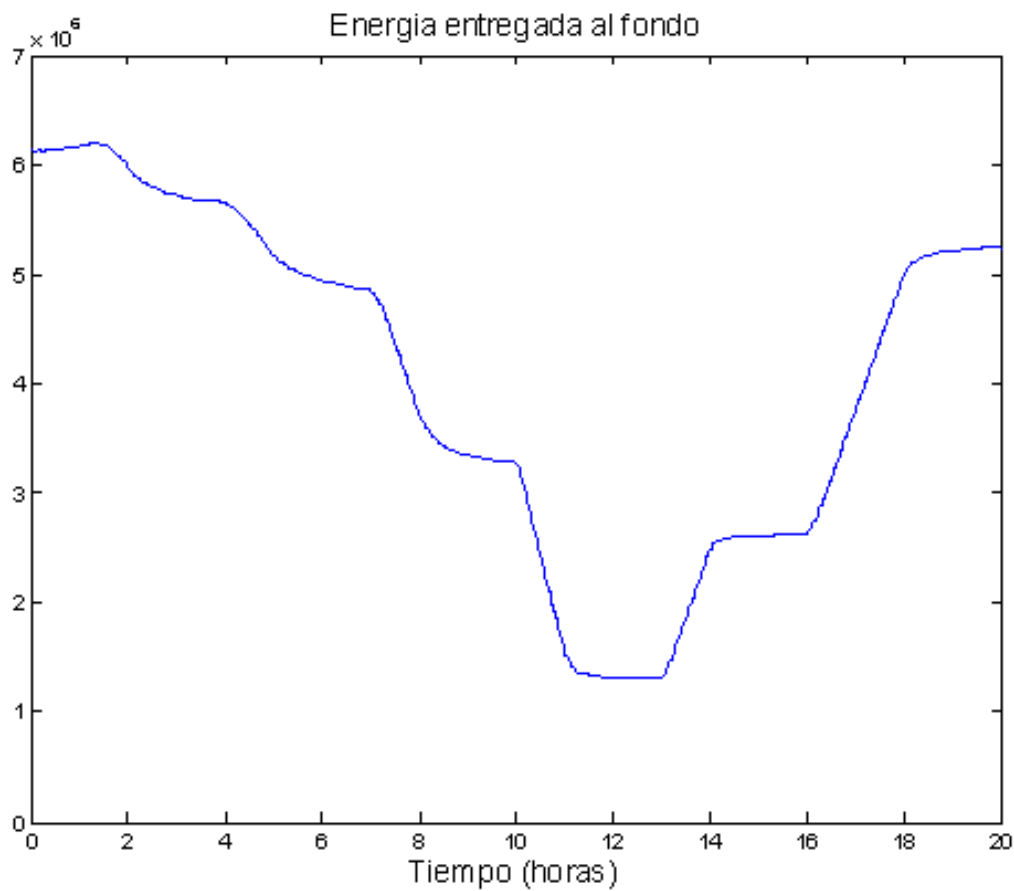


Figura 5.24: Energía entregada al fondo.

Por último se puede ver en la figura 5.25 la temperatura del entrada del refluo de la columna. No se ha mencionado con anterioridad ya que es muy estable. Dentro del programa colsim se ejecuta el lazo del PI para controlar esta temperatura con las ganancias $G=0.001$ y $Ki=5e-4$.

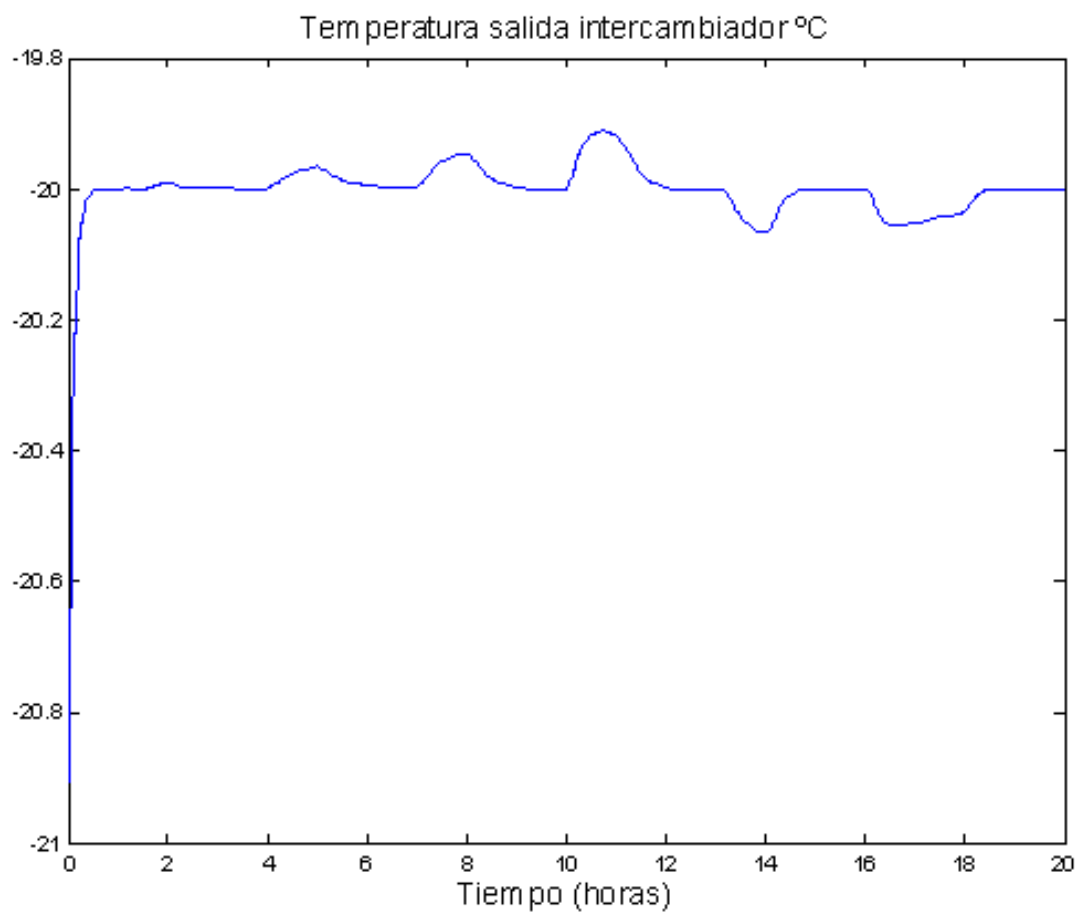


Figura 5.25: Temperatura del reflujo de la columna.

5.7 Conclusiones

Los lazos de control que se han dispuesto mantienen la estabilidad de la columna absorbiendo las perturbancias de caudal y composición de la entrada.

El ajuste de los parámetros de ganancia proporcional e integral deben elegirse con cuidado. El ajuste de estos parámetros hará que el sistema sea estable o inestable.

La simulación debe realizarse con unas variaciones realistas. En procesos químicos como el que se ha estudiado, los procesos de estabilización son de horas. Las perturbancias también deben estudiarse en este margen de tiempo. Las composiciones de entrada no pueden variar bruscamente. De lo contrario, los ajustes de ganancias proporcional e integrales deben hacerse muy conservadoramente haciendo las respuestas más lentas de lo necesario.

En la simulación en donde se ha variado tanto la entrada de caudal como la composición, en algunos momentos la apertura de la válvula de vapor es muy baja. En esos casos, se podría aumentar el punto de consigna del lazo de temperatura para así trabajar con la válvula de vapor más abierta. Esto forzaría a que los caudales en la columna aumentaran y las respuestas serían más rápidas.

El cambio de puntos de consigna de temperatura no está automatizado y es una decisión que tendría que tomar el operador de la planta. En plantas químicas de este tipo todavía este tipo de decisiones quedan en manos de los operadores. Sólo en plantas en las que se tiene experiencia de operación se pueden automatizar los cambios de este tipo.

5.8 Oportunidades de mejora

Teniendo el modelo matemático de la columna, una vez de tener la columna en operación y poder validar así el modelo, uno de los métodos más utilizados para automatizar este tipo de columnas es el uso de control avanzado predictivo. El uso del modelo matemático puede predecir el desenlace que tendría un cierto cambio teniendo en cuenta los parámetros en un instante dado de operación.

En cualquier caso, estas mejoras siempre se realizan una vez que la columna ya está en operación y se tienen datos para poder crear el modelo partiendo de los datos de operación reales.

6 RESUMEN

En este estudio se ha creado el programa para poder simular una columna de destilación de propano-propileno etano-etileno.

En la primera parte se explica cuál es el funcionamiento de la columna, cuáles son las ecuaciones que se utilizan para crear el modelo. También se explica cómo se ha creado el programa y cuál es su funcionamiento.

Tras elegir cuál es el diseño de la columna, se han realizado simulaciones para ver cómo responde ante diferentes tipos de variaciones. Se han generado simulaciones para distintas perturbancias.

Se han definido cuáles son los parámetros fundamentales de la columna y se han definido los lazos de control que mantendrán la columna en condiciones estables y trabajando correctamente, es decir, separando los componentes con una pureza de calidad.

Una vez definidos los lazos se ha vuelto a simular la columna ya en lazo cerrado y se han ajustado los parámetros de ganancias proporcional e integral. Los resultados de la simulación han sido positivos.

Mediante esta simulación ya se tienen los parámetros básicos de funcionamiento de la columna y se saben cuáles serán los lazos de control principales.

Los resultados de este estudio de simulación serán el fundamento para realizar el diseño de la automatización de la columna de destilación. En este proyecto se ha llevado a cabo el proyecto de automatización de la columna de destilación que se puede encontrar en la memoria descriptiva.

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO
AUTOR: H. Perry
EDICIÓN: Madrid [etc.] McGraw-Hill cop. 2001

- [2] MODELING AND SIMULATION IN CHEMICAL ENGINEERING
AUTOR: Franks Roger G. E.
EDICIÓN: New York [etc.] Wiley cop.1972

- [3] PROCESS DINAMICS MODELING, ANALYSIS AND SIMULATION
AUTOR: Bequette, B Wayne
EDICIÓN: Upper Saddle River Prentice Hall cop. 2003

ANEXO: PROGRAMA

```

function [stream,HL]=bot
(LI,LO,IV,Q,HL,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%[stream]=bot(LI,LO,IV,Q,HL,stream,data,ncf,ncl,RCT,LSTR)
%LI N° stream entrada
%LO N° stream salida
%IL stream Salida del líquido
%IV N° stream Salida del vapor generado
%Q flujo de calor
%Stream define los flujos
%data datos de los componentes
%ncf --> ncl son los componentes utilizados
%RCT Array de reacción de los componentes
%   RCT(21) es los moles totales que se generan o se pierden
%   RCT(22) es el calor total que se genera o se pierde
%DT intervalo de tiempo

%Memoriza la entalpia del fondo
stream(LO,20)=stream(LO,23);

%Calcula la temperatura de equilibrio así como las
%Las etalpias para esas temperaturas
[stream]=equil2(LO,IV,stream,data,ncf,ncl,0.001);
stream(LO,23)= enthl(stream(LO,:),data,ncf,ncl);
stream(IV,23)= enthv(stream(IV,:),data,ncf,ncl);
%Calcula el incremento de energia del fondo
%Asi como el incremento de materia del fondo
denl=(stream(LO,23)-stream(LO,20))*HL/DT;
qp=Q+stream(LI,21)*stream(LI,23)+RCT(22);
dhl=stream(LI,21)-stream(LO,21)-stream(IV,21)+RCT(21);
den=stream(IV,23)-stream(LO,23);

%Calcula el nuevo caudal de vapor para mantener el equilibrio
stream(IV,21)=(qp-stream(LO,23)*(stream(LI,21)+RCT(21))-denl)/den;
if (stream(IV,21)<0)
    stream(IV,21)=0;
end

%A partir de este punto no se ejecuta en la primera pasada
if (LSTR==0)
% Calculo de las concentraciones de cada elemento
% en el fondo de la columna

for N=ncf:ncl,

    hk=stream(IV,N)/stream(LO,N);
    if (hk>10),
        dn=stream(IV,21)+stream(LO,21)/hk;
        stream(IV,N)=(stream(LI,21)*stream(LI,N)+RCT(N))/dn;
        stream(LO,N)=stream(IV,N)/hk;
        dern=0;
    else
        fni=stream(LI,21)*stream(LI,N)+RCT(N);
        fno=stream(LO,21)*stream(LO,N)+stream(IV,21)*stream
(IV,N);
        dern=(fni-fno-stream(LO,N)*dhl)/HL;
    end
    stream(LO,N)=my_int(stream(LO,N),dern,1,DT);
end
HL=my_int(HL,dhl,1,DT);
end

```

```
function A=calcul_a(e,G,Ki)
global Integral

%Calcula el valor del PID
A=e*G+Integral*Ki;
if A>=1
    A=1;
elseif A<0.001
    A=0.001;
end
```

```

function aux=colsim4
(T,Ffeed,X1,X2,X3,X4,pfhead,pexenerg,plato,A,G,Ki,Frefrig,Trefrigeran
te)
% PARA LA SIMULACION EN LAZO ABIERTO
global H
global tm
global stream
global data
global ncf
global ncl
global DT
global LSTR
global Integral
global HL
global HL2
WC=10000;
CV=4645;

if (T==0)
    WC=10000;
    CV=4645;
    stream=[];
    data=[];
    H=12000e3;
    HL=10;
    HL2=2;
    stream=zeros(50,24);
    Tiempo=[];
    [stream,data,ncf,ncl]=dat3(1);
    load start
    DT=0.001;
    LSTR=0;
    Integral=0;
    stream(47,1:5)=[0 0 0 0 1];
    stream(47,23)=15e3;
    stream(47,24)=40;
    stream(48,24)=40;
else
    LSTR=0;
    stream(47,1:5)=[0 0 0 0 1];
    stream(47,22)=-20;
    stream(47,23)=15e3;
    stream(47,24)=40;
    stream(48,24)=40;
end
end
RCT=zeros(1,22);
stream(45,21)=Ffeed;
stream(45,1)=X1;
stream(45,2)=X2;
stream(45,3)=X3;
stream(45,4)=X4;
stream(47,21)=Frefrig;
stream(47,22)=Trefrigerante;
%asignaciones
    if (stream(45,21)>0)
        stream(41,21)=stream(40,21)-stream(1,21); %Elimino caudal de
salida del fondo
    end;
%Reboiler
[stream,H,tm]=reb2(A,H,CV,WC,46,41,stream,data,tm,DT,LSTR);

%Calculo fondo
[stream,HL]=bot(40,41,1,H,HL,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);

```

```

%Calculo platos
for N=1:6,
    [stream]=stage(N,40-N,41-N,N+
1,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
end
    [stream]=stgf
(7,33,45,34,8,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
for N=8:19,
    [stream]=stage(N,40-N,41-N,N+
1,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
end
%Calculo refrigerante
[stream,data,fval]=cshe(20,43,47,48,stream,data,1,4,5,5,-
1.5e7,3,0,0);

%Calculo deposito
[stream]=hldp(43,21,3,7,-5000,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);

%Asignaciones
stream(21,23)=pexenerg;
stream(21,21)=pfhead;
stream(21,22)=-30.33;
Fvapor=stream(46,21);
Fhead=stream(20,21);
Fbottom=stream(41,21);
Thead=stream(20,22);
Tbottom=stream(41,22);
C_fondo=stream(41,1:4);
C_cabeza=stream(20,1:4);
Perfil_T=[stream(1,22) stream(3,22) stream(5,22) stream(7,22)
stream(10,22) stream(12,22) stream(15,22) stream(17,22) stream(18,22)
stream(20,22)];
aux=
[Fhead;Fbottom;Fvapor;Perfil_T';C_fondo';C_cabeza';HL2;A;HL;pfhead;H;
stream(21,22);stream(47,21);stream(48,22)];

```

```

function aux=colsim
(T,Ffeed,X1,X2,X3,X4,SP2,G2,Ki2,SP,G,Ki,Frefrig,Trefrigerante)
% PARA LA SIMULACION EN LAZO CERRADO
global H
global tm
global stream
global data
global ncf
global ncl
global DT
global LSTR
global Integral
global HL
global HL2
global e;
global Integral;
global e_1;
global Integral_1;
global e_2;
global Integral_2;
WC=15000;
CV=4645;

if (T==0)
    CV=4645;
    stream=[];
    data=[];
    HL=10;
    HL2=2;
    stream=zeros(50,24);
    Tiempo=[];
    load start
    DT=0.001;
    LSTR=0;
    stream(47,1:5)=[0 0 0 0 1];
    stream(47,23)=15e3;
    stream(47,24)=40;
    stream(48,24)=40;
else
    LSTR=0;
    e=SP-stream(7,22);
    limitador=Integral;
    Integral=Integral+e;
    A=calcul_a(e,G,Ki);
    if A==1
        Integral=limitador;
    end
    %Control de caudal de reflujo
    e_1=(SP2-(stream(20,1)+stream(20,2)));
    Integral_1=Integral_1+e_1;
    reflujo=calcul_a2(e_1,G2*1e6,Ki2*1e6);

    %Control refrigerante
    e_2=(-20-stream(42,22));
    limitador=Integral_2;
    Integral_2=Integral_2+e_2;
    refrig=calcul_a3(e_2,0.001,5e-4);
    if A==1
        Integral_2=limitador;
    end
    %datos refrigerante
    stream(47,1:5)=[0 0 0 0 1];
    stream(47,22)=-50;
    stream(47,23)=15e3;

```



```

    stream(47,24)=40;
    stream(48,24)=40;
    stream(47,22)=Trefrigerante;
end
    RCT=zeros(1,22);
    stream(45,21)=Ffeed;
    stream(45,1)=X1;
    stream(45,2)=X2;
    stream(45,3)=X3;
    stream(45,4)=X4;
% Resultado del lazo cerrado

    %Caudal de reflujo que fija el analizador
    pfhead=12-12*reflujo;
    %Caudal de refrigerante
    stream(47,21)=40-35*refrig;

%asignaciones
    if (stream(45,21)>0)
        stream(41,21)=stream(40,21)-stream(1,21);    %Elimino caudal de
salida del fondo
    end;
    %Reboiler
    [stream,H,tm]=reb2(A,H,CV,WC,46,41,stream,data,tm,DT,LSTR);

    %Calculo fondo
    [stream,HL]=bot(40,41,1,H,HL,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);

    %Calculo platos
    for N=1:6,
        [stream]=stage(N,40-N,41-N,N+
1,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
    end
    [stream]=stgf
(7,33,45,34,8,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
    for N=8:19,
        [stream]=stage(N,40-N,41-N,N+
1,0,0.1,0.01,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
    end
    %Calculo refrigerante
    [stream,data,fval]=cshe(20,42,47,48,stream,data,1,4,5,5,-
1.5e7,3,0);

    %Calculo deposito
    [stream]=hldp(42,43,3,HL2,0,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR);
    stream(21,:)=stream(43,:);
    stream(44,:)=stream(43,:);
    stream(21,21)=pfhead;
    stream(44,21)=stream(43,21)-pfhead;
    Fvapor=stream(46,21);
    Fhead=stream(20,21);
    Fbottom=stream(41,21);
    Thead=stream(20,22);
    Tbottom=stream(41,22);
    C_fondo=stream(41,1:4);
    C_cabeza=stream(20,1:4);
    Perfil_T=[stream(1,22) stream(3,22) stream(5,22) stream(7,22)
stream(10,22) stream(12,22) stream(15,22) stream(17,22) stream(18,22)
stream(20,22)];
    aux=[Fhead;Fbottom;Fvapor;Perfil_T';C_fondo';C_cabeza';(stream
(20,1)+stream(20,2));A;HL;pfhead;H;stream(21,22);stream(47,21);stream
(42,22);stream(7,22)];

```

```
function [X,XA,YA,NR,NC]=conv(X,Y,XA,YA,NC)
%function [X,XA,YA,NR,NC]=conv(X,Y,XA,YA,NC)
if abs((X-Y)/(X+Y)) < 0.001
    X=Y;
    NC=1;
else
    if NC<=1
        XA=X;
        YA=Y;
        X=Y;
        NC=2;
    else
        XT=(XA*Y-YA*X)/(XA-X+Y-YA);
        XA=X;
        YA=Y;
        X=XT;
    end
end
NR=1;
```

```

function [stream,data,fval]=cshe
(I1,I2,IR1,IR2,stream,data,ncf,ncl,ncfr,nclr,HT,L,margen_converg)
%[stream,data]=cshe
(I1,I2,IR1,IR2,stream,data,ncf,ncl,ncfr,nclr,HT,L,margen_converg)
%I1 stream de entrada de producto
%I2 stream de salida
%IR1 entrada refrigerante
%IR2 salida refrigerante
%Stream define los flujos
%data datos de fluídos
%ncf componente primero producto
%ncl componente último producto
%ncfr componente primero refrigerante
%nclr componente último refrigerante
%HT energía transferida
%L estado a la salida
%margen_converg es la ventana de convergencia

%Se transfieren de la entrada a la salida los valores de caudal
% así como las composiciones ya que estas permanecen inalterables
for N=ncfr:nclr
    stream(IR2,N)=stream(IR1,N);
end
for N=ncf:ncl
    stream(I2,N)=stream(I1,N);
end
stream(I2,21)=stream(I1,21);
stream(IR2,21)=stream(IR1,21);

% a continuación minimiza la función fcshe para encontrar
% el valor convergente de energía. Para ello antes se calcula el
margen
% mínimo que es la energía mínima para convertir todo el gas en
líquido
% y no se generen resultados imaginarios en el proceso de
convergencia.
options = optimset('Display','on');
aux=stream(I1,23)-enth1(stream(I1,:),data,ncf,ncl);
Qmin= aux*stream(20,21)*1.05;
[Q,fval]=fzero(@fcshe,[HT -
Qmin],options,stream,data,IR1,IR2,ncfr,nclr,I1,I2,ncf,ncl);

% Cálculo de las condiciones de salida
[stream,data]=htexch(IR1,IR2,stream,data,ncfr,nclr,-Q,L);
[stream,data]=htexch(I1,I2,stream,data,ncf,ncl,Q,L);

```

```

function [stream,data,ncf,ncl]=dat3(novale)
%function [stream,data,ncf,ncl]=dat(novale)
ncf=1;
ncl=4;
data(1,:)= [9.92 -2285.6 273 962.6 -1 892810 2630 2.86 526670]; %
Propano y una celda adicional
data(2,:)= [9.97 -2242.4 273 739.2 -1.8 463950 2580 2.93 97310];%
propileno y también una celda añadida
data(3,:)= [10.51 -1852 273 583.3 -2.81 948490 3490.5 4.917 138720];%
Etileno
data(4,:)= [9.80 -1808.67 273 75.8 -5.08 936940 3306.6 4.27 651267];%
Etano

data(5,:)= [10.51 -1852 273 583.3 -2.81 948490 3490.5 4.917 138720];%
Etileno utilizado como refrigerante

aux=zeros(1,19);
stream(46,:)= [11.775 -3888.5 230.16 aux 2743.9 4.5];%% OJO CON ESTO
HAY QUE CAMBIAR Cambian las presiones pag 824 de libro termodinámica
aux=[];
aux=zeros(1,16);
stream(45,:)= [0.3 .3 0.2 0.2 aux 145930 40.92 400000 30.5]; %ENTRADA
%stream(43,21)=0.5; %sIN EXTRACCIÓN LATERAL
stream(1,21)=6;
aux=ones(13,1)*18;
stream(21:33,21)=aux; %Caudales de bajada hasta entrada
aux2=ones(7,1)*18; %Un 100 % va hacia abjo
stream(34:40,21)=aux2;
stream(41,21)=10; %caudal de salida
aux=ones(21,1)*70; %Pongamos 25 grados iniciales
stream(21:41,22)=aux;
%stream(401,22)=32; Ya está incluida
for I=1:21
    JD=42-I;
    stream(JD,1)=0.2;
    stream(JD,2)=0.4;
    stream(JD,3)=0.35;
    stream(JD,4)=0.05;
    %stream(JD,1)=0.999;
    %stream(JD,2)=0.001;
    %stream(JD,1)=1-I/21;
    %stream(JD,2)=1-stream(JD,1);
    %stream(I,24)=30-I*0.4; %Cambio presi'on
    stream(I,24)=30-I*0.1; %Cambio presi'on
    stream(JD,24)=stream(I,24);
    if (I==21)
        stream(JD,23)=enth1(stream(JD,:),data,ncf,ncl);
        stream(43,24)=28;
        [stream,data]=equil2(41,1,stream,data,ncf,ncl,0.001);
        aux_T=stream(41,22)
    else
        stream=equil2(JD,I,stream,data,ncf,ncl,0.001);
        stream(JD,23)=enth1(stream(JD,:),data,ncf,ncl);
    end
end
end

```

```

function aux= enthl(strm_conditions,data,comp1,comp2)
%function aux= enthl(strm_conditions,data,comp1,comp2)
%calculo de distribución de entalpia en separación de la entalpia
%strm_conditions Variable con todas los flujos para un solo stream
%data propiedades de los flujos.
%stream [N x 24] N nodos 1 ..20 concentraciones 21..24 condiciones
%solo se pasa un nodo a la función
%data[20 x 10] 20 componentes 10 propiedades
%
%Calcula la entalpia del liquido segun su temperatura

HV=0;

for j=comp1:comp2
    HV=HV+strm_conditions(j)*((data(j,7)+data(j,8)*strm_conditions
(22))+data(j,9));
end

aux=HV;

```

```

function aux= enthv(strm_conditions,data,comp1,comp2)
%calculo de distribución de entalpia en separación de la para vapor
%strm_conditions Variable con todas los flujos para un solo stream
%data propiedades de los flujos.
%stream [N x 24] N nodos 1 ..20 concentraciones 21..24 condiciones
%solo se pasa un nodo a la función
%data[20 x 10] 20 componentes 10 propiedades

%Calcula la entalpia del vapor

HV=0;

for j=comp1:comp2,

HV=HV+strm_conditions(j)*((data(j,4)+data(j,5)*strm_conditions(22))
*strm_conditions(22)+data(j,6));
end
aux=HV;

```

```

function [stream,data]=equil2
(IL,IV,stream,data,ncf,ncl,margen_converg)
%[stream,data]=equil(IL,IV,stream,data,ncf,ncl,margen_converg)
%IL stream del líquido
%IV stream del vapor
%Stream define los flujos
%margen_converg es la ventana de convergencia
%
%Calcula la temperatura de equilibrio de la mezcla.

%Utilizo la función fzero
options = optimset('Display','off');
stream(IL,22)=fzero(@fpequil2,0,options,IL,data,stream,ncf,ncl);

suma=0;

for N=ncf:ncl,
    stream(IV,N)=exp(data(N,1)+data(N,2)/(stream(IL,22)+data(N,3)))
*stream(IL,N)/stream(IL,24);
    suma=stream(IV,N)+suma;
end

if abs(suma-1)>0.001;
    aux_equil=stream(IV,ncf:ncl)
    aux=IL
    pause
end

stream(IV,22)=stream(IL,22);

```

```

function residuo=fconv(x,JF, TM,A, CV, stream)
%Variable libre.
%JF Numero de streamdel vapor
%TM Temperatura media del reboiler
%A Apertura de la valvula
%CV Capacidad de la valvula
%Stream Matriz de datos de los parametros de proceso
%
%Esta funcion se utiliza para encontrar el punto de convergencia
entre
%la energia entregada al fondo y el caudal que pasa a traves
%de la valvula

h1=x*stream(JF,23);
tc=h1/stream(JF,20)+TM;
pc=exp(stream(JF,1)+stream(JF,2)/(tc+stream(JF,3)));
w=A*CV*sqrt(stream(JF,24)*abs(stream(JF,24)-pc));
residuo=w-x;

```



```

function residuo=fconvreb(x,JF, TM,A,CV, stream)

%Variable libre.
%JF Numero de streamdel vapor
%TM Temperatura media del reboiler
%A Apertura de la valvula
%CV Capacidad de la valvula
%Stream Matriz de datos de los parametros de proceso
%
%Esta funcion se utiliza para encontrar el punto de convergencia
entre
%la energia entregada al fondo y el caudal que pasa a traves
%de la valvula

h1=x*stream(JF,23);
if (h1<0)
    h1=0;
end
tc=h1/stream(JF,20)+TM;
pc=exp(stream(JF,1)+stream(JF,2)/(tc+stream(JF,3)));
if (pc>stream(JF,24))
    w=-1e6;
else
    w=A*CV*sqrt(stream(JF,24)*(stream(JF,24)-pc));
end
residuo=x-w;

```

```
function residuo=fconvtemp(x, stream, I, SLM, SAX, SBX)
%x variable Libre
```

```
TD=(stream(I,23)-SLM)/(SAX+x*SBX);
residuo=x-TD;
```

```

function out=fpequil2(x,IL,data,stream,ncf,ncl)
%x      variable libre
%IL     numero de stream del que hay que calcular el equilibrio
%stream Condiciones de proceso
%data   Datos de los productos
%ncf    Primer componente
%ncl    Ultimo componente

%Calculo que la suma de presi3n parcial sea igual a la total
%en esta segunda versi3n se ha realizado en varios pasos para que de
esta manera se pueda
%comprobar que ninguna presi3n sea negativa

%P es igual al vector de presiones parciales ponderadas
suma=0;

for N=ncf:ncl,
    P(N)=exp(data(N,1)+data(N,2)/(x+data(N,3)))*stream(IL,N);
    if P(N)<0
        P(N)=0;
    end
    suma=suma+P(N);
end
out=suma-stream(IL,24);

```

```

function [stream]=hldp(I, IO, L, HL, Q, stream, data, ncf, ncl, RCT, DT, LSTR)
%function [stream]=hldp(I, IO, L, HL, Q, stream, data, ncf, ncl, RCT, DT, LSTR)
%I n°stream entrada
%IO n°stream de salida
%L L=3 liquido L=0 gas
%HL holdup
%Q flujo de calor
%stream , datos de flujo
%data datos de los componentes
%ncf --> ncl son los componentes utilizados
%RCT
%DT tiempo de muestreo

if (LSTR==1)

    %En la primera pasada calcula la energia inicial del deposito
    %para liquido
    if (L==3) stream(IO,23)= enth1(stream(IO,:),data,ncf,ncl);
    end
    %para gas
    if (L==0) stream(IO,23)= enthv(stream(IO,:),data,ncf,ncl);
    end
else
    %Calcula los incrementos de producto, energia
    %para poder despu'es hacer la integraci'on
    dhl=stream(I,21)-stream(IO,21)+RCT(21);
    hin=stream(I,21)*stream(I,23)+Q+RCT(22);
    den=(hin-stream(IO,23)*(stream(IO,21)+dhl))/HL;

    %Calcula las nuevas concentraciones mediante integracion
    for N=ncf:ncl,
        dfx=stream(I,21)*(stream(I,N)-stream(IO,N));
        dx=(dfx+RCT(N)-stream(IO,N)*RCT(21))/HL;
        stream(IO,N)=my_int(stream(IO,N),dx,1,DT);
    end
    %Calcula la nueva acumulaci'on de producto
    HL=my_int(HL,dhl,1,DT);
    stream(IO,23)=my_int(stream(IO,23),den,1,DT);

    %calcula la nueva temperatura de salida
    stream(IO,22)=temp3(IO,L,stream,data,ncf,ncl);
end

```

```
function [Tint]=my_int1(TD,DTD,IOD)
%function [Tint,TD,IO,JS,JN]=my_int1(TD,DTD,IOD)
%TD es la variable libre
%DTD es el intervalo de variable libre utilizada
%IOD orden de integración

%Inicialización
IO=IOD;
JN=0;

%Orden 1
JS=2;
DT=DTD;
TD=TD+DT;
Tint=TD;
```

```

function [stream,data]=pcon(I,JV,JL,TC,stream,data,ncf,ncl)
%function [stream,data]=pcon(I,JV,JL,TC,stream,data,ncf,ncl)
%I n°stream entrada
%JL n°stream condensado de salida
%JV n° stream salida de Vapor
%TC temperatura del condensado
%Stream define los flujos
%data datos de los componentes
%ncf --> ncl son los componentes utilizados

stream(JV,22)=TC;
stream(JL,22)=TC;
R=stream(JV,21)/stream(I,21);
if (R>0.95) R=0.95;
end
tmp=stream(I,22);
[stream,data]=equil2(I,50,stream,data,ncf,ncl,0.001); %50 es el valor
máximo de streams, se puede cambiar
stream(I,22)=tmp;
if (tmp<=TC) R=1;
end
if (stream(50,22)>TC)
    for N=ncf:ncl,
        stream(JL,N)=stream(I,N);
    end
    R=0;
else
    options = optimset('Display','off');
    %R=fminbnd(@fpcon,0,1,options,JV,JL,I,data,stream,ncf,ncl,TC)
    R=fzero(@fpcon,0,options,JV,JL,I,data,stream,ncf,ncl,TC)
end
SUM=0;
for N=ncf:ncl,
    H=exp(data(N,1)+data(N,2)/(TC+data(N,3)))/stream
(JL,24); %Se supone actividad 1
    den=1+R*(H-1);
    stream(JV,N)=stream(I,N)*H/den;
    stream(JL,N)=stream(JV,N)/H;
    SUM=SUM+stream(JV,N);
end

stream(JL,23)= enthl(stream(JL,:),data,ncf,ncl);
stream(JV,23)= enthv(stream(JV,:),data,ncf,ncl);
stream(JV,21)=stream(I,21)*R;
stream(JL,21)=stream(I,21)-stream(JV,21);

```

```

function [stream,h,tm]=reb2(A,H,CV,WC,JF,JB,stream,data,TM,DT,LSTR)
%[stream,h,tm]=reb(A,H,CV,WC,JF,JB,stream,data,TM,DT,LSTR)
%A Apertura de la valvula
%H flujo de energía al fondo
%CV capacidad de la válvula
%WC capacidad calorífica de los tubos
%JF numero de flujo de vapor
%JB número de nodo del fondo
%Stream define los flujos
%data datos de los componentes
%tm temperatura media
%LSTR operador lógico
%h flujo de energía al fondo
%DT integral

if (LSTR==0) %Diferencia entre la primera pasada o la segunda

    %Utilizo la funcion fconvreb. Tambien se instala un limite superior
    %para que no aparezcan numeros imaginarios como resultado.
    limsup=(253.5-TM)*stream(JF,20)/stream(JF,23);
    options = optimset('Display','on');
    %llamada a la subrutina de fconvreb
    stream(JF,21)=fzero(@fconvreb,limsup,options,JF,TM,A,CV,stream);
    %Con el paso anterior ya se tiene el caudal de vapor al reboiler
    %En los siguientes pasos se calcula la energia trasferida,
    %la temperatura y presion de condensacion
    h1=stream(JF,21)*stream(JF,23);
    tc=h1/stream(JF,20)+TM;
    pc=exp(stream(JF,1)+stream(JF,2)/(tc+stream(JF,3)));
    %En la variable stream(JF,20) esta guardado el coeficiente U
    %Que fija la trasferecia de calor delintercambiador
    h=stream(JF,20)*(TM-stream(JB,22));
    dtm=(h1-h)/WC;
    tm=my_int(TM,dtm,1,DT);
else
    %esto es para la primera pasada. Se fija una energia de
    %trasferencia
    %inicial y se calculan los flujos caudales y la condicion de los
    %condensados.
    h=H;
    w=H/stream(JF,23);
    pc=stream(JF,24)-w^2/(A^2*CV^2*stream(JF,24));
    tc=stream(JF,2)/(log(pc)-stream(JF,1))-stream(JF,3);
    tm=(stream(JB,22)+tc)/2;
    %en el siguiente paso se calcula el coeficiente de transferencia
    %de calor
    %del intercambiador.
    stream(JF,20)=H/(tc-tm);
    stream(JF,21)=w;
end

```

```

function [stream]=stage
(I1,I2,IL,IV,H,HL,HTC,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%[stream]=stage(I1,I2,IL,IV,H,HL,HTC,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%I1 stream entrada 1
%I2 stream entrada 2
%IL stream Salida del líquido
%IV stream Salida del vapor
%Stream define los flujos
%data datos de los componentes
%ncf --> ncl son los componentes utilizados
%RCT Array de reacción de los componentes
%   RCT(21) es los moles totales que se generan o se pierden
%   RCT(22) es el calor total que se genera o se pierde
%DT tiempo de integración

%Se calcula la temperatura de equilibrio en el plato
%y las entalpias de líquido y vapor para esa temperatura
[stream]=equil2(IL,IV,stream,data,ncf,ncl,0.01);
stream(IL,23)= enthl(stream(IL,:),data,ncf,ncl);
stream(IV,23)= enthv(stream(IV,:),data,ncf,ncl);

%Calculo del caudal y la energía que entra en el plato
flin=stream(I1,21)+stream(I2,21)+RCT(21);
hin=stream(I1,23)*stream(I1,21)+stream(I2,23)*stream(I2,21)+H+RCT
(22);
%Calculo del caudal de vapor para que se mantenga el equilibrio de
energía
stream(IV,21)=(hin-flin*stream(IL,23))/(stream(IV,23)-stream(IL,23));

%hasta aquí en adelante no se ejecuta la primera vez
if (LSTR==0)
%Incremento de caudal de salida
dl=(flin-stream(IV,21)-stream(IL,21))/HTC;
%Calcula la composición del líquido que sale del plato
for N=ncf:ncl,
    hk=stream(IV,N)/stream(IL,N);
    cnin=stream(I1,21)*stream(I1,N)+stream(I2,21)*stream(I2,N)+RCT
(N);
    if (hk>5)
        stream(IV,N)=cnin/(stream(IV,21)+stream(IL,21)/hk);
        stream(IL,N)=stream(IV,N)/hk;
        dern=0;
    else
        dern=(cnin-flin*stream(IL,N)-stream(IV,21)*(stream(IV,N)-
stream(IL,N)))/HL;
    end
    stream(IL,N)=my_int(stream(IL,N),dern,1,DT);
end
stream(IL,21)=my_int(stream(IL,21),dl,1,DT);

end

```



```

function [stream]=stgf
(I1,I2,I3,IL,IV,H,HL,HTC,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%[stream]=stgf
(I1,I2,I3,IL,IV,H,HL,HTC,stream,data,ncf,ncl,RCT,DT,LSTR)
%I1 stream entrada 1
%I2 stream entrada 2
%IL stream Salida del líquido
%IV stream Salida del vapor
%Stream define los flujos
%data datos de los componentes
%ncf --> ncl son los componentes utilizados
%RCT Array de reacción de los componentes
%    RCT(21) es los moles totales que se generan o se pierden
%    RCT(22) es el calor total que se genera o se pierde
%DT periodo de integración

%Se calcula la temperatura de equilibrio en el plato
%y las entalpias de líquido y vapor para esa temperatura
[stream]=equil2(IL,IV,stream,data,ncf,ncl,0.005);
stream(IL,23)= enthl(stream(IL,:),data,ncf,ncl);
stream(IV,23)= enthv(stream(IV,:),data,ncf,ncl);

%Calculo del caudal y la energia que entra en el plato
flin=stream(I1,21)+stream(I2,21)+stream(I3,21)+RCT(21);
hin=stream(I1,23)*stream(I1,21)+stream(I2,23)*stream(I2,21)+stream
(I3,23)*stream(I3,21)+H+RCT(22);
%Calculo del caudal de vapor para que se mantenga el equilibrio de
energia
stream(IV,21)=(hin-flin*stream(IL,23))/(stream(IV,23)-stream(IL,23));

if (LSTR==0)
dl=(flin-stream(IV,21)-stream(IL,21))/HTC;
for N=ncf:ncl,
    hk=stream(IV,N)/stream(IL,N);
    cnf=stream(I3,21)*stream(I3,N);
    cnin=stream(I1,21)*stream(I1,N)+stream(I2,21)*stream(I2,N)+RCT
(N)+cnf;
    if (hk>5)
        stream(IV,N)=cnin/(stream(IV,21)+stream(IL,21)/hk);
        stream(IL,N)=stream(IV,N)/hk;
        dern=0;
    else
        dern=(cnin-flin*stream(IL,N)-stream(IV,21)*(stream(IV,N)-
stream(IL,N)))/HL;
    end
    stream(IL,N)=my_int(stream(IL,N),dern,1,DT);
end
stream(IL,21)=my_int(stream(IL,21),dl,1,DT);

end

```

```

function [stream_out]=temp3(I,L,stream,data,ncf,ncl)
%[stream_out]=temp(I,L,stream,data,ncf,ncl)
%I es el número de stream
%L es la fase L=3 para liquido L=0 para vapor
%Stream define los flujos
%data es la base de datos de productos

%stream_out debe ser srteam(I,22)

%Calcula la temperatura de un producto partiendo de su entalpia

J4=4+L;
J5=5+L;

SAX=0;
SBX=0;
SLM=0;

for N=ncf:ncl,
    SAX=SAX+data(N,J4)*stream(I,N);
    SBX=SBX+data(N,J5)*stream(I,N);

    %Adecuacion para el tipo de entalpia que yo calculo con una
    constante adicional para el liquido
    %Para liquidos
    if (L==3)
        SLM=SLM+data(N,9)*stream(I,N);%es la constante que he añadido
    en los calculos
    end
    %Para vapor
    if (L==0)
        SLM=SLM+data(N,6)*stream(I,N);
    end
end
NC=0;
XA=0;
YA=0;
T=stream(I,22);
options = optimset('Display','on');
T=fzero(@fconvtemp,0,options,stream,I,SLM,SAX,SBX);
stream_out=T;

```



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

PROYECTO DE AUTOMATIZACION DE UNA COLUMNA DE DESTILACION ETANO-ETILENO PROPANO-PROPILENO

MEMORIA DESCRIPTIVA

**AUTOR: HARITZ UGALDE OLASCOAGA
DIRECTOR: ALFONSO ROMERO NEVADO**

FECHA: SEPTIEMBRE 2003

0	Descripción del Proyecto.	4
1	Generalidades	5
1.1	Emplazamiento	5
1.2	Diseño de la automatización	6
1.3	Equipos de automatización	6
1.3.1	Conceptos generales sobre la estructura	6
1.4	Nomenclatura utilizada	8
1.5	Estándar de Instrumentación utilizado	10
1.6	Áreas con peligro de explosión	11
1.7	Estudio de áreas de peligrosidad	12
1.7.1	Tipo de productos	12
1.7.2	Clasificación de zonas	12
1.7.3	Tipos de protección	12
1.7.4	Clases de temperaturas	12
1.8	Diagrama de flujo	13
1.9	Lista de Instrumentos	15
2	Instrumentación	17
2.1	Medición de caudal	17
2.1.1	Método de medición por placa de orificio	17
2.1.2	Cálculo del orificio de la placa	18
2.1.3	Transmisor de presión	20
2.2	Medición de Nivel	24
2.2.1	Medidor de Nivel continuo. LIC1003 y LIC1021	24
2.2.2	Medición de Nivel por diferencia de presión	25
2.2.3	Indicadores de Nivel visual	27
2.2.4	Interruptores de Nivel	30
2.3	Medición de Presión	32
2.4	Medición de Temperatura	34
2.5	Válvulas de control	35
2.5.1	Cálculo de capacidad requerida de la válvula	36
2.5.2	Materiales de válvulas	37
2.5.3	Definición de actuadores	38

2.5.4	Posicionador.....	41
2.6	Válvulas todo / nada.....	42
2.6.1	Electroválvula	42
2.7	Analizador	43
3	Instalación Eléctrica.....	44
3.1	Distribución	44
3.1.1	Descripción detallada del cubículo.....	46
3.2	Cargas eléctricas.....	46
3.3	Funcionalidad de los motores	47
3.4	Alimentación del sistema de control.....	47
4	Sistema de control	48
4.1	Descripción general.....	49
4.2	Estructura general del cableado	49
4.2.1	Cajas de campo.....	49
4.2.2	Armario del sistema de control. BD20.....	50
4.3	Tarjetas de entradas y salidas	51
4.3.1	Entradas Analógicas.....	51
4.3.2	Salidas Analógicas	51
4.3.3	Entradas Digitales	53
4.3.4	Salidas Digitales	53
4.3.5	Controlador	54
4.3.6	Tarjeta Profibus	55
4.4	Fuentes de alimentación.....	55
4.5	Programación	57
4.5.1	Funcionamiento lógico de la columna	57
5	Resumen	61
6	Bibliografía	62

0 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Se trata de la automatización de una columna de destilación de propano-propileno y etano-etileno. Comprende el diseño de la estructura de automatización, definición detallada de la instrumentación que se utilizará, descripción de los equipos eléctricos necesarios, definición del sistema de control y descripción de su programación.

Este proyecto comprende la columna de destilación que se considerará como una unidad independiente que se integrará dentro de un proceso de crackeado de Nafta. Toda la estructura de instrumentación ha sido diseñada para que funcione como unidad independiente. Al estar integrada dentro de una planta mucho mayor se ha utilizado infraestructura ya existente como transformadores, caminos de cables, etc..

Todo el diseño está basado en los resultados conseguidos del modelo de la columna que se ha estudiado y simulado en la **Memoria de estudio, modelización y simulación de una columna de destilación.**

1 GENERALIDADES

1.1 Emplazamiento

El proyecto se llevará a cabo dentro de la empresa SAPOL S. A. con sede en la Carretera Nacional 340 km. 1150. 43006 Tarragona.

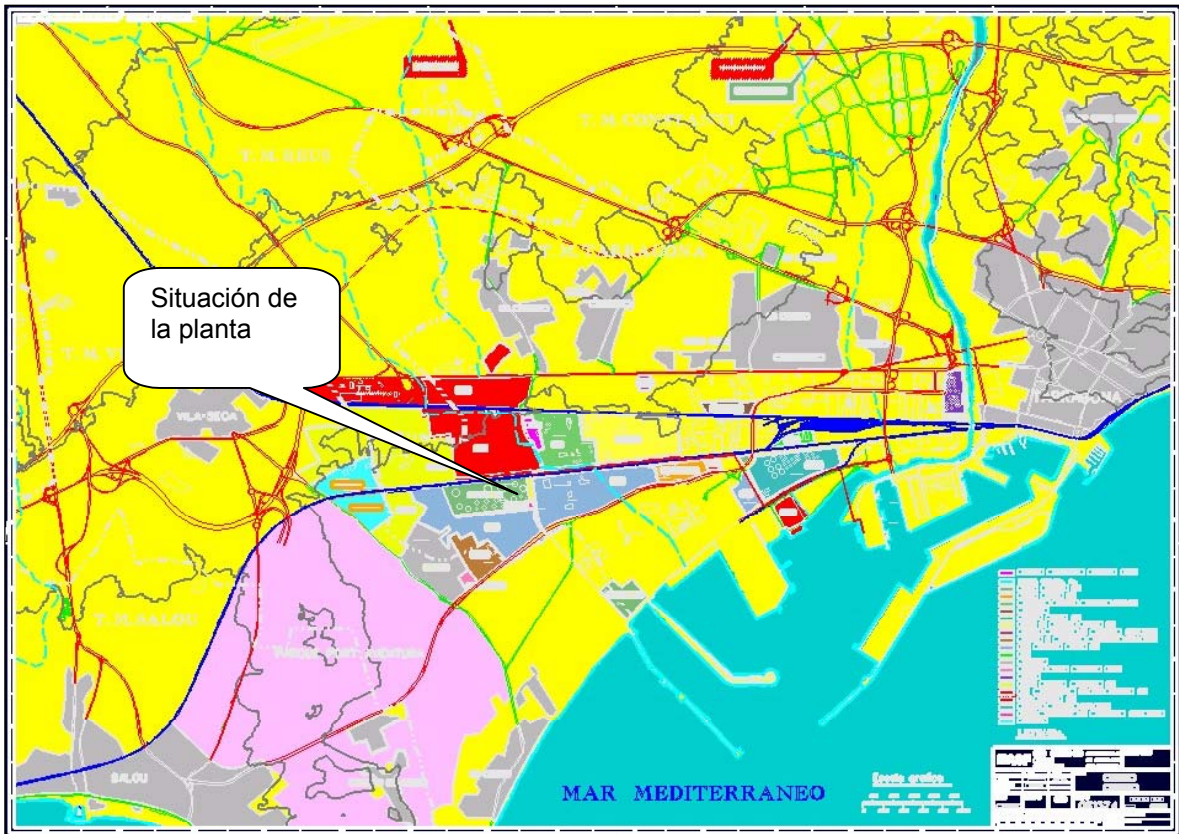


Figura 1-1: Plano de situación general

La unidad estará situada dentro de la planta de crackeado de Nafta. La unidad ocupará un área de 750 m² y estará a 100m de la sala de control. Desde la sala de control se realiza el suministro de energía.

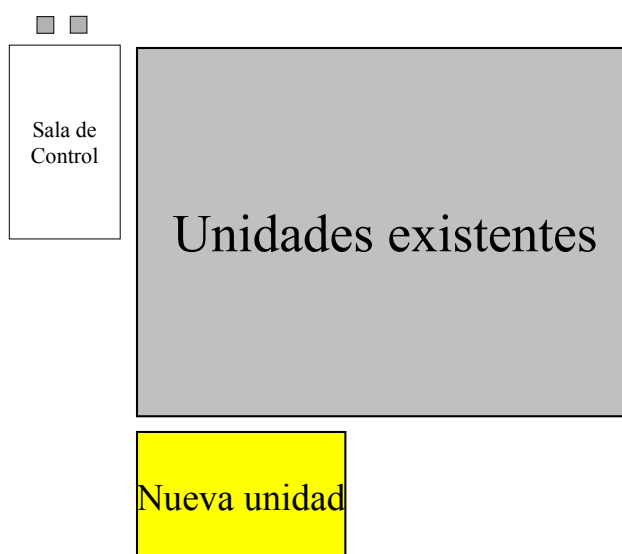


Figura 1.2: Situación de la unidad respecto a la sala de control.

1.2 Diseño de la automatización

El diseño se realizará con instrumentación industrial estándar, certificada para áreas clasificadas con peligro de explosión.

1.3 Equipos de automatización

Una vez se han realizado las simulaciones del sistema y se han elegido los lazos de control principales, hay que elegir la instrumentación para realizar estos lazos y añadir instrumentación adicional que servirá para mantener los parámetros de proceso así como mantener los equipos en sus márgenes de seguridad.

1.3.1 Conceptos generales sobre la estructura.

Antes de empezar a describir toda la instrumentación elegida hay que realizar unas consideraciones generales sobre automatización en plantas químicas.

El objetivo será realizar la automatización de esta columna de destilación como si fuera parte de una planta química más grande. Esta columna estará operada por unos operadores de planta situados en una sala de control. Desde esta sala de control y mediante la ayuda de un sistema de control podrán operar toda la planta sin necesidad de ir a campo para realizar el ajuste de caudales, niveles, etc..

Los elementos de los que se dispondrá entonces son:

- Instrumentación en campo.- Constará de instrumentación industrial estándar para poder medir caudales, presiones, niveles, etc.. Las señales serán transmitidas desde campo hasta el sistema de control mediante una estructura de cableado.

- Sistema de control.- El sistema de control consta de dos partes: los controladores que recogen las señales de campo y las estaciones de operación. El sistema de control en sí, es decir los controladores, estarán situados en la sala de instrumentación. Las estaciones de operación estarán situadas en una sala denominada sala de control. Desde estas estaciones de operación, los operadores podrán acceder a todos los parámetros controlables remotamente. El sistema de control contendrá las funciones lógicas para mantener la planta en situación segura en todo momento.
- Sala Eléctrica.- Para poder automatizar una planta se necesita energía eléctrica. Todo el suministro de energía estará centralizado en la sala eléctrica. Cada motor tendrá su alimentación individual y se definirá una estructura de alimentación para toda la instrumentación de campo.

Todas estas partes serán estudiadas a lo largo de este proyecto. Pero antes se seguirán estudiando unos conceptos generales y fundamentales para el desarrollo de este proyecto.

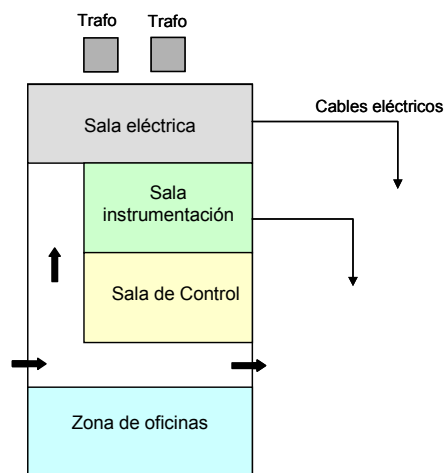


Figura 1.3: Sala de control.

1.4 Nomenclatura utilizada

En los diagramas en los que se describe la instalación se ha utilizado el estándar DIN19227 para denominar cada uno de los instrumentos. Cada equipo de automatización viene indicado mediante un círculo. En este círculo aparecen descritos la funcionalidad del instrumento y el “Tag” o nombre que define ese instrumento en concreto.

El círculo en sí puede presentar las siguientes modalidades:

- Círculo sin línea de intersección.- Hace referencia a instrumentos locales. Es decir, que sólo tienen una indicación local. Estos instrumentos no suelen utilizarse para generar lazos de control (la excepción son las válvulas autorreguladoras). Dentro de este círculo aparecen tal como se han descrito la funcionalidad y el “Tag” del instrumento. En la figura 1-4, se puede observar un ejemplo. En concreto, la nomenclatura **LI** hace referencia a una “indicación de nivel” que, al no tener línea de intersección, se deduce que está instalada en campo. **L1001** hace referencia al “Tag”. En este caso la nomenclatura se ha organizado de tal manera que la numeración 1001 viene dada por el equipo al cual está relacionado. El nivel de la figura 1-4 hace referencia a la columna T-100



Figura 1.4: Instrumento local de campo.

- Círculo con línea de intersección.- En este caso la circunferencia está dividida por una línea horizontal. Esto indica que este instrumento tiene señal en sala de control. En este caso la nomenclatura **FIC** hace referencia a una “indicación de caudal con control”. Implica que la señal que se transfiere a sala de control se utiliza para realizar en el sistema de control un controlador de caudal.



Figura 1-5: Instrumento con indicación en sala de control.

- Círculo con doble línea.- Este elemento es menos utilizado y significa que se trata de un instrumento con indicación en panel local. Este panel local puede ser un panel que está en campo. La señal nuevamente no se transfiere a sala de control. Este tipo de medidores se pueden utilizar y se utiliza para mediciones auxiliares de equipos. Un ejemplo sería el indicador de presión del cierre mecánico de una bomba.



Figura 1-6: Instrumento con indicación en panel local.

Esta nomenclatura se ha utilizado más adelante para definir los instrumentos utilizados para poder automatizar la columna de destilación.

1.5 Estándar de Instrumentación utilizado

Las señales, tal como se ha comentado con anterioridad, se transfieren a la sala de control donde son visualizadas en las estaciones de operación mediante el sistema de control. En este caso, el estándar que se ha utilizado para transferir las diferentes señales hasta el sistema de control será el siguiente:

Salidas analógicas	4-20 mA
Entradas analógicas	4-20 mA
Salidas digitales	24 VDC
Entradas digitales	24 VDC o NAMUR.

La señal analógica de 4-20 mA es la más extendida para la automatización en la industria química. Actualmente ya existen en el mercado otros tipos de alternativas como son los buses de campo (Field Bus, Profibus, etc.), pero el volumen de este tipo de señales instaladas respecto a las de 4-20mA es muy inferior.

Las salidas 4-20 mA aportan la ventaja de que aceptan muy bien ambientes y entornos ruidosos y con distorsiones. Las señales en voltaje son mucho más sensibles ante el ruido industrial que las señales en corriente.

Las señales digitales se suelen utilizar para activar electroválvulas o mandar señales al circuito de mando de los motores. En cualquier caso, es también un estándar muy utilizado en la industria. Generalmente están alimentados desde una fuente de alimentación de tensión segura. Las señales de entrada NAMUR son también comúnmente utilizadas en el mundo de la industria química. Serán descritas más adelante.

1.6 Áreas con peligro de explosión

En plantas químicas con productos como los que se está trabajando tanto los equipos como la instalación tienen ciertas particularidades. Antes de diseñar en detalle ninguna instalación de automatización, se debe hacer un estudio sobre la clasificación de áreas de peligro de explosión.

Se sigue una clasificación de áreas de peligro de explosión según la norma UNE EN50014 por la cual se distinguen las siguientes áreas clasificadas.

ZONA 0.- Existe permanentemente o durante largos periodos una atmósfera explosiva. Interior de tanques, purgas, venteos, etc..

ZONA1.- Existe intermitentemente la posibilidad que haya una atmósfera explosiva. Conexión y desconexión de mangueras.

ZONA2.- Existe eventualmente una atmósfera explosiva.

Además de esta clasificación hay que definir qué tipos de gases son los que podrán estar presentes en cada una de las áreas de peligro. Así los gases como el propano, propileno, etileno y etano están clasificados dentro del grupo IIA y IIB y con una clase de temperatura T2.

La instrumentación y equipos eléctricos seleccionados deberán definir claramente lo siguiente:

- Tipo de productos.- Deberá indicar con qué grupo de productos puede trabajar. Los grados de protección más altos comprenden también los grupos de gases menos peligrosos.
- Tipo de protección.- Tipo de protección que presenta el instrumento. Más adelante se definirán el tipo de protección para cada instrumento.
- Clase de Temperatura.- Define la máxima temperatura superficial que puede alcanzar el aparato bajo circunstancias normales de funcionamiento.

1.7 Estudio de áreas de peligrosidad

1.7.1 Tipo de productos

Tal como se ha comentado, los productos con los que se trabaja son todos del grupo IIA o IIB. En cualquier caso, la instrumentación se elegirá de manera que esté certificada para gases de los grupos IIC por ser los más restrictivos.

1.7.2 Clasificación de zonas

Todas la envolvente de 5 metros de espesor de los equipos principales (T-100, V-102 y E-101) se considerarán ZONA 1. El resto de planta se considerará ZONA2.

1.7.3 Tipos de protección

Los equipos que se instalarán en áreas con peligro de explosión deben estar preparados para poder trabajar bajo zonas en las que puntualmente puede existir la presencia de atmósferas explosivas. Existen diferentes tipos de protección homologados. Cada tipo utiliza un método diferente para poder proteger los equipos ante situaciones en donde existan atmósferas explosivas.

En este caso, para los instrumentos se ha elegido el modo de protección de seguridad intrínseca según la UNE EN50020. Los instrumentos vendrán marcados con el símbolo “**Eex ia**”. Este método de protección garantiza que, en caso de fallo (cortocircuito), no se genere una chispa lo suficientemente grande para que ocurra una explosión.

En el caso de los motores, no existe este tipo de protección y el método de protección utilizado será el de seguridad aumentada “**Eexe**” según UNE EN50019. Este método garantiza por su forma constructiva que no se produzcan puntos calientes, de manera que no se alcancen las temperaturas de autoignición.

1.7.4 Clases de temperaturas.

Tal como se ha comentado, las clases de temperaturas definen la máxima temperatura superficial que puede alcanzar el equipo. Esto está directamente relacionado con las temperaturas de auto-ignición. Las diferentes clases de temperatura se definen en la instrucción MIBT 026 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.8 Diagrama de flujo

Mediante el diagrama de flujo y con la nomenclatura que se ha descrito en el apartado 1.4 se describen de forma esquemática los diferentes equipos de proceso (depósitos, bombas, columnas, etc..) y los equipos de automatización para el correcto funcionamiento de la planta.

En concreto, los diagramas de flujo deberán ser resultado de un equipo de diseño de planta formado por personal de diferentes especialidades. Tras un estudio de seguridad, se buscará la cantidad óptima de equipos, sus dimensiones etc. para el correcto funcionamiento de la planta.

En la figura 1.7 se puede ver el diagrama de flujos de la columna de destilación que se quiere automatizar. Se puede ver esquemáticamente la diferente instrumentación que se requiere.

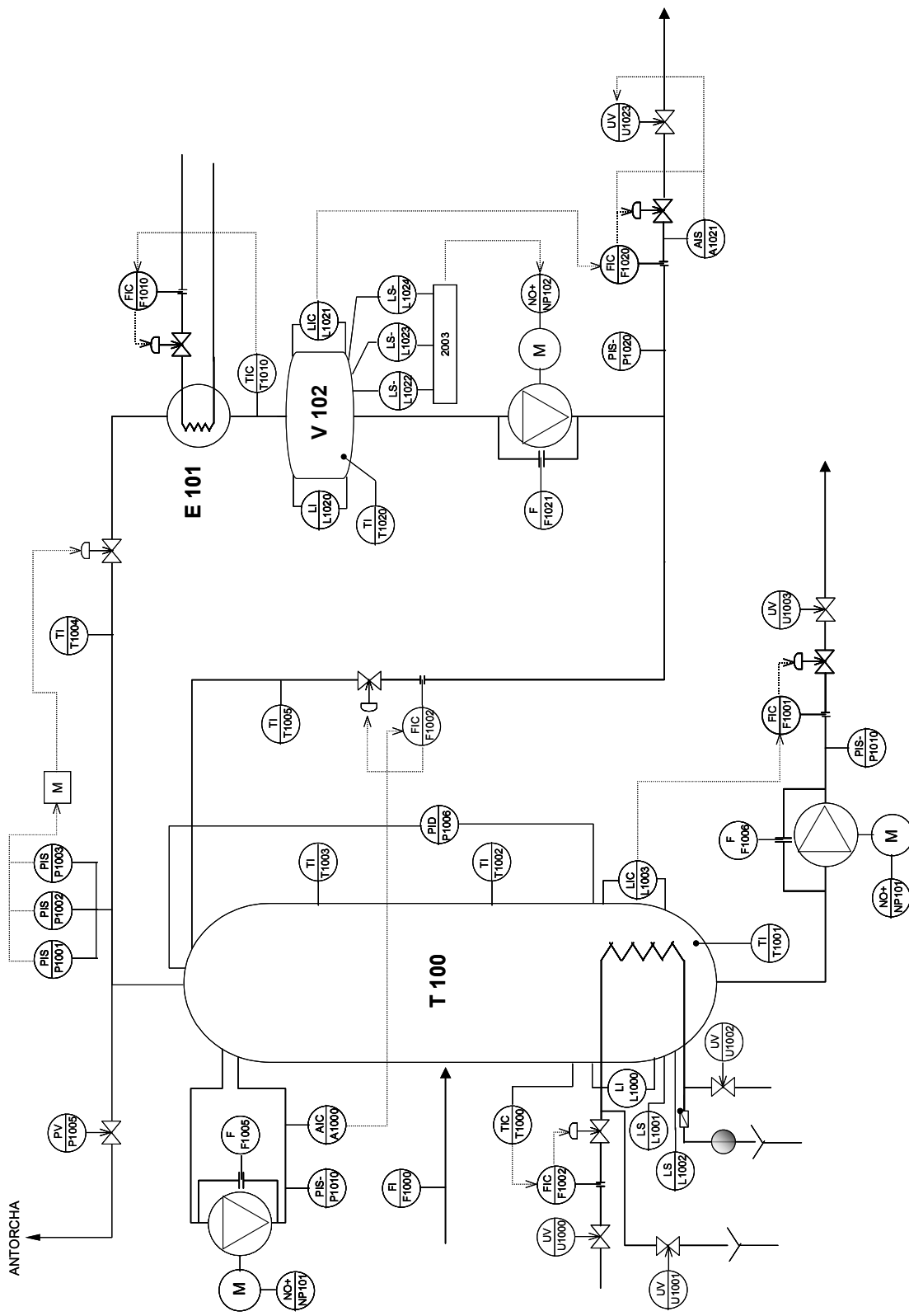


Gráfico 1-7: Diagrama de flujo de la columna de destilación.

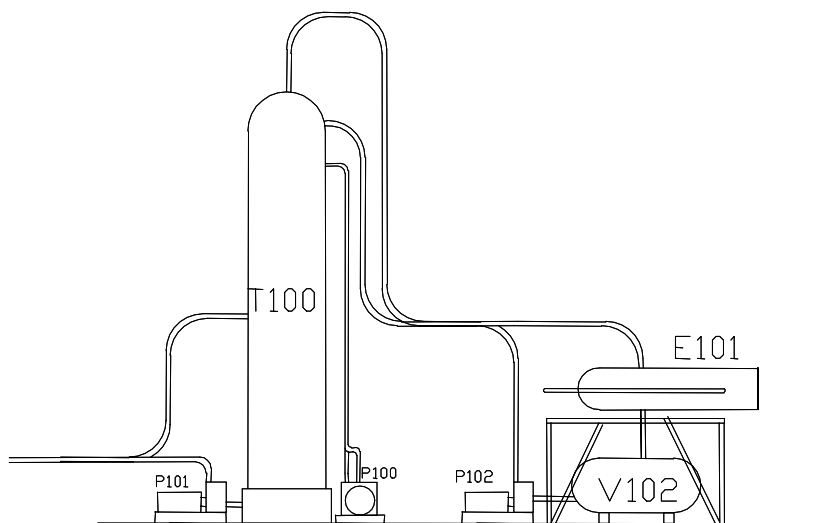


Figura 1-8: Alzado y planta de la unidad.

En la figura 1-8 se puede ver el dibujo de cómo estarían situados los equipos principales dentro de la unidad.

1.9 Lista de Instrumentos

En la tabla 1.1, se puede ver un listado preliminar de instrumentos con las descripciones de cada punto de medición. En cuanto se estudie cada tipo de instrumento en detalle, se podrá ir completando una lista de instrumentos con más datos.

En la memoria de planos y documentos técnicos aparece la lista de instrumentos de detalle.

Lazo	Tag	Descripción
A1000	AIC1000	Analizador cabeza de la columna T-100
A1020	AIS1020	Analizador producto salida V-1020
F1000	FI1000	Caudal de entrada de columna T-100
F1001	FIC1001	Controlador caudal salida fondo T-100
F1001	FV1001	Válvula salida fondo columna T-100
F1002	FIC1002	Controlador caudal de vapor al reboiler T-100
F1002	FV1002	Válvula caudal de vapor al reboiler T-100
F1003	FIC1003	Controlador caudal de reflujo T-100
F1003	FV1003	Válvula caudal de reflujo T-100
F1004	FI1004	Caudal salida cabeza T-100
F1005	F1005	Caudal de reciclo bomba P100
F1006	F1006	Caudal de reciclo bomba P101
F1010	FIC1010	Controlador caudal refriger. E-101
F1010	FV1010	Válvula caudal refriger. E-101
F1020	FIC1020	Caudal de producto salida V-102
F1020	FV1020	Válvula caudal salida producto V-102
F1021	F1021	Caudal de reciclo bomba P102
L1000	LI1000	Nivel visual fondo de la T-100
L1000	LSLL1001	Interruptor Nivel fondo T-100
L1002	LSLL1002	Interruptor Nivel fondo T-100
L1003	LIC1003	Controlador nivel fondo T-100
L1020	LI1020	Nivel visual depósito de la V-102
L1021	LIC1021	Control nivel depósito V-102
L1022	LSLL1022	Interruptor Nivel depósito V-102
L1023	LSLL1023	Interruptor Nivel depósito V-102
NP100	NP100	Bomba circulación analizador A1000
NP101	NP101	Bomba fondo de la columna T-100
NP102	NP102	Bomba fondo de la columna V-102
P1000	PIS1000	Presión salida P100
P1001	PIS1001	Presión cabeza de la columna 2003
P1001	PV1001	Controlador de presión cabeza
P1002	PIS1002	Presión cabeza de la columna 2003
P1003	PIS1003	Presión cabeza de la columna 2003
P1005	PV1005	Válvula despresurización T-100
P1006	PDI1006	Presión dif columna. T-100
P1010	PIS1010	Presión salida P101
P1020	PIS1020	Presión bomba P102
T1000	TIC1000	Controlador temperatura plato 3
T1001	TI1001	Temperatura fondo T-100
T1002	TI1002	Temperatura plato 8
T1003	TI1003	Temperatura plato 15
T1004	TI1004	Temperatura salida cabeza T-100
T1005	TI1005	Temperatura reciclo cabeza T-100
T1010	TIC1010	Temperatura salida producto E-101
T1020	TI1020	Temperatura depósito V-102
U1000	UV1000	Válvula corte de vapor reb. T100
U1001	UV1001	Válvula purga vapor reb. T100
U1002	UV1002	Válvula purga condensados reb. T100
U1003	UV1003	Válvula bloqueo salida fondo T100
U1021	UV1021	Válvula bloqueo salida V-102

Tabla 1.1: Lista de Instrumentos simplificada

2 INSTRUMENTACIÓN

2.1 Medición de caudal

Los caudales que queremos medir son básicamente mezclas de propano, propileno, etano y etileno. Las precisiones no deben ser especialmente exigentes, ya que el propósito es su utilización para poder controlar flujos, que a su vez se irán autorregulando para controlar temperaturas, niveles, concentraciones, etc..

En este proyecto se tienen los siguientes elementos medidores de caudal.

Lazo	Tag	Descripción
F1000	F11000	Caudal de entrada de columna T-100
F1001	FIC1001	Cotrolador caudal salida fondo T-100
F1002	FIC1002	Cotrolador caudal de vapor al reboiler T-100
F1003	FIC1003	Cotrolador caudal de reflujo T-100
F1004	F11004	Caudal salida cabeza T-100
F1010	FIC1010	Controlador caudal refrig. E-101
F1020	FIC1020	Caudal de producto salida V-102

Tabla 2.1: Instrumentos medidores de caudal

Como concepto general se ha elegido un método simple de medida que es el medidor de placa de orificio. La justificación es que hoy en día, y aunque se trate de un método que se viene utilizando desde muy antiguamente, sigue dando unos resultados suficientemente exactos, se trata de un método muy barato y que con fluidos limpios como son los que se van a utilizar, tampoco dan muchos problemas de mantenimiento. Simplemente requiere que las ramas de medición se purguen de vez en cuando.

2.1.1 Método de medición por placa de orificio

La medida consta de una placa circular con un orificio en el centro (sensor), unas ramas de transmisión, un transmisor de presión diferencial (transductor de presión diferencial a señal 4-20mA).

A la hora de realizar la medición lo que es muy importante es realizar un correcto montaje e instalación. La presión diferencial que cae en la placa de orificio se transfiere al transmisor mediante unas conexiones de tubing de 12 mm de diámetro.

En el caso que se esté midiendo el caudal de un gas, el transmisor debe ir situado en la parte de arriba, y el tubing debe tener siempre una dirección ascendente desde las conexiones en la tubería, hasta el transmisor. Esto se puede ver en la figura 2.1.

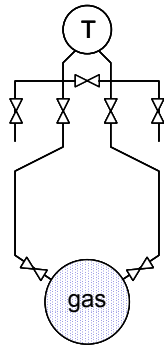


Figura 2.1: Esquema de montaje de transmisor de caudal para gas.

En el caso en el que se esté midiendo un líquido, las tomas de medición saldrán desde la parte inferior de la tubería y siempre tendrán una pendiente descendente, de manera que no se puedan formar bolsas de gas y eviten la correcta transmisión de la presión diferencial del fluido.

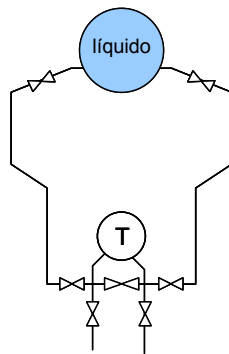


Figura 2.2: Esquema de montaje de transmisor de caudal para gas.

El montaje de instrumentación comienza desde la válvula de bloqueo de la tubería.

2.1.2 Cálculo del orificio de la placa

Existen normas que definen de qué manera hay que realizar el cálculo de una placa de orificio. En concreto, los cálculos que se han realizado a continuación se han hecho utilizando la norma ISO R541-1971.

Partiendo de esta norma se ha implementado un programa de cálculo en excel. Con él se han realizado todos los cálculos que figuran en la memoria de cálculo.

Los datos necesarios para poder realizar el cálculo del orificio de una placa de orificio son:

- Rango de caudal que se desea medir
- Diámetro de la tubería
- Tipo de fluido (líquido, gas, vapor)
- Presión a la entrada
- Temperatura
- Densidad en el punto de operación (En su defecto composición, densidad a condiciones normales y el factor de compresibilidad)
- Viscosidad en el punto de operación

Hay que tener en cuenta que muchos de estos datos cambian cuando cambia la composición, de manera que hay que elegir unas concentraciones y unas condiciones de diseño y a partir de ahí es donde se realizan todos los cálculos.

Para poder llegar a estos datos antes hay que realizar otra serie de cálculos. Partiendo de las concentraciones y composiciones de los flujos, hay que calcular las densidades de los líquidos y de los gases resultantes.

Para ver un ejemplo de cómo se realiza el cálculo se puede ver el cálculo de la placa de orificio F1004. Los datos son los siguientes:

Caudal	0-30 Tn/h
Diámetro de la tubería	152,04 mm
Estado	gas
Presión de entrada	28 bara
Temperatura	-7°C
Densidad @punto de operación	37,07 kg/m3
Viscosidad	0,167
Tag	FIC1004

Tabla 2.2: Datos para el cálculo de F1004

La densidad está calculada mediante la composición y los datos de presión y temperatura. Una vez se tienen los datos y utilizando la hoja en excel que se ha indicado, se calcula el diámetro del orificio de la placa de orificio. En la tabla 2.3 se puede ver la tabla de cálculo. Esta tabla está dividida en dos partes. En la parte superior se introducen los datos y se calcula un primer valor aproximado. En la parte inferior se realiza el cálculo iterativo de la placa.

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad normal
8,33	0,125	37,07	135,77	37,07
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	-7	0,00117	0,00117	g
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
0,167	1,13	28	152,04	
Diámetro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
152,04	417.870	0,7906	0,9978	0,5968
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,7906	120,20	8,33

Tabla 2.3: Hoja de cálculo del diámetro del orificio.

El orificio se calcula de esta manera para que con un orificio de 120,20 mm y bajo las condiciones de presión y temperatura descritas, un caudal de 30Tn/h (o lo que es lo mismo 8,33 kg/s) genere una pérdida de carga o presión diferencial de 125 mbar. El cálculo que se ha visto en la tabla 2.3 da primero un resultado de 135,77 mm. Este resultado es la primera aproximación que tiene en cuenta un factor de descarga típico de 0,6 que suele ser habitual para una placa de orificio.

La placa de orificio no tiene una respuesta lineal sino cuadrática. Esto se puede apreciar en la figura 2.3.

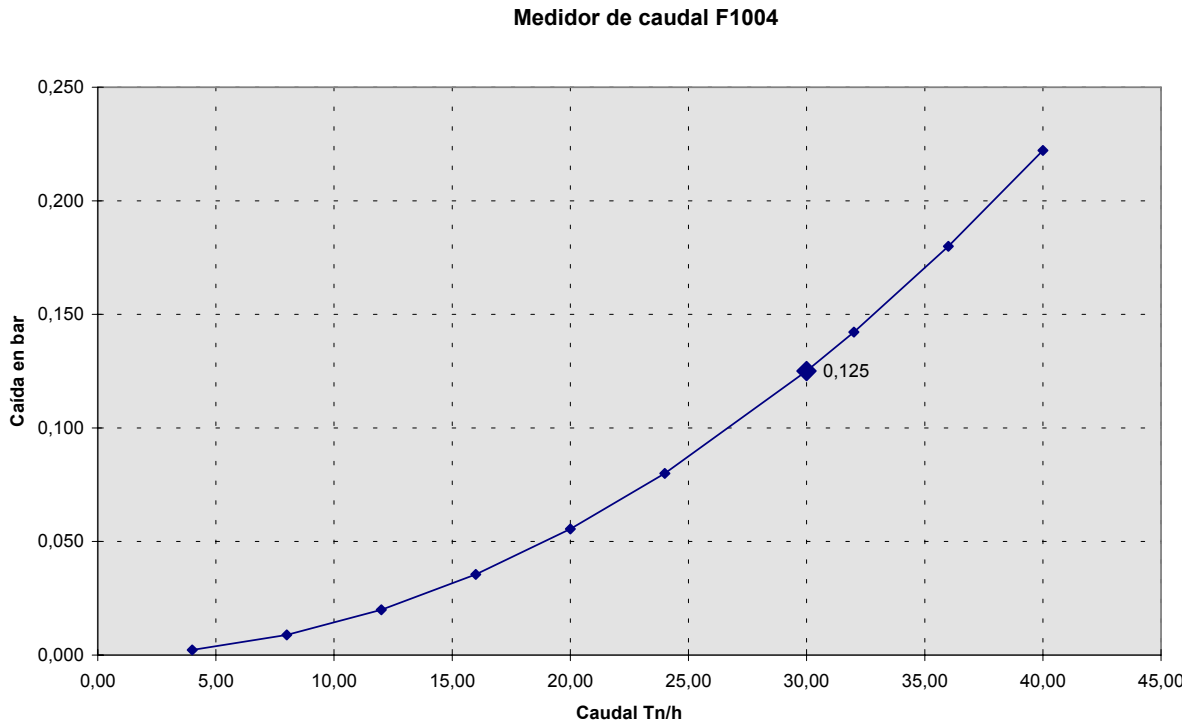


Figura 2.3: Gráfico de la función caudal pérdida de carga.

La extracción de la raíz cuadrada se realiza en el mismo transmisor.

El resto de placas de orificio se han calculado en la memoria de cálculos, donde se incluyen también los esquemas constructivos, hojas técnicas, materiales etc..

Con las placas de orificio hay que tener cuidado a la hora de la instalación. Las placas hay que instalarlas en tramos de tubería lo suficientemente largos para que se puedan tener unos resultados que no estén afectados por distorsiones como codos de tuberías, válvulas, etc..

2.1.3 Transmisor de presión

Mediante una placa de orificio se genera una diferencia de presión en el flujo en el cual se quiere medir el caudal circulante. Esta pérdida de carga tiene una relación cuadrática con respecto al caudal que está circulando en ese momento por la tubería. Esta pérdida de carga hay que medirla mediante un transmisor de presión diferencial para poder tener la medida de caudal.

Un transmisor de presión diferencial se compone de dos cámaras de medición por las cuales entra el fluido aguas arriba y aguas abajo de la placa de orificio. Estas cámaras están formadas por unas membranas que transmiten la presión hacia el interior del instrumento pero sin dejar mezclar el producto exterior con el interior.

Partiendo de esta base, existen diferentes tipos de medidores de presión diferencial. Los más comúnmente usados en la industria debido a su robustez son los de efecto capacitivo. También existen y se construyen para aplicaciones industriales los piezoeléctricos, que tienen una respuesta mucho más rápida que los capacitivos, de manera que para ciclos pulsantes son bastante utilizados.

En este caso se ha elegido un capacitivo por su robustez. El principio de medición es la variación de la capacidad de dos placas metálicas mediante la variación de la distancia entre las mismas, producida por la presión que ejerce el fluido de cada cámara sobre las placas.

En concreto en este proyecto el instrumento utilizado es un transmisor de presión del grupo EMERSON [1]. Se trata de un transmisor de presión Fisher Rosemount 1151 como el que se puede ver en la figura 2.4.

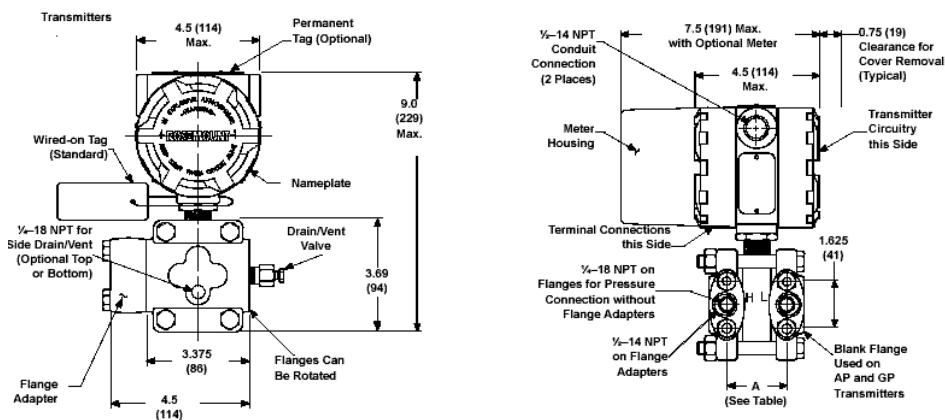


Figura 2.4: Imagen del transmisor de presión 1151.

Se trata de un tipo de transmisor de presión diferencial programable con salida 4-20mA. Existen varias gamas de transmisores con diferentes rangos de presiones diferenciales de operación, pero a su vez estos rangos son programables mediante unos comunicadores llamados HART. Esto ofrece grandes ventajas a la hora de realizar el mantenimiento sobre los transmisores, ya que un cambio de rango de un transmisor es una operación que se puede realizar muy rápidamente. Este tipo de transmisores inteligentes ofrecen también una serie de diagnósticos que avisan cuando un transmisor tiene algún defecto.

La presión diferencial que se ha fijado para todas las placas de orificio es de 125 mbar, por lo que el modelo de transmisor utilizado será el siguiente:

1151DP4S22B1I1Q4

Donde:

1151DP	Modelo de transmisor diferencial
4	Rango de presión máximo 373mbar
S	Salida 4-20mA con protocolo HART
22	Material de conexión acero Inox. 316
B1	Abrazaderas de conexión
I1	Certificado de protección de seguridad intrínseca
Q4	Hoja de calibración. Calibrado a 125 mbar.

El tipo de protección ante peligro de explosión que se ha elegido ha sido la seguridad intrínseca. La mayoría de la instrumentación que existe actualmente en el mercado ofrece versiones muy económicas con este tipo de protección, que son muy seguras e incluso son aplicables en ZONA 0.

Una vez se han realizado los cálculos de las placas de orificio, hay que rellenar las hojas técnicas para que se puedan sacar las ofertas técnicas. Como ejemplo, en la página siguiente se puede ver cómo quedaría la hoja técnica del medidor.

El resto de hojas técnicas aparecen la memoria de planos y documentos.

Hoja Técnica				Fecha	Doc.	Nº pág.	
Medidor por placa de orificio				Job	Nº esp.	Edif.	
Suministrador				Nº ident.			
Condiciones de trabajo	Posición nº / Modelo Transmisor	1					
	Aparato nº	2	FIC1004				
	P&ID	3	1				
	Producto	4	Etano-etileno				
	Composición	% peso	5	43% etano			
	Composición	% peso	6	57% etileno			
			7				
	Rango de caudal qv	m3/h	8				
	Rango de caudal qm	Tn/h	9	0-30			
	Tubería	DN/PN	10	20" / 600lbs.			
	Diámetro interior	mm	11	506,8			
			12				
	Presión diferencial rango máximo	mbar	13	125			
	Presión absoluta	bar	14	28			
	Temperatura producto	°C	15	-7°C			
			16				
			17				
	Datos del aparato	Viscosidad dinámica	cP	18			
		Densidad @punto de trabajo	kg/m3	19	37,07		
			20	/	/	/	
Rango a ajustar		Tn/h	21	0-30			
Diámetro del orificio			22	135,67			
			23				
			24				
Material		Placa	25	316 L			
		Junta	26	Grafito			
			27				
			28				
Conexión a tubería		Válvulas de conexión	DN/PN	31	1" / 600lbs	/	/
				32			
		Brida	DN/PN	33	1" / 600lbs	/	/
				34			
		Tubing	mm	36	12-8		
				37			
			38				
Longitud recta de montaje		m	39				
		40					
		41					
Totalizador		42	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Indicación local		43	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no		
Conexión eléctrica	V/Hz	44	M20 / 24VCC	/	/		
Consumo de potencia	VA	45	*				
Protección		46	IP 65				
Instrumento HART		47	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí	<input type="checkbox"/> sí		
Señal de salida, analógicas.		48	<input checked="" type="checkbox"/> 4 - 20 mA	<input type="checkbox"/> 4 - 20 mA	<input type="checkbox"/> 4 - 20 mA		
Impedancia	Ohm	49	*				
Necesario protección Ex		50	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no		
Indicaciones		51					
		52					
		53					
		54					
* Por vendedor		55					
Rev.	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.	Nº plano		
0							
1							

Figura 2.6: Ejemplo de hoja técnica.

2.2 Medición de Nivel

Los puntos de medida de nivel que se han instalado están situados en el fondo de la columna T-100 y en el depósito V-102. Aquí se han instalado tres tipos de niveles: unos transmisores de nivel para mantener el control del nivel, unos niveles interruptores para poder proteger que nunca se quede el fondo sin nivel y unos niveles visuales exclusivamente situados en campo. Estos tres instrumentos utilizan diferentes métodos que se explicarán a continuación.

2.2.1 Medidor de Nivel continuo. LIC1003 y LIC1021

Estos dos medidores son los que controlan el nivel del fondo de la columna y el fondo del depósito de condensados respectivamente. Estos controles no deben ser especialmente estrictos. Desde el punto de vista de control, no es tan importante que el nivel se mantenga exactamente en el mismo punto ni tampoco requiere una exactitud o precisión extremadas, por lo que no es necesario invertir excesivamente en este tipo de medición.

Se puede analizar qué tipos de medición existen en el mercado para poder medir niveles en continuo y después decidir que tipo de medidor instalar.

- Medidor por presión diferencial

La medición se realiza por presión diferencial. Lo que se mide es la presión de la columna del líquido. De esta manera, sabiendo la densidad de un producto, se puede deducir la medida del nivel. Es un método de medida económico, limpio y que una vez calibrado no da muchos problemas debido a su simplicidad. Sin embargo, no es muy preciso, ya que si la densidad del producto a medir varía considerablemente, la medida se ve afectada en gran manera.

- Medidor por flotación

La medición se realiza mediante un flotador transfiriendo el movimiento a un transductor de posición. Es un tipo de medidor más caro y que requiere mayor mantenimiento dependiendo de la suciedad del producto. También es dependiente de la densidad del producto.

- Medición por ultrasonidos

La medida se realiza mediante la medición del tiempo que tarda en recorrer una onda de ultrasonidos desde el transmisor hasta la superficie del nivel y otra vez hasta el transmisor. Este medidor da bastantes buenos resultados, no es dependiente de la densidad, pero económicamente es ya más caro.

También presenta problemas de ecos en según que tipo de depósitos, de manera que hay que seguir las indicaciones de cada fabricante.

- Medidor radar.

El principio es similar al del medidor de ultrasonidos con la diferencia que las frecuencias de las ondas utilizadas son de radiofrecuencia. Lo que mide el medidor es el desfase que se produce entre la onda emitida y la onda reflejada sobre la superficie del nivel del depósito. Son unos medidores muy precisos, incluso cuando hay interferencias como irregularidades del depósito. Sin embargo, económicamente son muy caros.

Existen otros tipos de medidores analógicos como por ejemplo los niveles radioactivos, visuales con transmisores incorporados, etc., pero no son tan utilizados por diferentes razones que no se comentarán.

En este caso y tras volver a repetir que la precisión requerida en los equipos T-100 y V-102 no es excesiva, se decide poner unos niveles de medición por presión diferencial.

2.2.2 Medición de Nivel por diferencia de presión

Primero se mirarán las ecuaciones que se utilizan para conseguir la relación nivel presión diferencial. Al fin y al cabo, cuando se mide el nivel de un depósito mediante un medidor de presión diferencial, lo que hay que definir es cual va a ser el rango del medidor de presión diferencial que diga cual va a ser el 0% de nivel y cual el 100%. Habitualmente los niveles se indicarán en porcentaje a no ser que se trate de depósitos de almacenamiento de producto en los que es muy usual indicar el aforo que se tiene en peso. Por tanto, se procede a analizar cuales serán las ecuaciones.

Tal como se ve en la figura 2.7 se pueden definir las siguiente ecuaciones:

$$P_2 = P_{dep} + DEB \cdot \rho_{Capilar} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

$$P_1 = P_{dep} + \rho_{gas} \cdot (DEB - l) + \rho_{liq} \cdot l \quad (\text{Ec. 2.2})$$

$$\text{Nivel} \propto (P_1 - P_2) \quad (\text{Ec. 2.3})$$

P_2 Presión en la cámara negativa del transmisor

P_1 Presión en la cámara positiva del transmisor

P_{dep} Presión depósito.

DEB Distancia entre bridas

$\rho_{Capilar}$ Densidad del líquido de relleno del capilar (rama negativa)

ρ_{gas} Densidad del gas a la presión del depósito

ρ_{liq} Densidad del líquido

El nivel tal como se ve en la ecuación 2.3 es proporcional a la diferencia de la presión en el transmisor de presión diferencial.

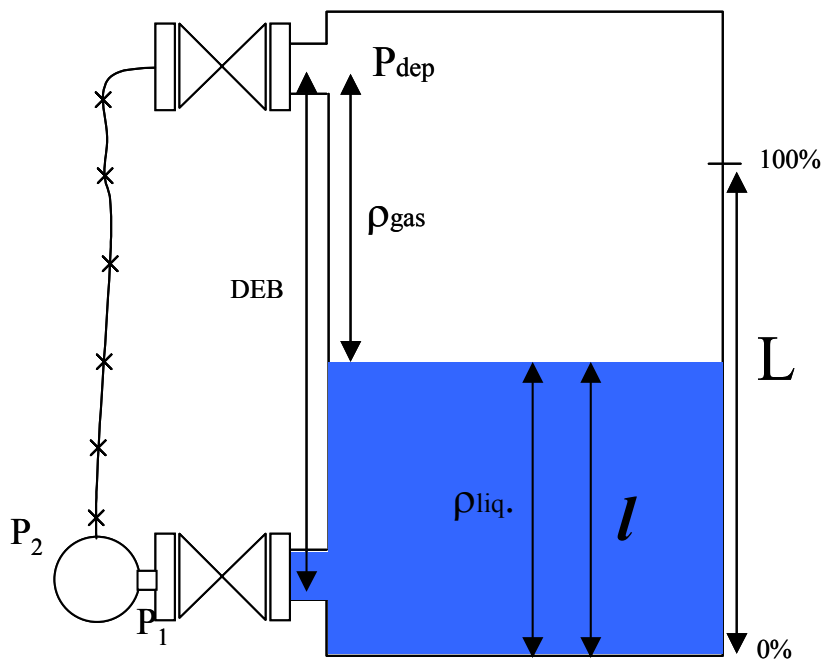


Figura 2.7: Medición de Nivel por presión diferencial.

Habitualmente la densidad del gas suele despreciarse respecto a la presión diferencial del líquido. Este suele ser un error muy habitual que para gases pesados como son los que contienen hidrocarburos y líquidos ligeros no se puede despreciar.

Para poder calibrar el transmisor de presión diferencial hay que conocer cual es el rango mínimo y el rango máximo de presión para el 0% y 100%.

El caso 0% rango mínimo el nivel es nulo $l=0$. LRV (Lowest range value).

$$0\% \rightarrow LRV = P_1 - P_2 = (\rho_{gas} - \rho_{Capilar}) \cdot DEB \quad (\text{Ec. 2.4})$$

El caso 100% el nivel es $l=L$. URV (Upper range value).

$$100\% \rightarrow URV = P_1 - P_2 = \rho_{gas} (DEB - L) + \rho_{liq} \cdot L - \rho_{Capilar} \cdot DEB \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Como ejemplo se puede ver el cálculo del rango de uno de los niveles, en concreto LIC1003.

Condiciones del depósito	
DEB	2,5 m
L	2 m
Densidad gas	48 kg/m ³
Densidad capil	910,3 kg/m ³
Densidad líquid	402 kg/m ³
0%	
LRV	-21147,91 Pa -211,48 mbar
100%	
URV	-14202,43 Pa -142,02 mbar
RANGO min	69,45 mbar 722,33 mmH₂O

Tabla 2.4: Cálculo del rango de transmisor de nivel.

Como comentario se puede decir que si no se tiene en cuenta la densidad del gas, la calibración tendría en este caso un error del 12%, que se sale del rango de cualquier error permitido.

Las hojas técnicas de estos medidores se recopilan en la memoria de planos y documentos.

2.2.3 Indicadores de Nivel visual

Tanto en la columna como en el depósito, se decide instalar un nivel visual para poder tener una lectura en campo del nivel que se tiene en el depósito. Estos niveles visuales tienen simplemente una indicación local y no necesitan ninguna alimentación eléctrica ni energía auxiliar de ningún tipo.

Existen en el mercado unos medidores visuales de cristal transparente, pero para este tipo de aplicación no se van a utilizar para evitar posibles accidentes (rotura de cristal) y ensuciamiento del nivel.

El tipo de nivel que se desea utilizar es un nivel de visual de flotador. Estos niveles están formados por un tubo que contiene en su interior un nivel de flotador. Este nivel se conecta mediante dos bridas al depósito donde se quiere medir el nivel. Por vasos comunicantes, el líquido se introduce en el nivel y el flotador se eleva a la misma altura donde se sitúa el nivel del líquido. El flotador tiene en su interior un imán que arrastra un indicador situado en la parte exterior del tubo. Así se puede saber a qué altura del medidor está situado en cada momento el flotador. Este método de medida es muy antiguo, pero es muy simple y suele dar muy buenos resultados.

En este caso, los parámetros que hay que ajustar serán el peso y el volumen de la boya. Con estos dos parámetros, habrá que buscar la boya más adecuada para cada aplicación. En el proyecto se tienen sólo dos medidores de nivel visuales LI 1000 y LI1020.

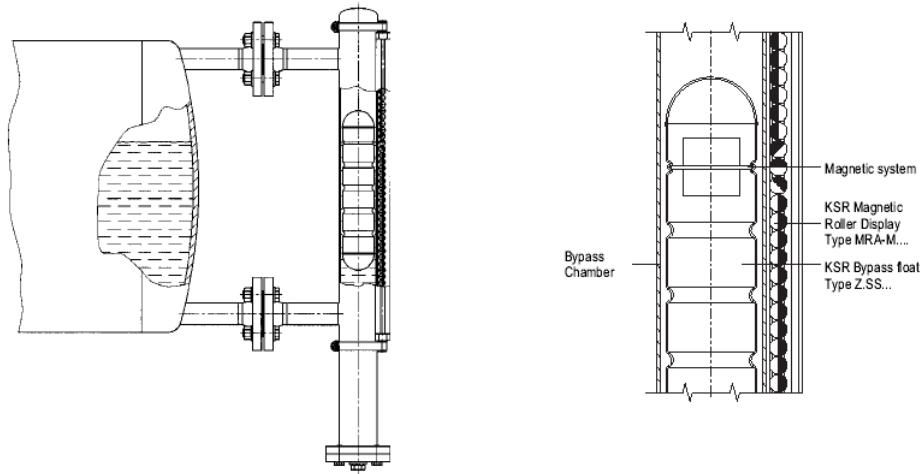


Figura 2.8: Indicador de nivel visual por flotador.

Tal como se puede ver en la figura 2.9 las fuerzas que actúan sobre el flotador son las siguientes:

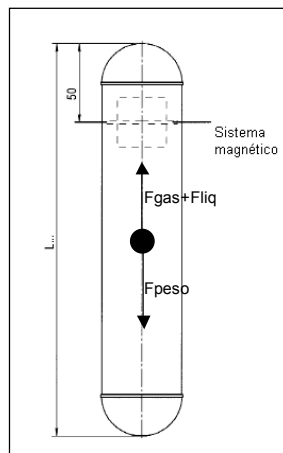


Figura 2.9: Fuerzas sobre el flotador.

El efecto del peso:

$$F_g = peso \cdot g \quad (\text{Ec. 2.6})$$

La fuerza de flotación:

$$F_{flot} = F_{flot_liq} + F_{flot_gas} = V_S \cdot \rho_{liq} \cdot g + (V - V_S) \cdot \rho_{gas} \cdot g \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Donde:

ρ_{gas}	Densidad del gas a la presión del depósito
ρ_{liq}	Densidad del líquido
V	Volumen total del flotador
V_s	Volumen sumergido del flotador

Igualando las dos fuerzas se puede despejar el volumen del flotador que permanece sumergido:

$$V_s = \frac{peso - V \cdot \rho_{gas}}{\rho_{liq} - \rho_{gas}} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

De esta manera, se puede calcular qué tipo de flotador es el que conviene para cada aplicación. Se han hecho los cálculos para los niveles que se incluyen en el apartado Memoria de cálculos.

A continuación se puede ver un ejemplo del cálculo del flotador del fondo de la columna T-100:

Volumen flotador	1160 cm ³
Longitud total flotador	600 mm
Peso flotador	425 gr.
Densidad gas	48 kg/m ³
Densidad líquido	392 kg/m ³
Volumen sumergido	1074 cm ³
Porcentaje sumergido	93%
Longitud que sale	45 mm

Tabla 2.5: Cálculo del flotador de la columna T-100.

Estos cálculos se han realizado partiendo de datos del suministrador. En concreto, se ha elegido el fabricante KSB-KUEBLER [2], que para flotadores en titanio tiene los siguientes flotadores:

Material	Stainless steel 316 Ti (1.4571)							Titanium Grade 2 (3.7035)						
Working temperature	- 40°C to + 250°C							- 40°C to + 250°C						
Working pressure	max. 20 bar							max. 16 bar						
Test pressure	max. 30 bar							max. 20 bar						
Diameter	50 mm							50 mm						
Type code	ZVSS ...							ZTSS ...						
Float length (mm)	150	200	250	300	350	400	450	150	200	250	300	350	400	450
Volume (cm ³)	262	360	458	556	654	753	851	262	360	458	556	654	753	851
Weight (g)	256	300	332	368	415	455	485	169	240	265	287	312	342	368

Tabla 2.6: Contiene los datos de los diferentes tamaños y pesos de flotadores.

El modelo de flotador utilizado es de 600mm, en particular el tipo es e:

ZVS-600-64-70-XXX

2.2.4 Interruptores de Nivel

Los interruptores de nivel se utilizan para proteger que los depósitos no superen su máximo aforo o se vacíen por completo. En este caso se utiliza para la segunda aplicación, ya que no se quiere que las bombas puedan quedarse “secas” porque originaría una situación grave de peligro para la bomba. Así se han situado 2 interruptores de nivel en cada uno de los depósitos, es decir, en el T-100 y V-102.

Existen distintos tipos de interruptores de nivel, pero los que se ha elegido son de tipo de vibración de la empresa Endress & Heuser [3] modelo LIQUIPHANT 51.

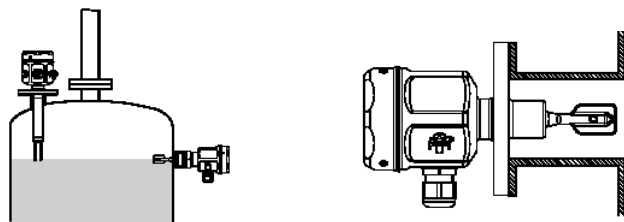
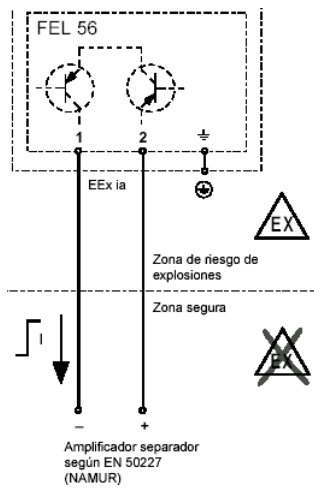


Figura 2.10: Interruptor de nivel de vibración.

El medidor está formado por dos palas que se introducen en el depósito en el cual se quiere realizar la medida. El instrumento genera una frecuencia de vibración que en el caso que las palas se cubran por el fluido se ve atenuada. En el momento que el instrumento detecta esta atenuación, cierra un contacto dando señal que ya está cubierto. Este instrumento se puede utilizar tanto para el caso de alto nivel como de bajo nivel.

El fluido con el cual se trabaja en este caso es muy simple por lo que esta aplicación no ofrecerá ninguna dificultad. El tipo de electrónica que se elegirá será el modelo FTL 56 que ofrece una salida intrínsecamente segura de estándar NAMUR.



Cir. en modo de seg.	Nivel	Señal de salida	LED verde	rojo
Max.		+ 0,6... - 1,0 mA		
		+ 2,1... - 2,8 mA		
Min.		+ 0,6... - 1,0 mA		
		+ 2,1... - 2,8 mA		

Figura 2.11: Modelo de electrónica FEL

Los modelos completos en donde se describen materiales, tipos de conexión, etc. aparecen en las Hojas técnicas que están en la Memoria de Planos y Documentos.

2.3 Medición de Presión

Los instrumentos de presión utilizados en la instalación son bastante similares. El rango de presiones de la instalación va desde 20 a 35 bar, a excepción del medidor de presión diferencial situado en la columna que es menor a 2 bar.

El tipo de instrumento utilizado es también de la empresa EMERSON [1]. El modelo es diferente, ya que no se quiere medir presión diferencial, sino que se mide presión gravimétrica o relativa.



Figura 2.12: Transmisor de presión modelo 2088.

El modelo que se ha elegido es Fisher Rosemount 2088. Se trata de un transmisor inteligente configurable mediante protocolo HART. La elección del modelo completo depende del rango de presiones que se quiere medir, entre otras cosas, pero tal como se ha comentado, el rango de presiones no varía mucho para toda la instalación, de manera que se intenta unificar de alguna manera para reducir la variedad de instrumentos y optimizar el precio.

Tras esta unificación el modelo que se ha elegido para las diferentes presiones de la instalación es el siguiente:

Fisher Rosemount 2088G3S22A2B4I1Q4	
2088G3	Modelo 2088 rango de 55,2 bar
S	4-20mA programable HART
22	Material de las cámaras 316L relleno de silicona
A2	Conexión proceso ½ -14NPT, eléctrica M20
B4	Abrazaderas de montaje
I1	Seguridad Intrínseca
Q4	Certificado de calibración

De la misma manera que se ha hecho con la medición caudal, el montaje será diferente para el caso en el que el producto que se mide es gas o líquido. En el caso que lo que se

mide es gas, habrá que situar la medida por encima de la tubería manteniendo la adecuada pendiente del “tubing” para que los productos no condensen en la tubería y falseen la medida. En el caso que lo que se mida sea líquido entonces, la medida habrá que situarla por debajo de la tubería para evitar que se acumule gas.

El único medidor diferente es el medidor de presión diferencial de la columna T-100. El objetivo es medir la pérdida de carga a través de la columna de destilación. El modelo de transmisor que se ha elegido es el siguiente:

Fisher Rosemount 1151DP6S22B4I1Q4

1151DP6 Modelo 1151 rango de 6,8 bar

S 4-20mA programable HART

22 Material de las cámaras 316L relleno de silicona

B4 Abrazaderas de montaje

I1 Seguridad Intrínseca

Q4 Certificado de calibración

Los modelos completos en donde se describen materiales, tipos de conexión, etc. aparecen en las Hojas técnicas que están en la Memoria de Planos y Documentos.

2.4 Medición de Temperatura

Los instrumentos de medición que se han utilizado son termorresistencias insertadas dentro de una vaina metálica protectora y con un transmisor montado en la cabeza. Las termorresistencias utilizadas son de tipo PT100. Este tipo de termorresistencia puede trabajar en un rango que va desde -200 a 850°C , que comprende sobradamente los rangos de temperatura que se esperan.

El tipo de termorresistencia PT100 es el más utilizado en la industria y suele dar unos resultados muy buenos.

La medida se completa con el transmisor montado en la cabeza. En el mercado existen numerosos fabricantes de transmisores de temperatura que admiten numerosos tipos de sensores de temperatura, además de las PT100.

En este caso, se ha elegido el transmisor de temperatura de la empresa EMERSON modelo Rosemount 238. Este transmisor tiene una salida 4-20mA y es programable mediante protocolo HART. Mediante este protocolo se elige el tipo de sensor, el rango de operación y el tipo de montaje.

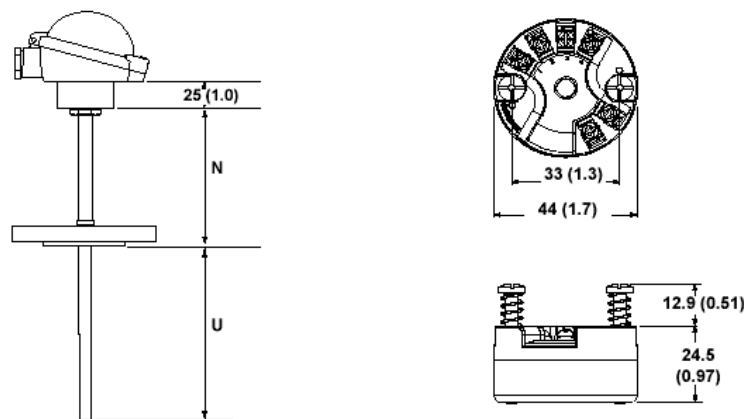


Figura 2.13: Imagen del montaje completo y detalle del transmisor que se monta en cabeza.

El instrumento se conecta al proceso mediante una brida. La inserción depende del diámetro de la tubería o el depósito. En las tuberías se intenta que el punto de medición quede más o menos en el centro. Muchas veces se aprovechan codos de tuberías para que se tenga una inserción mayor. En los depósitos lo que se busca es alejarse lo suficiente de la pared para coger la medida en un punto representativo del mismo.

Para cada punto de medida se elegirá la longitud y el rango más adecuado. Esta información se refleja en las hojas técnicas.

2.5 Válvulas de control

Como elemento final de control, se utilizará la válvula de control. Es el elemento de control más utilizado en la industria química y prácticamente fue el único elemento de control hasta que aparecieron los variadores de frecuencia para motores.

La válvula es un elemento de control que permite dejar pasar más o menos caudal dependiendo de la apertura, de las presiones a la entrada y la salida y del tipo de fluido que pasa por la misma.

En este proyecto se han utilizado válvulas de control y válvulas todo o nada. En este caso, las válvulas todo o nada no tienen un propósito de ajuste de flujos, presiones etc., sino que se han utilizado como elementos de seguridad de corte o despresurización.

Las válvulas de control más utilizadas son las válvulas de globo y de mariposa.

Las partes principales de una válvula son:

- **Cuerpo.**- Es la parte externa de la válvula. Debe resistir temperatura y presión y estará calculada con el tamaño del caudal que debe pasar por ella. Deberá ser compatible con el fluido de manera que no ocurran fenómenos de corrosión.
- **Asiento.**- Es una de las partes más sensibles de la válvula. Es donde se apoya el obturador cerrando el paso del flujo. Debe tener un acabado de calidad y es muy importante que se haya elegido un material adecuado resistente a la corrosión y la erosión del producto que pase por el mismo.

Comúnmente se utiliza acero al carbono o acero inoxidable. Dentro de estos dos grupos de materiales existe una gran variedad de subgrupos con sus respectivas particularidades y aplicaciones.

- **Obturador.**- Junto con el asiento es la parte más importante de la válvula. Además de cortar el flujo, el obturador fija la característica de la válvula, que define como irá variando el área de paso del caudal cuando cambia la apertura de la válvula. El asiento y el obturador fijarán también cuánto será el caudal máximo que pueda pasar por una válvula. Se explicará a continuación.
- **Empaquetadura.**- El obturador de la válvula se prolonga mediante un eje hasta el exterior de la válvula para poder conectarse con el actuador. Sin embargo, el asiento está en contacto con el fluido de manera que si no se le pone ningún impedimento este fluido saldrá hacia fuera. La empaquetadura realiza el cierre de la válvula en el eje del obturador. Los materiales utilizados son el teflón o el asbesto grafitado. Siempre va existir una fuga mínima de manera que empaquetadura minimiza esta fuga.
- **Actuador.**- Es el elemento que mueve la válvula. Generalmente suele estar accionada por un actuador que funciona por presión de aire. Se trata de una campana con una membrana interior y unos muelles internos que presiona esta membrana. La membrana mueve el vástago que finalmente abrirá o cerrará el obturador.
- **Posicionador.**- Es el elemento que posiciona la válvula a la apertura deseada. Recibe una señal 4-20mA y la traduce a presión mediante la ayuda de un suministro de aire a presión. Posee un “feedback” que le indica mecánicamente cuan abierta está la válvula para compensar así las fluctuaciones de presión y de fuerza requerida en el actuador.

2.5.1 Cálculo de capacidad requerida de la válvula

Una válvula de control permite el paso de caudal a través del orificio disponible que queda entre el asiento y el obturador dependiendo de la apertura de la válvula. Se calculará la capacidad necesaria de cada válvula siguiendo las pautas a continuación

La ecuación que define el caudal de **líquido** que pasa por una válvula es:

$$Q = K_v \sqrt{\frac{1000 \Delta p}{\rho}} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Donde :

- Q caudal el m³/h
- K_v capacidad de la válvula
- Δp Pérdida de carga en bar
- ρ Densidad en kg/m³

Esta es una fórmula generalmente utilizada por todos los fabricantes de válvulas.

Cuando se calcula una válvula, se deben definir los caudales, las pérdidas de carga y las características de las válvulas. La capacidad de la válvula K_v se define como el equivalente a la cantidad de agua en m³/h entre 5 y 30°C que pasaría por esta válvula a una apertura dada cuando existe una pérdida de carga de 1 bar.

El coeficiente K_v cambia con el cambio de la apertura de la válvula, así que se define K_{vs} como el valor de capacidad máxima de una válvula, o lo que es lo mismo, la capacidad de la válvula con un 100% de apertura.

Igual que el K_v , existe el coeficiente de C_v que es muy utilizado por fabricantes americanos. Este coeficiente es exactamente igual al anterior pero hace referencia a las unidades inglesas de galones por minuto. Tiene el valor de $C_v = 1,17 K_v$.

Para gases las siguientes formula, fijan las capacidades de las válvulas:

Para $\Delta P < \frac{P_1}{2}$	$K_v = \frac{Q_n}{328} \sqrt{\frac{G T_s Z}{\Delta p (P_1 + P_2)}}$	(Ec.2.10)
Para $\Delta P \geq \frac{P_1}{2}$	$K_v = \frac{Q_n}{284} \frac{\sqrt{G T_s Z}}{P_1}$	(Ec. 2.11)

Donde :

- Q_n Caudal normal en m³/h
- G Peso específico relativo
- T_s Temperatura absoluta
- Z Factor de compresibilidad

Las fórmulas descritas son aproximadas. Cada fabricante genera su propio software para poder realizar los cálculos con más precisión. Esos programas tienen en cuenta las características particulares de sus propias válvulas.

A continuación se realizará el cálculo de la válvula de salida de producto del fondo de la columna como ejemplo.

La válvula FV1001 es la que controla la salida del producto del fondo de la columna. La bomba que impulsa el producto da a su salida 35 bar y en condiciones normales se querrá mantener 33 bar.

Cálculo Válvula FV1001	
Caudal de entrada	10 Tn/h
P1 entrada	35 bar
P2 salida	33 bar
Densidad	402 kg/m ³
Resultado	
Kv	11,2
Cv	13,0

Tabla 2.7: Cálculo de la válvula

En la memoria de cálculos se han realizado los cálculos de las válvulas utilizando las ecuaciones suministradas por el fabricante, MASONEILAN [4].

2.5.2 Materiales de válvulas

En una válvula existen diferentes partes como son:

- Cuerpo
- Asiento
- Obturador
- Estopada

Teniendo en cuenta esas partes diferenciadas en las válvulas, se eligen los materiales para cada una de ellas dependiendo del fluido de trabajo, así como las condiciones de trabajo de cada una de ellas.

En concreto en la tabla 2.8 se presentan cada uno de los materiales elegidos para cada una de las válvulas.

TAG	Cuerpo	Asiento	Obturador	Estopada
FV1001	Acero al Carbono ASTM A216	316 ASTM A351 Gr CF8M	416 ASTM A583	Kevlar PTFE
FV1002	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	Kevlar PTFE
FV1003	Acero al Carbono ASTM A216	316 ASTM A351 Gr CF8M	416 ASTM A583	Kevlar PTFE
FV1010	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	Kevlar PTFE
FV1020	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	Kevlar PTFE
PV1001	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	Kevlar PTFE
PV1005	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	Kevlar PTFE
UV1000	Acero al Carbono ASTM A216	316 ASTM A351 Gr CF8M	416 ASTM A583	Kevlar PTFE
UV1001	Acero al Carbono ASTM A216	316 ASTM A351 Gr CF8M	416 ASTM A583	Kevlar PTFE
UV1002	Acero al Carbono ASTM A216	316 ASTM A351 Gr CF8M	416 ASTM A583	Kevlar PTFE
UV1003	Acero al Carbono ASTM A216	316 ASTM A351 Gr CF8M	416 ASTM A583	Kevlar PTFE
UV1023	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	316 ASTM A351 Gr CF8M	Kevlar PTFE

Tabla 2.8: Materiales de partes de válvulas.

2.5.3 Definición de actuadores

Las válvulas automáticas están accionadas por actuadores o servomotores. En este proyecto se han utilizado actuadores neumáticos. Se trata de unos servomotores que se alimentan con aire a 7 bar. Este aire debe ser seco, limpio y filtrado.

El actuador deberá estar pensado para que pueda accionar la válvula soportando todas las fuerzas que actúan sobre la válvula. El actuador se dimensionará según los siguientes cálculos:

$$F_a \geq F_r + F_s + F_w + F_{b1} \pm F_{b2} + F_p \quad (\text{Ec 2.12})$$

Donde:

- Fa Fuerza del actuador
- Fr Fuerza de rozamiento
- Fs Fuerza de asentamiento
- Fw Fuerza del peso del obturador
- Fb1 Fuerza elástica del muelle de estanqueidad
- Fb2 Fuerza de desequilibrio del fuelle de estanqueidad
- Fp Fuerza estática y dinámica sobre el obturador

La fuerza del actuador debe ser superior a todas las fuerzas restantes. Las fuerzas de rozamiento así como pesos de obturadores etc., que son muy particulares de cada tipo de válvula. Así cada fabricante suele generar tablas para poder definir que presiones diferenciales máximas puede soportar cada actuador para ese tipo de válvula.

El suministrador elegido para válvulas de control ha sido MASONEILAN del grupo DRESSER. Así se han utilizado las tablas que suministra el fabricante para elegir el tipo y tamaño de actuadores.

Tal como se puede apreciar en la tabla 2.10, aparecen definidos para diferentes tamaños de válvula las diferentes presiones diferenciales permisibles en cada válvula.

Así los diferentes tamaños de actuadores elegidos para los diferentes tamaños de válvulas son los siguientes.

TAG	Modelo de Válvula	Tamaño Válvula	Tamaño Actuador	AP permitido (bar)	Clase de fuga
FV1001	21000	2"	6	103	IV
FV1002	30000	6"	Nitronic 50	30	IV
FV1003	21000	3"	16	39	IV
FV1010	21000	4"	16	39	IV
FV1020	21000	2"	6	103	IV
PV1001	30000	6"	Nitronic 50	30	IV
PV1005	21000	6"	Nitronic 50	30	IV

Tabla 2.9: Tamaño de actuadores para las válvulas de control.

A continuación se puede ver una imagen del actuador y sus dimensiones.

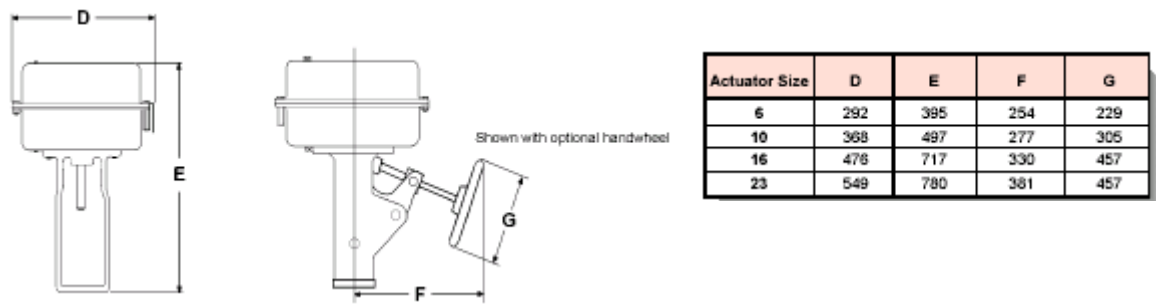


Figura 2.14: Dimensiones del actuador.

Contoured Trim

Body Rating: PN 10 to 100 - ANSI Class 150 to 600

Leakage: Per IEC 534-4 and ANSI/FCI 70.2, Class IV and Class V

Kevlar PTFE Packing and Standard Bonnet

Supply pressure is 0.4 bar over bench range

Valve Size		Travel (mm)	Rated Cv	Actuator Size	Bench Range (PSIG)							
mm	inch				3 - 15		6 - 30		11 - 23		21 - 45	
					CI IV	CI V	CI IV	CI V	CI IV	CI V	CI IV	CI V
20 & 25	¾ & 1	20.3	12	6	6.9	-	31	-	71	30	103	103
			12	10	23	-	63	22	103	89	103	103
			6	6	29	-	92	25	103	103	103	103
			6	10	71	4.2	103	103	103	103	103	103
			3.8	6	58	-	103	82	103	103	103	103
			1.7	6	103	14	103	103	103	103	103	103
40	1½	20.3	35	6	-	-	5.2	-	15	-	35	15
			35	10	3.2	-	13	-	30	9.4	63	43
			25	6	0.6	-	11	-	28	1.0	61	35
			25	10	7.4	-	24	-	52	26	103	82
			13	6	6.9	-	31	-	71	30	103	103
			13	10	23	-	63	22	103	89	103	103
			6	6	29	-	92	25	103	103	103	103
			6	10	71	4.2	103	103	103	103	103	103
			3.8	6	58	-	103	82	103	103	103	103
1.7	6	103	14	103	103	103	103	103	103			
50	2	20.3	46	6	-	-	5.2	-	15	-	35	15
			46	10	3.2	-	13	-	30	9.4	63	43
			26	6	0.6	-	11	-	28	1.0	61	35
			26	10	7.4	-	24	-	52	26	103	82
			15	6	6.9	-	31	-	71	30	103	103
			15	10	23	-	63	22	103	89	103	103
			6	6	29	-	92	25	103	103	103	103
			6	10	71	4.2	103	103	103	103	103	103
			3.8	6	58	-	103	82	103	103	103	103
1.7	6	103	14	103	103	103	103	103	103			
80	3	38.1	110	10	-	-	3.9	-	10	-	23	10
			110	16	2.3	-	8.5	-	19	6.0	39 *	26 *
			110	23	5.0	-	14	1.1	29	16	-	-
			47	10	3.2	-	13	-	30	9.4	63	43
			47	16	9.2	-	25	4.7	52	31	103 *	85 *
			31	10	7.4	-	24	-	52	26	103	82
			31	16	18	-	45	18	90	63	103 *	103 *
100	4	38.1	195	10	-	-	1.6	-	5.2	-	12	2.8
			195	16	0.7	-	4.2	-	9.9	-	21 *	12 *
			195	23	2.2	-	7.2	-	15	5.9	-	-
			113	10	-	-	3.9	-	10	-	23	10
			113	16	2.3	-	8.5	-	19	6.0	39 *	26 *
			113	23	5.0	-	14	1.1	29	16	-	-
			49	10	3.2	-	13	-	30	9.4	63	43
			49	16	9.2	-	25	4.7	52	31	103 *	85 *
150	6	50.8	400	23	0.4	-	2.9	-	6.9	-	15	8.3
			208	16	0.4	-	3.9	-	9.6	-	21	12
			208	23	1.9	-	6.9	-	15	5.6	32	22
			126	16	1.8	-	7.9	-	18	5.4	39	26
			126	23	4.5	-	13	-	28	15	57	45

Tabla 2.10 : Presiones diferenciales permisibles en bar para diferentes tamaños de válvulas.

2.5.4 Posicionador

El posicionador de una válvula tiene como función traducir la señal eléctrica que sale del DCS (4-20mA) a una señal neumática que consiga llevar la válvula al punto de apertura deseado. Para ello tiene un convertidor de miliamperios a presión y un “feedback” del vástago de la válvula que se transmite a través de una leva. Este feedback hace que la válvula absorba cambios de presión diferencial en el asiento sin que varíe la apertura de la válvula, ya que el feedback se encarga de compensar las desviaciones sobre el punto de consigna de la apertura.

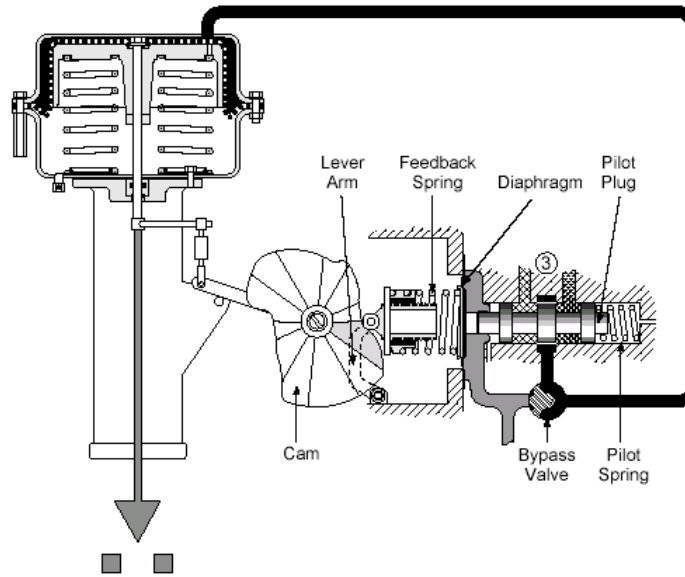


Figura 2.15: Esquema funcionamiento de un posicionador.

En este caso el modelo de posicionador utilizado es el 4700E de MASONEILAN. Se trata de un posicionador electroneumático que sirve para cualquier tipo de válvula de esta marca. Las características de este posicionador son las siguientes:

Tipo	Electroneumático
Acción	Directa
Error por T°C	
desde -40 a -20	0.38% por grado
desde -20 a 60	0.06% por grado
desde 60 a 85	0.11% por grado
Presión máxima	100 psi
Banda muerta	0.5% del rango
Histéresis	0.5% del rango
Repetibilidad	0.5% del rango
Entrada	4-20 mA
Resistencia nominal	170 Ohm

2.6 Válvulas todo / nada

Estas válvulas son utilizadas para bloquear o dejar pasar el producto por completo. No permiten una apertura parcial. Los componentes básicamente son los mismos que para las válvulas de control. En este caso no se utiliza posicionador, pero sí finales de carrera y electroválvulas.

El uso de estas válvulas básicamente se debe a la necesidad de garantizar en ciertas operaciones de seguridad un cierre completamente hermético o garantizar una adecuada despresurización de zonas de planta.

Las válvulas todo/ nada utilizadas son las siguientes y con las siguientes funciones:

Lazo	Tag	Descripción
U1000	UV1000	Válvula corte de vapor reb. T100
U1001	UV1001	Válvula purga vapor reb. T100
U1002	UV1002	Válvula purga condensados reb. T100
U1003	UV1003	Válvula bloqueo salida fondo T100
U1021	UV1021	Válvula bloqueo salida V-102

Tabla 2.11: Válvulas todo nada.

El tipo de válvula utilizada es de la marca TUFLINE que corresponde a la compañía XOMOX [5]. Se han completado las hojas técnicas en donde se definen los materiales, diámetros, etc.. Estas hojas se pueden encontrar en la Memoria de Planos y Documentos técnicos.

Los actuadores que se han utilizado para este tipo de válvulas son de la marca AIR TORQUE. Los modelos varían para cada válvula. Los cálculos de los tamaños están en la Memoria de Cálculos y los modelos aparecen descritos en las hojas técnicas de la Memoria de Planos y Documentos.

2.6.1 Electroválvula

Es parte del conjunto de la válvula. Su función es cortar el suministro de aire a la válvula y ventear el contenido del actuador para poder cerrar o abrir rápidamente la válvula.

Esta formada por una solenoide y una válvula. Cuando la solenoide está bajo tensión, la válvula abre y de lo contrario permanece cerrada.

El modelo de solenoide utilizado es el siguiente:

Fabricante:	ASCO [6]
Modelo:	ISSC G551 A201
Características:	Solenoide 2/3 vías
Cuerpo piloto :	Poliamida
Bobina:	Moldeada con conector.

2.7 Analizador

Los dos analizadores que se han instalado son de iguales características, de manera que si uno fallara el otro podría servir de referencia.

Se trata de un analizador cromatográfico de la empresa ABB [7] tipo Vista II Modelo 2000. Consta de un preparador de muestra donde se acondiciona el producto que se desea analizar.

El proceso cromatográfico de detección de gases se basa en la capacidad de absorción de radiación de diferentes componentes. Cada componente absorbe mayoritariamente una longitud de onda concreta. Así comparando los picos de absorción con gases patrón de propano y propileno, se pueden medir las concentraciones de dichos productos.

Las características serán las siguientes:

- Condiciones de la muestra
 - Temperatura -30°C a 0°C
 - Presión 30 bara
 - Rango 0-15 ppm (propano+ propileno)
 - Salida de la señal 4-20 mA

3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica será parte fundamental de la automatización de la columna. En ella se distinguirán los siguientes elementos:

- Alimentación desde la sala eléctrica.
- Consumidores eléctricos en campo. Motores.
- Suministro eléctrico al sistema de control.

Todos los consumidores serán alimentados desde la sala eléctrica. Los motores irán alimentados desde unos cubículos situados en la sala de control. El sistema de control deberá estar alimentado mediante una tensión segura, es decir, que en el caso de que fallara el suministro de energía el sistema de control deberá seguir alimentado para poder llevar la planta a una situación segura. Los instrumentos de campo irán alimentados desde el propio sistema de control.

3.1 Distribución

Como ya se ha comentado, la columna de destilación a la cual se refiere este proyecto va integrada dentro de la estructura de una planta más grande y entonces aprovecha la estructura de suministro ya existente.

La electricidad se suministra desde un transformador de 2 MW que realiza la conversión de 6kV / 400 V. Esta alimentación entra en un armario de distribución SIVACON, de la empresa SIEMENS.

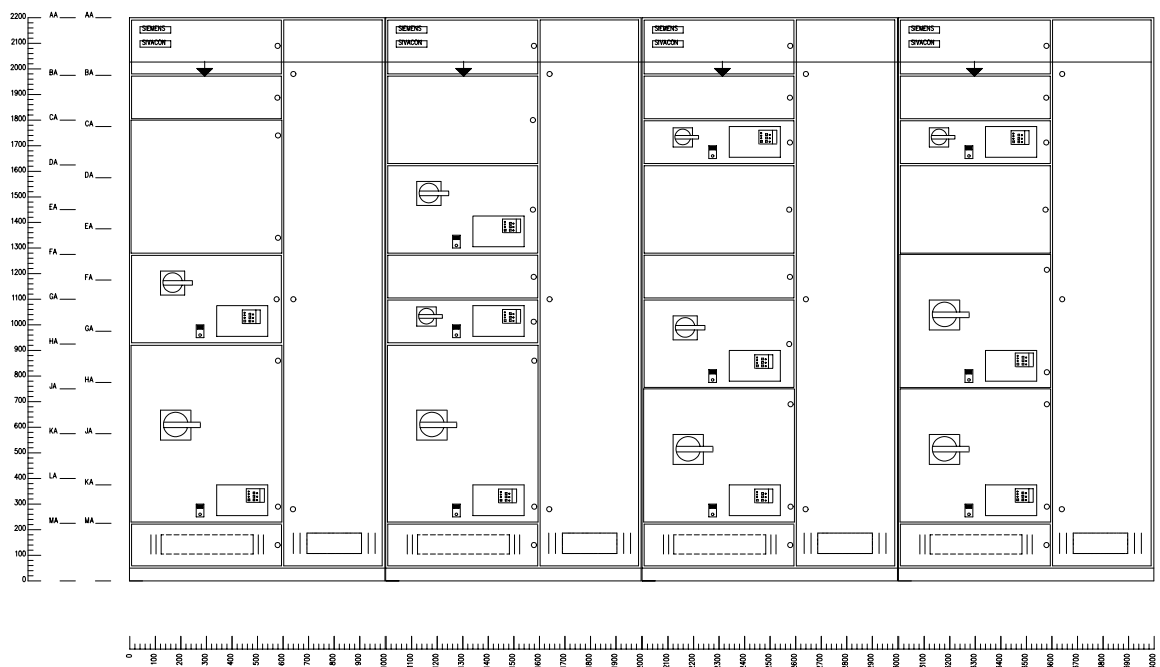


Figura 3.1: Visión frontal del armario SIVACON

Para este proyecto habrá que añadir en el armario 3 nuevas salidas para cada uno de los motores. Cada una de las salidas irá montada en un cubículo extraíble que presentará las siguientes funciones:

Cubículo enchufable extraíble.

Interruptor externo de corte de potencia.

Protección térmica.

Fusibles de protección de cortocircuito.

3.1.1 Descripción detallada del cubículo

Como tecnología central del cubículo, se ha elegido el relé multifuncional de protección SIMOCODE. Se trata de un relé de protección programable. Consta de un medidor de intensidad que corta el circuito de potencia en caso que la intensidad de cortocircuito o la protección térmica actúe.

Las características del relé SIMOCODE son las siguientes:

- Protección de sobrecorriente.
- Protección de corriente asimétrica y fallo de fase.
- Posibilidad de conexión de termistor.
- Diferentes funciones de control: Arrancador directo, estrella triángulo, Dahlander, etc..
- Bus de comunicación Profibus-DP.

Además del relé SIMOCODE, el resto de componentes utilizados en cada cubículo son los siguientes:

Componente	Modelo	Fabricante	Características
Fusibles	Tipo NH 00	SIEMENS	Fusibles de cuchillas tamaño 00
Contactador	3RT10xx-1AP00	SIEMENS	Contactador tripolar 400V
Contactos auxiliares	3RH19xx-1EA11	SIEMENS	Auxiliar del contactor
Protección de mando	5SX2115-7	SIEMENS	Un polo 1.6A curva C
Contacto auxiliar	5SX9100	SIEMENS	NA+NC
Reles auxiliares	2940430	PHONEIX	Para circuito de mando

Tabla 3-1: Componentes principales de los cubículos.

3.2 Cargas eléctricas

En campo se dispone de tres motores con las siguientes características.

Equipo	Fabricante	Modelo	P (Kw)	Vel. (rpm)	V	In (A)
PM100	ABB	3GTA 092 120-DA	1	1420	400	2,4
PM101	ABB	3GTA 132 310-DA	6,8	1440	400	13,2
PM102	ABB	3GTA 112 310-DA	3,6	1440	400	7,7

Tabla 3.2: Características de los motores.

Con las potencias descritas y con la distancia hasta la sala eléctrica, se han calculado las dimensiones de los cables para que la caída de tensión en el cable sea menor al 5%. Para el cálculo de la caída de tensión se utilizará la fórmula:

$$s = \frac{L \cdot P}{\sigma \sqrt{3} \cdot 400 \cdot v} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Donde:

- s Sección en mm².
- L Longitud en metros.
- P Potencia aparente de la carga.
- σ Conductividad del cobre.
- v Caída de tensión permisible.

Los cables irán en bandejas cerradas, ya que en zonas clasificadas de peligro de explosión la instrucción MIBT 26 del reglamento electrotécnico de baja tensión obliga a protegerlos mecánicamente.

En campo se situará una botonera para poder arrancar y parar el motor. La ejecución de esta botonera será Eexe IIC T6, ya que irá situada también en área clasificada. Los motores deberán ser arrancados exclusivamente desde campo. Esto se toma como determinación ya que las bombas de productos líquidos de hidrocarburos pueden presentar problemas que sólo serán detectados si se arranca desde campo y se comprueba su correcto funcionamiento.

3.3 Funcionalidad de los motores

El circuito eléctrico que controla los motores deberá permitir las siguientes operaciones.

- Arranque desde campo.
- Paro desde campo.
- Paro de emergencia desde sistema de control.

Para ello se ha diseñado el circuito eléctrico tal como se ve en la Memoria de Planos y Documentos.

La conexión con el sistema de control se realiza a través del relé SIMOCODE. El relé SIMOCODE está conectado con el sistema de control a través de protocolo de comunicación Profibus. Mediante este protocolo el sistema de control dará la orden de paro al motor, y recibirá también la señal de confirmación.

3.4 Alimentación del sistema de control

El sistema de control está alimentado desde un sistema ininterrumpido ya existente tipo AEG SVS D400 G216/100 bwRUG-Vpx.

Voltaje de entrada	3x400V
Consumo de potencia	33,9 kVA
Consumo de corriente	49 A
Celdas de batería	108 Pb.
Fusible hacia el BD20	16A

4 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control o también llamado comúnmente DCS (Distributed Control System) será el elemento central de la automatización de la planta. El sistema de control será el encargado de mantener la planta en las condiciones especificadas por los operadores de planta y los límites de seguridad definidos en el sistema. Para ello, hará uso de las lecturas de los instrumentos de planta y las salidas a los actuadores (válvulas y motores).

Como sistema de control se ha utilizado el DeltaV de la empresa EMERSON. Se trata de un sistema de control distribuido conectado mediante un bus ETHERNET redundante. Tanto los controladores, que es donde reside la funcionalidad del control, como las estaciones de operación, que es desde donde se le dan las órdenes a los controladores, cuelgan de la misma red.

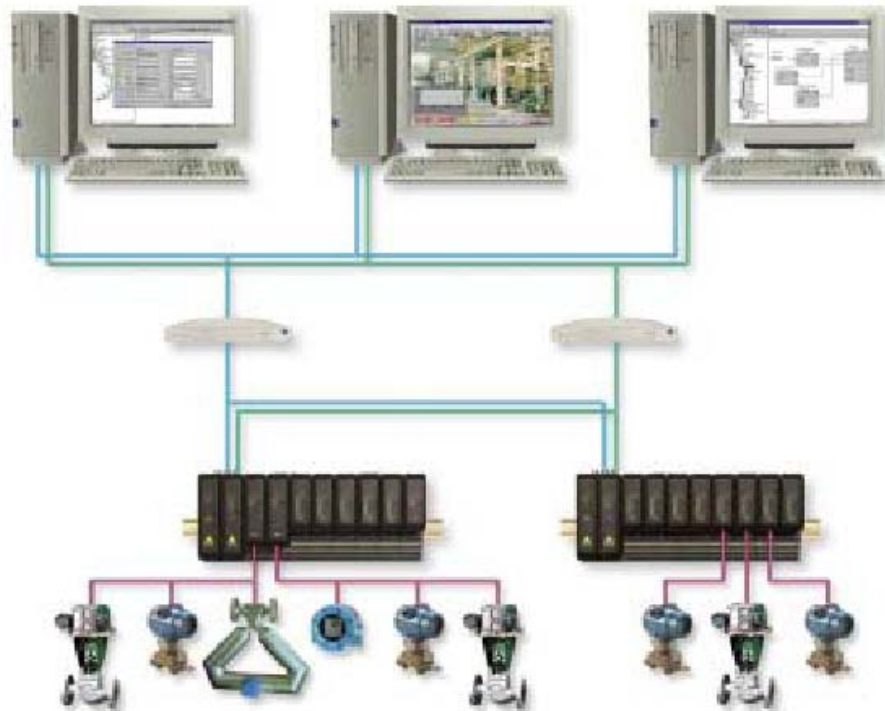


Figura 4.1: Esquema de la estructura del control distribuido DeltaV.

Los controladores se comunican con otros controladores además de con las estaciones operadoras. La comunicación entre los controladores se realiza a una velocidad de 10MB y entre las estaciones a 100MB. La conexión de la red se realiza mediante Hubs.

Los controladores son redundantes. En caso de fallo de uno entra a funcionar el que estaba en stand-by.

Se han utilizado tarjetas de diferentes tipos para cada tipo de señal. También se distingue entre tarjetas Ex, separadas galvánicamente, y no Ex. Las tarjetas Ex se utilizarán para los instrumentos situados en campo. Estos instrumentos trabajan en áreas con peligro de explosión y por eso exigen tener la separación galvánica.

4.1 Descripción general

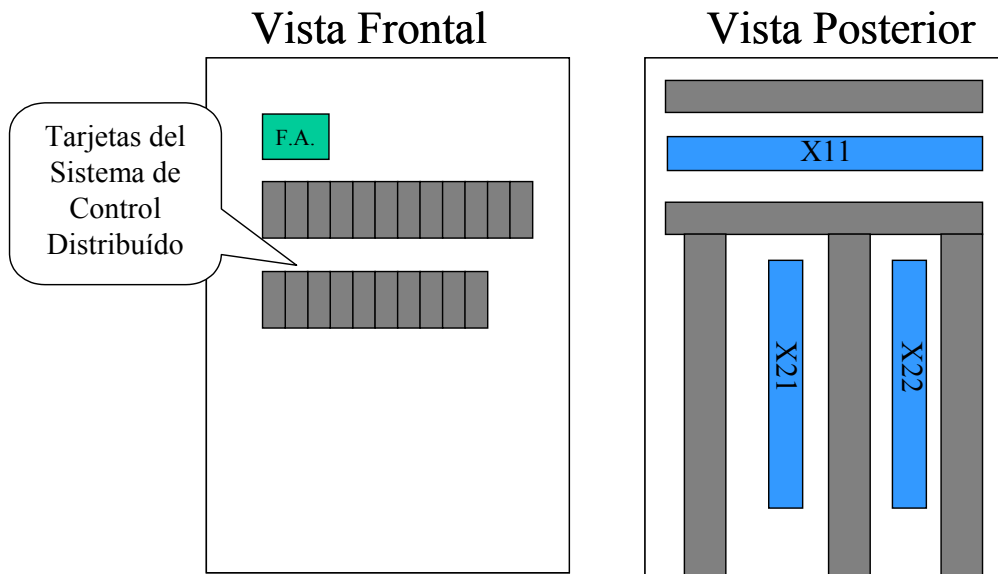


Figura 4.2: Dibujo del armario BD20.

En la figura 4.2 se puede ver el armario donde van situados los controladores y las tarjetas de entradas salidas del sistema de control. Los controladores y las tarjetas de entradas salidas van montados en un rack. Estas entradas salidas están cableadas al regletero X11 situado en la parte de atrás del armario. Es a esta zona a donde vendrán las señales de los instrumentos de campo.

4.2 Estructura general del cableado

El sistema de control estará situado en la sala de instrumentación. Los instrumentos de campo que se quieran conectar al sistema de control se conectarán de una manera estructurada.

4.2.1 Cajas de campo

Los instrumentos se cablearán a la caja de campo más cercana. Se han utilizado 6 cajas de campo con capacidad para 12 entradas o salidas cada una. Las cajas se han denominado CI-1001, CI-1002, CI-1003, CI-1004, CI-1010 y CI-1020.

A cada caja se cablearán los instrumentos situados más cerca. Estas cajas estarán distribuidas por zonas para reducir la distancia del cableado en campo y para agrupar mejor los instrumentos. En la Memoria de Planos y Documentos aparece la lista de conexiones de las cajas de campo. La conexión de los instrumentos se realizará siguiendo estos documentos.

4.2.2 Armario del sistema de control. BD20

Las cajas de campo irán unidas hasta el armario del sistema de control mediante policables 12x2x1,5. Estos cables irán conectados al armario denominado BD20, donde se situarán todas las tarjetas de entradas y de salidas. En concreto se conectarán a los regleteros X21 y X22. Todos los policables que vengan de las cajas de campo irán conectados a estos regleteros.

Por otro lado, las entradas y salidas del sistema de control estarán conectadas al regletero X11 correlativamente. La asignación de las entradas y de las salidas a cada TAG obligará a realizar la interconexión entre los regleteros X21 y X22 con el X11 con hilos individuales.

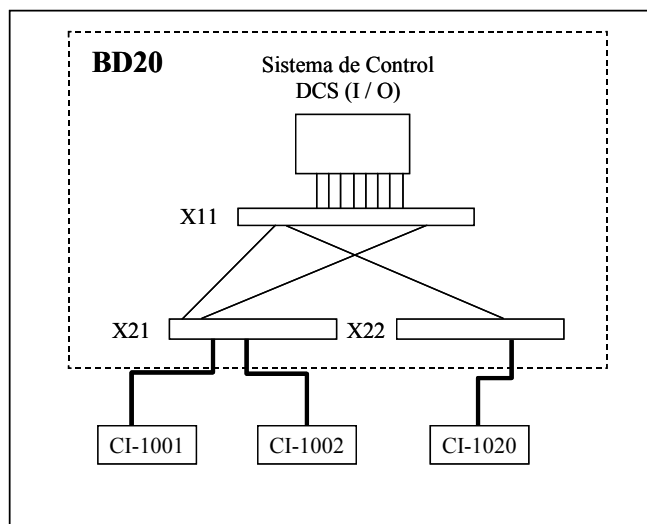


Figura 4.3: Esquema estructura del cableado del sistema

Los documentos en donde se describen todas las conexiones de los regleteros están en la memoria de planos y documentos.

Los instrumentos se han conectado a las cajas de campo mediante cable de 2x1,5 mm² con malla.

4.3 Tarjetas de entradas y salidas

4.3.1 Entradas Analógicas

Las entradas analógicas tendrán las siguientes características:

Especificaciones para Entradas Analógicas 4-20 mA	
Nº de canales	8
Rango de señal	4-20 mA
Rango completo	2-22 mA
Corriente del LocalBus	600 mA
Detección de fallo	
Cortocircuito	21,5 mA
Línea abierta	0,5 mA
Resolución	16 bits
Vmin de garantizada a 20 mA	15 V
Estabilidad de temperatura	0,006% del rango por grado
Certificados Exx	Cenelec Zona 0, IIC

Tabla 4-1: Especificaciones entradas analógicas

Se necesitarán 4 tarjetas de entradas analógicas. Está preparada para conectar instrumentos de seguridad intrínseca hasta en ZONA 0. La resolución de 16 bits da una gran precisión a la hora de realizar mediciones. El consumo total de esta tarjeta está entorno a los 600 mA.

4.3.2 Salidas Analógicas

Se ha utilizado una tarjeta de salidas analógicas. Las características son muy similares a las de las entradas. La resolución es un poco menor. Esto se debe a que la mayoría de actuadores, como por ejemplo las válvulas de control, tienen una limitación física de resolución mucho mayor que la resolución de 10 bits fijada en esta tarjeta.

Especificaciones para Salidas Analógicas 4-20 mA	
Nº de canales	8
Rango de señal	4-20 mA
Rango completo	1-22 mA
Corriente del LocalBus	630 mA
Detección de fallo	
Línea abierta	0,7 mA
Resolución	12 bits
Vmin de garantizada a 20 mA	13 V
Resistencia de carga máxima	450 Ω
Estabilidad de temperatura	0,006% del rango por grado
Certificados Exx	Cenelec Zona 0, IIC

Tabla 4.2: Especificaciones salidas analógicas.

4.3.3 Entradas Digitales

Especificaciones Entradas Discretas	
Nº de canales	16
Detección ON	< 2,1 mA
Detección OFF	< 1,2 mA
Corriente del LocalBus	350 mA
Detección de fallo	
Cortocircuito	< 100 Ω
Circuito abierto	> 50 k Ω
Frecuencia máxima	20 Hz
Pulso mínimo detectado	45 ms
Especificaciones aplicables	NAMUR, DIN19234
Voltaje aplicado al sensor	7,0 a 9,0 V para 1k Ω

Tabla 4.3: Especificaciones de entradas digitales.

Se ha utilizado una tarjeta de 16 entradas. Se utiliza con entradas de tipo NAMUR. Básicamente se han utilizado para conocer la posición de los finales de carrera y también para los interruptores de nivel. La frecuencia máxima de funcionamiento y las anchuras de pulso mínimo están muy por encima de las exigencias del tipo de señales para los cuales se ha utilizado esta tarjeta. Los finales de carrera que dan las válvulas requieren una resolución de segundos y los interruptores de nivel basta que sean de menos de un segundo.

4.3.4 Salidas Digitales

Especificaciones Salidas Discretas	
Nº de canales	4
Salida	22 V
	14 V a 45 mA
	25 V max
Corriente del LocalBus	560 mA
Detección de fallo	
Cortocircuito	< 15 Ω
Circuito abierto	> 13 k Ω
Corriente máxima	45 mA
Rizado máximo de salida	<0.5 % Vout PP

Tabla 4.4: Especificaciones de salidas digitales.

Se han utilizado dos tarjetas de este tipo. La aplicación ha sido para las válvulas TODO/NADA. Con estas salidas se han excitado las solenoides que dan paso o cortan el aire hacia la válvula. El consumo de estas tarjetas es ya considerable, ya que para cuatro salidas tienen un consumo de 560 mA. Estas salidas están certificadas para poder trabajar con solenoides de seguridad intrínseca que no necesitan más de 0,5 W para funcionar.

4.3.5 Controlador

Se han utilizado dos controladores redundantes de tipo MD con las siguientes características:

Especificaciones del Controlador Redundante	
Disipación potencia	7.0 W
Condiciones de operación	
Temperatura	0 a 60 °C
Humedad relativa	5 a 95%
Certificación Exx	Zona 2 IIC T4
Memoria de uso	14 MB
Conectores	
Primario	RJ-45
Secundario	RJ-45

Tabla 4.5: Tabla de especificaciones controlador redundante.

Los controladores redundantes ejecutan el mismo programa. Uno se encuentra en funcionamiento y el otro se encuentra en “stand by”. En cuanto el controlador principal tenga un problema, entra el otro a funcionar activamente. Así se evitan paradas, ya que ante el fallo de un controlador no tendría que pasar nada.

Cada una de las tarjetas tiene dos entradas de Ethernet tipo RJ-45. Por lo tanto cada controlador a su vez va conectado a un bus redundante. Así se necesitan 4 cables de comunicación por cada par de controladores redundantes.

4.3.6 Tarjeta Profibus

Mediante esta tarjeta se conectan los relés de protección de SIMOCODE al sistema de control. El bus de comunicación Profibus es un bus de comunicación muy utilizado en la industria. Se basa en la transmisión RS 485 muy extendida para el uso en ambientes industriales con velocidades de transmisión de hasta 1,5 Mbit/sec.

Especificaciones Tarjeta Profibus	
Tipo de BUS Profibus	DP
Condiciones de operación	
Temperatura	0 a 55 °C
Humedad relativa	5 a 95%
Certificación Exx	Zona 2 IIC T4
Velocidad transmisión (kbit/sec)	
1200m	9,6
400m	500
200m	1500

Tabla 4.6: Especificaciones tarjeta Profibus.

4.4 Fuentes de alimentación

El sistema tiene varias fuentes de alimentación:

- Fuente de alimentación principal.- Es la que produce 24 V partiendo de una alimentación de 230VAC. Es la que alimenta el resto de fuentes de alimentación.
- Fuente de alimentación Tarjetas.- Alimenta el Rack de tarjetas controladoras y de comunicación.
- Fuente de alimentación seguridad intrínseca.- Se trata de una fuente de alimentación que se utiliza para alimentar tarjetas de seguridad intrínseca. Esta fuente de alimentación está aislada entrada – salida.

A continuación se explican las características de cada una de ellas

FUENTE DE ALIMENTACIÓN PRINCIPAL	
Entrada AC	90 a 230 VAC
Voltaje de salida	24 VDC
Potencia de salida	300 W
Corriente de arranque	100 A
Tiempo de arranque	20 ms
Factor de Potencia	0,98 a plena carga
Protección de salida	Fusible 10 A
Temperatura de operación	0 a 60 °C
Humedad relativa	0 a 95%

Tabla 4.7: Especificaciones de la Fuente de alimentación principal.

ALIMENTACIÓN TARJETAS	
Entrada	11,4 a 12,6 VDC
	21,6 a 26,4 VDC
Potencia de salida	10 W
Corriente de arranque	20 A
Tiempo de arranque	20 ms
Voltajes de salida	2 A +5 VDC
Certificación Exx	2 A +3,3 VDC
Protección de entrada	Fusible interno
Temperatura de operación	0 a 60 °C
Humedad relativa	0 a 95%

Tabla 4.8: Especificaciones de la Fuente de alimentación Tarjetas.

TARJETA DE ALIMENTACIÓN SEGURIDAD INTRÍNSECA	
Entrada AC	18,5 a 36 VDC
Voltaje de salida	12 VDC +- 5%
Corriente de salida	5,0 A
Protección de entrada	Fusible interno
Aislamiento entrada /salida	250 VAC rms
Temperatura de operación	0 a 60 °C
Humedad relativa	0 a 95%

Tabla 4.9: Especificaciones de la Alimentación Tarjetas Seguridad Intrínseca.

Esta última fuente de alimentación hay que instalarla para poder separar galvánicamente el Bus de tarjetas de seguridad intrínseca.

4.5 Programación

4.5.1 Funcionamiento lógico de la columna

La programación en el sistema de control deberá estar hecha de manera que se ejecuten los lazos de control tal como aparecen descritos en el diagrama de flujo y se cumplan los funcionamientos básicos de seguridad.

La automatización deberá mantener la planta en condiciones seguras cumpliendo las siguientes premisas:

- Cuando no haya nivel en el reboiler T-100, se han de parar las bombas, cortar flujo de entrada de vapor y despresurizar el reboiler.
- Cuando la presión en la cabeza de la columna sube en exceso, hay que abrir la válvula de despresurización a la antorcha para poder despresurizar el exceso de gas.
- Cuando el nivel en el depósito V-102 baja en exceso, hay que parar la bomba NP102 y cerrar la salida de producto de la unidad.
- Cuando el analizador de salida detecte un nivel excesivamente alto de propano+propileno en la salida, debe cortar la salida.
- En caso de emergencia, deberán pararse todos los motores y llevar las válvulas a las condiciones citadas anteriormente.

Estas indicaciones de funcionamiento se pueden plasmar de una manera más consistente en el diagrama causa efecto.

CAUSA	EFECTO								
	PARAR NP100	PARAR NP101	PARAR NP102	CERRAR UV1000	ABRIR UV1001	ABRIR UV1002	CERRAR UV1003	CERRAR UV1021	ABRIR PV1005
ASHH1021								X	
LSLL1001		2oo3		2oo3	2oo3	2oo3	2oo3		
LSLL1002		2oo3		2oo3	2oo3	2oo3	2oo3		
LICSL1003		2oo3		2oo3	2oo3	2oo3	2oo3		
LICSL1021			2oo3					2oo3	
LSLL1022			2oo3					2oo3	
LSLL1023			2oo3					2oo3	
PICSHH1001									2oo3
PISHH1002									2oo3
PISHH1003									2oo3
PARO EMERGENCIA	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 4.10: Diagrama causa efecto.

La programación en el DeltaV se realiza de forma gráfica. El DeltaV dispone de un editor gráfico en donde se realiza la programación haciendo uso de bloques estándar ya creados para poder programar motores, válvulas, etc..

En concreto los bloques que se utilizan serían:

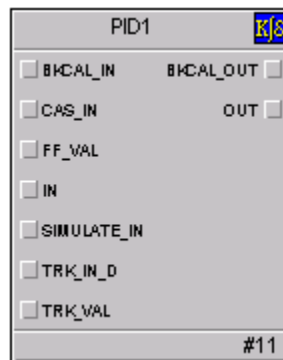


Figura 4.4: Bloque de control PID de DeltaV

Con este bloque, se realizan los lazos de control de las válvulas de regulación. Se trata de un bloque estándar que permite la ejecución de un lazo PID con una entrada analógica en unidades de ingeniería y una salida a la válvula. La señal de campo que conectarla a la entrada **IN**. La salida a la válvula hay que conectarla a la salida **OUT**.

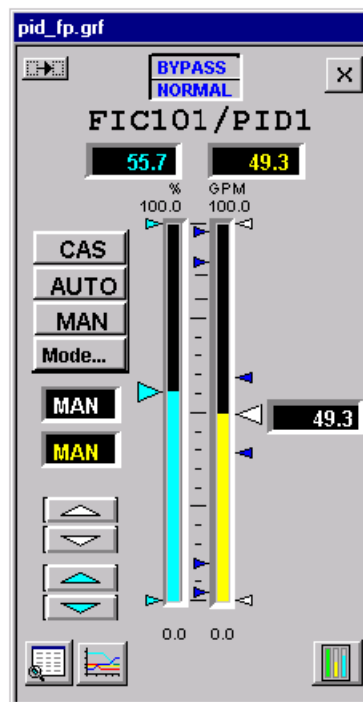


Figura 4.5: Carátula de control del caudal.

Estos bloques van directamente enlazados a las estaciones de operación mediante una carátula o “faceplate”. Desde estas carátulas y siempre que la lógica lo permita el operador podrá accionar cada uno de los elementos. Se puede ver el ejemplo de la carátula de control de caudal en la figura 4.5.

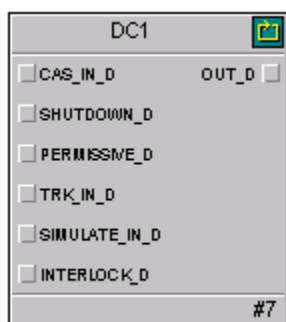


Gráfico 4.6: Bloque de control de válvulas y motores.

El bloque DC, “Device Control” que se ve en la figura 4.6, se utilizará para válvulas todo nada y motores. En las entradas **INTERLOCK_D** se conectarán las señales de entrada de las condiciones descritas en la tabla 4.4. La salida **OUT_D** irá conectada a la salida de la solenoide o el permisivo del motor.

Con los bloques que se han descrito se realiza la programación en el sistema de control de DeltaV. La programación es completamente gráfica y se realiza conectando las señales a las entradas que han descrito con anterioridad.

5 RESUMEN

En este proyecto se ha realizado el diseño de la automatización de una columna de destilación etano-etileno, propano- propileno.

Se ha partido de los resultados del estudio de simulación en donde se han podido fijar caudales, temperaturas y en definitiva los rangos de operación de los instrumentos de campo.

Se ha definido la instrumentación con sus correspondientes cálculos, la estructura del cableado, el sistema de control y la parte eléctrica. Para ello se han generado hojas técnicas y planos que se encuentran en la Memoria de Planos y Documentos, y los cálculos que se pueden encontrar en la Memoria de Cálculos.

Todos los equipos utilizados son habitualmente utilizados en el mundo de la industria química y muchos de ellos son estándares.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] CATALOGO: COMPREHENSIVE PRODUCT CATALOG
FISHER ROSEMOUNT
EDITION 1999

- [2] CATÁLOGO DE KSB KUEBLER
EDICIÓN: 1999

- [3] ENDRESS + HAUSER
GENERAL SPECIFICATIONS CATALOGUE
EDITION 2001

- [4] CATALOGO: MASON EILAN DRESSER
GENERAL MANUAL
EDITION 94

- [5] PAGINA WEB www.xomox.com/Xomox/htdocs/northamerica/tufline/

- [6] CATALOGO: ELECTROVÁLVULAS. VÁLVULAS AUTOPILOTADAS
ASCO
EDICIÓN 2000

- [7] PAGINA WEB www.abb.com



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

PROYECTO DE AUTOMATIZACION DE UNA COLUMNA DE DESTILACION ETANO-ETILENO PROPANO-PROPILENO

MEMORIA DE CALCULOS

AUTOR: HARITZ UGALDE OLASCOAGA
DIRECTOR: ALFONSO ROMERO NEVADO

FECHA: SEPTIEMBRE 2003

INDICE – MEMORIA DE CÁLCULOS

- 1 Cálculos de Instrumentos de caudal. Placas de Orificio
- 2 Cálculos de elementos medidores de Nivel. Transmisores de Nivel.
- 3 Cálculos de elementos medidores de Nivel. Flotadores.
- 4 Cálculos de Capacidades de Válvulas. Válvulas de control.
- 5 Cálculos de actuadores de válvulas todo /nada.
- 6 Cálculo y dimensionamiento de cables de motores.

1 CÁLCULOS DE INSTRUMENTOS DE CAUDAL. PLACAS DE ORIFICIO

Punto de Medición

FIC1000

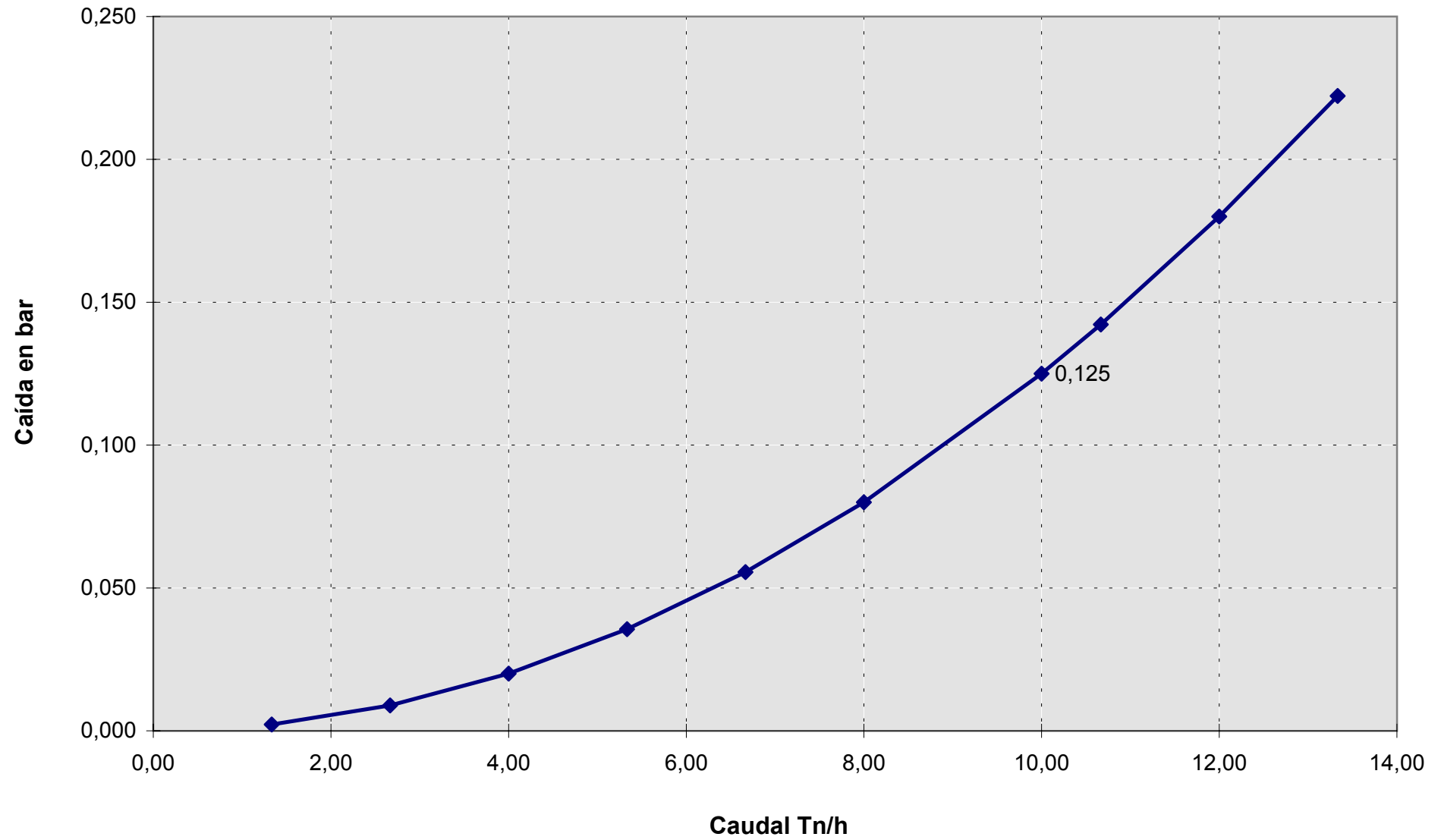
Datos

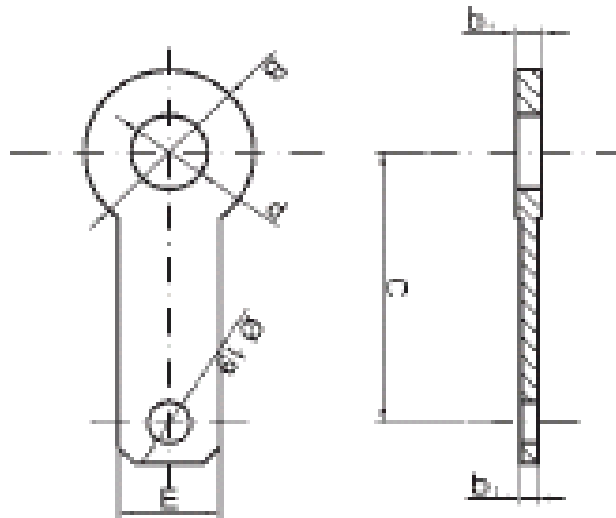
Caudal	0-10 Tn/h
Diámetro de la tubería	101,36mm
Estado	Líquido
Presión de entrada	30 bara
Temperatura	45°C
Densidad @punto de operación	388 kg/m3
Viscosidad	1,5 cpois
Tag.	FIC1000

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad
2,78	0,125	388,69	43,56	3,89E+02
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	45	0,00117	0,00117	l
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
1,5	1,3	30	101,36	
Diámetro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
101,36	23.261	0,4232	1	0,6066
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,4232	42,90	2,78

Medidor de caudal F1000





Medidas de la placa de orificio

TAG. FIC1000

Diámetro Tubería	4 "
B	190 mm
d	42,9 mm
C	200 mm
E	32 mm
b1	16 mm

Material de la placa ASTM -316L

Esquema Placa Orificio	Fecha	F1000	
	16.06.03		

Punto de Medición

FIC1001

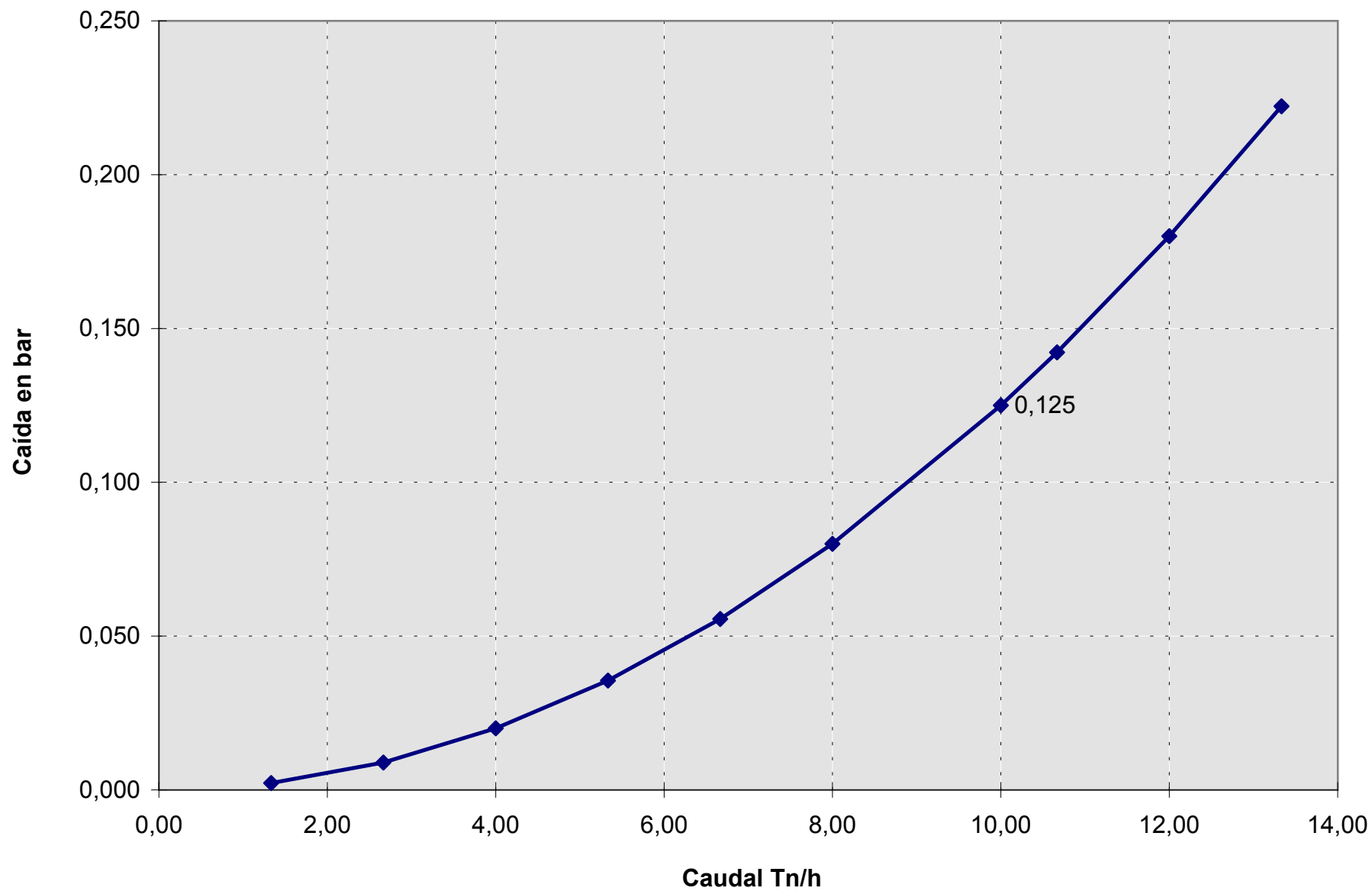
Datos

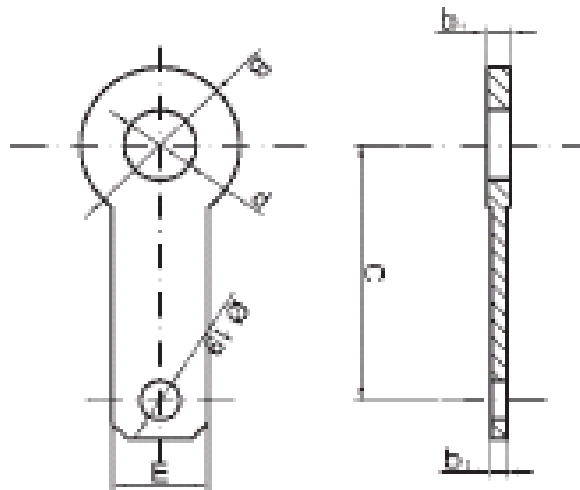
Caudal	0-10 Tn/h
Diámetro de la tubería	101,36mm
Estado	Líquido
Presión de entrada	30 bara
Temperatura	70°C
Densidad @punto de operación	401,66 kg/m3
Viscosidad	1,5 cpoise
Tag.	FIC1001

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad
2,78	0,125	401,66	43,21	4,02E+02
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	70	0,00117	0,00117	I
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
1,5	1,4	30	101,36	
Diámetro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
101,36	208.935	0,42142	1	0,60198
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,42142	42,72	2,78

Medidor de caudal F1001





Medidas de la placa de orificio

TAG. FIC1001

Díámetro Tubería	4 "
B	190 mm
d	42,72 mm
C	200 mm
E	32 mm
b1	16 mm

Material de la placa ASTM -316L

Esquema Placa Orificio

Fecha

16.06.03

F1001

Punto de Medición

FIC1002

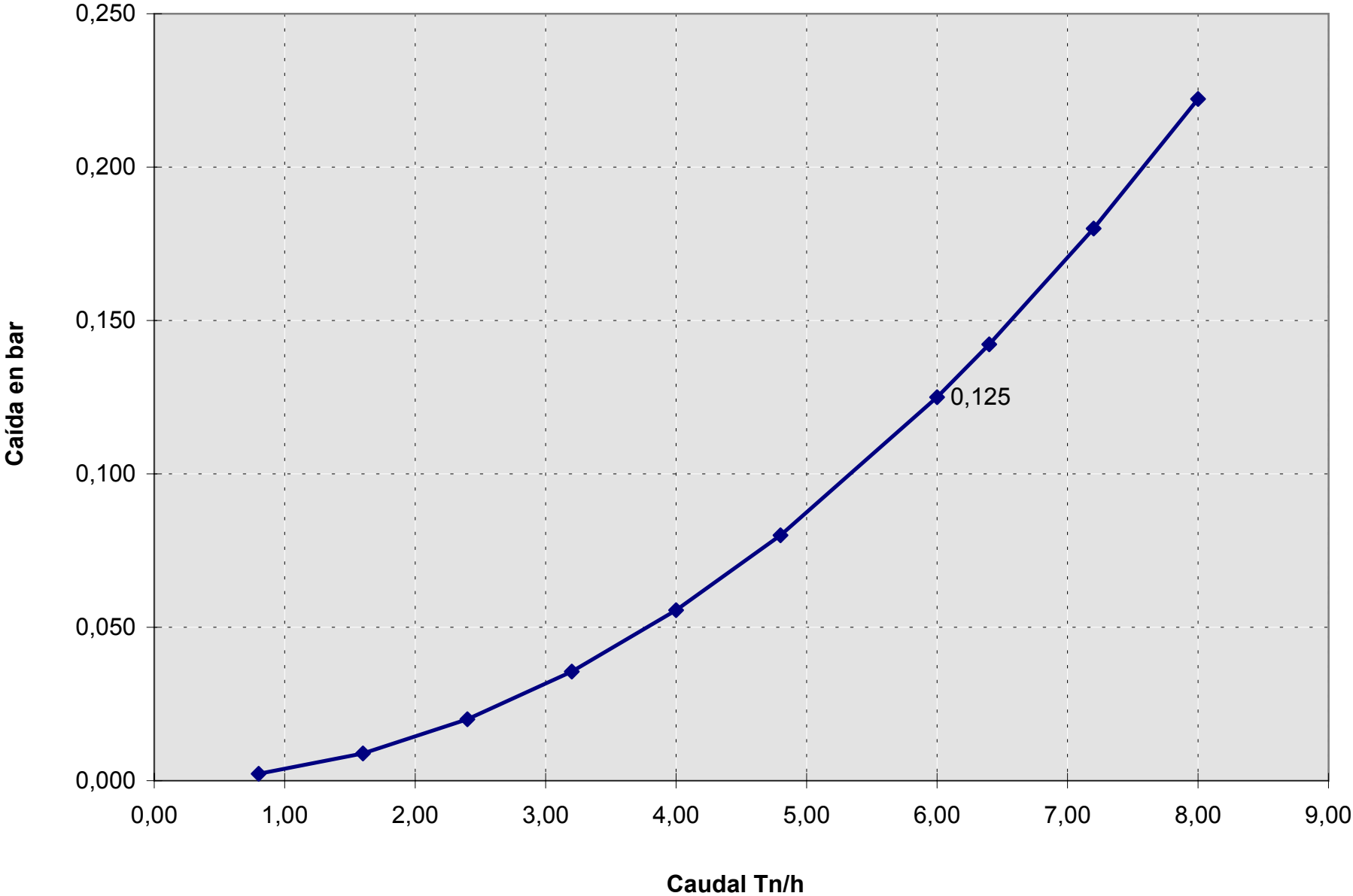
Datos

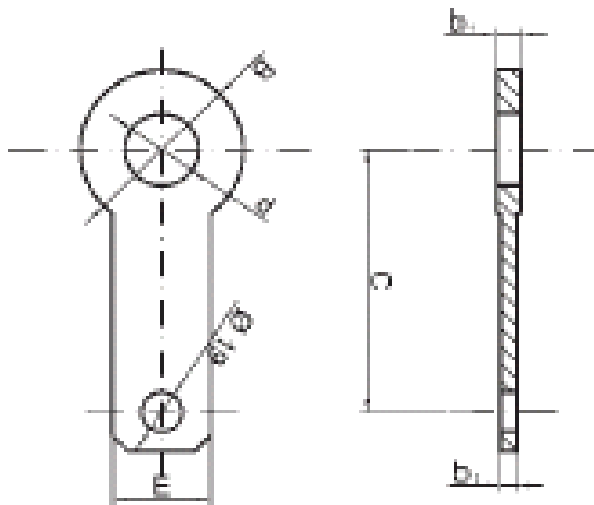
Caudal	0-10 Tn/h
Diámetro de la tubería	152,04 mm
Estado	vapor
Presión de entrada	4,5bara
Temperatura	180°C
Densidad @punto de operación	2,7 kg/m3
Viscosidad	1 cpoise
Tag.	FIC1002

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad
1,67	0,125	2,7	116,88	2,70E+00
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	180	0,00117	0,00117	v
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
1	1,4	4,5	152,04	
Diámetro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
152,04	13.957	0,70110	0,99019	0,63220
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,70110	106,60	1,67

Medidor de caudal F1002





Medidas de la placa de orificio

TAG. FIC1002

Diámetro Tubería	4 "
B	263 mm
d	106,6 mm
C	240 mm
E	32 mm
b1	25,5 mm

Material de la placa ASTM -316L

Esquema Placa Orificio

Fecha

16.06.03

F1002

Punto de Medición

FIC1003

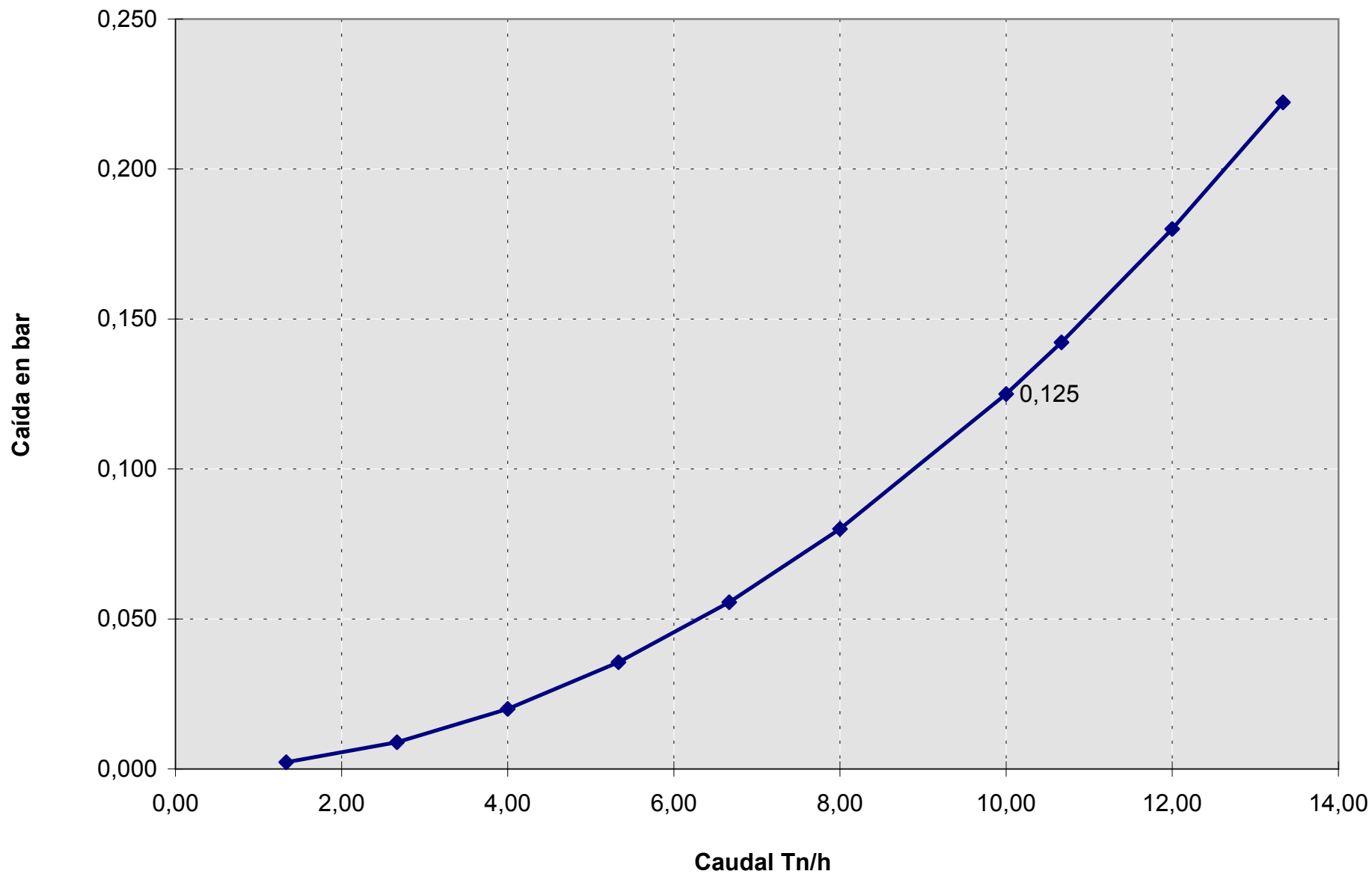
Datos

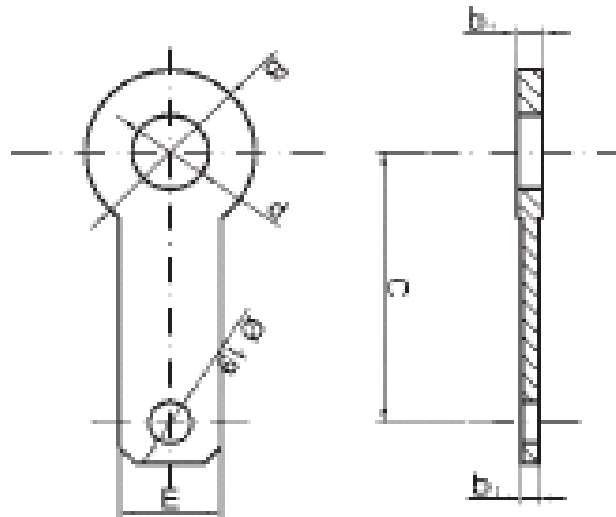
Caudal	0-10 Tn/h
Diámetro de la tubería	152,04 mm
Estado	vapor
Presión de entrada	4,5bara
Temperatura	180°C
Densidad @punto de operación	2,7 kg/m3
Viscosidad	1 cpoise
Tag.	FIC1003

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad
2,78	0,125	426,25	42,57	4,26E+02
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	-25	0,00117	0,00117	I
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
0,167	1,4	30	76,02	
Diámetro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
76,02	278.580	0,54369	1	0,60589
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,54369	41,33	2,78

Medidor de caudal F1003





Medidas de la placa de orificio

TAG.

FIC1003

Diámetro Tubería	3 "
B	146 mm
d	41,33 mm
C	170 mm
E	32 mm
b1	16 mm

Material de la placa ASTM -316L

Esquema Placa Orificio

Fecha

16.06.03

F1003

Punto de Medición

FIC1004

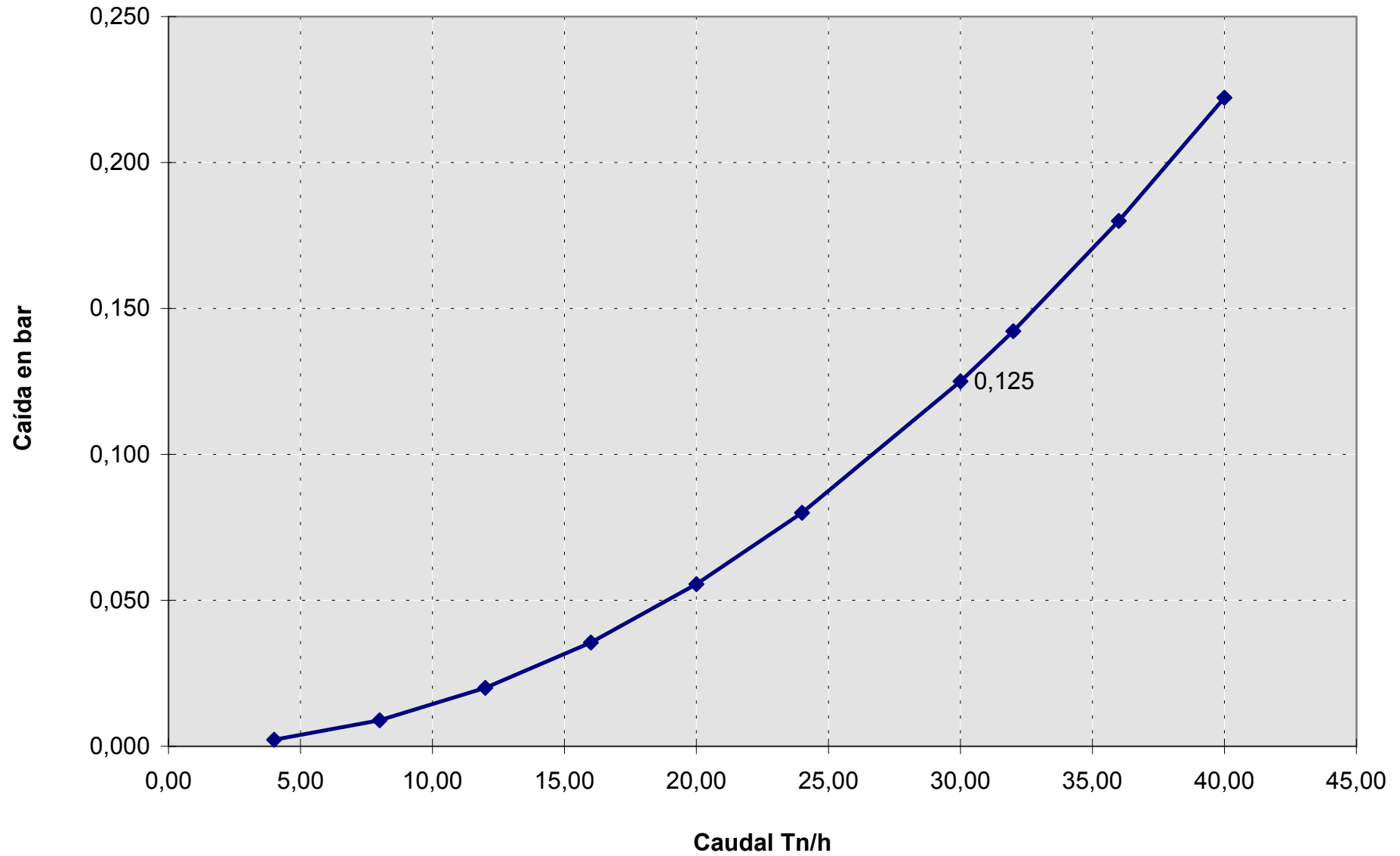
Datos

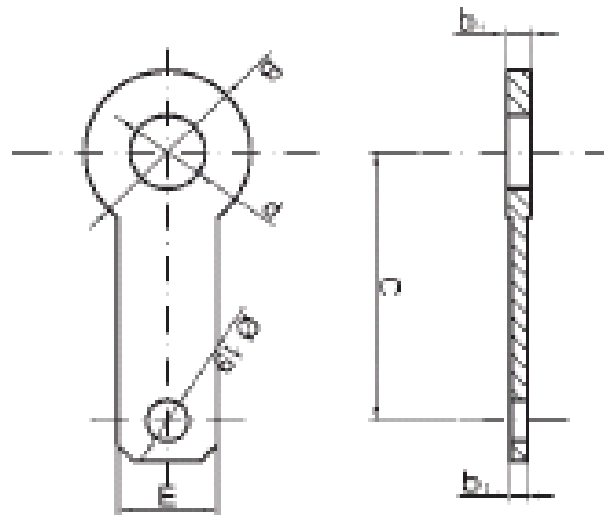
Caudal	0-30 Tn/h
Diámetro de la tubería	152,04 mm
Estado	gas
Presión de entrada	28 bara
Temperatura	-7°C
Densidad @punto de operación	37,07 kg/m3
Viscosidad	0,167
Tag.	FIC1004

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad normal
8,33	0,125	37,07	135,77	1,29E+00
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	-7	0,00117	0,00117	g
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
0,167	1,13	28	152,04	
Diametro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
152,04	417.870	0,79056	0,99784	0,59683
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,79056	120,20	8,33

Medidor de caudal F1004





Medidas de la placa de orificio

TAG. FIC1004

Diámetro Tubería	6 "
B	263 mm
d	120,2 mm
C	240 mm
E	32 mm
b1	25,5 mm

Material de la placa ASTM -316L

Esquema Placa Orificio

Fecha

16.06.03

F1004

Punto de Medición

FIC1005

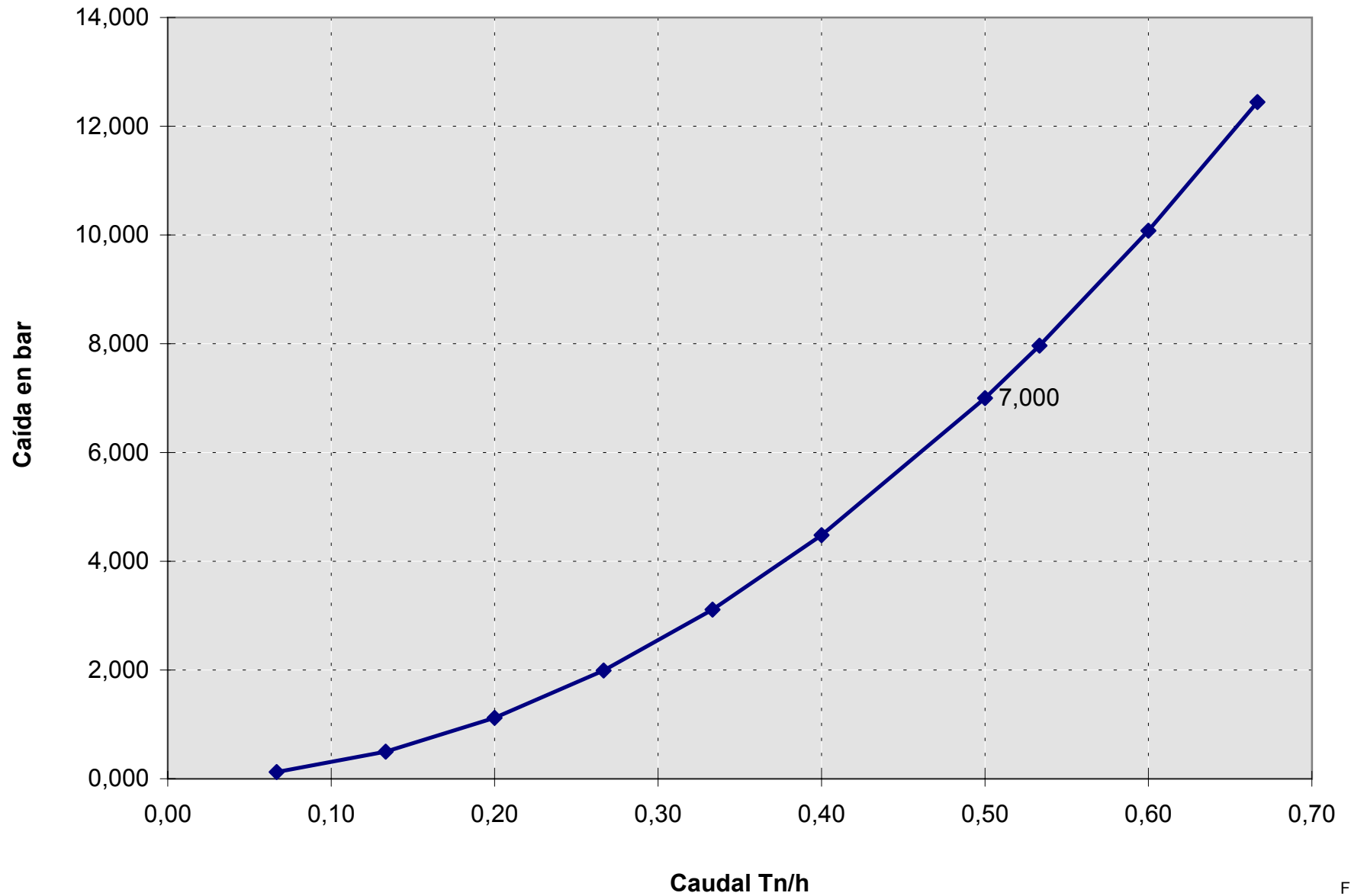
Datos

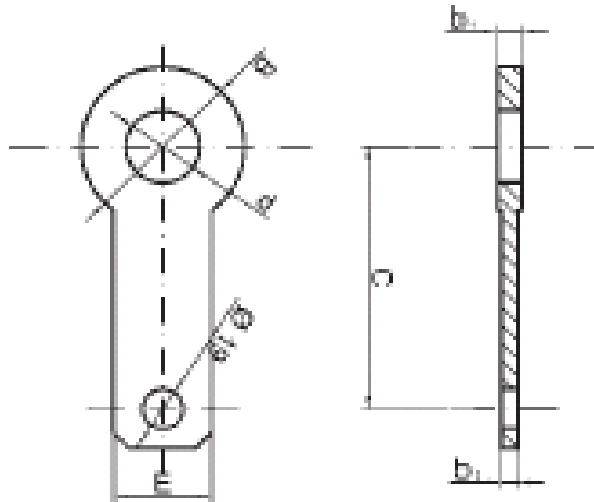
Caudal	0-10 Tn/h
Diámetro de la tubería	25,34mm
Estado	Líquido
Presión de entrada	35 bara
Temperatura	-7°C
Densidad @punto de operación	382 kg/m3
Viscosidad	1 cpoise
Tag.	FIC1005

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad
0,14	7	382	3,58	3,82E+02
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	-7	0,00117	0,00117	
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
1	1,4	35	25,34	
Diámetro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
25,34	6.978	0,14120	1	0,59722
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,14120	3,58	0,14

Medidor de caudal F1005





Medidas de la placa de orificio

TAG. FIC1005

Diámetro Tubería	1 "
B	70 mm
d	3,578 mm
C	125 mm
E	32 mm
b1	9,5 mm

Material de la placa ASTM -316L

Esquema Placa Orificio

Fecha

16.06.03

F1005

Punto de Medición

FIC1006

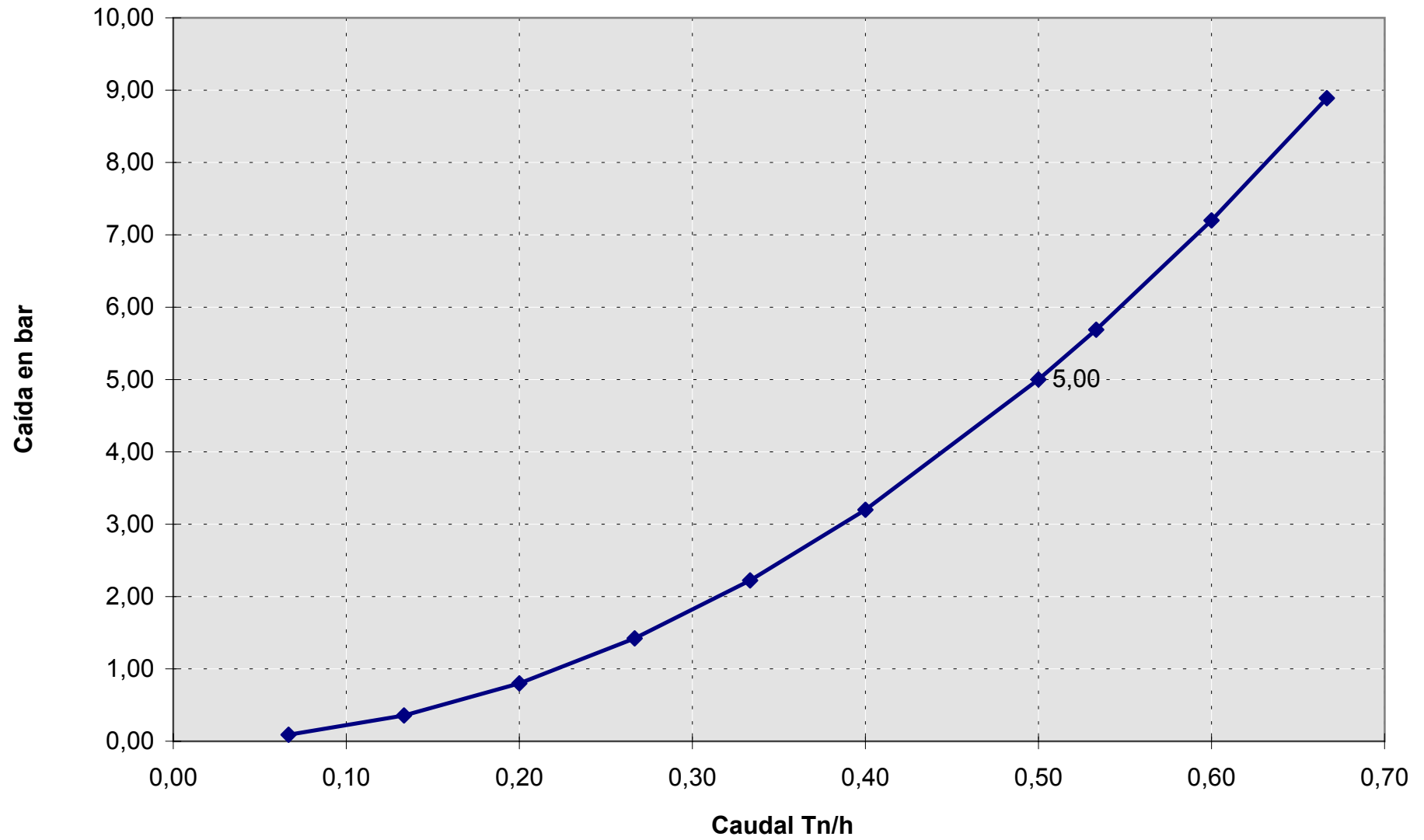
Datos

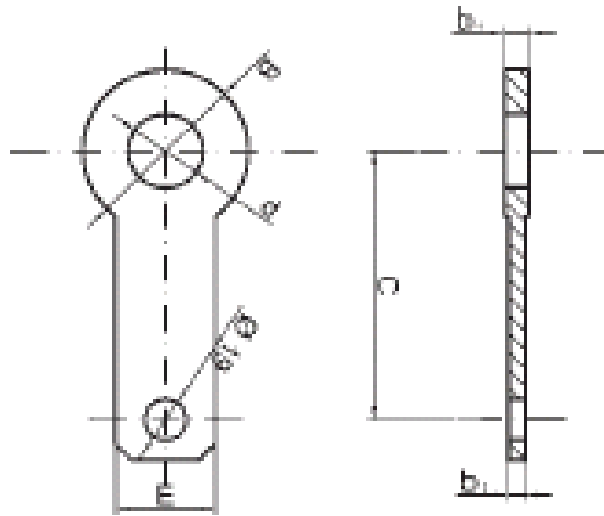
Caudal	0,5 Tn/h
Diámetro de la tubería	25,34mm
Estado	Líquido
Presión de entrada	35 bara
Temperatura	70°C
Densidad @punto de operación	402kg/m3
Viscosidad	1 cpoise
Tag.	FIC1006

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad
0,14	5	402,05	3,84	4,02E+02
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	70	0,00117	0,00117	l
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
1	1,4	35	25,34	
Diametro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
25,34	6.978	0,15160	1	0,59745
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,15160	3,84	0,14

Medidor de caudal F1006





TAG.

FIC1006

Diámetro Tubería	1 "
B	70 mm
d	3,842 mm
C	125 mm
E	32 mm
b1	9,5 mm

Material de la placa ASTM -316L

Esquema Placa Orificio

Fecha

16.06.03

F1006

Punto de Medición

FIC1010

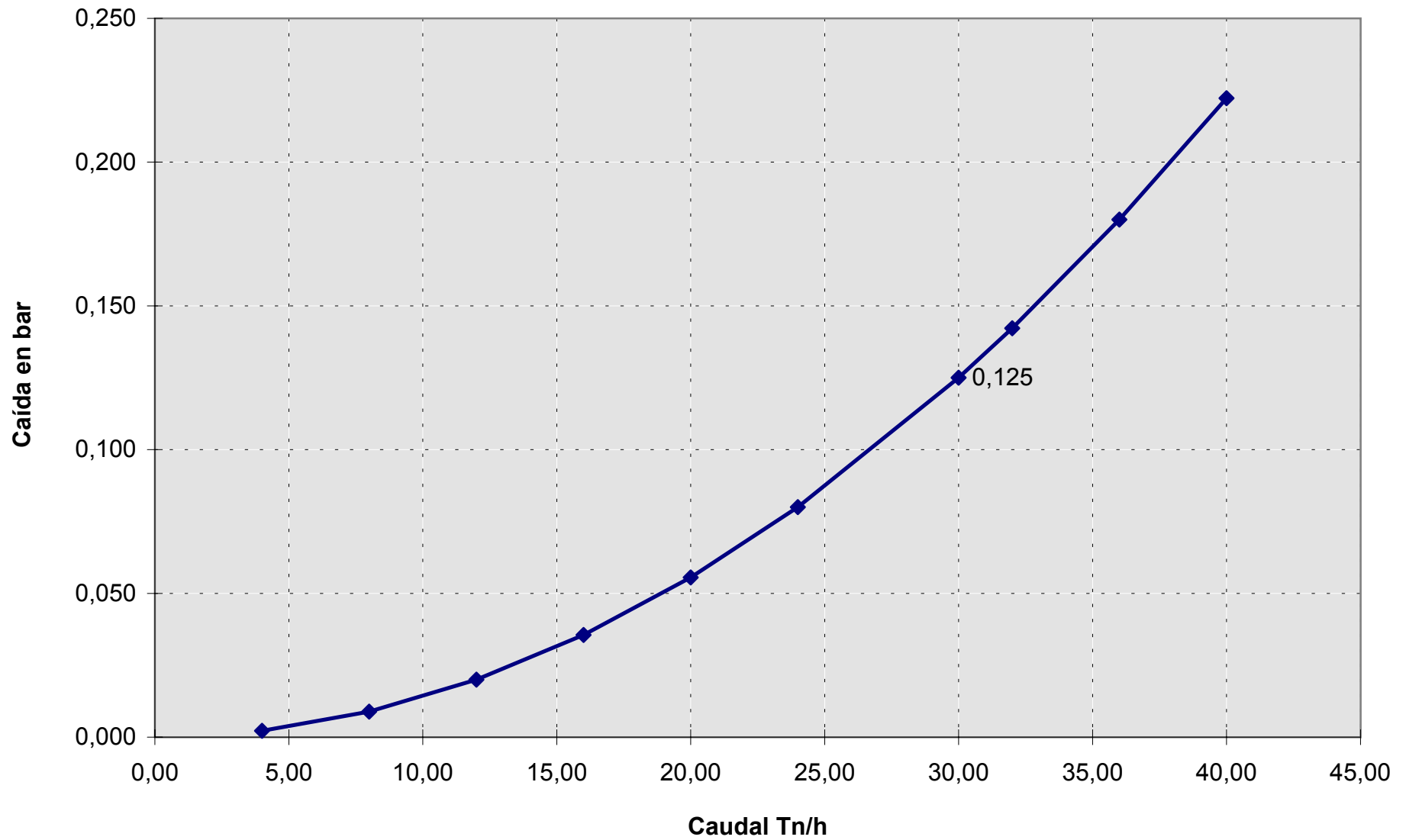
Datos

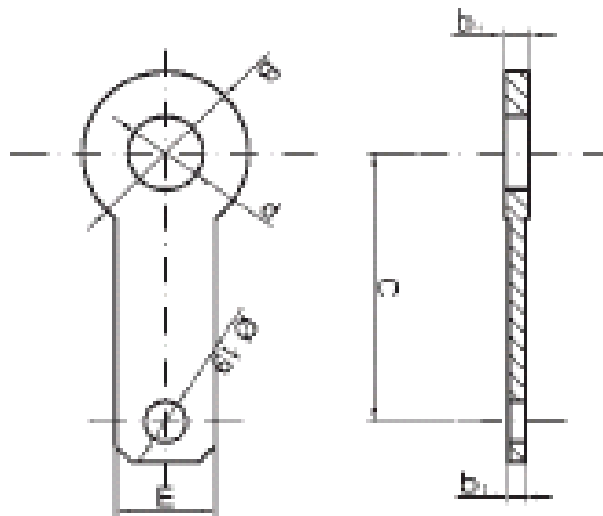
Caudal	0-30 Tn/h
Diámetro de la tubería	101,36mm
Estado	Líquido
Presión de entrada	35 bara
Temperatura	-50°C
Densidad @punto de operación	480 kg/m3
Viscosidad	1 cpoise
Tag.	FIC1010

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad
8,33	0,125	480,70	71,55	4,81E+02
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	-50	0,00117	0,00117	I
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
1	1,4	35	101,36	
Diametro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
101,36	104.676	0,66212	1	0,61076
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,66212	67,11	8,33

Medidor de caudal F1010





TAG.

FIC1010

Diámetro Tubería	4 "
B	190 mm
d	67,11 mm
C	200 mm
E	32 mm
b1	16 mm

Material de la placa ASTM -316L

Esquema Placa Orificio

Fecha

16.06.03

F1010

Punto de Medición

FIC1020

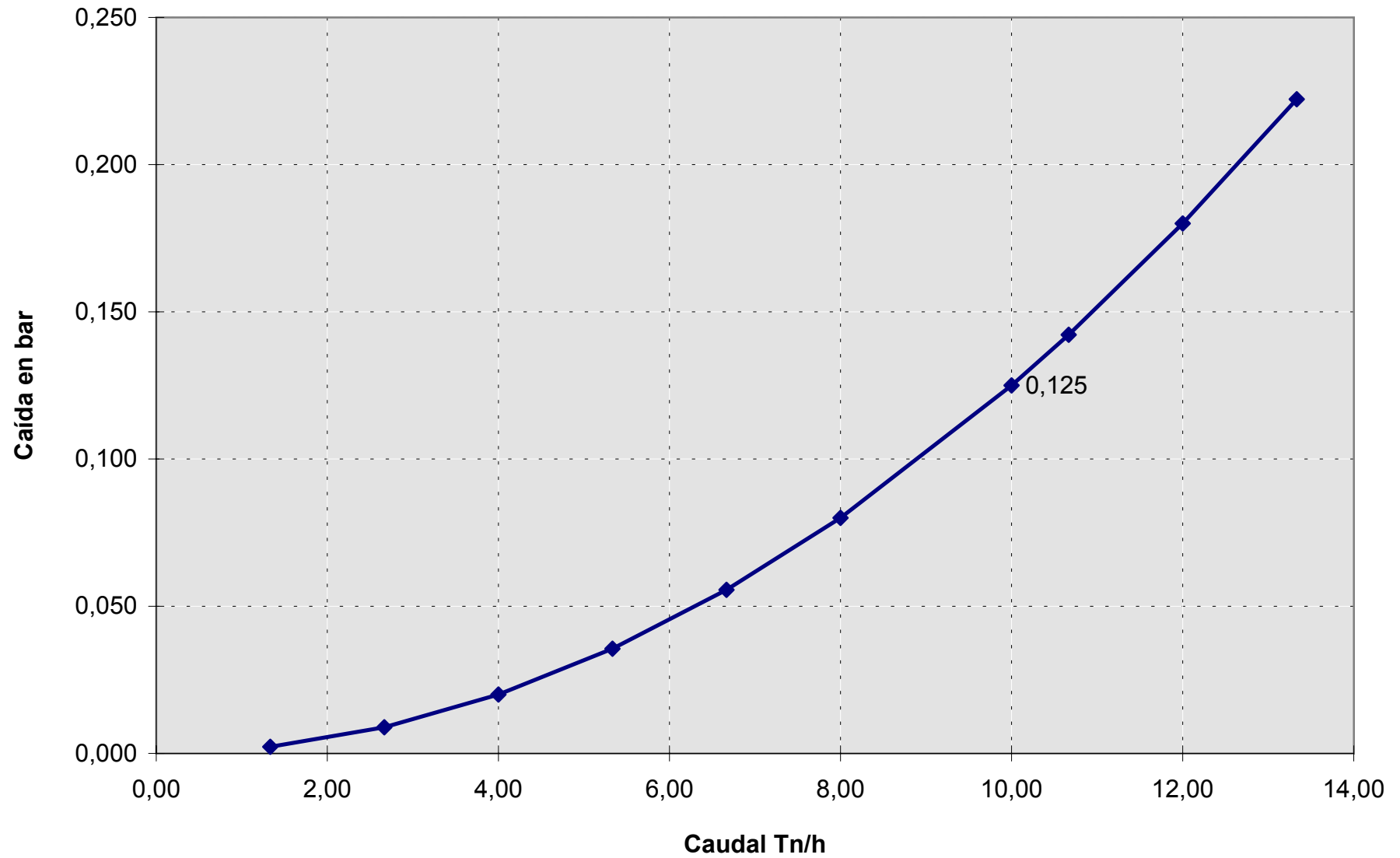
Datos

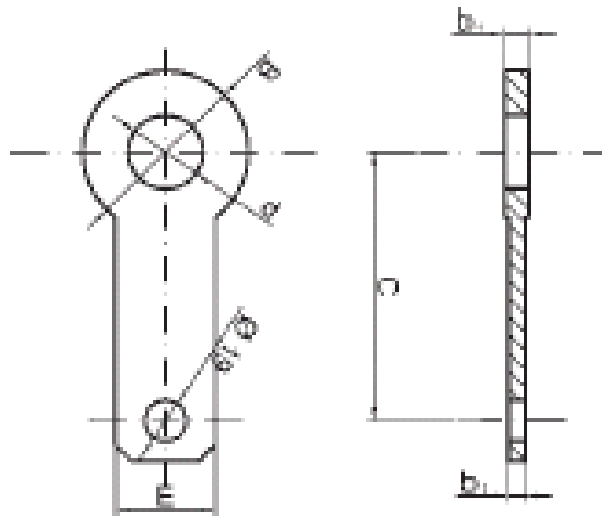
Caudal	0-5 Tn/h
Diámetro de la tubería	50,68 mm
Estado	Líquido
Presión de entrada	30 bara
Temperatura	-20°C
Densidad @punto de operación	426 kg/m3
Viscosidad	1 cpoise
Tag.	FIC1020

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad
2,78	0,125	426	42,58	4,26E+02
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	-20	0,00117	0,00117	l
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
0,167	1,4	30	50,68	
Diámetro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
50,68	417.870	0,76353	1	0,58807
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,76353	38,70	2,78

Medidor de caudal F1020





Medidas de la placa de orificio

TAG. FIC1020

Diámetro Tubería	2 "
B	146 mm
d	41,33 mm
C	170 mm
E	32 mm
b1	16 mm

Material de la placa ASTM -316L

Esquema Placa Orificio

Fecha

16.06.03

F1020

Punto de Medición F1021

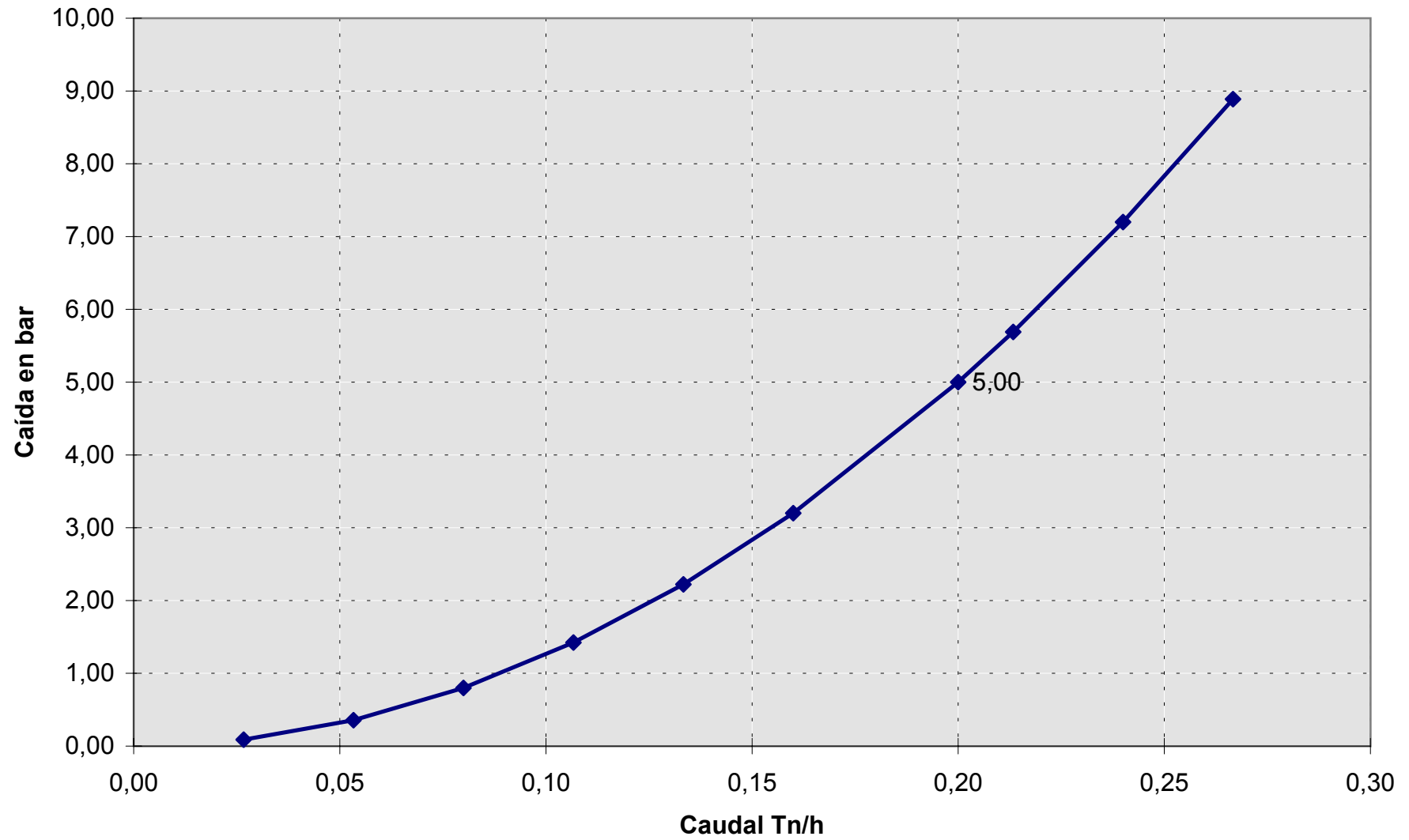
Datos

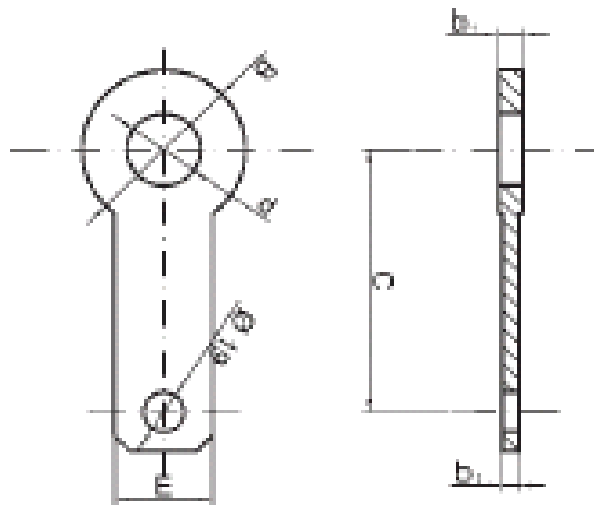
Caudal	0,2 Tn/h
Diámetro de la tubería	25,34 mm
Estado	Líquido
Presión de entrada	35 bara
Temperatura	-20°C
Densidad @punto de operación	425 kg/m3
Viscosidad	1 cpoise
Tag.	F1021

Cálculo del Orificio

Caudal Kg/s	Presión Dif. Bar	Densidad kg/m3 a T trab	d en mm Aproximación	Densidad
2,78	0,125	426,25	42,57	4,26E+02
T amb °C	T trab °C	Dilatación(mm/°C) Tub.	Dilatación(mm/°C) placa	Estado (L, G, V)
25	-20	0,00117	0,00117	l
viscosidad (cpois)	Coef. Insen	P abs en la toma bar	Diámetro en mm	
0,167	1,4	30	76,02	
Diámetro real	Reynolds	Beta	Epsilon	Descarga
76,02	278.580	0,54369	1	0,60589
	Factor Fs	Beta corregida	Orificio corregido	Cauda Kg/s
	1	0,54369	41,33	2,78

Medidor de caudal F1021





Medidas de la placa de orificio

TAG. F1021

Diámetro Tubería	1 "
B	70 mm
d	2,399 mm
C	125 mm
E	32 mm
b1	9,5 mm

Material de la placa ASTM -316L

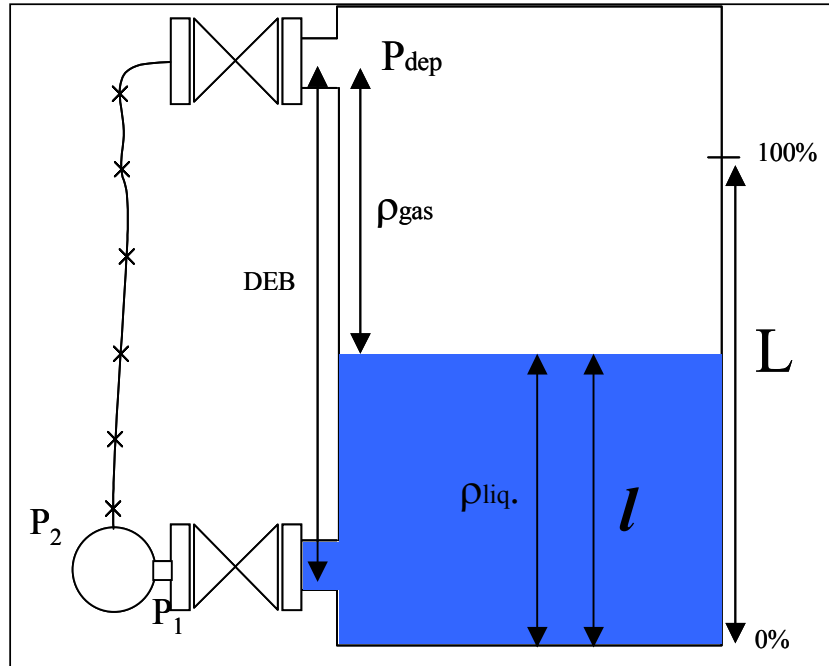
Esquema Placa Orificio

Fecha

16.06.03

F1021

2 CÁLCULOS DE ELEMENTOS MEDIDORES DE NIVEL. TRANSMISORES DE NIVEL.



Condiciones del depósito

DEB	2,5 m
L	2 m
Densidad gas	48 kg/m ³
Densidad capilar	910,3 kg/m ³
Densidad líquido	402 kg/m ³
0%	
LRV	-21.147,91 Pa -211,48 mbar
100%	
URV	-14.202,43 Pa -142,02 mbar

RANGO min **69,45 mbar**
722,33 mmH2O

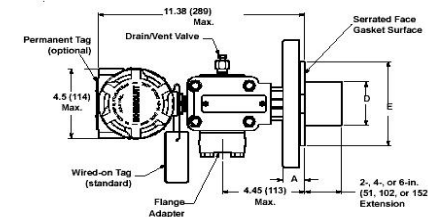
$$0\% \rightarrow LRV = P_1 - P_2 = (\rho_{gas} - \rho_{Capilar}) \cdot DEB$$

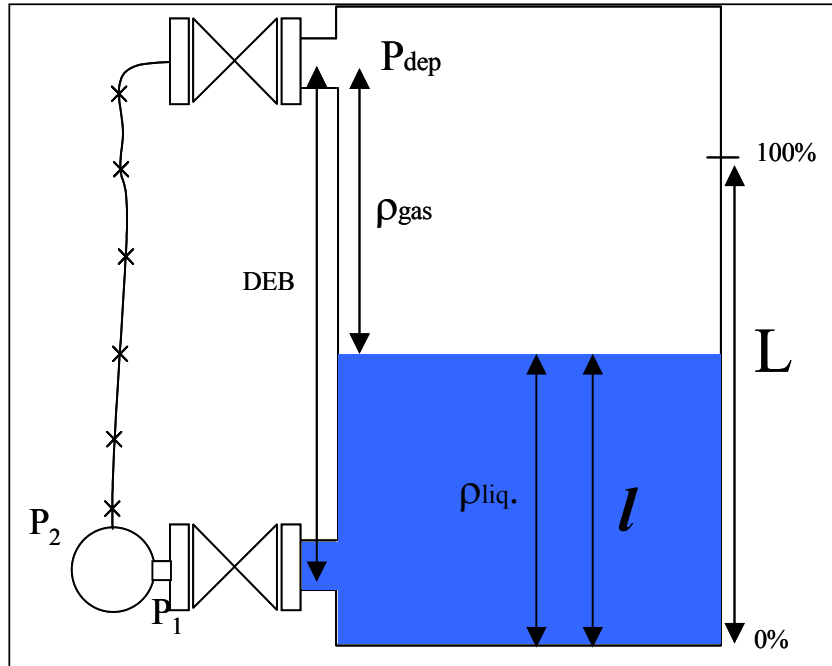
$$100\% \rightarrow URV = P_1 - P_2 = \rho_{gas} (DEB - L) + \rho_{liq} \cdot L - \rho_{Capilar} \cdot DEB$$

CÁLCULO CALIBRACIÓN TRANSMISOR NIVEL DIFERENCIAL

LIC1003 Nivel fondo columna T-100

Modelo transmisor 1151DP4S22I1Q4





Condiciones del depósito

DEB	1,76 m
L	1,25 m
Densidad gas	23 kg/m ³
Densidad capilar	910,3 kg/m ³
Densidad líquido	426 kg/m ³
0%	
LRV	-15.320,00 Pa -153,20 mbar
100%	
URV	-10.378,21 Pa -103,78 mbar

RANGO min **49,42 mbar**
513,95 mmH2O

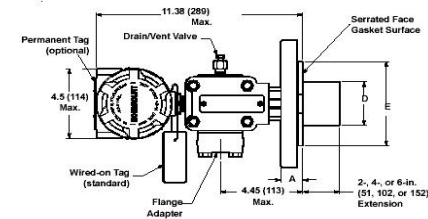
$$0\% \rightarrow LRV = P_1 - P_2 = (\rho_{gas} - \rho_{Capilar}) \cdot DEB$$

$$100\% \rightarrow URV = P_1 - P_2 = \rho_{gas} (DEB - L) + \rho_{liq} \cdot L - \rho_{Capilar} \cdot DEB$$

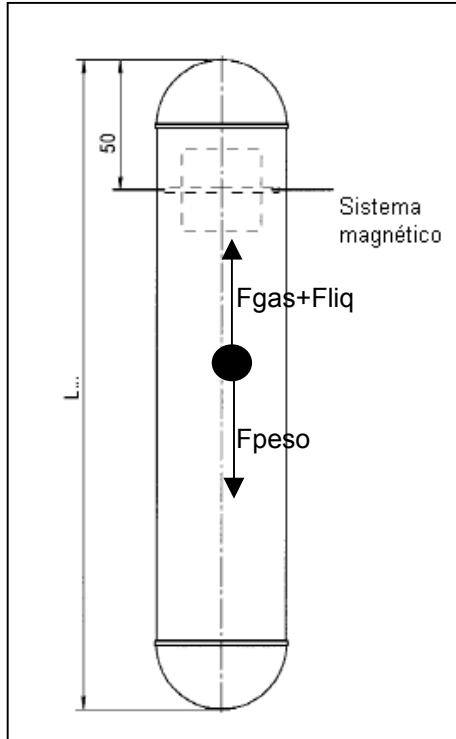
CÁLCULO CALIBRACIÓN TRANSMISOR NIVEL DIFERENCIAL

LIC1021 Nivel fondo columna V-102

Modelo transmisor 1151DP4S2211Q4



3 CÁLCULOS DE ELEMENTOS MEDIDORES DE NIVEL. FLOTADORES.



Condiciones del depósito

Volumen flotador	1.160 cm ³
Longitud total flotador	600 mm
Peso flotador	425 gr.
Densidad gas	48 kg/m ³
Densidad líquido	392 kg/m ³
Volumen sumergido	1.074 cm ³
Porcentaje sumergido	93%
Longitud que sale	45 mm

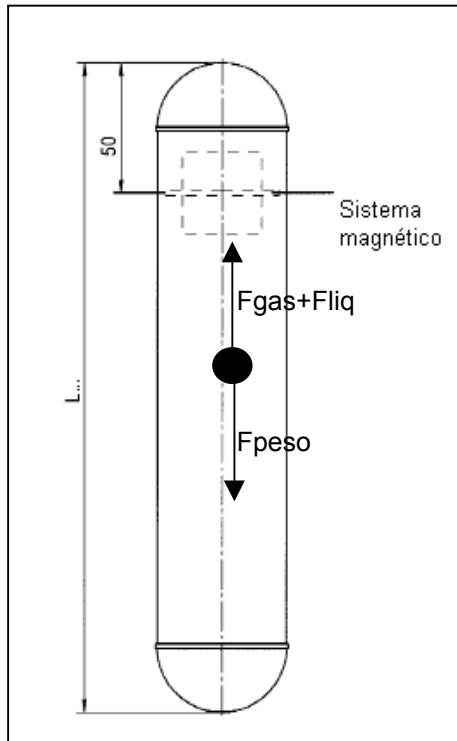
$$V_s = \frac{\text{peso} - V \cdot \rho_{gas}}{\rho_{liq} - \rho_{gas}}$$

Ecuación de cálculo de volumen sumergido.

Fabricante **Kuebler**

Modelo: **ZVS-600-64-70-392**

LI1000 Nivel fondo columna T-100



Condiciones del depósito

Volumen flotador	1.160 cm ³
Longitud total flotador	600 mm
Peso flotador	425 gr.
Densidad gas	33 kg/m ³
Densidad líquido	425 kg/m ³
Volumen sumergido	987 cm ³
Porcentaje sumergido	85%
Longitud que sale	90 mm

$$V_s = \frac{\text{peso} - V \cdot \rho_{gas}}{\rho_{liq} - \rho_{gas}}$$

Ecuación de cálculo de volumen sumergido.

Fabricante **Kuebler**

Modelo: **ZVS-600-64-70-425**

LI1020 Nivel fondo columna V-102

4 CÁLCULOS DE CAPACIDADES DE VÁLVULAS. VÁLVULAS DE CONTROL.

Cálculo Válvula FV1001

Datos de Proceso

Caudal de entrada	10	Tn/h
Presión P1 entrada	35	bar
Presión P2 salida	33	bar
Densidad	402	kg/m3
Estado	Líquido	
Presión de Vapor Pv	26,8	bar
Presión crítica Pc	42,6	bar
Temperatura Crítica	97	°C

Datos Válvula

Modelo	21000
Tipo	Isoporcentual
F _L	0,9
X _T	0,68
K _C	0,63

Se produce flash si se cumple

$$\Delta P \geq \frac{F_L^2}{2} (P_1 - (0.96 - 0.28 \sqrt{\frac{P_V}{P_C}}) P_V)$$

2 □ 2,89

No existe flash en la válvula

Ecuación utilizada

$$C_v = \frac{1.16Q}{\sqrt{\rho \Delta p}}$$

Resultado	
Cv máx.	13,0
Cv estándar más cercano	
Cv = 15	

A condiciones normales

Caudal	4 Tn /h
Cv requerido	5,22
Apertura aprox.	70 %

Cálculo Válvula FV1003

Datos de Proceso

Caudal de entrada	16	Tn/h
Presión P1 entrada	30	bar
Presión P2 salida	29,8	bar
Densidad	426	kg/m3
Estado	Líquido	
Presión de Vapor Pv	26	bar
Presión crítica Pc	49,5	bar
Temperatura Crítica	32	°C

Datos Válvula

Modelo	21000
Tipo	Isoporcentual
F _L	0,9
X _T	0,68
K _C	0,63

Se produce flash si se cumple

$$\Delta P \geq F_L^2 (P_1 - (0.96 - 0.28 \sqrt{\frac{P_V}{P_C}}) P_V)$$

0,2 □ -6,05

No existe flash en la válvula

Ecuación utilizada

$$C_v = \frac{1.16Q}{\sqrt{\rho \Delta p}}$$

Resultado	
Cv máx.	64,1
Cv estándar más cercano	
Cv = 110	

A condiciones normales

Caudal	12 Tn /h
Cv requerido	48,10
Apertura aprox.	80 %

Cálculo Válvula PV1000

Datos de Proceso

Caudal de entrada	4	Tn/h
Presión P1 entrada	4,5	bar
Presión P2 salida	4,3	bar
Densidad	2,7	kg/m3
Estado	gas	
Temperatura de operación	180	°C
FK ratio calores específicos	1	
X ratio de pérdida de presión	0,0444	
Y Factor de expansión	0,962	

Datos Válvula

Modelo	30002
Tipo	Lineal
F _L	0,68
X _T	0,39
K _C	0,36

Ecuaciones utilizadas

$$Y = 1 - \frac{X}{3F_K X_T} \quad X = \frac{\Delta P}{P_1} \quad F_K = \frac{C_P / C_V}{1.40}$$

$$C_V = \frac{Q}{27.3 \cdot Y \sqrt{X \cdot P_1 \cdot \gamma}}$$

Resultado

Cv máx. 207,3

Cv estándar más cercano

Cv = 215

A condiciones normales

Caudal 3 Tn /h

Cv requerido 155,45

Apertura aprox. 55 %

Cálculo Válvula PV1005

Datos de Proceso

Caudal de entrada	50	Tn/h
Presión P1 entrada	28	bar
Presión P2 salida	1	bar
Densidad	37,07	kg/m3
Estado	gas	
Temperatura de operación	-7	°C
FK ratio calores específicos	0,8071	
X ratio de pérdida de presión	0,9643	
Y Factor de expansión	0,3472	

Datos Válvula

Modelo	30002
Tipo	Lineal
F _L	0,85
X _T	0,61
K _C	0,56

Ecuaciones utilizadas

$$Y = 1 - \frac{X}{3F_K X_T} \quad X = \frac{\Delta P}{P_1} \quad F_K = \frac{C_P / C_V}{1.40}$$

$$C_V = \frac{Q}{27.3 \cdot Y \sqrt{X \cdot P_1 \cdot \gamma}}$$

Resultado

Cv máx. 166,8

Cv estándar más cercano

Cv = 215

A condiciones normales

Caudal 30 Tn /h

Cv requerido 100,05

Apertura aprox. 50 %

5 CÁLCULOS DE ACTUADORES DE VÁLVULAS TODO /NADA.



AIR TORQUE

Stellantriebe
GmbH

Im Katzentach 16-18
D-26275 Ettiingen
tel. 0049-7243-59340
fax 0049-7243-593434
<mailto:info@airtorque.de>

Act2Valve[©] Software para dimensionado de actuadores para valvulas industriales

Mariposa con 40 bar delta P

Air Torque (D)

Idioma: Español

Coeficiente de seguridad (%) <input checked="" type="checkbox"/>	
130%	base de datos de valores
Par de cierre (%)	
100%	base de datos de valores
Conjunto de muelles <input checked="" type="checkbox"/>	
optimizado	
Alimentación de aire (bar)	
6	

base de datos de valores

DIAMETRO	PAR DEMANIOBRA		DOBLE EFECTO		SIMPLE EFECTO (A FALLO CIERRAN)			SIMPLE EFECTO (A FALLO ABREN)		
	Nm.		Tipo de actuador	f.s.	Tipo de actuador	Recomendación	f.s.	Tipo de actuador	Recomendación	f.s.
DN15	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN20	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN25	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN32	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN40	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN50	250	250	DR 0300 F07/F10 <22/27>	133%	SC 0900 6 F12/F14 <27/36>	Ok	152%	SO 0600 5 F10/F12 <22/27>	Ok	139%
DN65	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN80	450	450	DR 0600 F10/F12 <22/27>	151%	SC 2000 6 F14/F16 <36/46>	Ok	192%	SO 1200 5 F12/F14 <27/36>	Ok	144%
DN100	810	810	DR 1200 F12/F14 <27/36>	158%	SC 3000 6 F14/F16 <36/46>	Ok	162%	SO 2000 5 F14/F16 <36/46>	Ok	136%
DN125	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN150	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN200	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN250	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN300	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN350	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN400	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN500	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

DIMENSIONADO ALTERNATIVO (-5% factor de seguridad)

DIAMETRO	PAR DEMANIOBRA		DOBLE EFECTO		SIMPLE EFECTO (A FALLO CIERRAN)			SIMPLE EFECTO (A FALLO ABREN)		
	Nm.		Tipo de actuador	f.s.	Tipo de actuador		f.s.	Tipo de actuador		f.s.
DN15	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN20	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN25	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN32	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN40	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN50	250	250	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN65	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN80	450	450	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN100	810	810	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN125	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN150	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN200	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN250	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN300	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN350	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN400	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN500	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-



AIR TORQUE

Stellantriebe
GmbH

Im Katzentach 16-18
D-26275 Ettiingen
tel. 0049-7243-59340
fax 0049-7243-593434
<mailto:info@airtorque.de>

Act2Valve[©] Software para dimensionado de actuadores para valvulas industriales

Mariposa con 5 bar delta P

Air Torque (D)

Idioma: Español

Coeficiente de seguridad (%) <input checked="" type="checkbox"/>	
130%	base de datos de valores
Par de cierre (%)	
100%	base de datos de valores
Conjunto de muelles <input checked="" type="checkbox"/>	
optimizado	
Alimentación de aire (bar)	
6	

base de datos de valores

DIAMETRO	PAR DEMANIOBRA		DOBLE EFECTO		SIMPLE EFECTO (A FALLO CIERRAN)			SIMPLE EFECTO (A FALLO ABREN)		
	Nm.		Tipo de actuador	f.s.	Tipo de actuador	Recomendación	f.s.	Tipo de actuador	Recomendación	f.s.
DN15	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN20	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN25	35	0	DR 0060 F04/F05/F07 <14/17>	199%	SC 0150 6 F07/F10 <17/22>	Ok	174%	SO 0100 5 F05/F07 <14/17>	Ok	148%
DN32	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN40	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN50	85	0	DR 0150 F07/F10 <17/22>	188%	SC 0300 6 F07/F10 <22/27>	Ok	148%	SO 0220 5 F07/F10 <17/22>	Ok	150%
DN65	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN80	165	0	DR 0220 F07/F10 <17/22>	156%	SC 0600 6 F10/F12 <22/27>	Ok	163%	SO 0450 5 F10/F12 <22/27>	Ok	160%
DN100	270	0	DR 0450 F10/F12 <22/27>	193%	SC 0900 6 F12/F14 <27/36>	Ok	140%	SO 0900 5 F12/F14 <27/36>	Ok	165%
DN125	310	0	DR 0450 F10/F12 <22/27>	168%	SC 1200 6 F12/F14 <27/36>	Ok	165%	SO 0900 5 F12/F14 <27/36>	Ok	144%
DN150	660	0	DR 0900 F12/F14 <27/36>	139%	SC 2000 6 F14/F16 <36/46>	Ok	131%	SO 2000 5 F14/F16 <36/46>	Ok	167%
DN200	1250	0	DR 2000 F14/F16 <36/46>	172%	SC 5000 6 F25 <55>	Ok	182%	SO 5000 5 F25 <55>	Ok	200%
DN250	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN300	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN350	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN400	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
DN500	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-

DIMENSIONADO ALTERNATIVO (-5% factor de seguridad)

DIAMETRO	PAR DEMANIOBRA		DOBLE EFECTO		SIMPLE EFECTO (A FALLO CIERRAN)			SIMPLE EFECTO (A FALLO ABREN)		
	Nm.		Tipo de actuador	f.s.	Tipo de actuador		f.s.	Tipo de actuador		f.s.
DN15	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN20	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN25	35	0	véase tabla superior	-	SC 0100 6 F05/F07 <14/17>		126%	véase tabla superior		-
DN32	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN40	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN50	85	0	DR 0100 F05/F07 <14/17>	129%	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN65	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN80	165	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN100	270	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	SO 0600 5 F10/F12 <22/27>		129%
DN125	310	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN150	660	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN200	1250	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN250	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN300	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN350	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN400	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-
DN500	0	0	véase tabla superior	-	véase tabla superior		-	véase tabla superior		-

6 CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE CABLES DE MOTORES.

Cálculo de cables para el Motor		PM100
Tensión de alimentación		400 V
Corriente nominal del motor		2,4 A
Potencia del motor		1 kW
Factor de potencia	Cos(φ)	0,78
Rendimiento del motor		78 %
<hr/>		
Distancia del cable		140 m
Pérdida de carga permitida		3 %
<hr/>		
Sección de cable mínima por caída		0,39 mm²
Sección mínima por corriente sin corrección		1,5 mm²
Capacidad del cable		17 A
<hr/>		
Factores de corrección		
Factor de corrección por temperatura		1
Factor de corrección por agrupación		0,64
Factor de corrección total		0,64
Capacidad del cable corregida		10,88 A
<hr/>		
Sección mínima requerida		1,5 mm²
Cable designado		2,5 mm²

Nota: (Por razones mecánicas no se instala menos de 2,5 mm²)

Cálculo de cables para el Motor		PM101
Tensión de alimentación		400 V
Corriente nominal del motor		13,2 A
Potencia del motor		6,8 kW
Factor de potencia	Cos(φ)	0,88
Rendimiento del motor		87 %
<hr/>		
Distancia del cable		160 m
Pérdida de carga permitida		3 %
<hr/>		
Sección de cable mínima por caída		2,66 mm²
Sección mínima por corriente sin corrección		2,5 mm²
Capacidad del cable		25 A
<hr/>		
Factores de corrección		
Factor de corrección por temperatura		1
Factor de corrección por agrupación		0,64
Factor de corrección total		0,64
Capacidad del cable corregida		16 A
<hr/>		
Sección mínima requerida		4 mm²
Cable designado		4 mm²

Nota: (Por razones mecánicas no se instala menos de 2,5 mm²)

Cálculo de cables para el Motor		PM102
Tensión de alimentación		400 V
Corriente nominal del motor		7,7 A
Potencia del motor		3,6 kW
Factor de potencia	Cos(φ)	0,83
Rendimiento del motor		83 %
<hr/>		
Distancia del cable		130 m
Pérdida de carga permitida		3 %
<hr/>		
Sección de cable mínima por caída		1,21 mm²
Sección mínima por corriente sin corrección		1,5 mm²
Capacidad del cable		17 A
<hr/>		
Factores de corrección		
Factor de corrección por temperatura		1
Factor de corrección por agrupación		0,64
Factor de corrección total		0,64
Capacidad del cable corregida		10,88 A
<hr/>		
Sección mínima requerida		1,5 mm²
Cable designado		2 mm²

Nota: (Por razones mecánicas no se instala menos de 2,5 mm²)



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

PROYECTO DE AUTOMATIZACION DE UNA COLUMNA DE DESTILACION ETANO-ETILENO PROPANO-PROPILENO

MEMORIA DE PLANOS Y DOCUMENTOS

AUTOR: HARITZ UGALDE OLASCOAGA
DIRECTOR: ALFONSO ROMERO NEVADO

FECHA: SEPTIEMBRE 2003

INDICE – MEMORIA DE PLANOS Y DOCUMENTOS

- 1 Lista de instrumentos
- 2 Hojas técnicas
- 3 Lazos
- 4 Regleteros y cajas de campo
- 5 Lista de motores
- 6 Planos de motores

1 LISTA DE INSTRUMENTOS

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama			KW	Caudal	bar			DN	Tubo	DN	Mat.					
							Revoluc.		Dif. Pres.			PN	Junta	PN	Cvs					MODELO
0	A1000		AIC	Analizador cabeza de la columna T-100																
		1	ANALIZADOR	C3H6-C3H8	L		-	0-1%	28	-10	402	1"	316L	1/2"	316L	ABB		-		
							-	-	-			600#	PTFE	600#	-	VISTA II				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	ALARMA	AH= 0,8%	D											EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-1%								EMERSON				
		1	CONTROL.	PID	D															
0	A1000		AIS	Analizador producto salida V-1020																
		1	ANALIZADOR	C3H6-C3H8	L		-	0-2%	28	-10	402	1"	316L	1/2"	316L	ABB		-		
							-	-	-			600#	PTFE	600#	-	VISTA II				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	ALARMA	AH= 1%	D											EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-1%								EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m ³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Revolut.	Caudal			Dif. Pres.	DN	Tubo			DN	Mat.							
								PN	Junta			PN	Cvs	MODELO	Pos. n°					
0	F1000		FI	Caudal de entrada de columna T-100																
		1	MED. CAUD.	Placa de Orificio	L		-	0-10	32	45	389	4"	St.	1/2"	316L	EMERSON	1	-		
							-	Tn/h	125 mbar			600#	PTFE	600#	-	1151DP				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-10								EMERSON				
								Tn/h												
0	F1001		FIC	Cotrolador caudal salida fondo T-100																
		1	MED. CAUD.	Placa de Orificio	L		-	0-10	35	70	402	4"	St.	1/2"	316L	EMERSON	2	-		
							-	Tn/h	125 mbar			600#	PTFE	600#	-	1151DP				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-10								EMERSON				
								Tn/h												
		1	ALARMA AH	AH =9 Tn/h																
		1	CONTROL.	PID	D															
		1	FV	Válvula salida fondo columna T-100																
		1	VÁLVULA		L			4	35	70	402	4"	St.	4"	St	MASON.	1			
								Tn/h	2			600#	PTFE	600#	15					
		1	SALIDA	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

Hoja 2 de

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m ³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Revoluc.	Caudal			Dif. Pres.	DN	Tubo			DN	Mat.	MODELO	Pos. n°					
								PN	Junta			PN	Cvs							
0	F1003		FIC	Cotrolador caudal de reflujo T-100																
		1	MED. CAUD.	Placa de Orificio	L		-	0-16	30	-20	426	3"	316L	1/2"	316L	EMERSON	4	-		
							-	Tn/h	125 mbar			600#	PTFE	600#	-	1151DP				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-6								EMERSON				
								Tn/h												
		1	ALARMA AL	AL =1 Tn/h																
		1	CONTROL.	PID	D															
		1	FV	Válvula caudal de reflujo T-100																
		1	VÁLVULA		L			12	30	-20	426	3"	316L	3"	316L	MASON.	3			
								Tn/h	200 mbar			300#	PTFE	600#	110					
		1	SALIDA	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia KW	Rango	Presión bar	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.			DN	Tubo	DN	Mat.		Pos. n°			
												PN	Junta	PN	Cvs		MODELO			
0	F1004		EI	Caudal salida cabeza T-100																
		1	MED. CAUD.	Placa de Orificio	L		-	0-30	28	-7	37,07	10"	St.	1/2"	316L	EMERSON	5	-		
							-	Tn/h	125 mbar			600#	PTFE	600#	-					
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-30								EMERSON				
								Tn/h												
0	F1005		E	Caudal de reciclo bomba P100																
		1	Restricción	Placa de Orificio	L		-	0,5	35	-7	382	1"	St.	1/2"	316L	-		-		
							-	Tn/h	7 bar			600#	PTFE	600#	-					
0	F1006		E	Caudal de reciclo bomba P101																
		1	Restricción	Placa de Orificio	L		-	0,5	35	70	402	1"	St.	1/2"	316L	-		-		
							-	Tn/h	5 bar			600#	PTFE	600#	-					

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m ³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones		
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.			DN	Tubo	DN	Mat.					MODELO	Pos. n°
												PN	Junta	PN	Cvs						
0	F1020		FIC	Caudal de producto salida V-102																	
		1	MED. CAUD.	Placa de Orificio	L		-	0-5	30	-20	426	2"	316L	1/2"	316L	EMERSON	7	-			
							-	Tn/h	125 mbar			600#	PTFE	600#	-	1151DP					
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON					
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-5								EMERSON					
								Tn/h													
		1	CONTROL.	PID																	
		1	FV	Válvula caudal salida producto V-102																	
		1	VÁLVULA		L			2	30	-20	426	2"	316L	2"	316L	MASON.	5				
								Tn/h	2 bar			600#	PTFE	600#	-						
		1	SALIDA	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON					
Documento: I001-HU					Lista de Instrumentación																
																				Hoja 7 de	

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m ³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones		
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.			DN	Tubo	DN	Mat.					MODELO	Pos. n°
												PN	Junta	PN	Cvs						
0	F1020		FIC	Caudal de producto salida V-102																	
		1	MED. CAUD.	Placa de Orificio	L		-	0-5	30	-20	426	2"	316L	1/2"	316L	EMERSON	7	-			
							-	Tn/h	125 mbar			600#	PTFE	600#	-	1151DP					
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON					
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-5								EMERSON					
		1	CONTROL.	PID				Tn/h													
		1	FV	Válvula caudal salida producto V-102																	
		1	VÁLVULA		L			2	30	-20	426	2"	316L	2"	316L	MASON.	6				
								Tn/h	2 bar			600#	PTFE	600#	-						
		1	SALIDA	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON					
0	F1021		E	Caudal de reciclo bomba P102																	
		1	Restricción	Placa de Orificio	L		-	0,5	35	70	402	1"	St.	1/2"	316L	-		-			
							-	Tn/h	5 bar			600#	PTFE	600#	-						
Documento: I001-HU					Lista de Instrumentación																
Hoja 8 de																					

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia KW	Rango	Presión bar	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama		Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.	DN			Tubo	DN	Mat.						
									PN			Junta	PN	Cvs	MODELO					Pos. n°
0	L1000		L	Caudal de producto salida V-102																
		1	MED. NIVEL	Mediante flotador	L		-	0-100	30	70	402	2"	St.35	2"	316L	EMERSON	1	-		
							-	%				600#	PTFE	600#	-	1151DP				
0	L1001		LSLL	Interruptor Nivel fondo T-100																
			INTERRUPT. NIVEL	Vibratorio	L		-	30	30	70	402	2"	St.35	2"	316L	ENDRESS	1			
			ENTRADA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D		0/1					600#	PTFE	600#	-	LIQUIP. 51				
			INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D											EMERSON				
0	L1002		LSLL	Interruptor Nivel fondo T-100	L															
			INTERRUPT. NIVEL	Vibratorio	L		-	30	30	70	402	2"	St.35	2"	316L	ENDRESS	2			
			ENTRADA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D		0/1					600#	PTFE	600#	-	LIQUIP. 51				
			INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D											EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógica	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revoluc.	Caudal	bar			Dif. Pres.	DN	Tubo	DN					Mat.
													PN	Junta	PN					Cvs
0	L1003		LIC	Controlador nivel fondo T-100																
		1	MED. NIVEL	Presión diferencial	L		-	0-100	30	-20	426	2"	316L	1/2"	316L	EMERSON	1	-		
							-	%	69,5 mbar			600#	PTFE	600#	-	1151DP				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-100								EMERSON				
								%												
		1	ALARMA AL	AL =20%	D															
		1	ALARMA AH	AH =80%	D															
		1	CONTROL.	PID	D															
0	L1020		L	Nivel visual depósito de la V-102																
		1	MED. NIVEL	Mediante flotador	L		-	0-100	30	-20	426	2"	St.35	2"	316L	EMERSON	2	-		
							-	%				600#	PTFE	600#	-	1151DP				

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.			DN	Tubo	DN	Mat.					
												PN	Junta	PN	Cvs					MODELO
0	L1021		LIC	Control nivel depósito V-102																
		1	MED. NIVEL	Presión diferencial	L		-	0-100	25	-20	426	2"	316L	1/2"	316L	EMERSON	2	-		
						-	%	49,4 mbar	600#			PTFE	600#	-	1151DP					
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-100								EMERSON				
		1	ALARMA AL	AL =20%	D															
		1	ALARMA AH	AH =80%	D															
		1	CONTROL.	PID	D															
0	L1022		LSLL	Interruptor Nivel depósito V-102																
			INTERRUPT. NIVEL	Vibratorio	L			-	25	-20	426	2"	316L	2"	316L	ENDRESS	3			
			ENTRADA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	L			0/1	600#			PTFE	600#	-	LIQUIP. 51					
			INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	L															
0	L1023		LSLL	Interruptor Nivel depósito V-102	L															
			INTERRUPT. NIVEL	Vibratorio	L			-	25	-20	426	2"	316L	2"	316L	ENDRESS	4			
			ENTRADA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	L			0/1	600#			PTFE	600#	-	LIQUIP. 51					
			INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	L															

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Revisión	N ° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m ³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones		
			Tipo aparato	N° Diagrama		Lógico	Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.			DN	Tubo	DN	Mat.					MODELO	Pos. n°
												PN	Junta	PN	Cvs						
0	NP100		NP	Bomba circulación analizador A1000																	
		1	MOTOR	Asíncrono	L		1										ABB				
							1420										3GTA				
		1	Interruptor	On /Off	L												STAHL				
		1	ENTRADA	PROFIBUS	D			On/Off									EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			On/Off									EMERSON				
0	NP101		NP	Bomba fondo de la columna T-100																	
		1	MOTOR	Asíncrono	L		6,8										ABB				
							1440										3GTA				
		1	Interruptor	On /Off	L												STAHL				
		1	ENTRADA	PROFIBUS	D			On/Off									EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			On/Off									EMERSON				
0	NP100		NP	Bomba fondo de la columna V-102																	
		1	MOTOR	Asíncrono	L		3,6										ABB				
							1440										3GTA				
		1	Interruptor	On /Off	L												STAHL				
		1	ENTRADA	PROFIBUS	D			On/Off									EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			On/Off									EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m ³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			N° Diagrama	Revoluc.			Caudal	Dif. Pres.	DN			Tubo	DN	Mat.						
			Tipo aparato	PN			Junta	PN	Cvs			MODELO	Pos. n°							
0	P1000		PI	Presión salida P100																
		1	TRANS. PRESIÓN	Medición presión	L		-	0-40	35	70	402	1"	St.	1/2"	316L	EMERSON	1	-		
							-	bar				600#	PTFE	600#	-	2088				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-40								EMERSON				
								bar												
0	P1001		PICS	Presión cabeza de la columna 2oo3																
		1	TRANS. PRESIÓN	Medición presión	L		-	0-40	35	-7	37,07	1"	316L	1/2"	316L	EMERSON	2	-		
							-	bar				600#	PTFE	600#	-	2088				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-40								EMERSON				
								bar												
		1	ALARMA AH	AH =29 bar																
		1	CONTROL.	PID	D															
		1	PV	Controlador de presión cabeza																
		1	VÁLVULA		L			0-30	28	-7	37,07	6"	316L	6"	316L	MASON.	6			
								Tn/h	2			600#	PTFE	600#	215					
		1	SALIDA	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revolut.	Caudal	Dif. Pres.			DN	Tubo	DN	Mat.					
												PN	Junta	PN	Cvs					MODELO
0	P1002		PIS	Presión cabeza de la columna 2oo3																
		1	TRANS. PRESIÓN	Medición presión	L		-	0-40	35	-7	37,07	1"	316L	1/2"	316L	EMERSON	3	-		
							-	bar				600#	PTFE	600#	-	2088				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-40								EMERSON				
								bar												
		1	ALARMA AH	AH =29 bar																
0	P1003		PIS	Presión cabeza de la columna 2oo3																
		1	TRANS. PRESIÓN	Medición presión	L		-	0-40	35	-7	37,07	1"	316L	1/2"	316L	EMERSON	4	-		
							-	bar				600#	PTFE	600#	-	2088				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-40								EMERSON				
								bar												
		1	ALARMA AH	AH =29 bar																
	P1005	1	PV	Válvula despresurización T-100																
		1	VÁLVULA		L			0-50	28	-7	37,07	6"	316L	6"	316L	MASON.	7			
								Tn/h	2			600#	PTFE	600#	215					
		1	SALIDA	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.			DN	Tubo	DN	Mat.					
												PN	Junta	PN	Cvs					MODELO
0	P1006		PD	Presión dif columna. T-100																
		1	TRANS. PRESIÓN	Medición presión Diferencial	L		-	0-2	30	70	37,07	1"	316L	1/2"	316L	EMERSON	7	-		
							-	bar	2			600#	PTFE	600#	-	1151DP				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-2								EMERSON				
								bar												
0	P1010		PI	Presión salida P101																
		1	TRANS. PRESIÓN	Medición presión	L		-	0-40	35	70	402	1"	St	1/2"	316L	EMERSON	5	-		
							-	bar				600#	PTFE	600#	-	2088				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-40								EMERSON				
								bar												
0	P1020		PI	Presión bomba P102																
		1	TRANS. PRESIÓN	Medición presión	L		-	0-40	30	-20	426	1"	316L	1/2"	316L	EMERSON	6	-		
							-	bar				600#	PTFE	600#	-	2088				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-40								EMERSON				
								bar												
Documento: I001-HU					Lista de Instrumentación															
																				Hoja 15 de

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revoluc.	Caudal	bar			Dif. Pres.	DN	Tubo	DN		Mat.			Pos. n°
													PN	Junta	PN		Cvs			MODELO
0	T1000		TIC	Controlador temperatura plato 3																
		1	TRANS. TEMP.	PT100	L		-	0-100 °C	30	65	400	2"	316L	2"	316L	EMERSON	1	-		
							-					600#	PTFE	600#	-	2088				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-100 °C								EMERSON				
		1	ALARMA AL	AL=45 °C	D															
		1	CONTROL.	PID	D															
0	T1001		II	Temperatura fondo T-100																
		1	TRANS. TEMP.	PT100	L		-	0-100 °C	30	70	400	2"	316L	2"	316L	EMERSON	2	-		
							-					600#	PTFE	600#	-	2088				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			0-100 °C								EMERSON				
0	T1002		II	Temperatura plato 8																
		1	TRANS. TEMP.	PT100	L		-	-25 - +100 °C	30	??	380	2"	316L	2"	316L	EMERSON	3	-		
							-					600#	PTFE	600#	-	2088				
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA								EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			-25 - +100 °C								EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.			DN	Tubo	DN	Mat.					
												PN	Junta	PN	Cvs					MODELO
0	T1003		II	Temperatura plato 15																
		1	TRANS. TEMP.	PT100	L		-	-25 - +100 °C	30	20	390	2"	316L	2"	316L	EMERSON	4	-		
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA				600#	PTFE	600#	-	EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			-25 - +100 °C								EMERSON				
0	T1004		II	Temperatura salida cabeza T-100																
		1	TRANS. TEMP.	PT100	L		-	-50 +50 °C	28	-7	37	2"	316L	2"	316L	EMERSON	5	-		
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA	2			600#	PTFE	600#	-	EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			-50 +50 °C								EMERSON				
0	T1005		II	Temperatura reciclo cabeza T-100																
		1	TRANS. TEMP.	PT100	L		-	-50 +50 °C	28	-20	426	2"	316L	2"	316L	EMERSON	6	-		
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA	2			600#	PTFE	600#	-	EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			-50 +50 °C								EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m ³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama			Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.			DN	Tubo	DN	Mat.					
												PN	Junta	PN	Cvs					MODELO
0	T1010		TIC	Temperatura salida producto E-101																
		1	TRANS. TEMP.	PT100	L		-	-50 +50 °C	25	-20	426	2"	316L	2"	316L	EMERSON	7	-		
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA				600#	PTFE	600#	-	EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			-50 +50 °C								EMERSON				
		1	ALARMA AL	AL=-15 °C	D															
		1	CONTROL.	PID	D															
0	T1020		II	Temperatura depósito V-102																
		1	TRANS. TEMP.	PT100	L		-	-50 +50 °C	25	-20	426	2"	316L	2"	316L	EMERSON	8	-		
		1	ENT. AN.	SEG. INTRÍNSECA	D			4-20mA				600#	PTFE	600#	-	EMERSON				
		1	INDICACIÓN	ESTACIÓN DE OPERACIÓN	D			-50 +50 °C								EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N ° Instrum.	Cantidad	Tag Función Tipo aparato	Medición o Control N° Diagrama	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m ³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
							KW	Caudal	bar			Dif. Pres.	DN	Tubo	DN					Mat.
							Revoluc.						PN	Junta	PN					Cvs
	U1000	1	UV	Válvula corte de vapor reb. T100																
		1	VÁLVULA	TODO /NADA	L			-	4,5	180	2,7	6"	St.	6"	St.	XOMOX	1			
								-				150#	PTFE	150#	PTFE	TUFLINE				
		1	ACTUADOR	TODO /NADA	L											AIR TORQUE				
		1	SOLENOIDE	SEG. INTRÍNSECA	L											ASCO				
		1	SALIDA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				
			GO+	FINAL DE CARRERA ABIERTO/CERRADO																
			ENTRADA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				
	U1001	1	UV	Válvula purga vapor reb. T100																
		1	VÁLVULA	TODO /NADA	L			-	4,5	180	2,7	1"	St.	1"	St.	XOMOX	2			
								-				150#	PTFE	150#	PTFE	TUFLINE				
		1	ACTUADOR	TODO /NADA	L											AIR TORQUE				
		1	SOLENOIDE	SEG. INTRÍNSECA	L											ASCO				
		1	SALIDA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				
			GO+	FINAL DE CARRERA ABIERTO/CERRADO																
			ENTRADA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N ° Instrum.	Cantidad	Tag Función Tipo aparato	Medición o Control N° Diagrama	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia	Rango	Presión	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
							KW	Caudal	bar			Dif. Pres.	DN	Tubo	DN					Mat.
							Revoluc.						PN	Junta	PN					Cvs
	U1002	1	UV	Válvula purga condensados reb. T100																
		1	VÁLVULA	TODO /NADA	L			-	2	120	1000	1"	St.	1"	St.	XOMOX	3			
								-				150#	PTFE	150#	PTFE	TUFLINE				
		1	ACTUADOR	TODO /NADA	L											AIR TORQUE				
		1	SOLENOIDE	SEG. INTRÍNSECA	L											ASCO				
		1	SALIDA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				
			GO+	FINAL DE CARRERA ABIERTO/CERRADO																
			ENTRADA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				
	U1003	1	UV	Válvula bloqueo salida fondo T100																
		1	VÁLVULA	TODO /NADA	L			-	35	70	402	4"	St.	4"	St.	XOMOX	4			
								-				600#	PTFE	600#	-	TUFLINE				
		1	ACTUADOR	TODO /NADA	L											AIR TORQUE				
		1	SOLENOIDE	SEG. INTRÍNSECA	L											ASCO				
		1	SALIDA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				
			GO+	FINAL DE CARRERA ABIERTO/CERRADO																
			ENTRADA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

	Fecha	Nombre
Preparado	18.06	UGALDE
Comprobado		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Revisión	N ° Instrum.	Cantidad	Tag Función	Medición o Control	Emplaz.	Ver Hoja Lógico	Potencia KW	Rango	Presión bar	Temp. °C	Propied. fluido Kg/m³	Tubería y acces.		Aparatos		Fabricante	Hoja Téc.	Nor. Mont.	Observaciones	
			Tipo aparato	N° Diagrama		Revoluc.	Caudal	Dif. Pres.	DN			Tubo	DN	Mat.						
									PN			Junta	PN	Cvs	MODELO					Pos. n°
	U1021	1	UV	Válvula corte de vapor reb. T100																
		1	VÁLVULA	TODO /NADA	L			-	28	-20	426	2"	316L	2"	316L	XOMOX	1			
								-				600#	PTFE	600#	-	TUFLINE				
		1	ACTUADOR	TODO /NADA	L											AIR TORQUE				
		1	SOLENOIDE	SEG. INTRÍNSECA	L											ASCO				
		1	SALIDA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				
			GO+	FINAL DE CARRERA ABIERTO/CERRADO																
			ENTRADA DIGITAL	SEG. INTRÍNSECA	D											EMERSON				

Documento: I001-HU

Lista de Instrumentación

2 HOJAS TÉCNICAS

- Instrumentos de medida de caudal. Placas de orificio
- Instrumentos de medida de nivel. Interruptores de nivel y transmisores de presión diferencial
- Instrumentos de medida de temperatura. Termorresistencia
- Instrumentos de medida de presión. Transmisor de presión
- Válvulas de control
- Válvulas todo/nada

		Hoja Técnica			Fecha	19.06.2003	Nº pág.	1
					Job	Nº esp.	Edif.	
Medidor por placa de orificio								
Suministrador					Nº ident.			
Condiciones de trabajo	Posición nº / Modelo Transmisor		1					
	Aparato nº		2	FI1000	FIC1001	FIC1002		
	P&ID		3	1	1	1		
	Producto		4	Mezcla	Propano-Propil.	Vapor de agua		
	Composición % peso		5	23% etano- 17% etileno	33% propano			
	Composición % peso		6	33% propano-66%propileno	66% propileno			
			7					
	Rango de caudal qv		8					
	Rango de caudal qm		9	0-10	0-10	0-10		
	Tubería		10	4" / 600lbs.	4" / 600lbs.	6" / 150lbs.		
	Diámetro interior		11	101,36	101,36	151,04		
			12					
	Presión diferencial rango máximo		13	125	125	125		
	Presión absoluta		14	30	30	4,5		
	Temperatura producto		15	45°C	70°C	180°C		
			16					
			17					
	Viscosidad dinámica		18					
	Densidad @punto de trabajo		19	388	401,66	2,7		
Datos del aparato			20	/	/	/		
	Rango a ajustar		21	0-10	0-10	0-10		
	Diámetro del orificio		22	42,90	42,72	106,60		
			23					
			24					
	Material	Placa		25	316 L	316 L	316 L	
		Junta		26	Grafito	Grafito	Grafito	
				27				
				28				
				29				
				30				
	Conexión a tubería	Válvulas de conexión		31	1" / 600lbs	1" / 600lbs	1" / 600lbs	
				32				
		Brida		33	1" / 600lbs	1" / 600lbs	1" / 600lbs	
				34				
				35				
		Tubing		36	12-8	12-8	12-8	
				37				
				38				
	Longitud recta de montaje		39					
			40					
			41					
	Totalizador		42	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no		
	Indicación local		43	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no		
Conexión eléctrica		44	M20 / 24VCC	M20 / 24VCC	M20 / 24VCC			
Consumo de potencia		45	*	*	*			
Protección		46	IP 65	IP 65	IP 65			
Instrumento HART		47	<input type="checkbox"/> sí	<input type="checkbox"/> sí	<input type="checkbox"/> sí			
Señal de salida, analógicas.		48	<input checked="" type="checkbox"/> 4 - 20 mA	<input checked="" type="checkbox"/> 4 - 20 mA	<input checked="" type="checkbox"/> 4 - 20 mA			
Impedancia		49	*	*	*			
Observaciones	Necesario protección Ex		50	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no		
	Indicaciones		51					
			52					
			53					
			54					
	* Por vendedor		55					
Rev.	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.	Nº. Documento-			
0	19.06	UGALDE			HT001-HU			
1								

		Hoja Técnica			Fecha	19.06.2003	Nº pág.	2
					Job	Nº esp.	Edif.	
Medidor por placa de orificio								
Suministrador					Nº ident.			
Condiciones de trabajo	Posición nº / Modelo Transmisor		1					
	Aparato nº		2	FIC1003	FI1004	FIC1010		
	P&ID		3	1	1	1		
	Producto		4	Etano-etileno	Etano-etileno	Etileno		
	Composición % peso		5	43% etano	43% etano			
	Composición % peso		6	57% etileno	57% etileno			
			7					
	Rango de caudal qv		8					
	Rango de caudal qm		9	0-10	0-30	0-30		
	Tubería		10	3" / 600lbs.	6" / 600lbs.	20" / 600lbs.		
	Diámetro interior		11	76,02	152,04	101,36		
			12					
	Presión diferencial rango máximo		13	125	125	125		
	Presión absoluta		14	30	28	35		
	Temperatura producto		15	-20°C	-7°C	-50°C		
			16					
			17					
	Viscosidad dinámica		18					
	Densidad @punto de trabajo		19	426	37,07	37,07		
Datos del aparato			20	/	/	/		
	Rango a ajustar		21	0-10	0-30	0-30		
	Diámetro del orificio		22	41,33	120,20	135,67		
			23					
			24					
	Material	Placa		25	316 L	316 L	316 L	
		Junta		26	Grafito	Grafito	Grafito	
				27				
				28				
				29				
				30				
	Conexión a tubería	Válvulas de conexión		31	1" / 600lbs	1" / 600lbs	1" / 600lbs	
				32				
		Brida		33	1" / 600lbs	1" / 600lbs	1" / 600lbs	
				34				
		Tubing		36	12-8	12-8	12-8	
				37				
			38					
	Longitud recta de montaje		39					
			40					
			41					
	Totalizador		42	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no		
	Indicación local		43	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no		
	Conexión eléctrica		44	M20 / 24VCC	M20 / 24VCC	M20 / 24VCC		
Consumo de potencia		45	*	*	*			
Protección		46	IP 65	IP 65	IP 65			
Instrumento HART		47	<input type="checkbox"/> sí	<input type="checkbox"/> sí	<input type="checkbox"/> sí			
Señal de salida, analógicas.		48	<input checked="" type="checkbox"/> 4 - 20 mA	<input checked="" type="checkbox"/> 4 - 20 mA	<input checked="" type="checkbox"/> 4 - 20 mA			
Impedancia		49	*	*	*			
Observaciones	Necesario protección Ex		50	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no		
	Indicaciones		51					
			52					
			53					
			54					
	* Por vendedor		55					
Rev.	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.	Nº. Documento-			
0	19.06	UGALDE			HT001-HU			
1								

		Hoja Técnica			Fecha		Nº pág. 3	
					19.06.2003			
		Medidor por placa de orificio			Job		Nº esp.	
					Edif.			
Suministrador					Nº ident.			
Condiciones de trabajo	Posición nº / Modelo Transmisor		1					
	Aparato nº		2	FIC1020				
	P&ID		3	1				
	Producto		4	Etano-etileno				
	Composición % peso		5	43% etano				
	Composición % peso		6	57% etileno				
			7					
	Rango de caudal qv		8					
	Rango de caudal qm		9	0-50				
	Tubería		10	2" / 600lbs.				
	Diámetro interior		11	50,68				
			12					
	Presión diferencial rango máximo		13	125				
	Presión absoluta		14	30				
	Temperatura producto		15	-20°C				
			16					
			17					
	Viscosidad dinámica		18					
	Densidad @punto de trabajo		19	426				
Datos del aparato			20	/	/			
	Rango a ajustar		21	0-5				
	Diámetro del orificio		22	38,7				
			23					
			24					
	Material	Placa		25	316 L			
		Junta		26	Grafito			
				27				
				28				
				29				
			30					
	Conexión a tubería	Válvulas de conexión		31	1" / 600lbs			
				32				
		Brida		33	1" / 600lbs			
				34				
				35				
		Tubing		36	12-8			
				37				
			38					
	Longitud recta de montaje		39					
			40					
			41					
	Totalizador		42	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	
	Indicación local		43	<input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	
	Conexión eléctrica		44	M20 / 24VCC	M20 / 24VCC	M20 / 24VCC	M20 / 24VCC	
	Consumo de potencia		45	*	*	*	*	
	Protección		46	IP 65				
Instrumento HART		47	<input type="checkbox"/> sí	<input type="checkbox"/> sí	<input type="checkbox"/> sí			
Señal de salida, analógicas.		48	<input checked="" type="checkbox"/> 4 - 20 mA	<input type="checkbox"/> 4 - 20 mA	<input type="checkbox"/> 4 - 20 mA			
Impedancia		49	*	*	*			
Observaciones	Necesario protección Ex		50	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no		
	Indicaciones		51					
			52					
			53					
			54					
	* Por vendedor		55					
Rev.	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.	Nº. Documento-			
0	19.06	UGALDE			HT001-HU			
1								

<h2 style="margin: 0;">Hoja Técnica</h2> <p style="margin: 5px 0;">Interruptor de nivel para ■ líquido</p> <p style="margin: 0;">Principio de medición: sensor de vibración</p>		Fecha	19.06.2003	Nº pág.	2					
		Job	Nº esp.	Edif.						
Suministrador ENDRESS & HAUSER				Nº ident.						
Energía auxiliar eléctrica: Salida eléctrica: Temperatura ambiente admisible: Conexiones eléctricas:				<input type="checkbox"/> 24 V~ <input type="checkbox"/> 24 V= <input checked="" type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> digital <input type="checkbox"/> 4 - 20 mA - 20 °C a + 60 °C <input checked="" type="checkbox"/> M20 <input type="checkbox"/>						
Condiciones de trabajo	Posición nº	Modelo	1	4/ FTL51GAG2BB2006G6	5/ FTL51GAG2BB2006G6					
	Tag nº (identificación)		2	LS-1022		LS-1023				
	Servicio		3	Fondo V-102		Fondo V-102				
	PID		4	1		1				
Condiciones de trabajo	Producto		5	Etano-etileno		Etano-etileno				
	Presión (Pe)	bar	6	30		30				
	Temperatura (t1)	°C	7	-10		-10				
	Densidad	kg/m3	8	350		350				
	Viscosidad	mPA·s	Sólidos %	9						
				10						
Datos del aparato	Depósito	Material línea	Conexión línea DN	11	INOX	2"	INOX	2"		
				12						
				13						
	Transmisor			14						
		Forma constructiva bridas	Sandwich	15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tipo	DN / PN	16	2"	600lbs	2"	600lbs		
		Ejecución de bridas	Letra identificativa	17	RF		RF			
		Material de las bridas		18	AISI 316L		AISI 316L			
		Longitud de la sonda	Material	19	200 mm	AISI 316L	200 mm	AISI 316L		
				20						
				21						
		Contacto		22	Alarma de bajo nivel		Alarma de bajo nivel			
		Rating		23	NAMUR		NAMUR			
	Valor de medición baja	→ Contacto	24	<input type="checkbox"/> cierra	<input checked="" type="checkbox"/> abre	<input type="checkbox"/> cierra	<input checked="" type="checkbox"/> abre	<input type="checkbox"/> cierra	<input type="checkbox"/> abre	
			25							
	Electrónica		26	FEL 56		FEL 56		FEL 56		
			27							
	Ejecución	Protección Ex	Zona	28	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	ZONA0	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	ZONA0
		Clase de protección		29	Eexia		Eexia			
	Opciones			30						
		Certificado para zona 0		31	ATEX II1/2G, EExia IIC T6		ATEX II1/2G, EExia IIC T6			
			32							
			33							
			34							
			35							
			36							
			37							
		38								
		39								
Observaciones			40							
			41							
			42							
			43							
			44							
			45							
			46							
			47							
			48							
Rev.	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.			Nº plano			
0	19.06.	UGALDE					HT-002-HU			

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pág.	1	
Elementos de control					Válvulas de Globo					Job	Nº esp.	Edif.		
<input checked="" type="checkbox"/> Válvula <input type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera														
Suministrador MASONEILAN										Nº ident. FV-1001				
1	2	3	4	5					1	2	3	4	5	
	1			Posición nº 1						57			Fabricante MASONEILAN 6	
	2			Función del instrumento CONTROL						58			Neumático <input type="checkbox"/> Membrana <input checked="" type="checkbox"/> Pistón <input type="checkbox"/>	
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex) SI						59			Act. <input type="checkbox"/> reposic. campo <input type="checkbox"/> doble efecto <input type="checkbox"/> amort. aire	
	4			Temp. ambiente min. max 70						60			Superficie activa	
	5			Sonoridad máxima admisible 85 dB(A)						61			Volumen / recorrido necesario	
	6			Nº de tubería						62			Presión aire bar(g) máx. 6.5 mín.	
	7			DN 4" / 600LBS PN						63			Rango señales nominal	
	8			Material de la tubería Acero al carbono						64				
	9			Aislam. tubería <input checked="" type="checkbox"/> térmica <input type="checkbox"/> acústica						65			Conexión aire 1/4" NPT	
	10			P&ID Nº 1						66			Otros accionamientos <input type="checkbox"/> eléct. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual	
	11			Conexión tubería						67				
	12			Producto Propano-Propileno						68			<input type="checkbox"/> Accionamiento manual	
	13			Estado Entrada <input checked="" type="checkbox"/> líq. <input type="checkbox"/> gas <input type="checkbox"/> vapor						69				
	14			Emplazamiento						70			Fabricante MASONEILAN Tipo 4700E	
	15				min.	norm.	max.		71			Señal de entrada <input type="checkbox"/> neum. <input checked="" type="checkbox"/> eléc.		
	16			Caudal Tn/h	1	4	10		72			Válvula abierta con señal 20 ma		
	17			Presión ent. P1 bara	35				73			Válvula cerrada con señal 4 ma		
	18			Presión sal. P2 bara	33				74			Actuación <input checked="" type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble		
	19			Temperatura T1	70	°C			75			Característica <input checked="" type="checkbox"/> lineal		
	20			Densidad entrada ρ 1 o M	402	kg/m3			76			Conexión aire 1/4" NPT		
	21			Presión vapor Pv		bara			77			Posicionador con <input type="checkbox"/> by-pass <input checked="" type="checkbox"/> manómetro		
	22			Pres. termodinámica crítica Pc		bara			78			Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada		
	23			Viscosidad cinemática V	1	cP			79			Propósito General, IP-54		
	24			Relación de los calores específicos Y						80			Fabricante Tipo	
	25			Factor real gas Z						81			Actuación <input type="checkbox"/> eléct. <input type="checkbox"/> induct. <input type="checkbox"/> neumát.	
	26									82			Pos. conexión <input type="checkbox"/> cerrado <input type="checkbox"/> % recorr. <input type="checkbox"/> abierto	
	27			Instr. estanco para		P1	P2		83			Func. conexión <input type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> abre		
	28			Presión aire inst.		min.	max.		84			Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada		
	29			Fallo de energía	<input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> inact.				85					
	30									86			Fabricante ASCO Tipo	
	31			Cálculo coef. máx. caudal Cv= 13						87			Forma construct. <input type="checkbox"/> 2 vías <input type="checkbox"/> 3 vías <input type="checkbox"/> 4 vías	
	32			Cálculo coef. mín. caudal Cv=						88			En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para	
	33			Caudal seleccionado coef. Cv= 15						89				
	34			Nivel sonoro calculado <80 dB (A)						90			Conexión aire Sección libre	
	35			Fabricante MASONEILAN Tipo 21000						91			Datos eléctricos V Hz (<10)W	
	36			Forma constructiva GLOBO						92			Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada	
	37			Dirección del caudal						93				
	38			Presión nominal PN 600 LBS						94			<input checked="" type="checkbox"/> F. Rosemount Tipo 67AFR-226	
	39			Diámetro nominal DN 4"						95			<input checked="" type="checkbox"/> Con filtro <input checked="" type="checkbox"/> con manómetro	
	40			Tipo <input checked="" type="checkbox"/> con brida <input type="checkbox"/> sin brida <input type="checkbox"/> soldada						96			<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal Tipo	
	41			Acabado brida RF						97				
	42			Piezas de ajuste a soldar						98			<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát. Tipo	
	43			Forma parte superior <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alargada <input type="checkbox"/> fuelle						99				
	44			Junta estanca de la carcasa						100			<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát. Tipo	
	45			Carcasa / Parte superior - material A. C: A216						101				
	46			Serie <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo en ruidos						102			Entubado SI Material AISI-316	
	47			Curva característica <input type="checkbox"/> normal <input checked="" type="checkbox"/> isoporcentual						103				
	48			Material obturador / vástago / AISI-316						104			Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico	
	49			Material Empaquetadura / asiento /						105			Otros tests Fugas y accionamiento	
	50			KEVLAR / PTFE						106			Calif. para <input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas	
	51			Asiento de la válvula AISI-316						107			<input type="checkbox"/> Ejecución	
	52			Blindaje						108			<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº	
	53									109				
	54			Clase de cantidad de fuga IV						110				
	55			Material de embalaje						111				
	56			Ejecución						112			<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR(caja montaje incluida)	
Rev	Fecha	Realizado por		Dpto.		Telef.						Nº plano		
0	19.06	UGALDE										HT007-HU		

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pág.	2			
Elementos de control					Válvulas de Globo					Job	Nº esp.	Edif.				
<input checked="" type="checkbox"/> Válvula <input type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera																
Suministrador MASONEILAN										Nº ident. FV-1002						
1	2	3	4	5					1	2	3	4	5			
	1			Posición nº	2				57				Fabricante	MASONEILAN	NITRONIC 50	
	2			Función del instrumento	CONTROL				58				Neumático	<input type="checkbox"/>	Membrana <input checked="" type="checkbox"/> Pistón <input type="checkbox"/>	
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex)	SI				59				Act.	<input type="checkbox"/>	reposic. campo <input type="checkbox"/> doble efecto <input type="checkbox"/> amort. aire	
	4			Temp. ambiente	min.	max 70			60				Superficie activa			
	5			Sonoridad máxima admisible	85 dB(A)				61				Volumen / recorrido necesario			
	6			Nº de tubería					62				Presión aire	bar(g)	máx. 6.5 mín.	
	7			DN	6" / 150LBS PN				63				Rango señales nominal			
	8			Material de la tubería	Acero al carbono				64				Conexión aire 1/4" NPT			
	9			Aislam. tubería	<input checked="" type="checkbox"/> térmica	<input type="checkbox"/> acústica			65				Otros accionamientos <input type="checkbox"/> eléct. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual			
	10			P&ID Nº	1				66				<input type="checkbox"/> Accionamiento manual			
	11			Conexión tubería					67							
	12			Producto	Propano-Propileno				68							
	13			Estado Entrada	<input type="checkbox"/> liq.	<input type="checkbox"/> gas	<input checked="" type="checkbox"/> vapor		69							
	14			Emplazamiento					70				Fabricante	MASONEILAN	Tipo 4700E	
	15				min.	norm.	max.		71			Señal de entrada	<input type="checkbox"/> neum.	<input checked="" type="checkbox"/> eléc.		
	16			Caudal Tn/h					72				Válvula abierta con señal 20 ma			
	17			Presión ent. P1	bara	4,5			73			Válvula cerrada con señal 4 ma				
	18			Presión sal. P2	bara	4,3			74			Actuación <input checked="" type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble				
	19			Temperatura T1	180 °C				75				Característica <input checked="" type="checkbox"/> lineal			
	20			Densidad entrada	ρ 1 o M	2,7 kg/m3			76			Conexión aire 1/4" NPT				
	21			Presión vapor Pv	bara				77				Posicionador con <input type="checkbox"/> by-pass <input checked="" type="checkbox"/> manómetro			
	22			Pres. termodinámica crítica Pc	bara				78				Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada			
	23			Viscosidad cinemática V	cP				79				Propósito General, IP-54			
	24			Relación de los calores específicos Y					80				Fabricante	Tipo		
	25			Factor real gas Z					81				Actuación	<input type="checkbox"/> eléct.	<input type="checkbox"/> induct.	<input type="checkbox"/> neumát.
	26								82				Pos. conexión	<input type="checkbox"/> cerrado	<input type="checkbox"/> % recorr.	<input type="checkbox"/> abierto
	27			Instr. estanco para	P1	P2			83			Func. conexión	<input type="checkbox"/> cierra	<input type="checkbox"/> abre		
	28			Presión aire inst.	min.	max.			84			Protección Ex	<input type="checkbox"/> intrínseca	<input type="checkbox"/> aumentada		
	29			Fallo de energía	<input type="checkbox"/> abre	<input checked="" type="checkbox"/> cierra	<input type="checkbox"/> inact.		85							
	30								86				Fabricante	ASCO Tipo		
	31			Cálculo coef. máx. caudal Cv=	207,3				87			Forma construct.	<input type="checkbox"/> 2 vías	<input type="checkbox"/> 3 vías	<input type="checkbox"/> 4 vías	
	32			Cálculo coef. mín. caudal Cv=					88			En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para				
	33			Caudal seleccionado coef. Cv=	215				89							
	34			Nivel sonoro calculado	<80 dB (A)				90			Conexión aire Sección libre				
	35			Fabricante	MASONEILAN	Tipo 35002			91			Datos eléctricos	V	Hz (<10)W		
	36			Forma constructiva	GLOBO				92			Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada				
	37			Dirección del caudal					93							
	38			Presión nominal PN	150 lbs				94			<input checked="" type="checkbox"/> F. Rosemount Tipo 67AFR-226				
	39			Diámetro nominal DN	6"				95			<input checked="" type="checkbox"/> Con filtro <input checked="" type="checkbox"/> con manómetro				
	40			Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> con brida	<input type="checkbox"/> sin brida	<input type="checkbox"/> soldada		96			<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal Tipo				
	41			Acabado brida	RF				97			<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát. Tipo				
	42			Piezas de ajuste a soldar					98			<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát. Tipo				
	43			Forma parte superior	<input checked="" type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> alargada	<input type="checkbox"/> fuelle		99			Entubado SI Material AISI-316				
	44			Junta estanca de la carcasa					100							
	45			Carcasa / Parte superior - material	A. C: A216				101			Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico				
	46			Serie	<input checked="" type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> bajo en ruidos			102			Otros tests Fugas y accionamiento				
	47			Curva característica	<input checked="" type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> isoporcentual			103			Calif. para <input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas				
	48			Material obturador / vástago	/ AISI-316				104			<input type="checkbox"/> Ejecución				
	49			Material Empaquetadura / asiento	/				105			<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº				
	50			KEVLAR / PTFE					106							
	51			Asiento de la válvula	AISI-316				107							
	52			Blindaje					108							
	53								109							
	54			Clase de cantidad de fuga	IV				110							
	55			Material de embalaje					111							
	56			Ejecución					112			<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR (caja montaje incluida)				
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.						Nº plano HT007-HU						
0	19.06	UGALDE														

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pag.	3							
Elementos de control					Válvulas de Globo					Job	Nº esp.	Edif.								
<input checked="" type="checkbox"/> Válvula <input type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera																				
Suministrador MASONEILAN										Nº ident. FV-1003										
1	2	3	4	5					1	2	3	4	5							
	1			Posición nº	3				57				Fabricante	MASONEILAN	6					
	2			Función del instrumento	CONTROL				58				Neumático	<input type="checkbox"/>	Membrana	<input checked="" type="checkbox"/>	Pistón	<input type="checkbox"/>		
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex)	SI				59				Act.	<input type="checkbox"/>	reposic. campo	<input type="checkbox"/>	doble efecto	<input type="checkbox"/>	amort. aire	<input type="checkbox"/>
	4			Temp. ambiente	min.	max 70			60				Superficie activa							
	5			Sonoridad máxima admisible	85 dB(A)				61				Volumen / recorrido necesario							
	6			Nº de tubería					62				Presión aire	bar(g)	máx. 6.5 mín.					
	7			DN	3" / 600LBS PN				63				Rango señales nominal							
	8			Material de la tubería	Acero Inoxidable				64				Conexión aire 1/4" NPT							
	9			Aislam. tubería	<input checked="" type="checkbox"/>	térmica	<input type="checkbox"/>	acústica	65				Otros accionamientos <input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual							
	10			P&ID Nº	1				66				<input type="checkbox"/> Accionamiento manual							
	11			Conexión tubería					67											
	12			Producto	Etano-etileno				68											
	13			Estado Entrada	<input checked="" type="checkbox"/>	líq.	<input type="checkbox"/>	gas	<input type="checkbox"/>	vapor	69									
	14			Emplazamiento					70				Fabricante	MASONEILAN	Tipo	4700E				
	15				min.	norm.	max.		71			Señal de entrada	<input type="checkbox"/>	neum.	<input checked="" type="checkbox"/>	eléc.				
	16			Caudal Tn/h	8	12	16		72			Válvula abierta con señal	20 ma							
	17			Presión ent. P1	bara	30			73			Válvula cerrada con señal	4 ma							
	18			Presión sal. P2	bara	28			74			Actuación	<input checked="" type="checkbox"/>	simple	<input type="checkbox"/>	doble				
	19			Temperatura T1	-20 °C				75				Característica	<input checked="" type="checkbox"/> lineal						
	20			Densidad entrada	ρ 1 o M	426 kg/m3		76				Conexión aire	1/4" NPT							
	21			Presión vapor Pv	bara				77				Posicionador con	<input type="checkbox"/>	by-pass	<input checked="" type="checkbox"/>	manómetro			
	22			Pres. termodinámica crítica Pc	bara				78				Protección Ex	<input checked="" type="checkbox"/>	intrínseca	<input type="checkbox"/>	aumentada			
	23			Viscosidad cinemática V	1 cP				79				Propósito General, IP-54							
	24			Relación de los calores específicos Y					80				Fabricante	Tipo						
	25			Factor real gas Z					81				Actuación	<input type="checkbox"/>	eléctr.	<input type="checkbox"/>	induct.	<input type="checkbox"/>	neumát.	
	26								82				Pos. conexión	<input type="checkbox"/>	cerrado	<input type="checkbox"/>	% recorr.	<input type="checkbox"/>	abierto	
	27			Instr. estanco para	P1	P2		83				Func. conexión	<input type="checkbox"/>	cierra	<input type="checkbox"/>	abre				
	28			Presión aire inst.	min.	max.		84				Protección Ex	<input type="checkbox"/>	intrínseca	<input type="checkbox"/>	aumentada				
	29			Fallo de energía	<input type="checkbox"/>	abre	<input checked="" type="checkbox"/>	cierra	<input type="checkbox"/>	inact.	85									
	30								86				Fabricante	ASCO Tipo						
	31			Cálculo coef. máx. caudal Cv=	64				87			Forma construct.	<input type="checkbox"/>	2 vías	<input type="checkbox"/>	3 vías	<input type="checkbox"/>	4 vías		
	32			Cálculo coef. mín. caudal Cv=					88			En caso de fallo corriente	<input type="checkbox"/>	abre	<input type="checkbox"/>	cierra	<input type="checkbox"/>	para		
	33			Caudal seleccionado coef. Cv=	##				89				Conexión aire	Sección libre						
	34			Nivel sonoro calculado	dB (A)				90			Datos eléctricos	V	Hz	(<10)W					
	35			Fabricante	MASONEILAN	Tipo	21000		91			Protección Ex	<input type="checkbox"/>	intrínseca	<input type="checkbox"/>	aumentada				
	36			Forma constructiva	GLOBO				92			<input checked="" type="checkbox"/>	F. Rosemount	Tipo	67AFR-226					
	37			Dirección del caudal					93			<input checked="" type="checkbox"/>	Con filtro	<input checked="" type="checkbox"/>	con manómetro					
	38			Presión nominal PN	600 lbs				94			<input type="checkbox"/>	Fabricante conv. señal	Tipo						
	39			Diámetro nominal DN	3"				95			<input type="checkbox"/>	Fabricante posic. neumát.	Tipo						
	40			Tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	con brida	<input type="checkbox"/>	sin brida	<input type="checkbox"/>	soldada	96									
	41			Acabado brida	RF				97			<input type="checkbox"/>	Enclavamiento neumát.	Tipo						
	42			Piezas de ajuste a soldar					98			Entubado	SI	Material	AISI-316					
	43			Forma parte superior	<input checked="" type="checkbox"/>	normal	<input type="checkbox"/>	alargada	<input type="checkbox"/>	fuelle	99									
	44			Junta estanca de la carcasa					100			Calificación material	<input type="checkbox"/> Test mec. y químico							
	45			Carcasa / Parte superior - material	AISI-316				101			Otros tests	Fugas y accionamiento							
	46			Serie	<input checked="" type="checkbox"/>	normal	<input type="checkbox"/>	bajo en ruidos	102			Calif. para	<input type="checkbox"/>	Carcasa/parte sup.	<input type="checkbox"/>	Tornillos / tuercas				
	47			Curva característica	<input type="checkbox"/>	normal	<input checked="" type="checkbox"/>	isoporcentual	103			<input type="checkbox"/> Ejecución								
	48			Material obturador / vástago	/ AISI-316				104			<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº								
	49			Material Empaquetadura / asiento	/				105											
	50				KEVLAR / PTFE				106											
	51			Asiento de la válvula	AISI-316				107											
	52			Blindaje					108											
	53								109											
	54			Clase de cantidad de fuga	IV				110											
	55			Material de embalaje					111											
	56			Ejecución					112			<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR(caja montaje incluida)								
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.						Nº plano										
0	19.06	UGALDE								HT007-HU										

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pag.	4	
Elementos de control					Válvulas de Globo					Job	Nº esp.	Edif.		
<input checked="" type="checkbox"/> Válvula <input type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera														
Suministrador MASONEILAN										Nº ident. FV-1010				
1	2	3	4	5					1	2	3	4	5	
	1			Posición nº 4						57			Fabricante MASONEILAN 16	
	2			Función del instrumento CONTROL						58			Neumático <input type="checkbox"/> Membrana <input checked="" type="checkbox"/> Pistón <input type="checkbox"/>	
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex) SI						59			Act. <input type="checkbox"/> reposic. campo <input type="checkbox"/> doble efecto <input type="checkbox"/> amort. aire	
	4			Temp. ambiente min. max 70						60			Superficie activa	
	5			Sonoridad máxima admisible 85 dB(A)						61			Volumen / recorrido necesario	
	6			Nº de tubería						62			Presión aire bar(g) máx. 6.5 mín.	
	7			DN 4" / 600LBS PN						63			Rango señales nominal	
	8			Material de la tubería Acero al carbono						64				
	9			Aislam. tubería <input checked="" type="checkbox"/> térmica <input type="checkbox"/> acústica						65			Conexión aire 1/4" NPT	
	10			P&ID Nº 1						66			Otros accionamientos <input type="checkbox"/> eléct. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual	
	11			Conexión tubería						67				
	12			Producto Propano-Propileno						68			<input type="checkbox"/> Accionamiento manual	
	13			Estado Entrada <input checked="" type="checkbox"/> líq. <input type="checkbox"/> gas <input type="checkbox"/> vapor						69				
	14			Emplazamiento						70			Fabricante MASONEILAN Tipo 4700E	
	15				min.	norm.	max.					Señal de entrada <input type="checkbox"/> neum. <input checked="" type="checkbox"/> eléc.		
	16			Caudal Tn/h	15	20	30					Válvula abierta con señal 20 ma		
	17			Presión ent. P1 bara	5							Válvula cerrada con señal 4 ma		
	18			Presión sal. P2 bara	3							Actuación <input checked="" type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble		
	19			Temperatura T1	-50	°C						Característica <input checked="" type="checkbox"/> lineal		
	20			Densidad entrada ρ 1 o M	480	kg/m3						Conexión aire 1/4" NPT		
	21			Presión vapor Pv		bara						Posicionador con <input type="checkbox"/> by-pass <input checked="" type="checkbox"/> manómetro		
	22			Pres. termodinámica crítica Pc		bara						Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada		
	23			Viscosidad cinemática V	1	cP						Propósito General, IP-54		
	24			Relación de los calores específicos Y						80			Fabricante Tipo	
	25			Factor real gas Z						81			Actuación <input type="checkbox"/> eléct. <input type="checkbox"/> induct. <input type="checkbox"/> neumát.	
	26									82			Pos. conexión <input type="checkbox"/> cerrado <input type="checkbox"/> % recorr. <input type="checkbox"/> abierto	
	27			Instr. estanco para		P1	P2					Func. conexión <input type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> abre		
	28			Presión aire inst.		min.	max.					Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada		
	29			Fallo de energía	<input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> inact.									
	30									86			Fabricante ASCO Tipo	
	31			Cálculo coef. máx. caudal Cv= 51						87			Forma construct. <input type="checkbox"/> 2 vías <input type="checkbox"/> 3 vías <input type="checkbox"/> 4 vías	
	32			Cálculo coef. mín. caudal Cv=						88			En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para	
	33			Caudal seleccionado coef. Cv= ##						89				
	34			Nivel sonoro calculado dB (A)						90			Conexión aire Sección libre	
	35			Fabricante MASONEILAN Tipo 21000						91			Datos eléctricos V Hz (<10)W	
	36			Forma constructiva GLOBO						92			Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada	
	37			Dirección del caudal						93				
	38			Presión nominal PN 600 lbs						94			<input checked="" type="checkbox"/> F. Rosemount Tipo 67AFR-226	
	39			Diámetro nominal DN 4"						95			<input checked="" type="checkbox"/> Con filtro <input checked="" type="checkbox"/> con manómetro	
	40			Tipo <input checked="" type="checkbox"/> con brida <input type="checkbox"/> sin brida <input type="checkbox"/> soldada						96			<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal Tipo	
	41			Acabado brida RF						97				
	42			Piezas de ajuste a soldar						98			<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát. Tipo	
	43			Forma parte superior <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alargada <input type="checkbox"/> fuelle						99				
	44			Junta estanca de la carcasa						100			<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát. Tipo	
	45			Carcasa / Parte superior - material AISI-316						101				
	46			Serie <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo en ruidos						102			Entubado SI Material AISI-316	
	47			Curva característica <input type="checkbox"/> normal <input checked="" type="checkbox"/> isoporcentual						103				
	48			Material obturador / vástago / AISI-316						104			Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico	
	49			Material Empaquetadura / asiento /						105			Otros tests Fugas y accionamiento	
	50			KEVLAR / PTFE						106			Calif. para <input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas	
	51			Asiento de la válvula AISI-316						107			<input type="checkbox"/> Ejecución	
	52			Blindaje						108			<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº	
	53									109				
	54			Clase de cantidad de fuga IV						110				
	55			Material de embalaje						111				
	56			Ejecución						112			<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR(caja montaje incluida)	
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.								Nº plano		
0	19.06	UGALDE										HT007-HU		

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pag.	5
Elementos de control					Válvulas de Globo					Job	Nº esp.	Edif.	
<input checked="" type="checkbox"/> Válvula <input type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera													
Suministrador MASONEILAN										Nº ident. FV-1020			
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
	1			Posición nº 5				57	Fabricante MASONEILAN	6			
	2			Función del instrumento CONTROL				58	Neumático <input type="checkbox"/> Membrana <input checked="" type="checkbox"/> Pistón <input type="checkbox"/>				
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex) SI				59	Act. <input type="checkbox"/> reposic. campo <input type="checkbox"/> doble efecto <input type="checkbox"/> amort. aire				
	4			Temp. ambiente min. max 70				60	Superficie activa				
	5			Sonoridad máxima admisible 85 dB(A)				61	Volumen / recorrido necesario				
	6			Nº de tubería				62	Presión aire bar(g) máx. 6.5 mín.				
	7			DN 2" / 600LBS PN				63	Rango señales nominal				
	8			Material de la tubería Acero Inoxidable				64					
	9			Aislam. tubería <input checked="" type="checkbox"/> térmica <input type="checkbox"/> acústica				65	Conexión aire 1/4" NPT				
	10			P&ID Nº 1				66	Otros accionamientos <input type="checkbox"/> eléct. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual				
	11			Conexión tubería				67					
	12			Producto Etano-etileno				68	<input type="checkbox"/> Accionamiento manual				
	13			Estado Entrada <input checked="" type="checkbox"/> líq. <input type="checkbox"/> gas <input type="checkbox"/> vapor				69					
	14			Emplazamiento				70	Fabricante MASONEILAN	Tipo 4700E			
	15				min.	norm.	max.	71	Señal de entrada <input type="checkbox"/> neum. <input checked="" type="checkbox"/> eléc.				
	16			Caudal Tn/h 0	2	5		72	Válvula abierta con señal 20 ma				
	17			Presión ent. P1 bara 30				73	Válvula cerrada con señal 4 ma				
	18			Presión sal. P2 bara 28				74	Actuación <input checked="" type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble				
	19			Temperatura T1 -20 °C				75	Característica <input checked="" type="checkbox"/> lineal				
	20			Densidad entrada ρ 1 o M 426 kg/m3				76	Conexión aire 1/4" NPT				
	21			Presión vapor Pv bara				77	Posicionador con <input type="checkbox"/> by-pass <input checked="" type="checkbox"/> manómetro				
	22			Pres. termodinámica crítica Pc bara				78	Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada				
	23			Viscosidad cinemática V 1 cP				79	Propósito General, IP-54				
	24			Relación de los calores específicos Y				80	Fabricante	Tipo			
	25			Factor real gas Z				81	Actuación <input type="checkbox"/> eléct. <input type="checkbox"/> induct. <input type="checkbox"/> neumát.				
	26							82	Pos. conexión <input type="checkbox"/> cerrado <input type="checkbox"/> % recorr. <input type="checkbox"/> abierto				
	27			Instr. estanco para P1 P2				83	Func. conexión <input type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> abre				
	28			Presión aire inst. min. max.				84	Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada				
	29			Fallo de energía <input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> inact.				85					
	30							86	Fabricante ASCO	Tipo			
	31			Cálculo coef. máx. caudal Cv= 6				87	Forma construct. <input type="checkbox"/> 2 vías <input type="checkbox"/> 3 vías <input type="checkbox"/> 4 vías				
	32			Cálculo coef. mín. caudal Cv=				88	En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para				
	33			Caudal seleccionado coef. Cv= 15				89					
	34			Nivel sonoro calculado dB (A)				90	Conexión aire	Sección libre			
	35			Fabricante MASONEILAN	Tipo 21000			91	Datos eléctricos V Hz (<10)W				
	36			Forma constructiva GLOBO				92	Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada				
	37			Dirección del caudal				93					
	38			Presión nominal PN 600 lbs				94	<input checked="" type="checkbox"/> F. Rosemount	Tipo 67AFR-226			
	39			Diámetro nominal DN 2"				95	<input checked="" type="checkbox"/> Con filtro <input checked="" type="checkbox"/> con manómetro				
	40			Tipo <input checked="" type="checkbox"/> con brida <input type="checkbox"/> sin brida <input type="checkbox"/> soldada				96	<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal	Tipo			
	41			Acabado brida RF				97					
	42			Piezas de ajuste a soldar				98	<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát.	Tipo			
	43			Forma parte superior <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alargada <input type="checkbox"/> fuelle				99					
	44			Junta estanca de la carcasa				100	<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát.	Tipo			
	45			Carcasa / Parte superior - material AISI-316				101					
	46			Serie <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo en ruidos				102	Entubado SI	Material AISI-316			
	47			Curva característica <input type="checkbox"/> normal <input checked="" type="checkbox"/> isoporcentual				103					
	48			Material obturador / vástago / AISI-316				104	Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico				
	49			Material Empaquetadura / asiento /				105	Otros tests Fugas y accionamiento				
	50			KEVLAR / PTFE				106	Calif. para <input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas				
	51			Asiento de la válvula AISI-316				107	<input type="checkbox"/> Ejecución				
	52			Blindaje				108	<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº				
	53							109					
	54			Clase de cantidad de fuga IV				110					
	55			Material de embalaje				111					
	56			Ejecución				112	<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR (caja montaje incluida)				
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.						Nº plano			
0	19.06	UGALDE								HT007-HU			

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pag.	6
Elementos de control					Válvulas de Globo					Job	Nº esp.	Edif.	
<input checked="" type="checkbox"/> Válvula <input type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera													
Suministrador MASONEILAN					Nº ident. PV-1001								
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
	1			Posición nº 6				57		Fabricante MASONEILAN	NITRONIC 50		
	2			Función del instrumento CONTROL				58		Neumático <input type="checkbox"/>	Membrana <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Pistón	<input type="checkbox"/>
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex) SI				59		Act. <input type="checkbox"/> reposic. campo	<input type="checkbox"/> doble efecto	<input type="checkbox"/> amort. aire	
	4			Temp. ambiente min. max 70				60		Superficie activa			
	5			Sonoridad máxima admisible 85 dB(A)				61		Volumen / recorrido necesario			
	6			Nº de tubería				62		Presión aire bar(g) máx. 6.5 mín.			
	7			DN 6" / 600LBS PN				63		Rango señales nominal			
	8			Material de la tubería Acero al carbono				64		Conexión aire 1/4" NPT			
	9			Aislam. tubería <input checked="" type="checkbox"/> térmica <input type="checkbox"/> acústica				65		Otros accionamientos <input type="checkbox"/> eléct. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual			
	10			P&ID Nº 1				66		<input type="checkbox"/> Accionamiento manual			
	11			Conexión tubería				67					
	12			Producto Propano-Propileno				68					
	13			Estado Entrada <input type="checkbox"/> líq. <input checked="" type="checkbox"/> gas <input type="checkbox"/> vapor				69					
	14			Emplazamiento				70		Fabricante MASONEILAN	Tipo 4700E		
	15				min.	norm.	max.		71	Señal de entrada <input type="checkbox"/> neum. <input checked="" type="checkbox"/> eléc.			
	16			Caudal Tn/h 10	17	30		72		Válvula abierta con señal 20 ma			
	17			Presión ent. P1 bara 28				73		Válvula cerrada con señal 4 ma			
	18			Presión sal. P2 bara 26				74		Actuación <input checked="" type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble			
	19			Temperatura T1 -10 °C				75		Característica <input checked="" type="checkbox"/> lineal			
	20			Densidad entrada ρ 1 o M 36 kg/m3				76		Conexión aire 1/4" NPT			
	21			Presión vapor Pv bara				77		Posicionador con <input type="checkbox"/> by-pass <input checked="" type="checkbox"/> manómetro			
	22			Pres. termodinámica crítica Pc bara				78		Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada			
	23			Viscosidad cinemática V 1 cP				79		Propósito General,IP-54			
	24			Relación de los calores específicos Y				80		Fabricante	Tipo		
	25			Factor real gas Z				81		Actuación <input type="checkbox"/> eléct. <input type="checkbox"/> induct. <input type="checkbox"/> neumát.			
	26							82		Pos. conexión <input type="checkbox"/> cerrado <input type="checkbox"/> % recorr. <input type="checkbox"/> abierto			
	27			Instr. estanco para P1 P2				83		Func. conexión <input type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> abre			
	28			Presión aire inst. min. max.				84		Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada			
	29			Fallo de energía <input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> inact.				85					
	30							86		Fabricante ASCO	Tipo		
	31			Cálculo coef. máx. caudal Cv= 138				87		Forma construct. <input type="checkbox"/> 2 vías <input type="checkbox"/> 3 vías <input type="checkbox"/> 4 vías			
	32			Cálculo coef. mín. caudal Cv=				88		En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para			
	33			Caudal seleccionado coef. Cv= 215				89					
	34			Nivel sonoro calculado dB (A)				90		Conexión aire	Sección libre		
	35			Fabricante MASONEILAN Tipo 21000				91		Datos eléctricos V Hz (<10)W			
	36			Forma constructiva GLOBO				92		Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada			
	37			Dirección del caudal				93					
	38			Presión nominal PN 600 lbs				94		<input checked="" type="checkbox"/> F. Rosemount Tipo 67AFR-226			
	39			Diámetro nominal DN 6"				95		<input checked="" type="checkbox"/> Con filtro <input checked="" type="checkbox"/> con manómetro			
	40			Tipo <input checked="" type="checkbox"/> con brida <input type="checkbox"/> sin brida <input type="checkbox"/> soldada				96		<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal Tipo			
	41			Acabado brida RF				97		<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát. Tipo			
	42			Piezas de ajuste a soldar				98					
	43			Forma parte superior <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alargada <input type="checkbox"/> fuelle				99		<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát. Tipo			
	44			Junta estanca de la carcasa				100					
	45			Carcasa / Parte superior - material G22.8				101					
	46			Serie <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo en ruidos				102		Entubado SI Material AISI-316			
	47			Curva característica <input type="checkbox"/> normal <input checked="" type="checkbox"/> isoporcentual				103					
	48			Material obturador / vástago / AISI-316				104		Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico			
	49			Material Empaquetadura / asiento /				105		Otros tests Fugas y accionamiento			
	50			KEVLAR / PTFE				106		Calif. para <input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas			
	51			Asiento de la válvula AISI-316				107		<input type="checkbox"/> Ejecución			
	52			Blindaje				108		<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº			
	53							109					
	54			Clase de cantidad de fuga IV				110					
	55			Material de embalaje				111					
	56			Ejecución				112		<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR(caja montaje incluida)			
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.						Nº plano HT007-HU			
0	19.06	UGALDE											

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pág.	7			
Elementos de control					Válvulas de Globo					Job	Nº esp.	Edif.				
<input checked="" type="checkbox"/> Válvula <input type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera																
Suministrador MASONEILAN										Nº ident. PV-1005						
1	2	3	4	5					1	2	3	4	5			
	1			Posición nº	7				57				Fabricante	MASONEILAN	NITRONIC 50	
	2			Función del instrumento	CONTROL				58				Neumático	<input type="checkbox"/>	Membrana <input checked="" type="checkbox"/> Pistón <input type="checkbox"/>	
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex)	SI				59				Act.	<input type="checkbox"/>	reposic. campo <input type="checkbox"/> doble efecto <input type="checkbox"/> amort. aire	
	4			Temp. ambiente	min.	max 70			60				Superficie activa			
	5			Sonoridad máxima admisible	85 dB(A)				61				Volumen / recorrido necesario			
	6			Nº de tubería					62				Presión aire	bar(g)	máx. 6.5 mín.	
	7			DN	6" / 600LBS PN				63				Rango señales nominal			
	8			Material de la tubería	Acero al carbono				64				Conexión aire 1/4" NPT			
	9			Aislam. tubería	<input checked="" type="checkbox"/>	térmica	<input type="checkbox"/>	acústica	65				Otros accionamientos <input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual			
	10			P&ID Nº	1				66				<input type="checkbox"/> Accionamiento manual			
	11			Conexión tubería					67							
	12			Producto	Propano-Propileno				68							
	13			Estado Entrada	<input type="checkbox"/>	líq.	<input checked="" type="checkbox"/>	gas	<input type="checkbox"/>	vapor	69					
	14			Emplazamiento					70				Fabricante	MASONEILAN	Tipo 4700E	
	15				min.	norm.	max.		71			Señal de entrada	<input type="checkbox"/>	neum. <input checked="" type="checkbox"/> eléc.		
	16			Caudal Tn/h	0	20	50		72			Válvula abierta con señal	20 ma			
	17			Presión ent. P1	bara	28			73			Válvula cerrada con señal	4 ma			
	18			Presión sal. P2	bara	26			74			Actuación	<input checked="" type="checkbox"/>	simple	<input type="checkbox"/> doble	
	19			Temperatura T1	-10 °C				75			Característica	<input checked="" type="checkbox"/> lineal			
	20			Densidad entrada	ρ 1 o M	36 kg/m3			76			Conexión aire	1/4" NPT			
	21			Presión vapor Pv	bara				77			Posicionador con	<input type="checkbox"/>	by-pass	<input checked="" type="checkbox"/> manómetro	
	22			Pres. termodinámica crítica Pc	bara				78			Protección Ex	<input checked="" type="checkbox"/>	intrínseca	<input type="checkbox"/> aumentada	
	23			Viscosidad cinemática V	1 cP				79			Propósito General, IP-54				
	24			Relación de los calores específicos Y					80			Fabricante	Tipo			
	25			Factor real gas Z					81			Actuación	<input type="checkbox"/>	eléctr.	<input type="checkbox"/> induct.	<input type="checkbox"/> neumát.
	26								82			Pos. conexión	<input type="checkbox"/>	cerrado	<input type="checkbox"/> % recorr.	<input type="checkbox"/> abierto
	27			Instr. estanco para	P1	P2			83			Func. conexión	<input type="checkbox"/>	cierra	<input type="checkbox"/> abre	
	28			Presión aire inst.	min.	max.			84			Protección Ex	<input type="checkbox"/>	intrínseca	<input type="checkbox"/> aumentada	
	29			Fallo de energía	<input type="checkbox"/>	abre	<input checked="" type="checkbox"/>	cierra	<input type="checkbox"/>	inact.	85					
	30								86			Fabricante	ASCO	Tipo		
	31			Cálculo coef. máx. caudal Cv=	138				87			Forma construct.	<input type="checkbox"/>	2 vías	<input type="checkbox"/> 3 vías	<input type="checkbox"/> 4 vías
	32			Cálculo coef. mín. caudal Cv=					88			En caso de fallo corriente	<input type="checkbox"/>	abre	<input type="checkbox"/> cierra	<input type="checkbox"/> para
	33			Caudal seleccionado coef. Cv=	215				89			Conexión aire Sección libre				
	34			Nivel sonoro calculado	dB (A)				90			Datos eléctricos	V	Hz	(<10)W	
	35			Fabricante	MASONEILAN	Tipo 21000			91			Protección Ex	<input type="checkbox"/>	intrínseca	<input type="checkbox"/> aumentada	
	36			Forma constructiva	GLOBO				92			<input checked="" type="checkbox"/> F. Rosemount	Tipo 67AFR-226			
	37			Dirección del caudal					93			<input checked="" type="checkbox"/> Con filtro	<input checked="" type="checkbox"/>	con manómetro		
	38			Presión nominal PN	600 lbs				94			<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal	Tipo			
	39			Diámetro nominal DN	6"				95			<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát.	Tipo			
	40			Tipo	<input checked="" type="checkbox"/>	con brida	<input type="checkbox"/>	sin brida	<input type="checkbox"/>	soldada	96		<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát. Tipo			
	41			Acabado brida	RF				97			Entubado	SI	Material AISI-316		
	42			Piezas de ajuste a soldar					98			Calificación material	<input type="checkbox"/> Test mec. y químico			
	43			Forma parte superior	<input checked="" type="checkbox"/>	normal	<input type="checkbox"/>	alargada	<input type="checkbox"/>	fuelle	99		Otros tests Fugas y accionamiento			
	44			Junta estanca de la carcasa					100			Calif. para	<input type="checkbox"/>	Carcasa/parte sup.	<input type="checkbox"/>	Tornillos / tuercas
	45			Carcasa / Parte superior - material	G22.8				101			<input type="checkbox"/> Ejecución				
	46			Serie	<input checked="" type="checkbox"/>	normal	<input type="checkbox"/>	bajo en ruidos	102			<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº				
	47			Curva característica	<input type="checkbox"/>	normal	<input checked="" type="checkbox"/>	isoporcentual	103			<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR(caja montaje incluida)				
	48			Material obturador / vástago	/ AISI-316				104							
	49			Material Empaquetadura / asiento	/				105							
	50			KEVLAR / PTFE					106							
	51			Asiento de la válvula	AISI-316				107							
	52			Blindaje					108							
	53								109							
	54			Clase de cantidad de fuga	IV				110							
	55			Material de embalaje					111							
	56			Ejecución					112							
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.						Nº plano						
0	19.06	UGALDE								HT007-HU						

		Hoja Técnica				Fecha	19.06.2003	Nº pág.	1
		Elementos de control		Válvulas		Job	Nº esp.	Edif.	
		<input type="checkbox"/> Válvula <input checked="" type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera							
Suministrador						Nº ident. UV-1000			
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	1			Posición nº 1				57	Fabricante AIR TORQUE Tipo SC 2000
	2			Función del instrumento ON/OFF				58	Neumático <input checked="" type="checkbox"/> Membrana <input type="checkbox"/> Pistón <input checked="" type="checkbox"/>
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex) SI				59	Act. <input type="checkbox"/> reposic. campo <input type="checkbox"/> doble efecto <input type="checkbox"/> amort. aire
	4			Temp. ambiente min 0 MA\40				60	Superficie activa
	5			Sonoridad máxima admisible 85 dB(A)				61	Volumen / recorrido necesario
	6			Nº de tubería				62	Presión aire bar (g) máx. 6.5 mín.
	7			DN 6" / 150LBS PN				63	Rango señales nominal
	8			Material de la tubería Acero al carbono				64	Código completo: SC 2000 6 F14/F16 <36/46>
	9			Aislam. tubería <input checked="" type="checkbox"/> térmica <input type="checkbox"/> acústica				65	Conexión aire 1/4" NPT
	10			PID 01				66	Otros accionamientos <input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual
	11			Conexión tubería				67	
	12			Producto				68	<input type="checkbox"/> Accionamiento manual
	13			Estado Entrada <input type="checkbox"/> líq. <input type="checkbox"/> gas <input checked="" type="checkbox"/> vapor				69	
	14			Emplazamiento				70	
	15				min.	norm.	max.	71	Fabricante Tipo
	16			Caudal				72	Señal de entrada <input type="checkbox"/> neum. <input type="checkbox"/> eléc.
	17			Presión ent. P1 bara			4,5	73	Válvula abierta con señal
	18			Presión sal. P2				74	Válvula cerrada con señal
	19			Temperatura T1 180 °C				75	Actuación <input type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble
	20			Densidad entrada ρ 1 o M 2,67 kg/m3				76	Característica <input type="checkbox"/> lineal
	21			Presión vapor Pv				77	Conexión aire
	22			Pres. termodinámica crítica Pc				78	Posicionador con <input type="checkbox"/> by-pass <input type="checkbox"/> manómetro
	23			Viscosidad cinemática V				79	Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada
	24			Relación de los calores específicos Y				80	
	25			Factor real gas Z				81	Fabricante Pepper& Fuchs Tipo SJ 3,5-SN
	26							82	Actuación <input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> induct. <input checked="" type="checkbox"/> neumát.
	27			Instr. estanco para P1 P2				83	Pos. conexión <input checked="" type="checkbox"/> cerrado <input type="checkbox"/> % recorr. <input checked="" type="checkbox"/> abierto
	28			Presión aire inst. min. max.				84	Func. conexión <input type="checkbox"/> cierra <input checked="" type="checkbox"/> abre
	29			Fallo de energía <input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> inact.				85	Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada
	30							86	
	31			Cálculo coef. máx. caudal C ()				87	Fabricante ASCO Tipo ISSC G551 A201
	32			Cálculo coef. mín. caudal C ()				88	Forma construct. <input type="checkbox"/> 2 vías <input checked="" type="checkbox"/> 3 vías <input type="checkbox"/> 4 vías
	33			Caudal seleccionado coef. C ()				89	En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para
	34			Nivel sonoro calculado dB (A)				90	Conexión aire 1/4" NPT Sección libre
	35			Fabricante XOMOX Tipo HIGH Perf.				91	Datos eléctricos 24 V DC Hz (<10)W
	36			Forma constructiva MARIPOSA				92	Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada
	37			Dirección del caudal				93	Propósito General
	38			Presión nominal PN 150LBS				94	<input type="checkbox"/> Fabricante reduct. pres. Tipo
	39			Diámetro nominal DN 6"				95	<input type="checkbox"/> Con filtro <input type="checkbox"/> con manómetro
	40			Tipo <input checked="" type="checkbox"/> con brida <input type="checkbox"/> sin brida <input type="checkbox"/> soldada				96	<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal Tipo
	41			RF				97	
	42			Piezas de ajuste a soldar				98	<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát. Tipo
	43			Forma parte superior <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alargada <input type="checkbox"/> fuelle				99	
	44			Junta estanca de la carcasa				100	<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát. Tipo
	45			Carcasa / Parte superior - material AISI-316				101	
	46			Serie <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo en ruidos				102	Entubado SI Material AISI-316
	47			Curva característica <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> isoporcentual				103	
	48			Material obturador / vástago / AISI316				104	Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico
	49			Material Empaquetadura / asiento /				105	Otros tests Fugas y accionamiento
	50			TEFLON / AISI316+TEFLON				106	Calif. para <input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas
	51			Asiento de la válvula				107	<input type="checkbox"/> Ejecución
	52			Blindaje				108	<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº
	53							109	
	54			Clase de cantidad de fuga VI				110	
	55			Material de embalaje				111	
	56			Ejecución				112	<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.					Nº plano
0	19.06	UGALDE							HT007-HU

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pág.	2								
Elementos de control										Job	Nº esp.	Edif.									
<input type="checkbox"/> Válvula <input checked="" type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera										Nº ident. UV-1001											
Suministrador																					
1	2	3	4	5					1	2	3	4	5								
	1			Posición nº	2						57			Fabricante	AIR TORQUE	Tipo	SC 0150				
	2			Función del instrumento	ON/OFF						58			Neumático	<input checked="" type="checkbox"/>	Membrana	<input type="checkbox"/>	Pistón	<input checked="" type="checkbox"/>		
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex)	SI						59			Act.	<input type="checkbox"/>	reposic. campo	<input type="checkbox"/>	doble efecto	<input type="checkbox"/>	amort. aire	<input type="checkbox"/>
	4			Temp. ambiente	min 0 MA\40						60			Superficie activa							
	5			Sonoridad máxima admisible	85 dB(A)						61			Volumen / recorrido necesario							
	6			Nº de tubería							62			Presión aire	bar (g)		máx.	6.5		mín.	
	7			DN	1" / 150LBS PN						63			Rango señales nominal							
	8			Material de la tubería	Acero al carbono						64			Código completo: SC 0150 6 F07/F10 <17/22>							
	9			Aislam. tubería	<input checked="" type="checkbox"/> térmica <input type="checkbox"/> acústica						65			Conexión aire 1/4" NPT							
	10			PID	01						66			Otros accionamientos <input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual							
	11			Conexión tubería							67			<input type="checkbox"/> Accionamiento manual							
	12			Producto							68										
	13			Estado Entrada	<input type="checkbox"/> líq. <input type="checkbox"/> gas <input checked="" type="checkbox"/> vapor						69										
	14			Emplazamiento							70			Fabricante					Tipo		
	15				min.	norm.	max.							Señal de entrada	<input type="checkbox"/> neum. <input type="checkbox"/> eléc.						
	16			Caudal							72			Válvula abierta con señal							
	17			Presión ent. P1	bara						73			Válvula cerrada con señal							
	18			Presión sal. P2							74			Actuación <input type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble							
	19			Temperatura T1	180 °C						75			Característica <input type="checkbox"/> lineal							
	20			Densidad entrada	ρ 1 o M 2,67 kg/m3						76			Conexión aire							
	21			Presión vapor Pv							77			Posicionador con <input type="checkbox"/> by-pass <input type="checkbox"/> manómetro							
	22			Pres. termodinámica crítica Pc							78			Protección Ex <input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada							
	23			Viscosidad cinemática V							79										
	24			Relación de los calores específicos Y							80			Fabricante Pepper& Fuchs					Tipo SJ 3,5-SN		
	25			Factor real gas Z							81			Actuación <input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> induct. <input checked="" type="checkbox"/> neumát.							
	26										82			Pos. conexión <input checked="" type="checkbox"/> cerrado <input type="checkbox"/> % recorr. <input checked="" type="checkbox"/> abierto							
	27			Instr. estanco para	P1		P2				83			Func. conexión <input type="checkbox"/> cierra <input checked="" type="checkbox"/> abre							
	28			Presión aire inst.	min. max.						84			Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada							
	29			Fallo de energía	<input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> inact.						85										
	30										86			Fabricante ASCO					Tipo ISSC G551 A201		
	31			Cálculo coef. máx. caudal C	()						87			Forma construct. <input type="checkbox"/> 2 vías <input checked="" type="checkbox"/> 3 vías <input type="checkbox"/> 4 vías							
	32			Cálculo coef. mín. caudal C	()						88			En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para							
	33			Caudal seleccionado coef. C	()						89										
	34			Nivel sonoro calculado	dB (A)						90			Conexión aire 1/4" NPT					Sección libre		
	35			Fabricante	XOMOX			Tipo		HIGH Perf.				91			Datos eléctricos 24 V DC Hz (<10)W				
	36			Forma constructiva	MARIPOSA						92			Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada							
	37			Dirección del caudal							93			Propósito General							
	38			Presión nominal PN	150LBS						94			<input type="checkbox"/> Fabricante reduct. pres. Tipo							
	39			Diámetro nominal DN	1"						95			<input type="checkbox"/> Con filtro <input type="checkbox"/> con manómetro							
	40			Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> con brida <input type="checkbox"/> sin brida <input type="checkbox"/> soldada						96			<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal Tipo							
	41			RF							97			<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát. Tipo							
	42			Piezas de ajuste a soldar							98			<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát. Tipo							
	43			Forma parte superior	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alargada <input type="checkbox"/> fuelle						99										
	44			Junta estanca de la carcasa							100										
	45			Carcasa / Parte superior - material	AISI-316						101			Entubado SI					Material AISI-316		
	46			Serie	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo en ruidos						102										
	47			Curva característica	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> isoporcentual						103										
	48			Material obturador / vástago	/ AISI316						104			Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico							
	49			Material Empaquetadura / asiento	/						105			Otros tests Fugas y accionamiento							
	50			TEFLON / AISI316+TEFLON							106			Calif. para <input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas							
	51			Asiento de la válvula							107			<input type="checkbox"/> Ejecución							
	52			Blindaje							108			<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº							
	53										109										
	54			Clase de cantidad de fuga	VI						110										
	55			Material de embalaje							111										
	56			Ejecución							112			<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR							
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.							Nº plano										
0	19.06	UGALDE									HT007-HU										

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pág.	3								
Elementos de control										Válvulas				Job	Nº esp.	Edif.					
<input type="checkbox"/> Válvula <input checked="" type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera																Nº ident. UV-1002					
Suministrador																					
1	2	3	4	5					1	2	3	4	5								
	1			Posición nº	3						57			Fabricante	AIR TORQUE		Tipo	SC 0150			
	2			Función del instrumento	ON/OFF						58			Neumático	<input checked="" type="checkbox"/>	Membrana	<input type="checkbox"/>	Pistón	<input checked="" type="checkbox"/>		
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex)	SI						59			Act.	<input type="checkbox"/>	reposic. campo	<input type="checkbox"/>	doble efecto	<input type="checkbox"/>	amort. aire	<input type="checkbox"/>
	4			Temp. ambiente	min 0 MA\40						60			Superficie activa							
	5			Sonoridad máxima admisible	85 dB(A)						61			Volumen / recorrido necesario							
	6			Nº de tubería							62			Presión aire	bar (g)		máx.	6.5 mín.			
	7			DN	1" / 150LBS PN						63			Rango señales nominal							
	8			Material de la tubería	Acero al carbono						64			Código completo: SC 0150 6 F07/F10 <17/22>							
	9			Aislam. tubería	<input checked="" type="checkbox"/> térmica <input type="checkbox"/> acústica						65			Conexión aire 1/4" NPT							
	10			PID	01						66			Otros accionamientos <input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual							
	11			Conexión tubería							67			<input type="checkbox"/> Accionamiento manual							
	12			Producto							68										
	13			Estado Entrada	<input checked="" type="checkbox"/> líq. <input type="checkbox"/> gas <input type="checkbox"/> vapor						69										
	14			Emplazamiento							70			Fabricante	Tipo						
	15				min.	norm.	max.				71		Señal de entrada	<input type="checkbox"/> neum. <input type="checkbox"/> eléc.							
	16			Caudal							72			Válvula abierta con señal							
	17			Presión ent. P1 bara	4,5						73			Válvula cerrada con señal							
	18			Presión sal. P2							74			Actuación	<input type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble						
	19			Temperatura T1	100°C						75			Característica	<input type="checkbox"/> lineal						
	20			Densidad entrada	ρ 1 o M 1000 kg/m3						76			Conexión aire							
	21			Presión vapor Pv							77			Posicionador con	<input type="checkbox"/> by-pass <input type="checkbox"/> manómetro						
	22			Pres. termodinámica crítica Pc							78			Protección Ex	<input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada						
	23			Viscosidad cinemática V							79										
	24			Relación de los calores específicos Y							80			Fabricante	Pepper& Fuchs		Tipo	SJ 3,5-SN			
	25			Factor real gas Z							81			Actuación	<input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> induct. <input checked="" type="checkbox"/> neumát.						
	26										82			Pos. conexión	<input checked="" type="checkbox"/> cerrado <input type="checkbox"/> % recorr. <input checked="" type="checkbox"/> abierto						
	27			Instr. estanco para	P1 P2						83			Func. conexión	<input type="checkbox"/> cierra <input checked="" type="checkbox"/> abre						
	28			Presión aire inst.	min. max.						84			Protección Ex	<input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada						
	29			Fallo de energía	<input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> inact.						85										
	30										86			Fabricante	ASCO		Tipo	ISSC G551 A201			
	31			Cálculo coef. máx. caudal C	()						87			Forma construct.	<input type="checkbox"/> 2 vías <input checked="" type="checkbox"/> 3 vías <input type="checkbox"/> 4 vías						
	32			Cálculo coef. mín. caudal C	()						88			En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para							
	33			Caudal seleccionado coef. C	()						89			Conexión aire 1/4" NPT Sección libre							
	34			Nivel sonoro calculado	dB (A)						90			Datos eléctricos	24 V DC Hz (<10)W						
	35			Fabricante	XOMOX		Tipo	HIGH Perf.				91		Protección Ex	<input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada						
	36			Forma constructiva	MARIPOSA						92			Propósito General							
	37			Dirección del caudal							93			<input type="checkbox"/> Fabricante reduct. pres.	Tipo						
	38			Presión nominal PN	150LBS						94			<input type="checkbox"/> Con filtro	<input type="checkbox"/> con manómetro						
	39			Diámetro nominal DN	1"						95			<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal	Tipo						
	40			Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> con brida <input type="checkbox"/> sin brida <input type="checkbox"/> soldada						96			<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát.	Tipo						
	41			RF							97			<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát.	Tipo						
	42			Piezas de ajuste a soldar							98			Entubado SI Material AISI-316							
	43			Forma parte superior	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alargada <input type="checkbox"/> fuelle						99			Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico							
	44			Junta estanca de la carcasa							100			Otros tests Fugas y accionamiento							
	45			Carcasa / Parte superior - material	AISI-316						101			Calif. para	<input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas						
	46			Serie	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo en ruidos						102			<input type="checkbox"/> Ejecución							
	47			Curva característica	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> isoporcentual						103			<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº							
	48			Material obturador / vástago	/ AISI316						104			<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR							
	49			Material Empaquetadura / asiento	/						105										
	50			TEFLON / AISI316+TEFLON							106										
	51			Asiento de la válvula							107										
	52			Blindaje							108										
	53										109										
	54			Clase de cantidad de fuga	VI						110										
	55			Material de embalaje							111										
	56			Ejecución							112										
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.							Nº plano HT007-HU										
0	19.06	UGALDE																			

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pág.	4							
Elementos de control										Válvulas										
<input type="checkbox"/> Válvula <input checked="" type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera										Job	Nº esp.	Edif.								
Suministrador										Nº ident. UV-1003										
1	2	3	4	5					1	2	3	4	5							
	1			Posición nº	4					57			Fabricante	AIR TORQUE		Tipo	SC 3000			
	2			Función del instrumento	ON/OFF					58			Neumático	<input checked="" type="checkbox"/>	Membrana	<input type="checkbox"/>	Pistón	<input checked="" type="checkbox"/>		
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex)	SI					59			Act.	<input type="checkbox"/>	reposic. campo	<input type="checkbox"/>	doble efecto	<input type="checkbox"/>	amort. aire	<input type="checkbox"/>
	4			Temp. ambiente	min 0 MA\40					60			Superficie activa							
	5			Sonoridad máxima admisible	85 dB(A)					61			Volumen / recorrido necesario							
	6			Nº de tubería						62			Presión aire	bar (g)		máx.	6.5 mín.			
	7			DN	4" / 600LBS PN					63			Rango señales nominal							
	8			Material de la tubería	Acero al carbono					64			Código completo: SC 3000 6 F14/F16 <36/46>							
	9			Aislam. tubería	<input checked="" type="checkbox"/> térmica <input type="checkbox"/> acústica					65			Conexión aire 1/4" NPT							
	10			PID	01					66			Otros accionamientos <input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual							
	11			Conexión tubería						67			<input type="checkbox"/> Accionamiento manual							
	12			Producto						68										
	13			Estado Entrada	<input checked="" type="checkbox"/> líq. <input type="checkbox"/> gas <input type="checkbox"/> vapor					69										
	14			Emplazamiento						70			Fabricante	Tipo						
	15				min.	norm.	max.		71			Señal de entrada	<input type="checkbox"/> neum. <input type="checkbox"/> eléc.							
	16			Caudal						72			Válvula abierta con señal							
	17			Presión ent. P1	bara					73			Válvula cerrada con señal							
	18			Presión sal. P2						74			Actuación	<input type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble						
	19			Temperatura T1	70°C					75			Característica	<input type="checkbox"/> lineal						
	20			Densidad entrada	ρ 1 o M 402 kg/m3					76			Conexión aire							
	21			Presión vapor Pv						77			Posicionador con	<input type="checkbox"/> by-pass <input type="checkbox"/> manómetro						
	22			Pres. termodinámica crítica Pc						78			Protección Ex	<input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada						
	23			Viscosidad cinemática V						79										
	24			Relación de los calores específicos Y						80			Fabricante	Pepper& Fuchs		Tipo	SJ 3,5-SN			
	25			Factor real gas Z						81			Actuación	<input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> induct. <input checked="" type="checkbox"/> neumát.						
	26									82			Pos. conexión	<input checked="" type="checkbox"/> cerrado <input type="checkbox"/> % recorr. <input checked="" type="checkbox"/> abierto						
	27			Instr. estanco para	P1 P2					83			Func. conexión	<input type="checkbox"/> cierra <input checked="" type="checkbox"/> abre						
	28			Presión aire inst.	min. max.					84			Protección Ex	<input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada						
	29			Fallo de energía	<input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> inact.					85										
	30									86			Fabricante	ASCO		Tipo	ISSC G551 A201			
	31			Cálculo coef. máx. caudal C	()					87			Forma construct.	<input type="checkbox"/> 2 vías <input checked="" type="checkbox"/> 3 vías <input type="checkbox"/> 4 vías						
	32			Cálculo coef. mín. caudal C	()					88			En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para							
	33			Caudal seleccionado coef. C	()					89			Conexión aire 1/4" NPT Sección libre							
	34			Nivel sonoro calculado	dB (A)					90			Datos eléctricos	24 V DC Hz (<10)W						
	35			Fabricante	XOMOX					91			Protección Ex	<input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada						
	36			Forma constructiva	MARIPOSA					92			Propósito General							
	37			Dirección del caudal						93			<input type="checkbox"/> Fabricante reduct. pres. Tipo							
	38			Presión nominal PN	600LBS					94			<input type="checkbox"/> Con filtro <input type="checkbox"/> con manómetro							
	39			Diámetro nominal DN	4"					95			<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal Tipo							
	40			Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> con brida <input type="checkbox"/> sin brida <input type="checkbox"/> soldada					96			<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát. Tipo							
	41			RF						97			<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát. Tipo							
	42			Piezas de ajuste a soldar						98			Entubado SI Material AISI-316							
	43			Forma parte superior	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alargada <input type="checkbox"/> fuelle					99			Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico							
	44			Junta estanca de la carcasa						100			Otros tests Fugas y accionamiento							
	45			Carcasa / Parte superior - material	AISI-316					101			Calif. para <input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas							
	46			Serie	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo en ruidos					102			<input type="checkbox"/> Ejecución							
	47			Curva característica	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> isoporcentual					103			<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº							
	48			Material obturador / vástago	/ AISI316					104										
	49			Material Empaquetadura / asiento	/					105										
	50				TEFLON / AISI316+TEFLON					106										
	51			Asiento de la válvula						107										
	52			Blindaje						108										
	53									109										
	54			Clase de cantidad de fuga	VI					110										
	55			Material de embalaje						111										
	56			Ejecución						112			<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR							
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.					Nº plano											
0	19.06	UGALDE							HT007-HU											

Hoja Técnica										Fecha	19.06.2003	Nº pág.	5							
Elementos de control										Válvulas				Job	Nº esp.	Edif.				
<input type="checkbox"/> Válvula <input checked="" type="checkbox"/> Clapeta <input type="checkbox"/> Bola <input type="checkbox"/> Tajadera										Suministrador						Nº ident.		UV-1021		
1	2	3	4	5					1	2	3	4	5							
	1			Posición nº	4						57			Fabricante	AIR TORQUE		Tipo	SC 0900		
	2			Función del instrumento	ON/OFF						58			Neumático	<input checked="" type="checkbox"/>	Membrana	<input type="checkbox"/>	Pistón	<input checked="" type="checkbox"/>	
	3			Zona con riesgo de explosión (Ex)	SI						59			Act.	<input type="checkbox"/>	reposic. campo	<input type="checkbox"/>	doble efecto	<input type="checkbox"/>	amort. aire
	4			Temp. ambiente	min 0 MA\40						60			Superficie activa						
	5			Sonoridad máxima admisible	85 dB(A)						61			Volumen / recorrido necesario						
	6			Nº de tubería							62			Presión aire	bar (g)		máx.	6.5 mín.		
	7			DN	2" / 150LBS PN						63			Rango señales nominal						
	8			Material de la tubería	Acero al carbono						64			Código completo: SC 0900 6 F12/F14 <27/36>						
	9			Aislam. tubería	<input checked="" type="checkbox"/> térmica <input type="checkbox"/> acústica						65			Conexión aire 1/4" NPT						
	10			PID	01						66			Otros accionamientos <input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> hidr. <input type="checkbox"/> manual						
	11			Conexión tubería							67			<input type="checkbox"/> Accionamiento manual						
	12			Producto							68									
	13			Estado Entrada	<input checked="" type="checkbox"/> líq. <input type="checkbox"/> gas <input type="checkbox"/> vapor						69									
	14			Emplazamiento							70			Fabricante	Tipo					
	15				min.	norm.	max.						Señal de entrada	<input type="checkbox"/> neum. <input type="checkbox"/> eléc.						
	16			Caudal							72			Válvula abierta con señal						
	17			Presión ent. P1	bara						73			Válvula cerrada con señal						
	18			Presión sal. P2							74			Actuación	<input type="checkbox"/> simple <input type="checkbox"/> doble					
	19			Temperatura T1	-20°C						75			Característica	<input type="checkbox"/> lineal					
	20			Densidad entrada	ρ 1 o M 426 kg/m3						76			Conexión aire						
	21			Presión vapor Pv							77			Posicionador con	<input type="checkbox"/> by-pass <input type="checkbox"/> manómetro					
	22			Pres. termodinámica crítica Pc							78			Protección Ex	<input type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada					
	23			Viscosidad cinemática V							79									
	24			Relación de los calores específicos Y							80			Fabricante	Pepper& Fuchs		Tipo	SJ 3,5-SN		
	25			Factor real gas Z							81			Actuación	<input type="checkbox"/> electr. <input type="checkbox"/> induct. <input checked="" type="checkbox"/> neumát.					
	26										82			Pos. conexión	<input checked="" type="checkbox"/> cerrado <input type="checkbox"/> % recorr. <input checked="" type="checkbox"/> abierto					
	27			Instr. estanco para	P1 P2						83			Func. conexión	<input type="checkbox"/> cierra <input checked="" type="checkbox"/> abre					
	28			Presión aire inst.	min. max.						84			Protección Ex	<input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada					
	29			Fallo de energía	<input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> inact.						85									
	30										86			Fabricante	ASCO		Tipo	ISSC G551 A201		
	31			Cálculo coef. máx. caudal C	()						87			Forma construct.	<input type="checkbox"/> 2 vías <input checked="" type="checkbox"/> 3 vías <input type="checkbox"/> 4 vías					
	32			Cálculo coef. mín. caudal C	()						88			En caso de fallo corriente <input type="checkbox"/> abre <input checked="" type="checkbox"/> cierra <input type="checkbox"/> para						
	33			Caudal seleccionado coef. C	()						89			Conexión aire 1/4" NPT Sección libre						
	34			Nivel sonoro calculado	dB (A)						90			Datos eléctricos	24 V DC Hz (<10)W					
	35			Fabricante	XOMOX		Tipo			HIGH Perf.			91	Protección Ex <input checked="" type="checkbox"/> intrínseca <input type="checkbox"/> aumentada						
	36			Forma constructiva	MARIPOSA						92			Propósito General						
	37			Dirección del caudal							93			<input type="checkbox"/> Fabricante reduct. pres. Tipo						
	38			Presión nominal PN	600LBS						94			<input type="checkbox"/> Con filtro <input type="checkbox"/> con manómetro						
	39			Diámetro nominal DN	2"						95			<input type="checkbox"/> Fabricante conv. señal Tipo						
	40			Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> con brida <input type="checkbox"/> sin brida <input type="checkbox"/> soldada						96			<input type="checkbox"/> Fabricante posic. neumát. Tipo						
	41			RF							97			<input type="checkbox"/> Enclavamiento neumát. Tipo						
	42			Piezas de ajuste a soldar							98			Entubado SI Material AISI-316						
	43			Forma parte superior	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> alargada <input type="checkbox"/> fuelle						99			Calificación material <input type="checkbox"/> Test mec. y químico						
	44			Junta estanca de la carcasa							100			Otros tests Fugas y accionamiento						
	45			Carcasa / Parte superior - material	AISI-316						101			Calif. para <input type="checkbox"/> Carcasa/parte sup. <input type="checkbox"/> Tornillos / tuercas						
	46			Serie	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo en ruidos						102			<input type="checkbox"/> Ejecución						
	47			Curva característica	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> isoporcentual						103			<input type="checkbox"/> Ver hoja técnica nº						
	48			Material obturador / vástago	/ AISI316						104									
	49			Material Empaquetadura / asiento	/						105									
	50				TEFLON / AISI316+TEFLON						106									
	51			Asiento de la válvula							107									
	52			Blindaje							108									
	53										109									
	54			Clase de cantidad de fuga	VI						110									
	55			Material de embalaje							111									
	56			Ejecución							112			<input type="checkbox"/> Ejecución según NAMUR						
Rev	Fecha	Realizado por	Dpto.	Telef.								Nº plano								
0	19.06	UGALDE										HT007-HU								

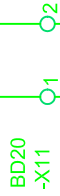
3 LAZOS

Programa	I/O	Conexionado	Campo

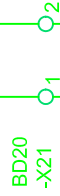
DCS



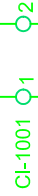
Tarjeta
Canal
1
1



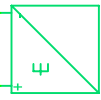
BD20
-X11



BD20
-X21



CI-1001



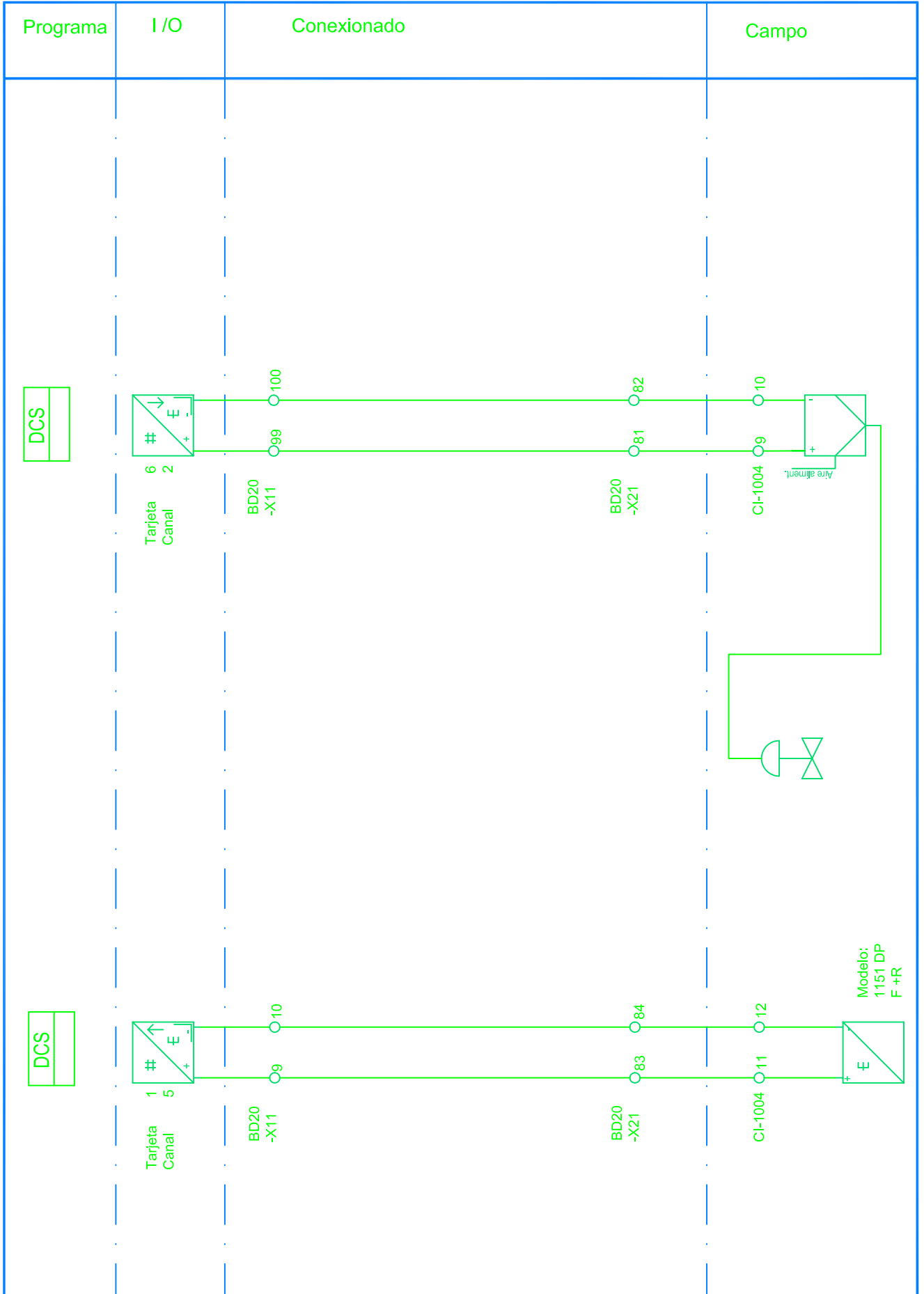
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	A1000	
			A1000 AIC			

Programa	I/O	Conexionado	Campo
	<div data-bbox="140 1227 210 1335" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">DCS</div> <div data-bbox="290 1240 386 1335" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> # ↑ E + </div> <div data-bbox="306 1339 363 1460" style="font-size: small;"> 1 Tarjeta 1 Canal </div>	<div data-bbox="459 1227 513 1420" style="font-size: small;"> BD20 -X11 O3 O4 </div> <div data-bbox="976 1227 1031 1420" style="font-size: small;"> BD20 -X22 O7 O8 </div> <div data-bbox="1184 1227 1238 1420" style="font-size: small;"> CI-1010 O7 O8 </div>	<div data-bbox="1311 1240 1407 1335" style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> E + </div>

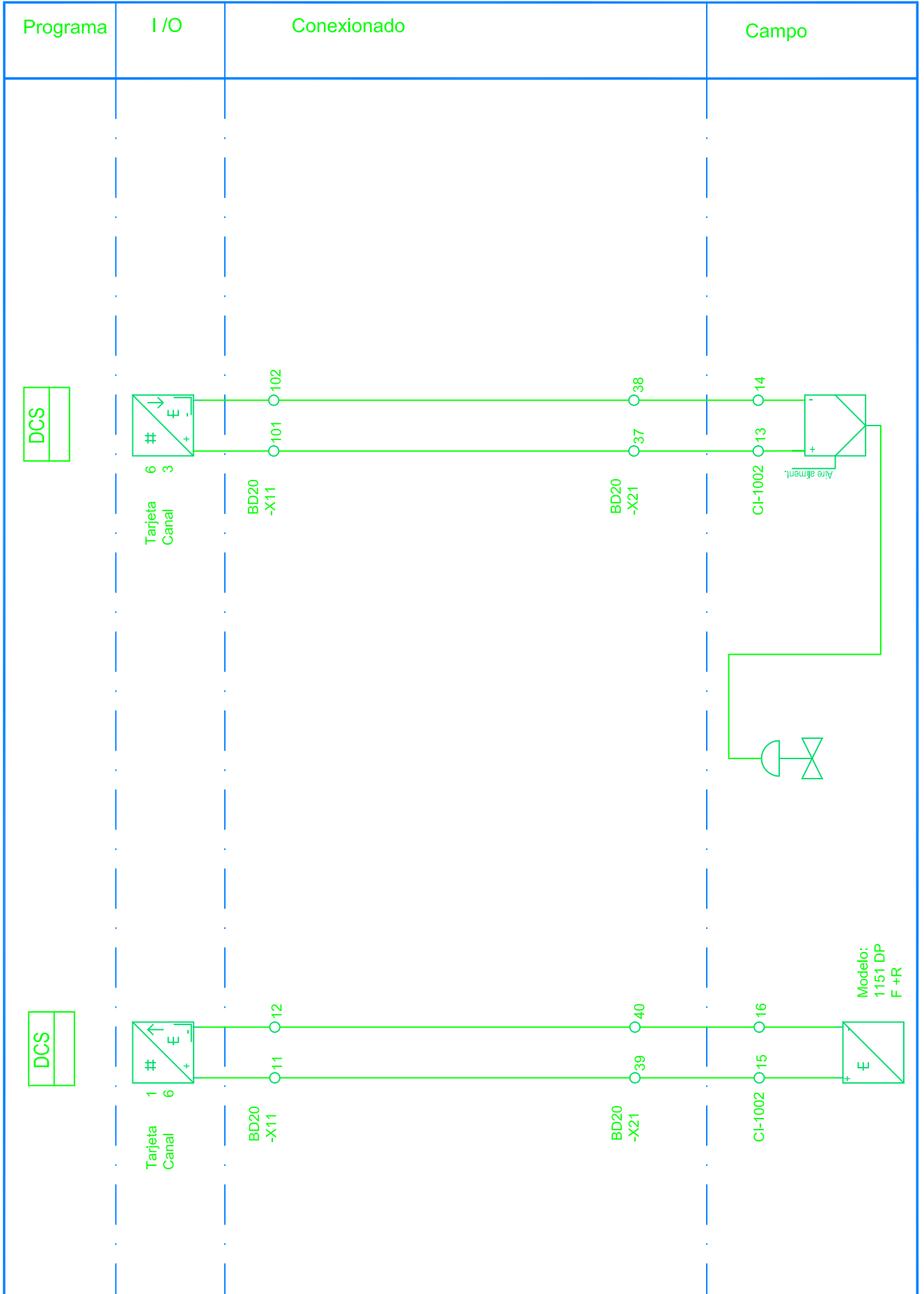
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde			
			A1020 AIS	P&ID: 1	A1020

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	F1000
			F1000 FI		



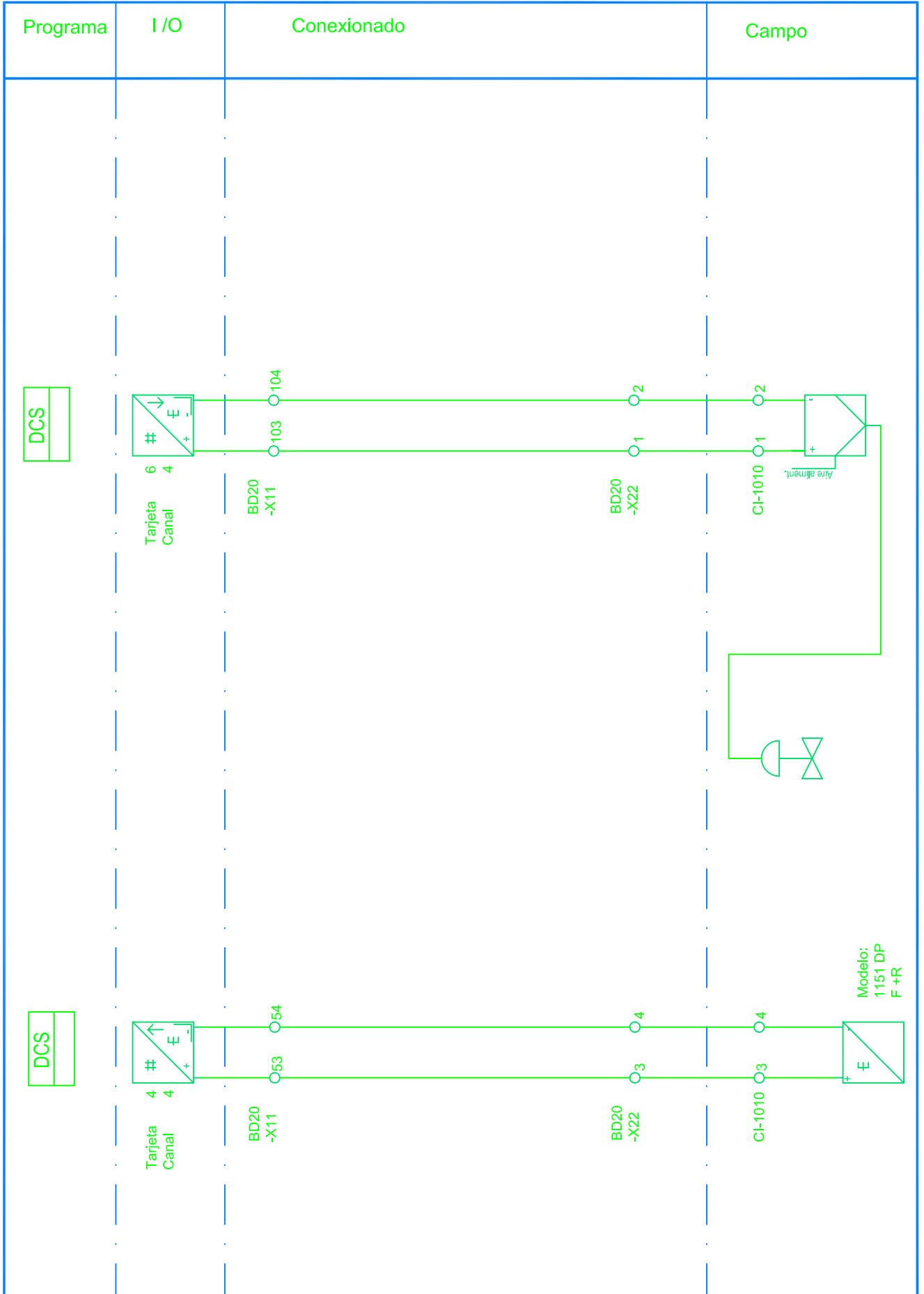
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		F1002 FIC FV	P&ID: 1	F1002



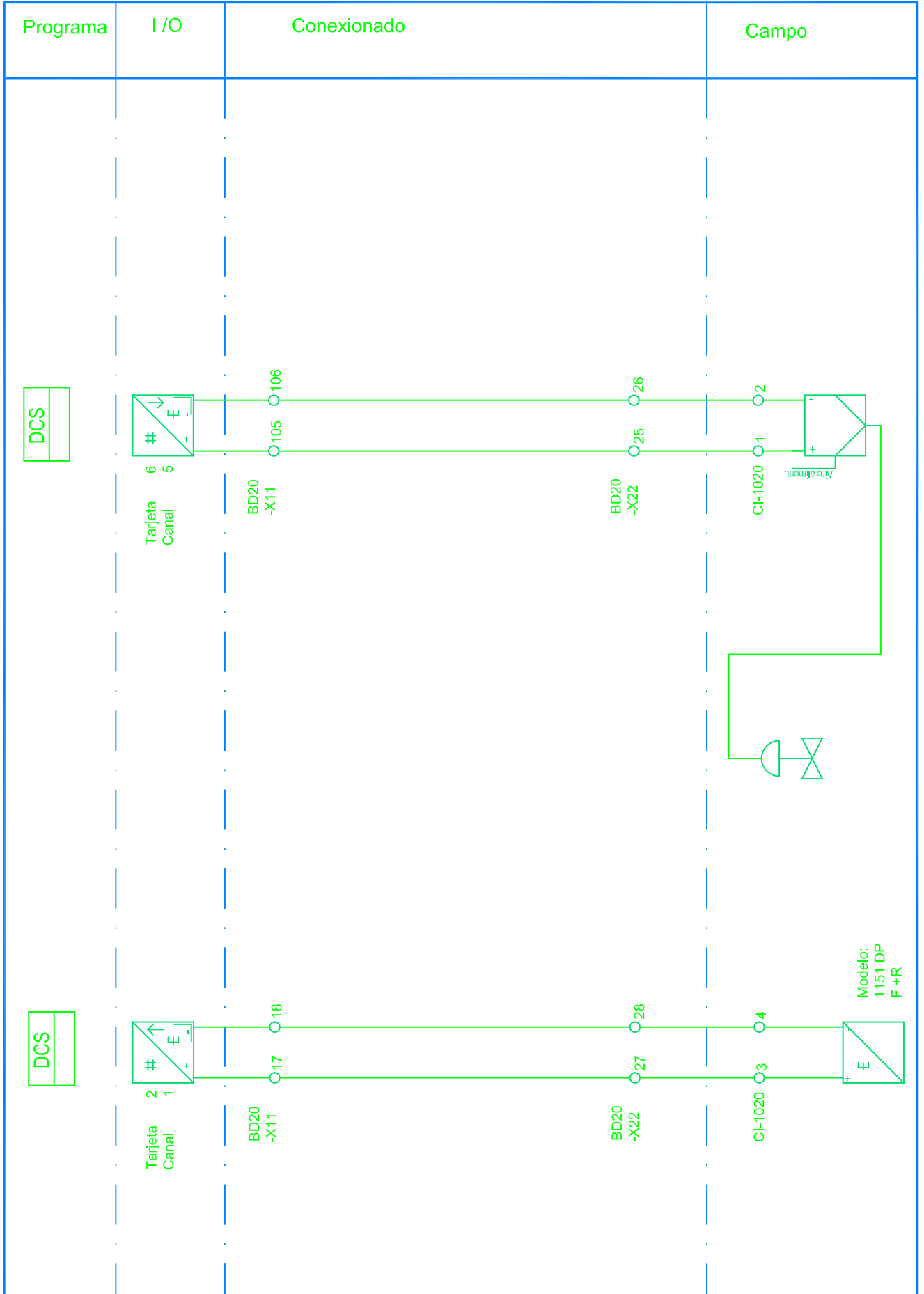
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		F1003 FIC FV	P&ID: 1	F1003

Programa	I/O	Conexionado	Campo

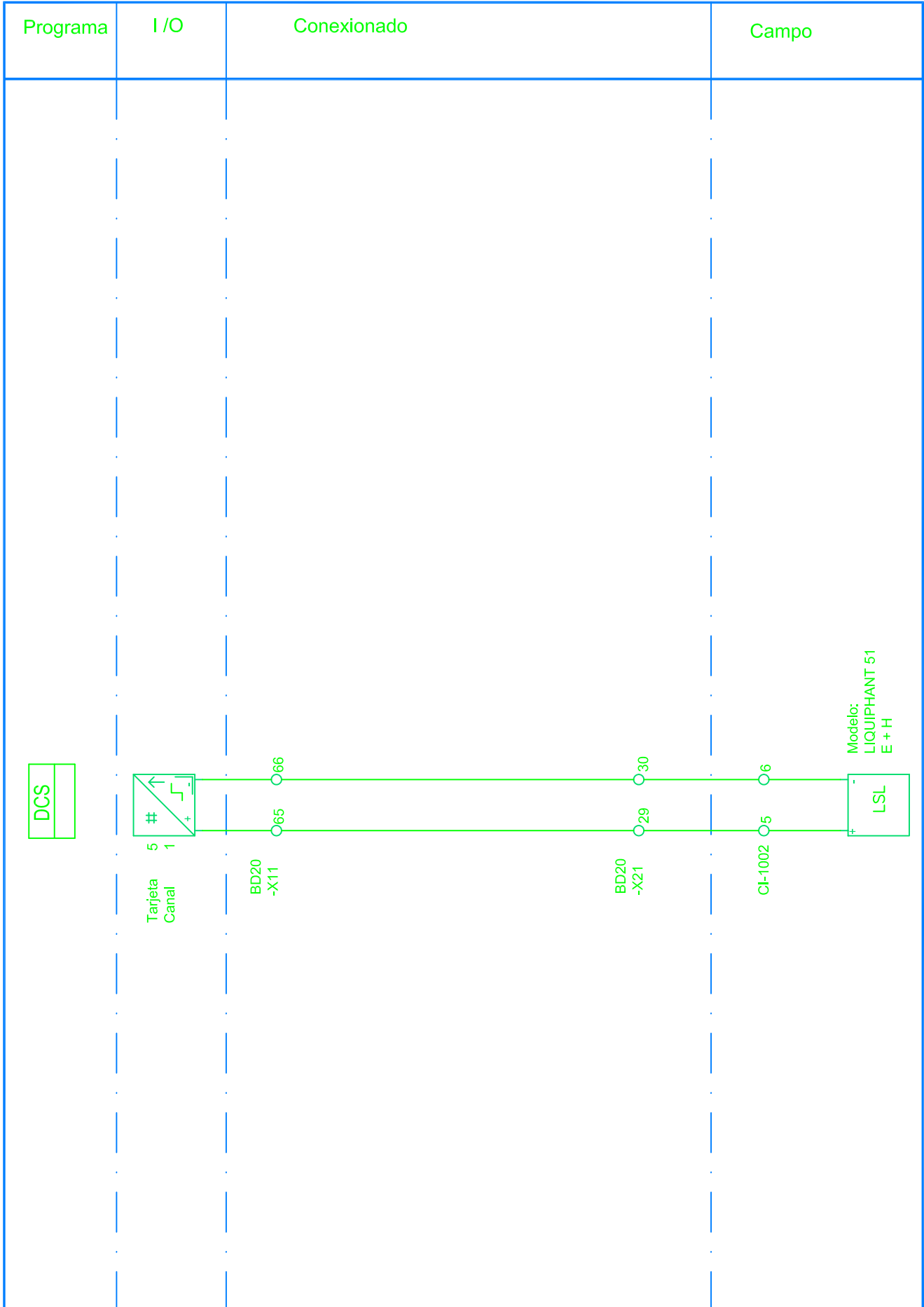
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	F1004
			F1004 FI		



Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		F1010 FIC FV	P&ID: 1	F1010



Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		F1020 FIC FV	P&ID: 1	F1020



Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		L1001 LSLL	P&ID: 1	L1001

Programa	I/O	Conexionado	Campo
		<p>The diagram illustrates the wiring for a Level Switch (LSL) in a distillation column. It shows the following components and connections:</p> <ul style="list-style-type: none"> DCS: Represented by a box on the left. BD20-X11: A terminal block with terminals 67 and 68. It is connected to the DCS via a card labeled "Tarjeta Canal" with "# 5" and "2". BD20-X21: A terminal block with terminals 33 and 34. CI-1002: A terminal block with terminals 9 and 10. LSL: A Level Switch with terminals 9 and 10. The model is specified as "Modelo: LIQUIPHANT 51 E + H". <p>Connections: Terminal 67 is connected to terminal 33, and terminal 68 is connected to terminal 34. Terminal 33 is connected to terminal 9, and terminal 34 is connected to terminal 10.</p>	

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	L1002
			L1002 LSLL		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	L1021
			L1021 LIC		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	L1022
			L1022 LSLL		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

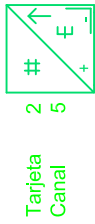
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	L1023
			L1023 LSLL		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	P1000
			P1000 PI		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

DCS



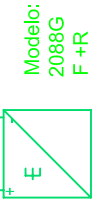
BD20
-X11



BD20
-X21



CI-1003



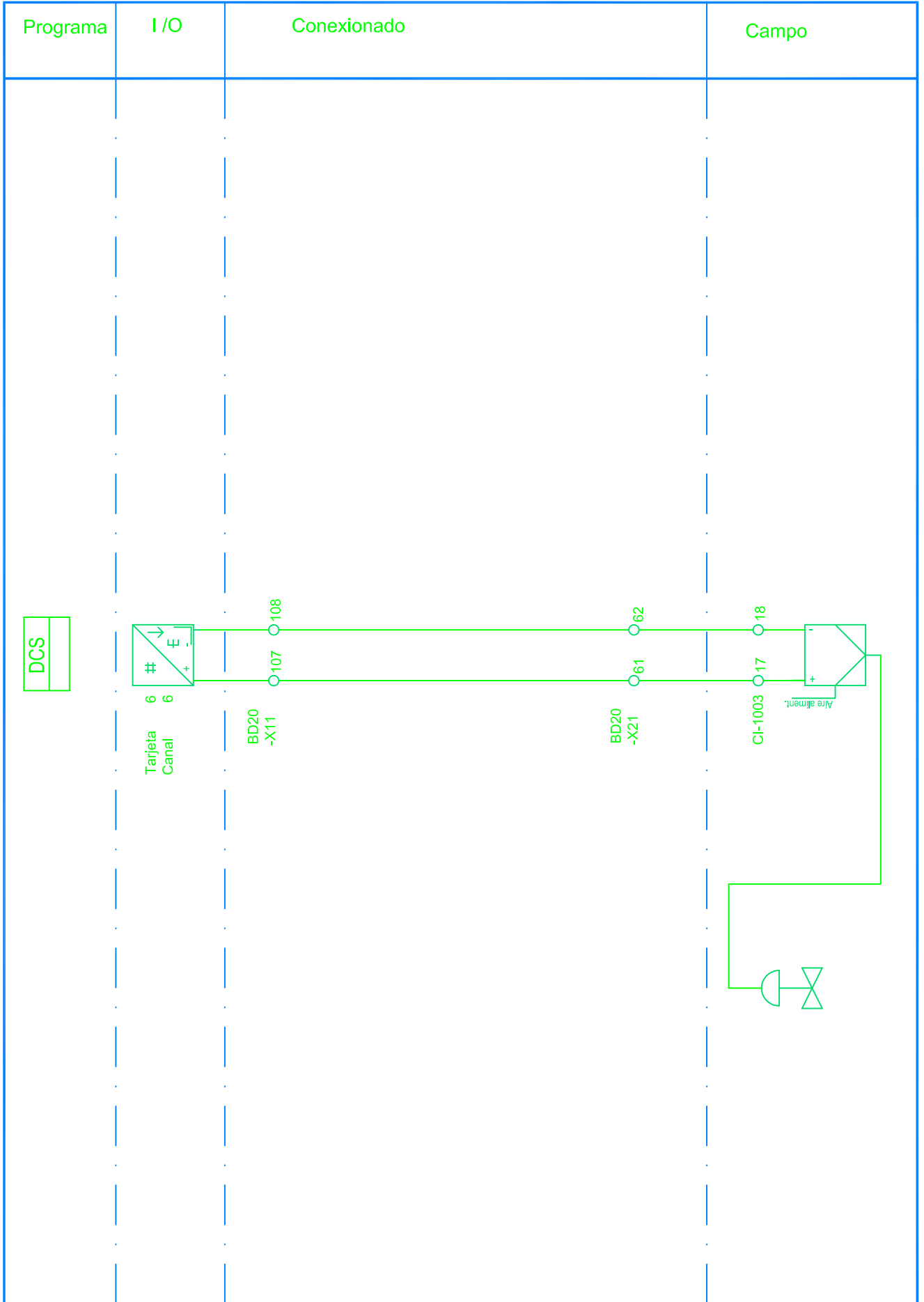
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P1001 PICS	P&ID: 1	P1001

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	P1002
			P1002 PIS		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	P1003
			P1003 PIS		



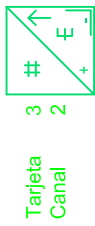
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P1005	P&ID: 1	P1005
				PV		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	P1006
			P1006 PDI		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

DCS



BD20
-X11

BD20
-X22

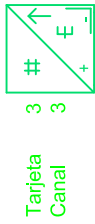
CI-1020

Modelo:
2088G
F+R

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	P1020
			P1020 PI		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

DCS



BD20
-X11

38

37

BD20
-X21

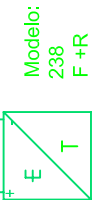
28

27

24

3

CI-1002



Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		T1000	P&ID: 1	T1000
				TIC		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	T1001
			T1001 TI		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	T1002
			T1002 TI		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	T1003
			T1003 TI		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	T1004
			T1004 TI		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	T1005
			T1005 TI		

Programa	I/O	Conexionado	Campo
		<p>The diagram illustrates a control loop connection. On the left, a box labeled 'DCS' is connected to a card labeled 'T1010 TI'. The card has terminals 49 and 50. Below the card, the text 'Tarjeta Canal' is followed by '4' and '1'. The card is connected to a transmitter (T) via terminals 5 and 6. The connection path includes two intermediate boxes: 'BD20-X11' and 'CI-1010'. The transmitter is labeled 'Modelo: 238 F+R'.</p>	

Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN	Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	T1010
			T1010 TI		

Programa	I/O	Conexionado	Campo

DCS



Tarjeta
Canal
4
2

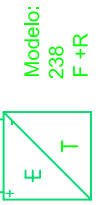
BD20
-X11



BD20
-X22



CI-1020

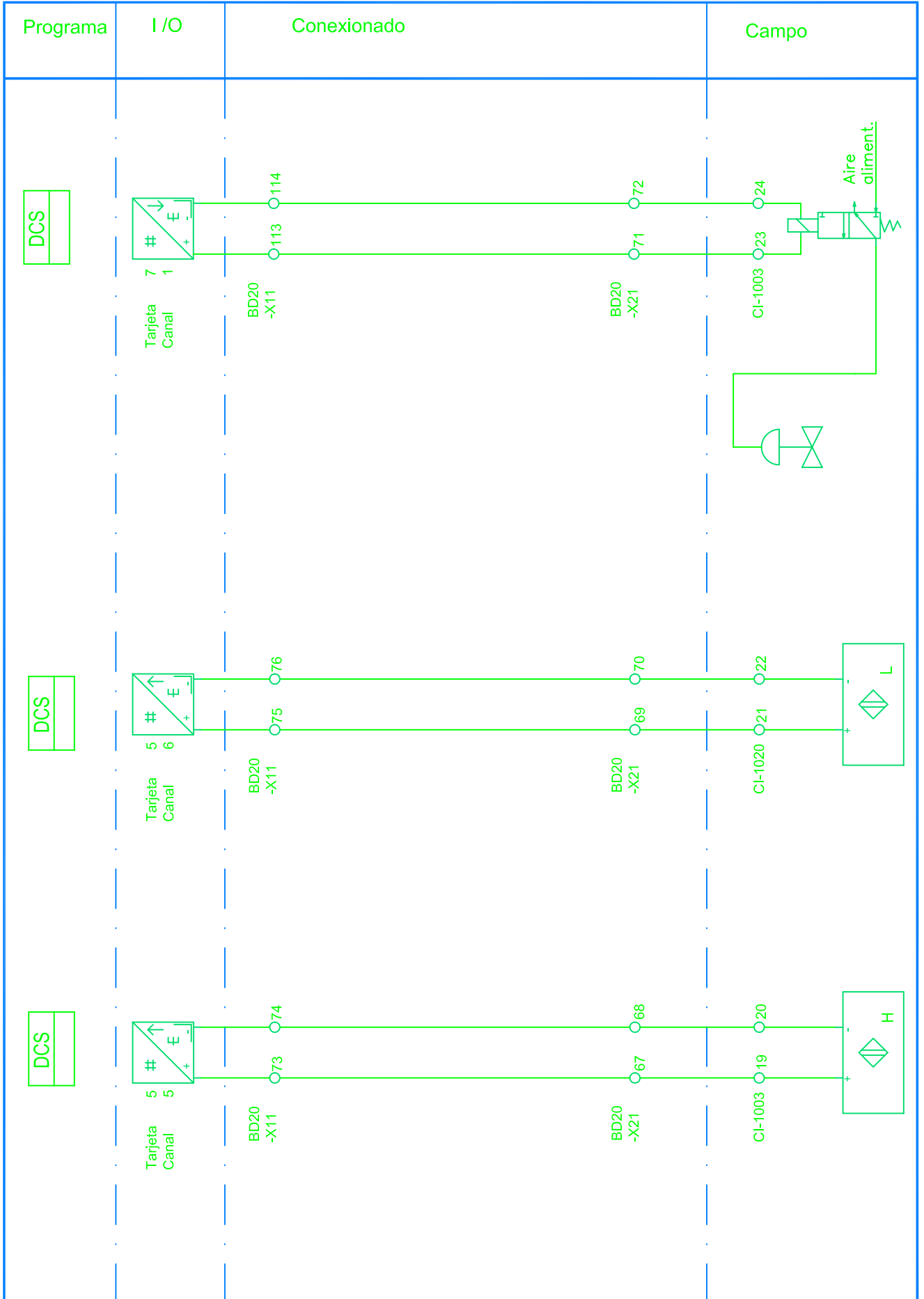


Modelo:
238
F+R

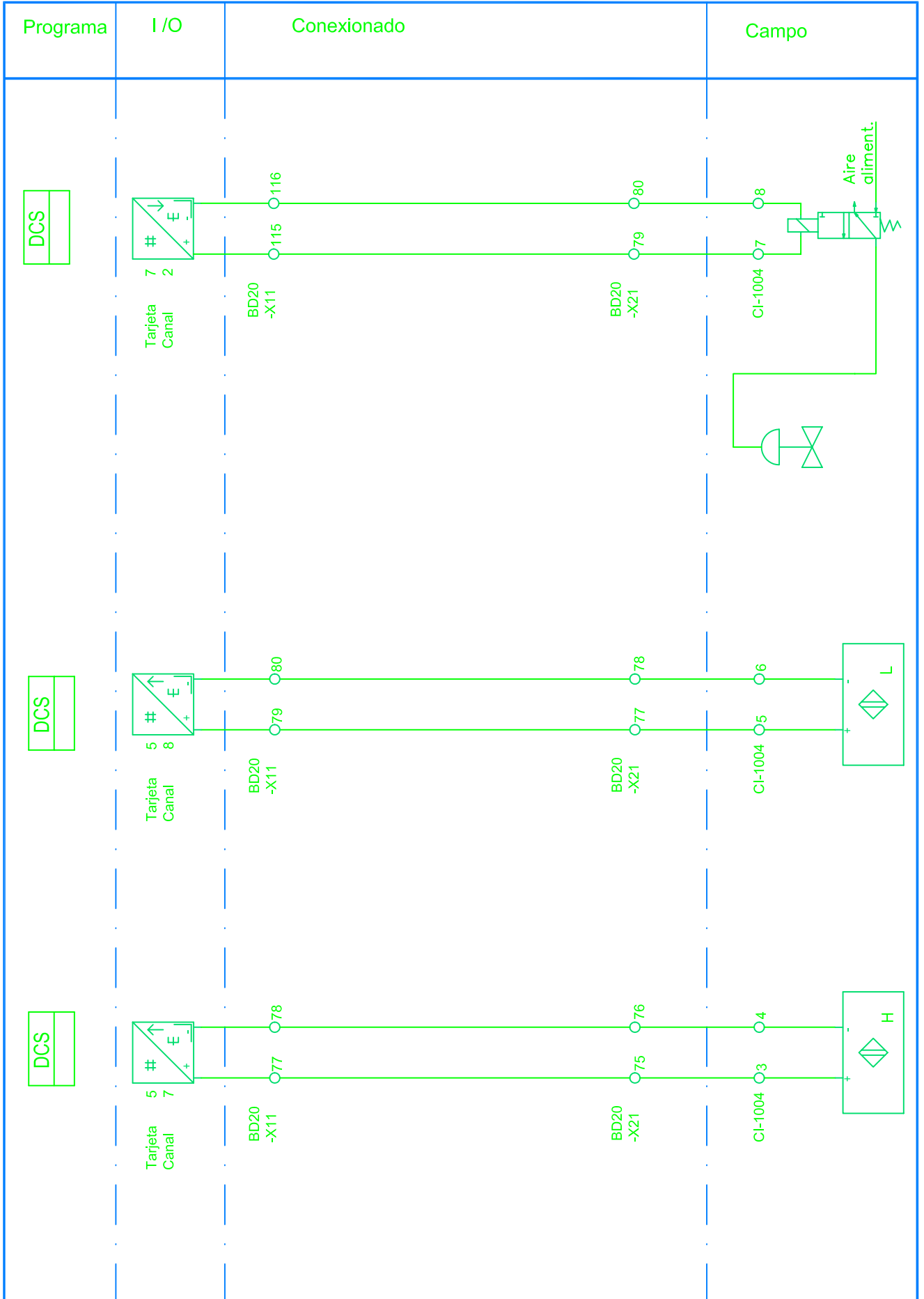
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1		T1020

T1020
TI

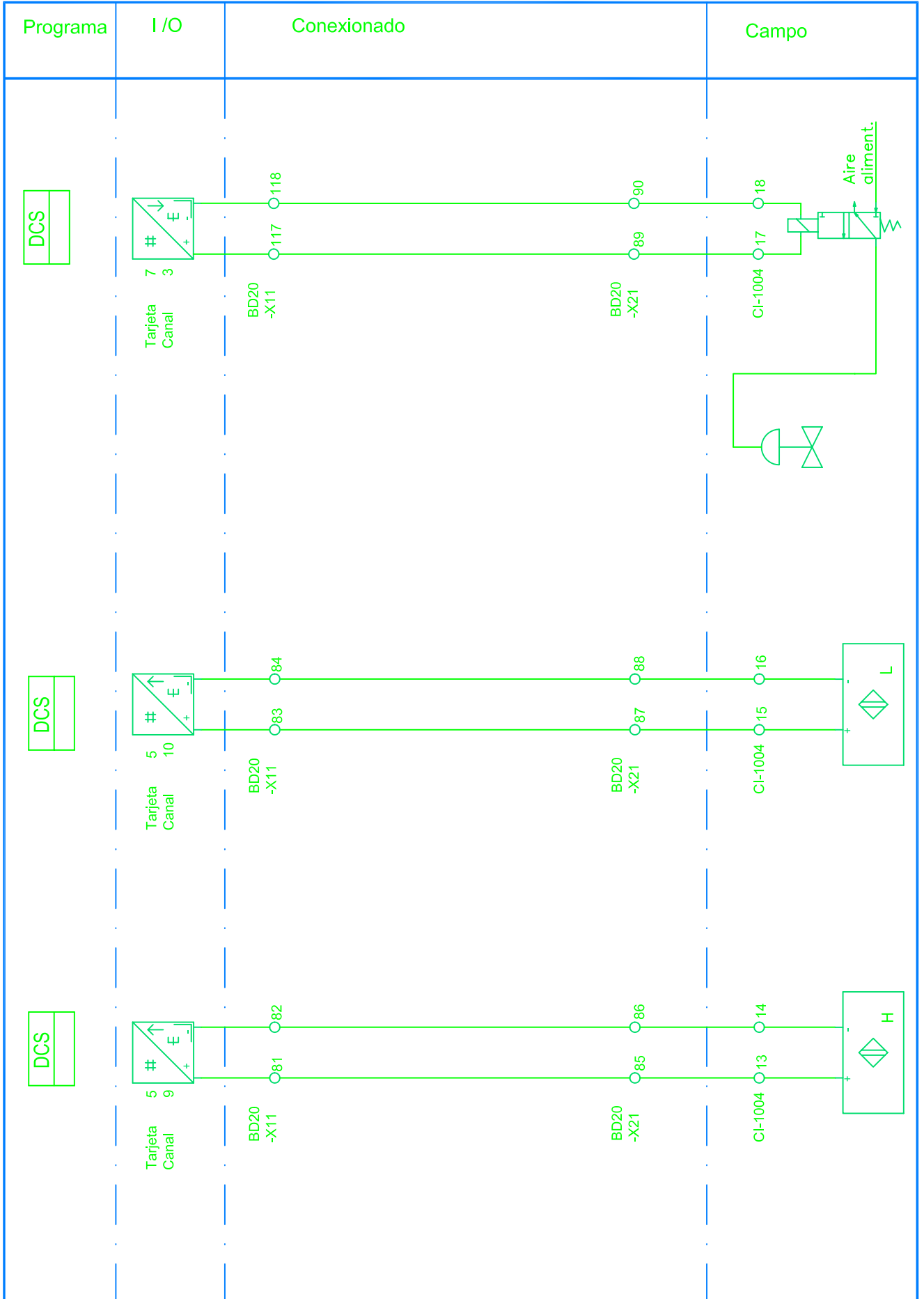
T1020



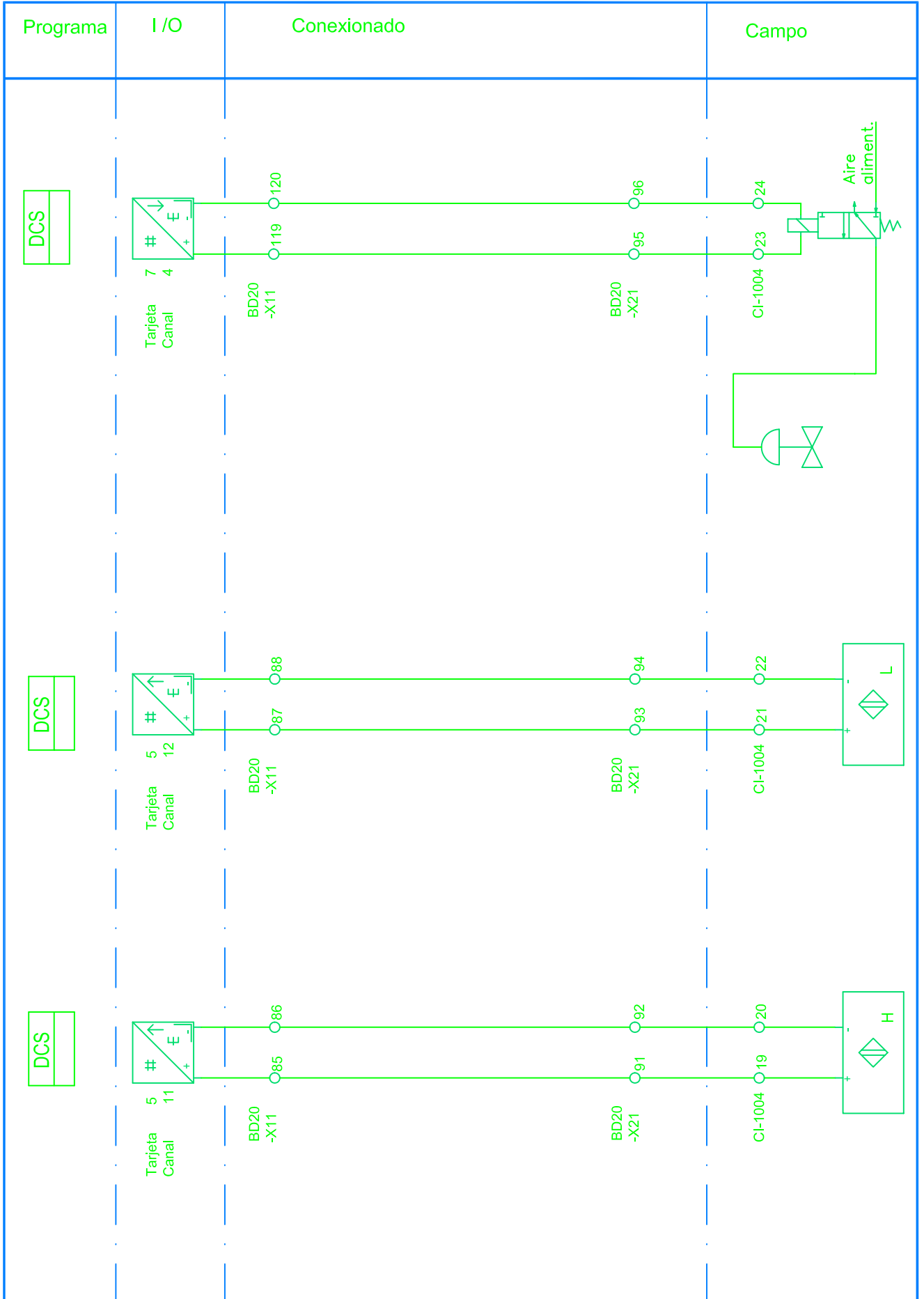
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		U1000 UV UH UL	P&ID: 1	U1000



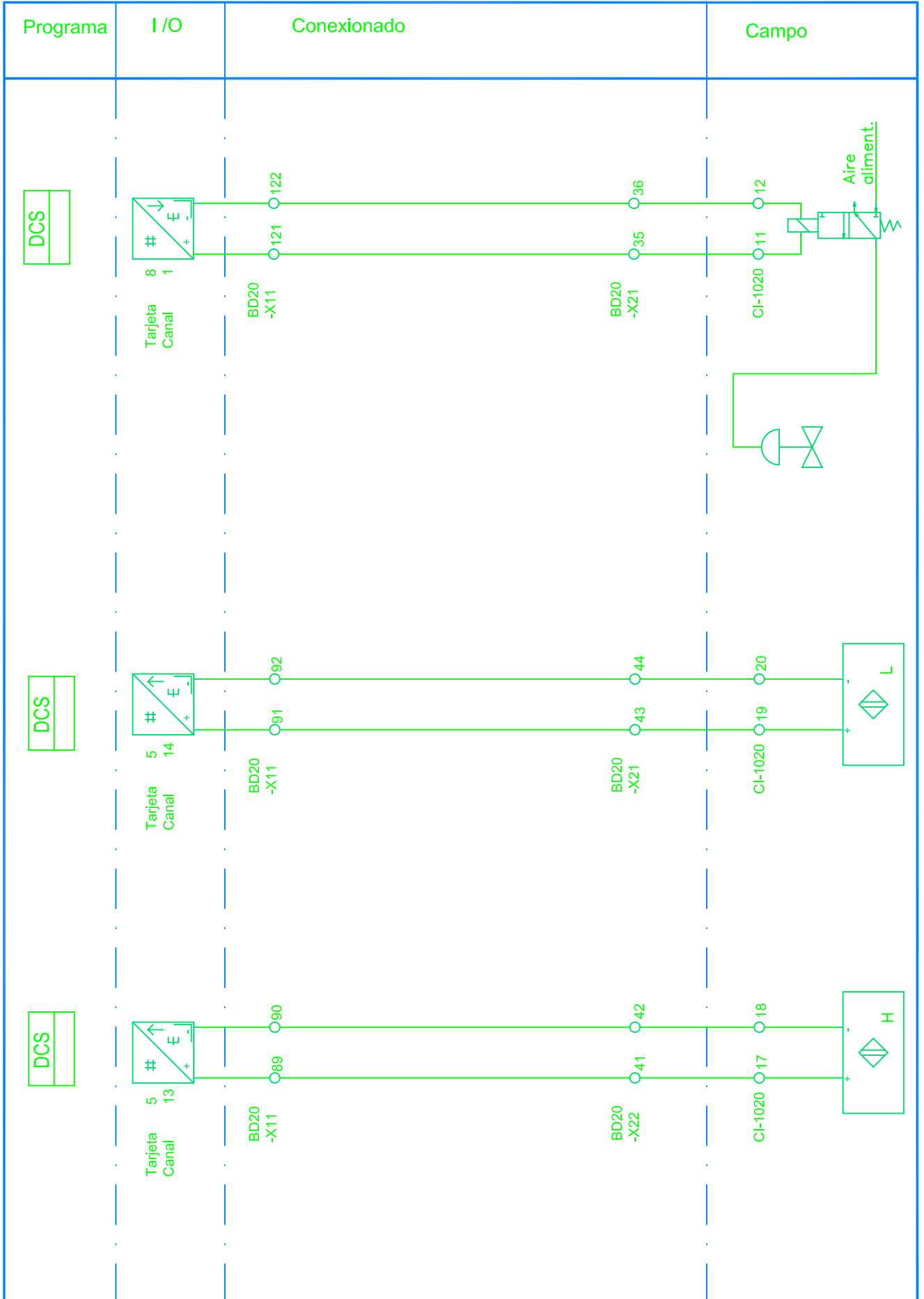
Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		P&ID: 1	U1001	
			U1001 UV UH UL			



Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		U1002 UV UH UL	P&ID: 1	U1002



Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		U1003 UV UH UL	P&ID: 1	U1003



Rev	Fecha	Realizado	Diagrama de Lazo	COLUMNA DE DESTILACIÓN		Hoja: 1
0	14.06.2003	Ugalde		U1021 UV UH UL	P&ID: 1	U1021

4 REGLETEROS Y CAJAS DE CAMPO

Cable	Punto Medición	Aparato, o Lugar	Punto anterior		Regleta	Punto Posterior		Aparato, o Lugar	Observaciones
	A1000_T		CI-1001	1	1	BD20-X11	1	T1C1	
	A1000_T		CI-1001	2	2	BD20-X11	2	T1C1	
	P1000_T		CI-1001	3	3	BD20-X11	23	T2C4	
	P1000_T		CI-1001	4	4	BD20-X11	24	T2C4	
	RESERVA		CI-1001	5	5				
	RESERVA		CI-1001	6	6				
	F1001_C		CI-1001	7	7	BD20-X11	97	T6C1	
	F1001_C		CI-1001	8	8	BD20-X11	98	T6C1	
	F1001_T		CI-1001	9	9	BD20-X11	7	T1C4	
	F1001_T		CI-1001	10	10	BD20-X11	8	T1C4	
	RESERVA		CI-1001	11	11				
	RESERVA		CI-1001	12	12				
	RESERVA		CI-1001	13	13				
	RESERVA		CI-1001	14	14				
	RESERVA		CI-1001	15	15				
	RESERVA		CI-1001	16	16				
	RESERVA		CI-1001	17	17				
	RESERVA		CI-1001	18	18				
	RESERVA		CI-1001	19	19				
	RESERVA		CI-1001	20	20				
	RESERVA		CI-1001	21	21				
	RESERVA		CI-1001	22	22				
	RESERVA		CI-1001	23	23				
	RESERVA		CI-1001	24	24				
	A1000_T		CI-1002	1	25	BD20-X11	5	T1C3	
	A1000_T		CI-1002	2	26	BD20-X11	6	T1C3	
	P1000_T		CI-1002	3	27	BD20-X11	37	T3C3	
	P1000_T		CI-1002	4	28	BD20-X11	38	T3C3	
	P1007_T		CI-1002	5	29	BD20-X11	65	T5C1	
	P1007_T		CI-1002	6	30	BD20-X11	66	T5C1	
	F1001_C		CI-1002	7	31	BD20-X11	39	T3C4	
	F1001_C		CI-1002	8	32	BD20-X11	40	T3C4	
	F1001_T		CI-1002	9	33	BD20-X11	67	T5C2	
	F1001_T		CI-1002	10	34	BD20-X11	68	T5C2	
	RESERVA		CI-1002	11	35	BD20-X11	41	T3C5	
	RESERVA		CI-1002	12	36	BD20-X11	42	T3C5	
	RESERVA		CI-1002	13	37	BD20-X11	101	T6C3	
	RESERVA		CI-1002	14	38	BD20-X11	102	T6C3	
	RESERVA		CI-1002	15	39	BD20-X11	11	T1C6	
	RESERVA		CI-1002	16	40	BD20-X11	12	T1C6	
	RESERVA		CI-1002	17	41	BD20-X11	19	T2C2	
	RESERVA		CI-1002	18	42	BD20-X11	20	T2C2	
	RESERVA		CI-1002	19	43				
	RESERVA		CI-1002	20	44				
	RESERVA		CI-1002	21	45				
	RESERVA		CI-1002	22	46				
	RESERVA		CI-1002	23	47				
	RESERVA		CI-1002	24	48				
0	14.06.03	UGALDE							
Rev.	Fecha	Realizado	Comprobado	Objeto					
Lista de bornas				EDIF:	BD20-X21			Regletero Interconexión	

Cable	Punto Medición	Aparato, o Lugar	Punto anterior	Regleta	Punto Posterior	Aparato, o Lugar	Observaciones
	P1001_T		CI-1003	1	49	BD20-X11 25	T2C5
	P1001_T		CI-1003	2	49	BD20-X11 26	T2C5
	P1002_T		CI-1003	3	49	BD20-X11 43	T3C6
	P1002_T		CI-1003	4	49	BD20-X11 44	T3C6
	P1003_T		CI-1003	5	49	BD20-X11 13	T1C7
	P1003_T		CI-1003	6	49	BD20-X11 14	T1C7
	T1003_T		CI-1003	7	49	BD20-X11 27	T2C6
	T1003_T		CI-1003	8	49	BD20-X11 28	T2C6
	F1004_T		CI-1003	9	49	BD20-X11 29	T2C7
	F1004_T		CI-1003	10	49	BD20-X11 30	T2C7
	T1004_T		CI-1003	11	49	BD20-X11 45	T3C7
	T1004_T		CI-1003	12	49	BD20-X11 46	T3C7
	P1005_C		CI-1003	13	49	BD20-X11 107	T6C6
	P1005_C		CI-1003	14	49	BD20-X11 108	T6C6
	T1005_T		CI-1003	15	49	BD20-X11 57	T4C5
	T1005_T		CI-1003	16	49	BD20-X11 58	T4C5
	P1006_T		CI-1003	17	49	BD20-X11 55	T4C4
	P1006_T		CI-1003	18	49	BD20-X11 56	T4C4
	U1000_H		CI-1003	19	49	BD20-X11 73	T5C5
	U1000_H		CI-1003	20	49	BD20-X11 74	T5C5
	U1000_L		CI-1003	21	49	BD20-X11 75	T5C6
	U1000_L		CI-1003	22	49	BD20-X11 76	T5C6
	RESERVA		CI-1003	23	49		
	RESERVA		CI-1003	24	49		
	U1000_V		CI-1004	1	49	BD20-X11 113	T7C1
	U1000_V		CI-1004	2	49	BD20-X11 114	T7C1
	U1001_H		CI-1004	3	49	BD20-X11 77	T5C7
	U1001_H		CI-1004	4	49	BD20-X11 78	T5C7
	U1001_L		CI-1004	5	49	BD20-X11 79	T5C8
	U1001_L		CI-1004	6	49	BD20-X11 80	T5C8
	U1001_V		CI-1004	7	49	BD20-X11 115	T7C2
	U1001_V		CI-1004	8	49	BD20-X11 116	T7C2
	F1002_C		CI-1004	9	49	BD20-X11 99	T6C2
	F1002_C		CI-1004	10	49	BD20-X11 100	T6C2
	F1002_T		CI-1004	11	49	BD20-X11 9	T1C5
	F1002_T		CI-1004	12	49	BD20-X11 10	T1C5
	U1002_H		CI-1004	13	49	BD20-X11 81	T5C9
	U1002_H		CI-1004	14	49	BD20-X11 82	T5C9
	U1002_L		CI-1004	15	49	BD20-X11 83	T5C10
	U1002_L		CI-1004	16	49	BD20-X11 84	T5C10
	U1002_V		CI-1004	17	49	BD20-X11 117	T7C3
	U1002_V		CI-1004	18	49	BD20-X11 118	T7C3
	U1003_H		CI-1004	19	49	BD20-X11 85	T5C11
	U1003_H		CI-1004	20	49	BD20-X11 86	T5C11
	U1003_L		CI-1004	21	49	BD20-X11 87	T5C12
	U1003_L		CI-1004	22	49	BD20-X11 88	T5C12
	U1003_V		CI-1004	23	49	BD20-X11 119	T7C4
	U1003_V		CI-1004	24	49	BD20-X11 120	T7C4

0	14.06.03	UGALDE		
Rev.	Fecha	Realizado	Comprobado	Objeto

Lista de bornas	EDIF:	BD20-X21	Regletero Interconexión

Cable	Punto Medición	Aparato, o Lugar	Punto anterior	Regleta	Punto Posterior	Aparato, o Lugar	Observaciones
				49			
				50			
				51			
				52			
				53			
				54			
				55			
				56			
				57			
				58			
				59			
				60			
				61			
				62			
				63			
				64			
				65			
				66			
				67			
				68			
				69			
				70			
				71			
				72			
				73			
				74			
				75			
				76			
				77			
				78			
				79			
				80			
				81			
				82			
				83			
				84			
				85			
				86			
				87			
				88			
				89			
				90			
				91			
				92			
				93			
				94			
				95			
				96			

0	14.06.03	UGALDE		
Rev.	Fecha	Realizado	Comprobado	Objeto

Lista de bornas	EDIF:	BD20-X21	Regletero Interconexión

Cable	Punto Medición	Aparato, o Lugar	Punto anterior		Regleta	Punto Posterior		Aparato, o Lugar	Observaciones
	A1000_T		-		1	BD20-X21	1		
	A1000_T		-		2	BD20-X21	2		
	P1000_T		-		3	BD20-X21	3		
	P1000_T		-		4	BD20-X21	4		
	P1007_T		-		5	BD20-X21	5		
	P1007_T		-		6	BD20-X21	6		
	F1001_C		-		7	BD20-X21	7		
	F1001_C		-		8	BD20-X21	8		
	F1001_T		-		9	BD20-X21	9		
	F1001_T		-		10	BD20-X21	10		
	RESERVA		-		11	BD20-X21	11		
	RESERVA		-		12	BD20-X21	12		
	RESERVA		-		13	BD20-X21	13		
	RESERVA		-		14	BD20-X21	14		
	RESERVA		-		15	BD20-X21	15		
	RESERVA		-		16	BD20-X21	16		
	RESERVA		-		17	BD20-X21	17		
	RESERVA		-		18	BD20-X21	18		
	RESERVA		-		19	BD20-X21	19		
	RESERVA		-		20	BD20-X21	20		
	RESERVA		-		21	BD20-X21	21		
	RESERVA		-		22	BD20-X21	22		
	RESERVA		-		23	BD20-X21	23		
	RESERVA		-		24	BD20-X21	24		
					⏏				

0	14.06.03	UGALDE		
Rev.	Fecha	Realizado	Comprobado	Objeto

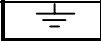
Lista de bornas	EDIF:	CI-1001	Caja de Campo

Cable	Punto Medición	Aparato, o Lugar	Punto anterior		Regleta	Punto Posterior		Aparato, o Lugar	Observaciones
	F1000_T		-		1	BD20-X21	25		
	F1000_T		-		2	BD20-X21	26		
	T1000_T		-		3	BD20-X21	27		
	T1000_T		-		4	BD20-X21	28		
	L1001_S		-		5	BD20-X21	29		
	L1001_S		-		6	BD20-X21	30		
	T1001_T		-		7	BD20-X21	31		
	T1001_T		-		8	BD20-X21	32		
	L1002_S		-		9	BD20-X21	33		
	L1002_S		-		10	BD20-X21	34		
	T1002_T		-		11	BD20-X21	35		
	T1002_T		-		12	BD20-X21	36		
	F1003_C		-		13	BD20-X21	37		
	F1003_C		-		14	BD20-X21	38		
	F1003_T		-		15	BD20-X21	39		
	F1003_T		-		16	BD20-X21	40		
	L1003_T		-		17	BD20-X21	41		
	L1003_T		-		18	BD20-X21	42		
	RESERVA		-		19	BD20-X21	43		
	RESERVA		-		20	BD20-X21	44		
	RESERVA		-		21	BD20-X21	45		
	RESERVA		-		22	BD20-X21	46		
	RESERVA		-		23	BD20-X21	47		
	RESERVA		-		24	BD20-X21	48		
					⏏				

0	14.06.03	UGALDE		
Rev.	Fecha	Realizado	Comprobado	Objeto

Lista de bornas	EDIF:	CI-1002	Caja de Campo

Cable	Punto Medición	Aparato, o Lugar	Punto anterior		Regleta	Punto Posterior		Aparato, o Lugar	Observaciones
	P1001_T		-		1	BD20-X21	49		
	P1001_T		-		2	BD20-X21	50		
	P1002_T		-		3	BD20-X21	51		
	P1002_T		-		4	BD20-X21	52		
	P1003_T		-		5	BD20-X21	53		
	P1003_T		-		6	BD20-X21	54		
	T1003_T		-		7	BD20-X21	55		
	T1003_T		-		8	BD20-X21	56		
	F1004_T		-		9	BD20-X21	57		
	F1004_T		-		10	BD20-X21	58		
	T1004_T		-		11	BD20-X21	59		
	T1004_T		-		12	BD20-X21	60		
	P1005_C		-		13	BD20-X21	61		
	P1005_C		-		14	BD20-X21	62		
	T1005_T		-		15	BD20-X21	63		
	T1005_T		-		16	BD20-X21	64		
	P1006_T		-		17	BD20-X21	65		
	P1006_T		-		18	BD20-X21	66		
	U1000_H		-		19	BD20-X21	67		
	U1000_H		-		20	BD20-X21	68		
	U1000_L		-		21	BD20-X21	69		
	U1000_L		-		22	BD20-X21	70		
	U1000_V		-		23	BD20-X21	71		
	U1000_V		-		24	BD20-X21	72		



0	14.06.03	UGALDE		
Rev.	Fecha	Realizado	Comprobado	Objeto

Lista de bornas	EDIF:	CI-1003	Caja de Campo

Cable	Punto Medición	Aparato, o Lugar	Punto anterior		Regleta	Punto Posterior		Aparato, o Lugar	Observaciones
	RESERVA		-		1	BD20-X21	73		
	RESERVA		-		2	BD20-X21	74		
	U1001_H		-		3	BD20-X21	75		
	U1001_H		-		4	BD20-X21	76		
	U1001_L		-		5	BD20-X21	77		
	U1001_L		-		6	BD20-X21	78		
	U1001_V		-		7	BD20-X21	79		
	U1001_V		-		8	BD20-X21	80		
	F1002_C		-		9	BD20-X21	81		
	F1002_C		-		10	BD20-X21	82		
	F1002_T		-		11	BD20-X21	83		
	F1002_T		-		12	BD20-X21	84		
	U1002_H		-		13	BD20-X21	85		
	U1002_H		-		14	BD20-X21	86		
	U1002_L		-		15	BD20-X21	87		
	U1002_L		-		16	BD20-X21	88		
	U1002_V		-		17	BD20-X21	89		
	U1002_V		-		18	BD20-X21	90		
	U1003_H		-		19	BD20-X21	91		
	U1003_H		-		20	BD20-X21	92		
	U1003_L		-		21	BD20-X21	93		
	U1003_L		-		22	BD20-X21	94		
	U1003_V		-		23	BD20-X21	95		
	U1003_V		-		24	BD20-X21	96		
					⏏				

0	14.06.03	UGALDE		
Rev.	Fecha	Realizado	Comprobado	Objeto

Lista de bornas	EDIF:	CI-1004	Caja de Campo

Cable	Punto Medición	Aparato, o Lugar	Punto anterior		Regleta	Punto Posterior		Aparato, o Lugar	Observaciones
	F1010_C		-		1	BD20-X22	1		
	F1010_C		-		2	BD20-X22	2		
	F1010_T		-		3	BD20-X22	3		
	F1010_T		-		4	BD20-X22	4		
	T1010_T		-		5	BD20-X22	5		
	T1010_T		-		6	BD20-X22	6		
	A1020_T		-		7	BD20-X22	7		
	A1020_T		-		8	BD20-X22	8		
	RESERVA		-		9	BD20-X22	9		
	RESERVA		-		10	BD20-X22	10		
	RESERVA		-		11	BD20-X22	11		
	RESERVA		-		12	BD20-X22	12		
	RESERVA		-		13	BD20-X22	13		
	RESERVA		-		14	BD20-X22	14		
	RESERVA		-		15	BD20-X22	15		
	RESERVA		-		16	BD20-X22	16		
	RESERVA		-		17	BD20-X22	17		
	RESERVA		-		18	BD20-X22	18		
	RESERVA		-		19	BD20-X22	19		
	RESERVA		-		20	BD20-X22	20		
	RESERVA		-		21	BD20-X22	21		
	RESERVA		-		22	BD20-X22	22		
	RESERVA		-		23	BD20-X22	23		
	RESERVA		-		24	BD20-X22	24		
					⏏				

0	14.06.03	UGALDE		
Rev.	Fecha	Realizado	Comprobado	Objeto

Lista de bornas	EDIF:	CI-1010	Caja de Campo

Cable	Punto Medición	Aparato, o Lugar	Punto anterior		Regleta	Punto Posterior		Aparato, o Lugar	Observaciones
	F1020_C		-		1	BD20-X22	25		
	F1020_C		-		2	BD20-X22	26		
	F1020_T		-		3	BD20-X22	27		
	F1020_T		-		4	BD20-X22	28		
	P1020_T		-		5	BD20-X22	29		
	P1020_T		-		6	BD20-X22	30		
	T1020_T		-		7	BD20-X22	31		
	T1020_T		-		8	BD20-X22	32		
	L1021_T		-		9	BD20-X22	33		
	L1021_T		-		10	BD20-X22	34		
	U1021_V		-		11	BD20-X22	35		
	U1021_V		-		12	BD20-X22	36		
	L1022_S		-		13	BD20-X22	37		
	L1022_S		-		14	BD20-X22	38		
	L1023_S		-		15	BD20-X22	39		
	L1023_S		-		16	BD20-X22	40		
	U1021_H		-		17	BD20-X22	41		
	U1021_H		-		18	BD20-X22	42		
	U1021_L		-		19	BD20-X22	43		
	U1021_L		-		20	BD20-X22	44		
	RESERVA		-		21	BD20-X22	45		
	RESERVA		-		22	BD20-X22	46		
	RESERVA		-		23	BD20-X22	47		
	RESERVA		-		24	BD20-X22	48		
					⏏				

0	14.06.03	UGALDE		
Rev.	Fecha	Realizado	Comprobado	Objeto

Lista de bornas	EDIF:	CI-1020	Caja de Campo

5 LISTA DE MOTORES

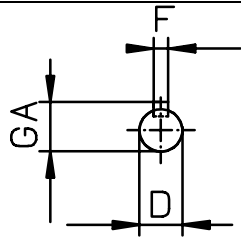
Proyecto N°: _____
 Planta: _____
 Edificio: _____

LISTA DE MOTORES

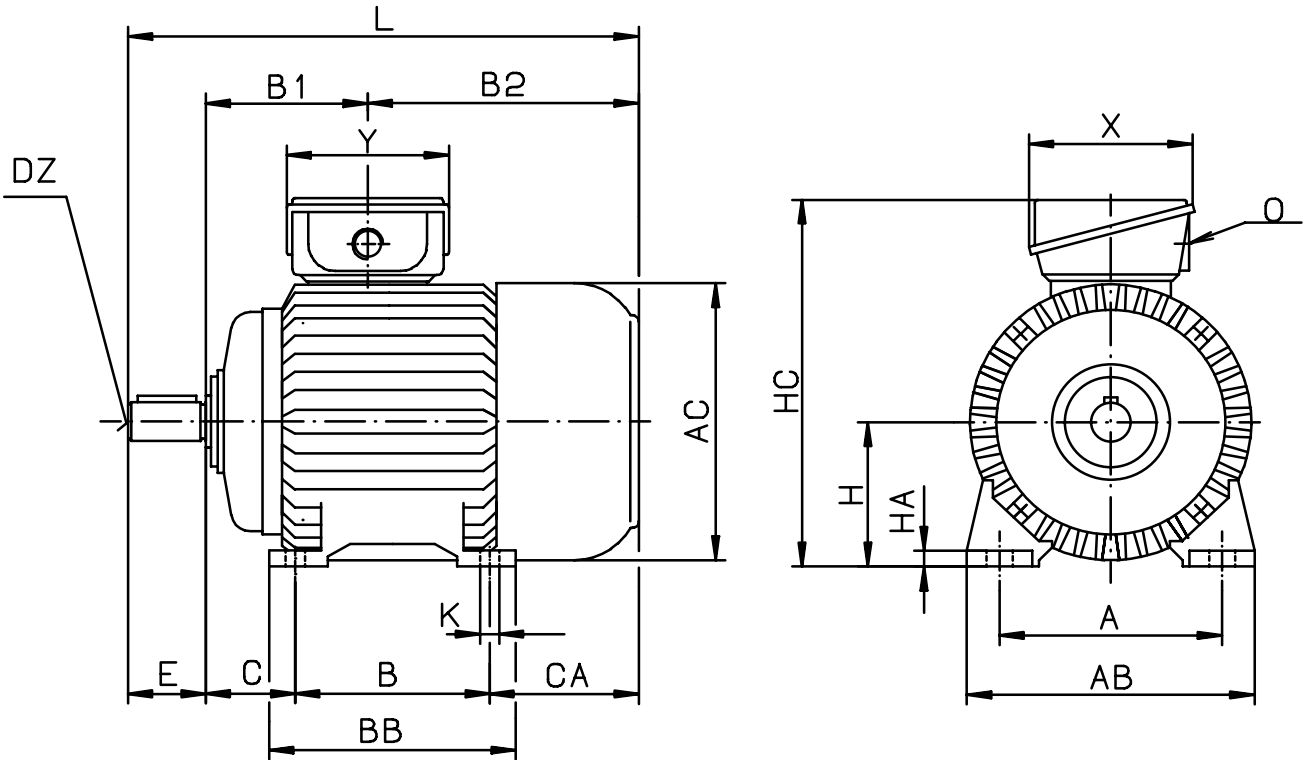
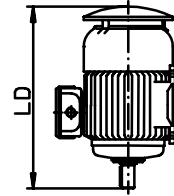
3				
2				
1				
0	7.6.2003	UGALDE		
Rev.	Fecha	Nombre		

N°	ACCIONAMIENTO	FABRICANTE	CUBICULO	CONEXION	CODIGO	P (KW)	n (min.)	U (V)	I (A)	IA IN	t (S)	Gr.-lg Clase Ex	OBSERVACIONES
1	PM100	ABB	AK3A6.A001	Triángulo	3GTA 092 120-DA	1	1420	400	2,4	5	17	Exe II T3	
2	PM101	ABB	AK3A6.B001	Triángulo	3GTA 132 310-DA	6,8	1440	400	13,2	6,2	10	Exe II T3	
3	PM102	ABB	AK3A6.B002	Triángulo	3GTA 112 310-DA	3,6	1440	400	7,7	7	12	Exe II T3	
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
14													
15													
16													
17													
18													
26													
27													

6 PLANOS DE MOTORES



IM V5 with protective roof



Size	A	B	AB	BB	K	HA	C	CA	H	HC	AC	L
90 SR	140	100	182	130	9.5	13	56	95	90	240	176	301
90 LR	140	125	182	155	9.5	13	56	95	90	240	176	326

Size	LD	B1	B2	X	Y	O	D	E	F	GA	DZ(=DB)
90 SR	326	106	145	118	131	1xPG16	24	50	8	27	M 8
90 LR	351	118.5	157.5	118	131	1xPG16	24	50	8	27	M 8

Tolerance range "k6" for shaft end.
 In the shaft end the motors have a centre hole with protective sinking and thread according to DIN 332, sheet 2.
 Key DIN 6885, Pg. 1.
 Shaft height tolerance according to DIN 747: - 0,5 mm.

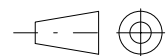
Motor Dimension Print

Motor Type:
 M2BA 90, EExe II T3
 IM B3 (B6,B7, B8, V5, V6) IM 1001, 1081

Document No:
 (90ARB3.DWG) 90ARB3.DOC
 A1.1005

Description:

Standard squirrel cage motor, Increased safety EEx e, foot-mounted, terminal box top-mounted



Unit: ABB Motors Oy, Finland

Issued by: EiHy

Replaces: 12.05.1997

Date: 30.07.1998

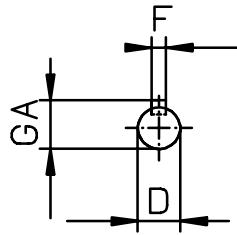
Approved by: H. Piipponen

Replaced by:

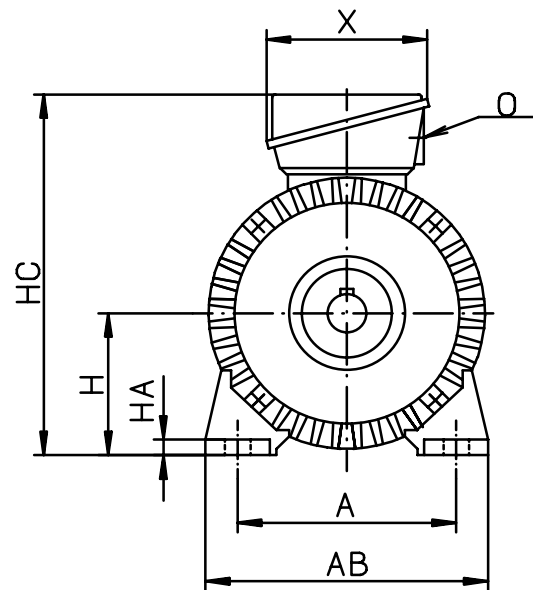
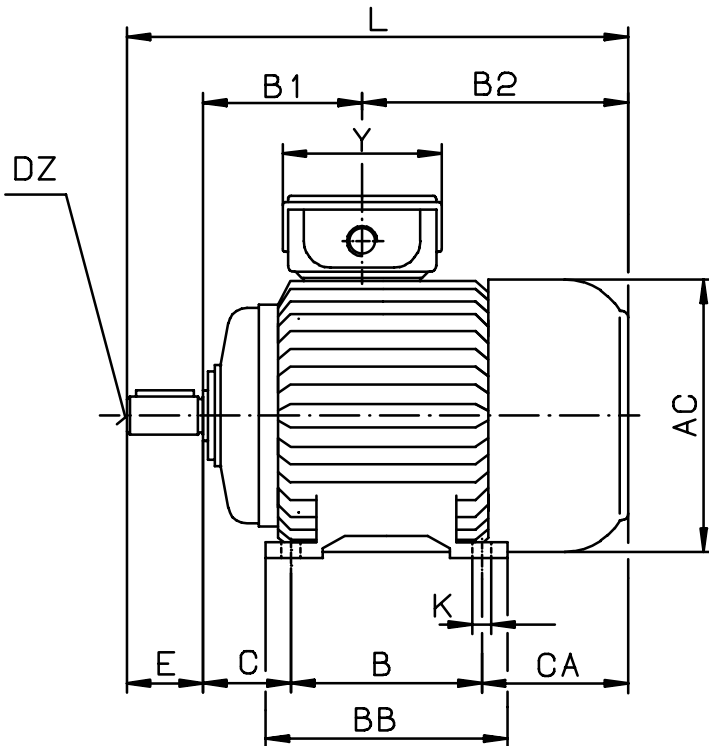
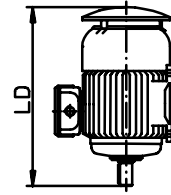
ABB Motors

Customer Reference:





IM V5 with protective roof



Size	A	B	AB	BB	K	HA	C	CA	H	HC	AC	L
112 R	190	140	235	175	11	14	70	144	112	281	218	414
Size	LD	B1	B2	X	Y	O	D	E	F	GA	DZ(=DB)	
112 R	445	150	204	118	170	1xPG16	28	60	8	31	M 10	

Tolerance range "k6" for shaft end.

In the shaft end the motors have a centre hole with protective sinking and thread according to DIN 332, sheet 2.

Key DIN 6885, Pg. 1.

Shaft height tolerance according to DIN 747: - 0,5 mm.

Motor Dimension Print

Motor Type:

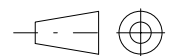
M2BA 112, EExe II T3
IM B3 (B6, B7, B8, V5, V6) IM 1001, 1081

Document No:

(112ARB3.DWG) 112ARB3.DOC
A1.1015

Description:

Standard squirrel cage motor, Increased safety EExe, foot-mounted, terminal box top-mounted



Unit: ABB Motors Oy, Finland

Issued by: EiHy

Replaces: 12.05.1997

Date: 30.07.1998

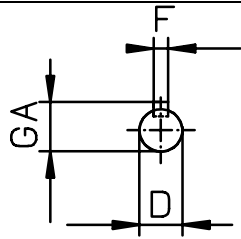
Approved by: H. Piipponen

Replaced by:

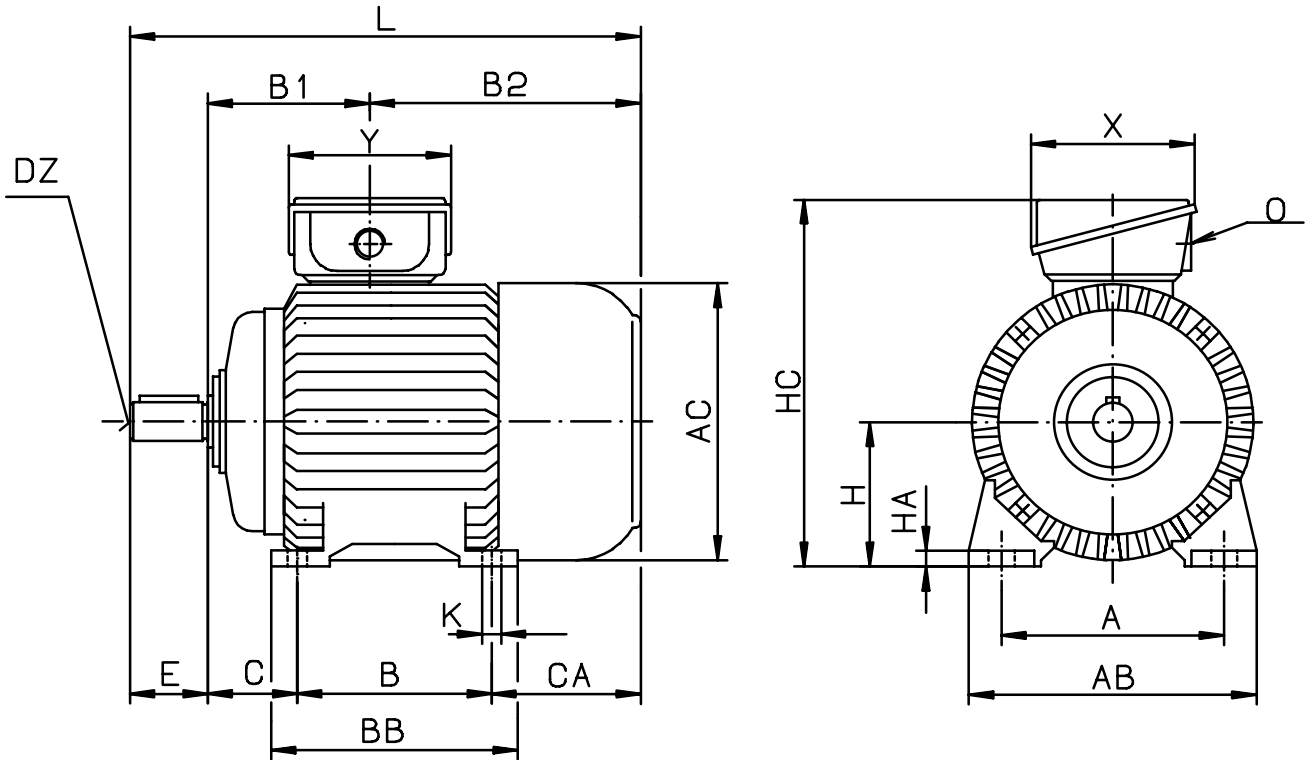
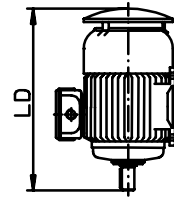
ABB Motors

Customer Reference:

ABB



IM V5 with protective roof



Size	A	B	AB	BB	K	HA	C	CA	H	HC	AC	L
132 SR	216	140	260	180	11	16	89	145	132	344	258	454
132 MR	216	178	260	218	11	16	89	145	132	344	258	492

Size	LD	B1	B2	X	Y	O	D	E	F	GA	DZ(=DB)
132 SR	487	159	215	170	170	1xPG21	38	80	10	41	M 12
132 MR	525	178	234	170	170	1xPG21	38	80	10	41	M 12

Tolerance range "k6" for shaft end.
 In the shaft end the motors have a centre hole with protective sinking and thread according to DIN 332, sheet 2.
 Key DIN 6885, Pg. 1.
 Shaft height tolerance according to DIN 747: - 0,5 mm.

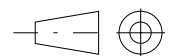
Motor Dimension Print

Motor Type:
 M2BA 132, EExe II T3
 IM B3 (B6, B7, B8, V5, V6) IM 1001, 1081

Document No:
 (132ARB3.DWG) 132ARB3.DOC
 A1.1020

Description:

Standard squirrel cage motor, Increased safety EEx e, foot-mounted, terminal box top-mounted



Unit: ABB Motors Oy, Finland

Issued by: EiHy

Replaces: 12.05.1997

Date: 30.07.1998

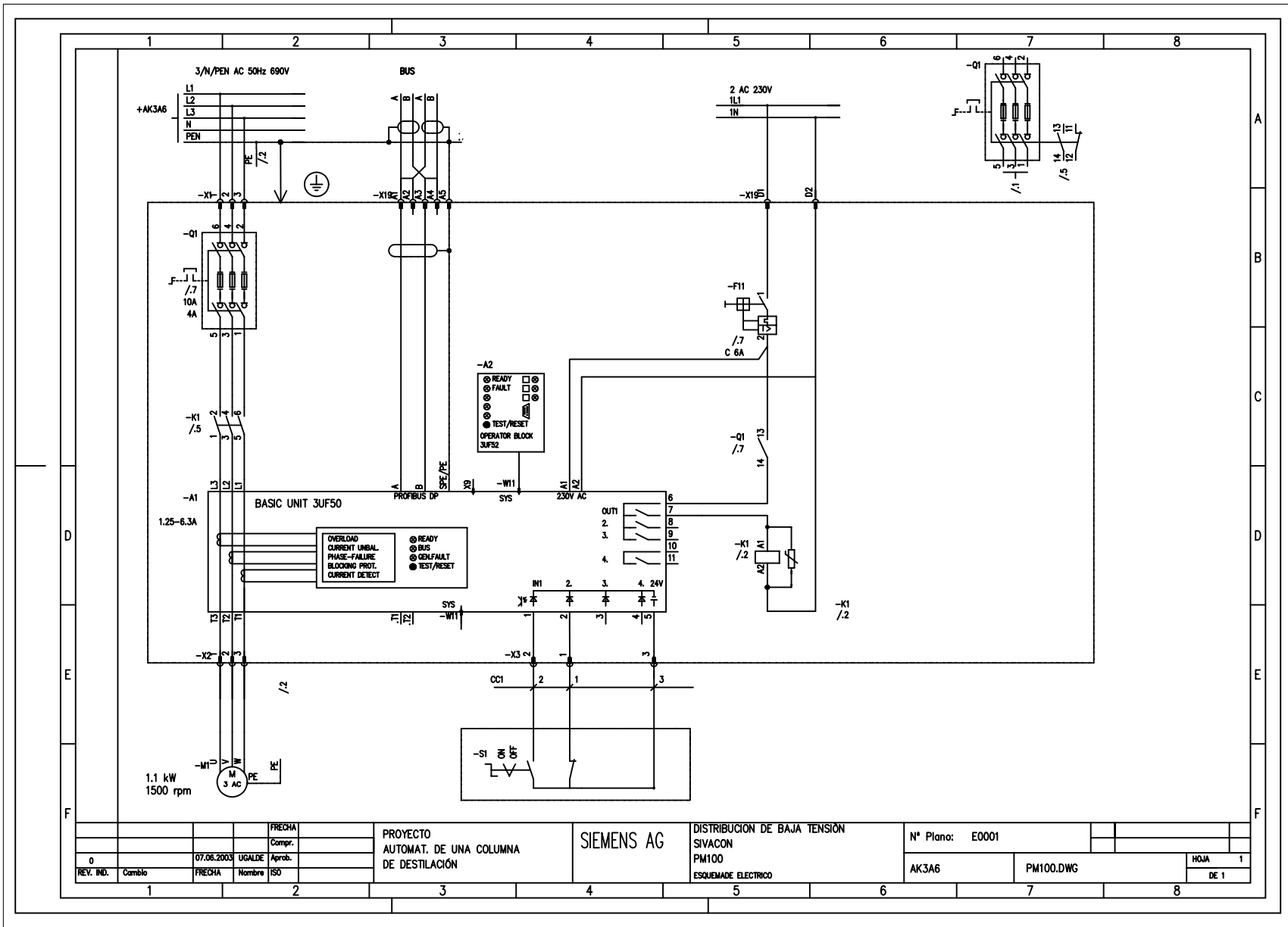
Approved by: H. Piipponen

Replaced by:

ABB Motors

Customer Reference:

ABB



			FRECHA	
			Compr.	
0		07.08.2003	UGALDE	Aprob.
REV. IND.	Cambio	FRECHA	Nombre	ISO

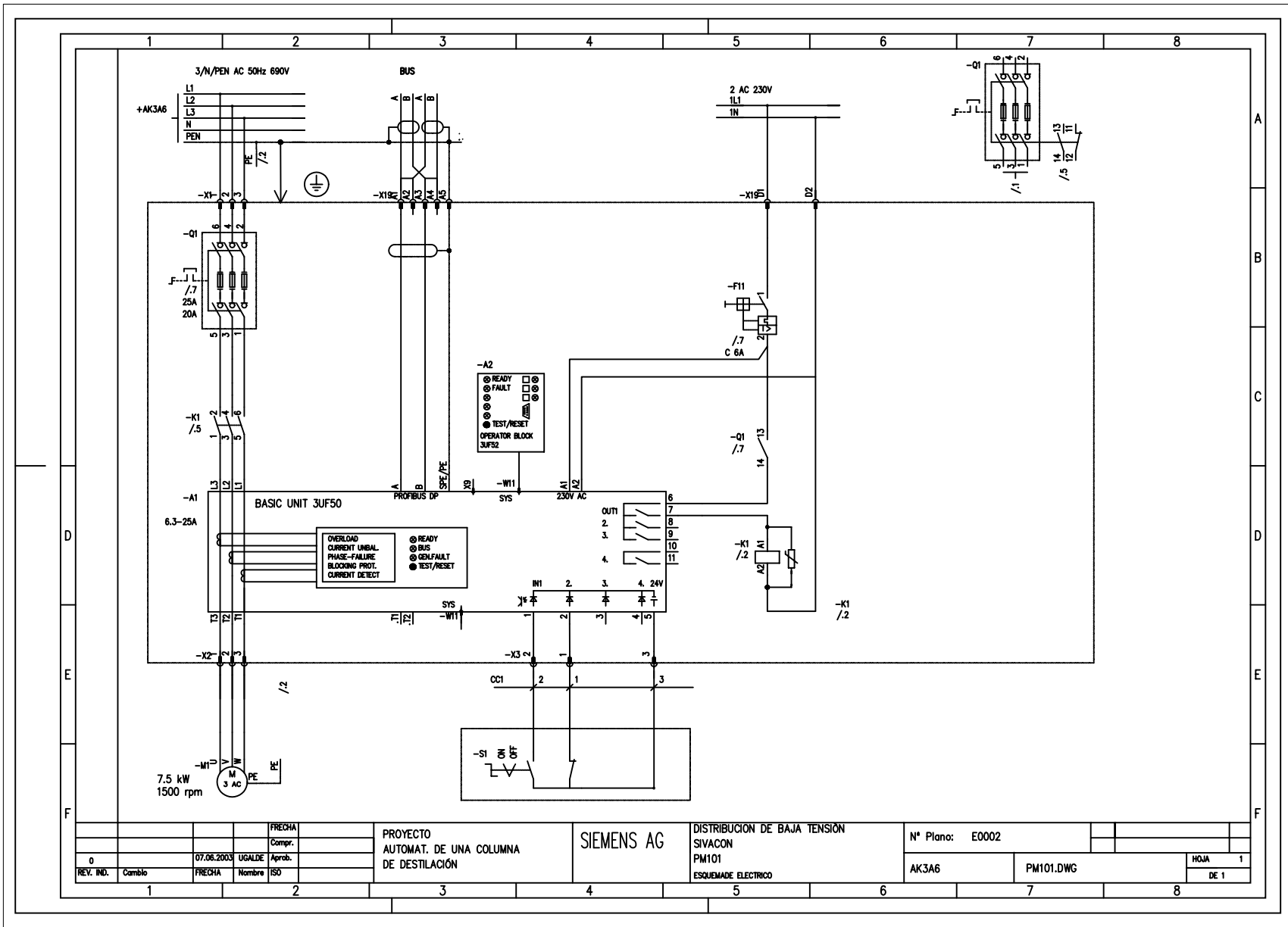
PROYECTO
AUTOMAT. DE UNA COLUMNA
DE DESTILACIÓN

SIEMENS AG

DISTRIBUCION DE BAJA TENSION
SIVACON
PM100
ESQUEMADE ELECTRICO

Nº Plano: E0001
AK3A6 PM100.DWG

HOJA 1
DE 1



			FRECHA	
			Compr.	
0		07.08.2003	UGALDE	Aprob.
REV. IND.	Cambio	FRECHA	Nombre	ISO

PROYECTO
AUTOMAT. DE UNA COLUMNA
DE DESTILACIÓN

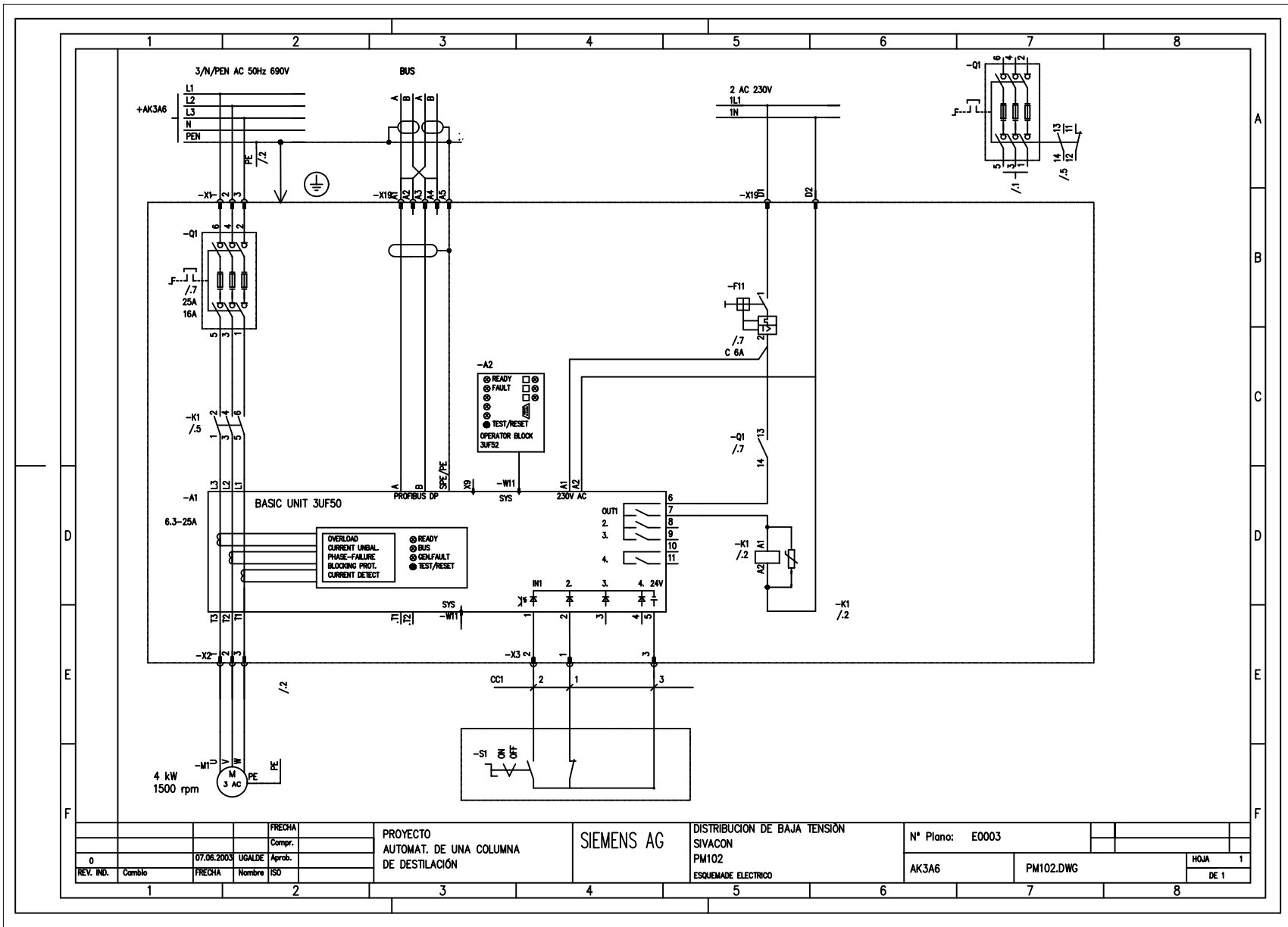
SIEMENS AG

DISTRIBUCION DE BAJA TENSION
SIVACON
PM101
ESQUEMADE ELECTRICO

Nº Plano: E0002

AK3A6 PM101.DWG

HOJA 1
DE 1



			FRECHA	
			Compr.	
0		07.08.2003	UGALDE	Aprob.
REV. IND.	Cambio	FRECHA	Nombre	ISO

PROYECTO
AUTOMAT. DE UNA COLUMNA
DE DESTILACIÓN

SIEMENS AG

DISTRIBUCION DE BAJA TENSION
SIVACON
PM102
ESQUEMADE ELECTRICO

Nº Plano: E0003
AK3A6 PM102.DWG

HOJA 1
DE 1

**PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN
DE UNA COLUMNA DE DESTILACIÓN DE
ETANO-ETILENO PROPANO-PROPILENO**

PLIEGO DE CONDICIONES

HARITZ UGALDE OLASCOAGA

E.T.S.E. – U.R.V

AÑO 2003

1	Condiciones generales	4
1.1	Introducción	4
1.2	Documentos del proyecto	4
1.3	Reglamentos y Normas	5
1.4	Modificaciones en la instalación	6
1.5	Materiales	6
1.6	Medidas de orden y seguridad	7
1.7	Personal	7
1.8	Ejecución de la instalación	7
1.9	Libro de órdenes.....	8
1.10	Recepción de la instalación	8
2	Condiciones económicas	10
2.1	Abono de la instalación.....	10
2.2	Precios.....	10
2.3	Revisión de precios	10
2.4	Reclamación de aumento de precios.....	11
2.5	Indemnización por cuenta del contratista	11
2.6	Instalación defectuosa	11
2.7	Conservación de la instalación	11
2.8	Gastos por pruebas y ensayos	12
2.9	Fianzas	12
2.10	Penalizaciones	13
3	Condiciones facultativas	14
3.1	Delimitación general de funciones técnicas	14
3.2	Obligaciones generales del contratista	15
3.3	Plan de seguridad e higiene	15
3.4	Presencia del director de obra	15
3.5	Faltas de personal	15
3.6	Ampliación del proyecto por causas de fuerza mayor	16
3.7	Procedencia de los materiales y aparatos	16
3.8	Materiales y aparatos defectuosos	16
3.9	Reconocimientos y ensayos previos.....	16

3.10	Ensayos	17
4	Condiciones administrativas.....	18
4.1	Contrato.....	18
4.2	Responsabilidades	18
4.3	Rescisión del contrato	19
5	Condiciones técnicas.....	20
5.1	Descripción del sistema.....	20
5.2	Normas a seguir	20
5.3	Condiciones generales	20
5.4	Zonas clasificadas con peligro de explosión.....	21
5.5	Protección de Instrumentos en zonas clasificadas	21
5.6	Protección de motores en zonas clasificadas	21
5.7	Instalación del cableado	22
5.8	Instalación de cajas de campo	22
5.9	Instalación del DCS	22
5.10	Alimentación del sistema de control.....	22
5.11	Instalación de cables.....	23
5.12	Motores	23
5.13	Salida de cables.....	23
5.14	Conexión a tierra.....	24

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 Introducción

El presente proyecto desarrolla la automatización de una columna de destilación de propano-propileno etano-etileno. Dada la condición de “proyecto final de carrera”, las consideraciones de tipo contractual, aunque son válidas, deben considerarse con carácter de suposición y se podrán llevar a cabo si la empresa contratista a la que se le adjudique el proyecto lo desarrolla en su totalidad.

1.2 Documentos del proyecto

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Estudio de Simulación
- Memoria descriptiva
- Memoria de Cálculos
- Memoria de Planos y Documentos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto

Se entiende por documentos contractuales aquellos incorporados en el contrato y que son de obligado cumplimiento, excepto las modificaciones debidamente autorizadas. Estos documentos son los Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto.

El resto de documentos o datos del Proyecto son documentos informativos y están constituidos por la Memoria con todos sus anexos, presupuestos parciales y cuadros de precios.

Los documentos informativos representan únicamente una opinión fundamentada, sin que esto suponga que deban tomarse como ciertos e invariables. Estos datos deben

considerarse solamente como un complemento de información que el Contratista ha de adquirir directamente y con sus propios medios.

Sólo los documentos contractuales constituyen la base del contrato. Por lo tanto, el Contratista no podrá alegar modificación de las condiciones del Contrato en base a los datos contenidos en los documentos informativos, excepto que estos datos figuren en algún documento contractual.

El Contratista será por tanto responsable de los fallos que se puedan derivar por no obtener la suficiente información directa que rectifique o ratifique la información contenida en los documentos informativos del Proyecto.

En caso de contradicciones entre los Planos y las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en este Pliego de Condiciones, prevalece lo indicado en estas últimas. En cualquier caso, los dos documentos prevalecen sobre las Condiciones Técnicas Generales de este Pliego de Condiciones.

Aquello que haya sido nombrado en el Pliego de Condiciones y no en los Planos o viceversa tendrá que ser ejecutado como si hubiese estado expuesto en ambos documentos, siempre que a juicio del Director queden suficientemente definidas las unidades de obra correspondientes y estas tengan precio en el Contrato.

1.3 Reglamentos y Normas

Todas las unidades de la instalación se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los reglamentos de Seguridad y Normas técnicas, que son de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto en el ámbito estatal, autonómico y municipal como todas las otras establecidas en el Proyecto.

Se adaptarán además las condiciones particulares siguientes que complementarán las indicadas en los reglamentos y normas citadas.

1.4 Modificaciones en la instalación

El Contratista realizará todos los planteamientos parciales que sean necesarios para la correcta ejecución de la instalación, los cuales serán aprobados previamente por la Dirección. También tendrá que materializar sobre el terreno todos los puntos de detalle que la Dirección considere necesarios para el acabado exacto de las diferentes unidades. Todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para estos trabajos son a cuenta del Contratista.

1.5 Materiales

Todos los materiales utilizados serán de primera calidad, cumplirán las especificaciones definidas en las hojas técnicas del proyecto y en las normas técnicas generales.

El contratista entregará a la propiedad previamente a la instalación los certificados de los materiales preceptivos de instalarse en áreas con peligro de explosión.

Toda especificación o característica de materiales que figure en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tiene la obligación de avisar al técnico que ejerce de Director de Obra, quien decidirá al respecto. En ningún caso podrá suplir la falta sin la autorización de la empresa.

Si por no cumplir las prescripciones del presente Pliego, se rechazan los materiales que figuran como utilizables solo en los documentos informativos, el Contratista tendrá la obligación de aportar otros materiales que cumplan las prescripciones, sin que por esto tenga derecho a un nuevo precio unitario.

1.6 Medidas de orden y seguridad

El Contratista está obligado a adoptar las medidas de orden y seguridad necesarias para la buena y segura marcha de los trabajadores.

En todo caso, el Instalador será el responsable durante la ejecución de las obras de todos los accidentes y perjuicios que pueda tener su personal, otras personas o entidades. El Instalador pondrá todos los medios necesarios para el cumplimiento de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales y asumirá todas las responsabilidades establecidas en dicha Ley.

1.7 Personal

El Contratista nombrará un responsable con autoridad sobre el resto de trabajadores, que tendrá que acreditar suficientes conocimientos para asumir la ejecución de la obra con garantías plenas en relación a la calidad y la seguridad.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de Obra.

El Contratista tendrá en la obra el número y clase de operarios necesarios para la ejecución para la ejecución de la misma. Estos operarios tendrán aptitudes y experiencia reconocida. El Contratista está obligado a separar de la obra a aquel personal que, según el Técnico Director, no cumpla sus obligaciones, haga el trabajo defectuosamente, no cumpla con las medidas de seguridad establecidas o con su comportamiento ponga en peligro la seguridad y salud de los demás trabajadores.

1.8 Ejecución de la instalación

Comienzo: El Contratista dará comienzo a la obra en el plazo que figure en el Contrato establecido con la Propiedad o en su defecto al cabo de quince días de la adjudicación definitiva de la obra.

El Contratista está obligado a notificar por escrito al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

Plazo de ejecución: La obra se ejecutará en el plazo estipulado en el contrato suscrito con la Propiedad.

Cuando el contratista, de acuerdo con alguno de los puntos incluidos en este pliego o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder llevar a cabo un trabajo posterior que esté condicionado, está obligado a tener preparada para esta inspección una cantidad de obra correspondiente a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista no sea el normal o bien por petición de una de las partes, se podrá acordar una programación de inspecciones de acuerdo con el plan de obras.

1.9 Libro de órdenes

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán todas las órdenes que el técnico director crea oportuno darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que les dé por oficio y que tendrá obligación de firmar el enterado.

1.10 Recepción de la instalación

Recepción provisional: Una vez acaba la obra, se llevará a cabo la recepción provisional de las obras. Para ello, el técnico director y la propiedad, en presencia del contratista, levantarán acta, empezando a correr desde ese día el plazo de garantía de la instalación si ésta se halla en estado de ser admitida.

De no ser admitida, se hará constar en acta y se darán instrucciones al contratista para subsanar los defectos observados, fijándose para ello un plazo, el cual procederá a un nuevo reconocimiento a fin de preceder a la recepción provisional.

Plazo de garantía: El plazo de garantía será como mínimo de un año (o bien el que se establezca por contrato) contado desde la fecha de recepción provisional. Durante este periodo queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causadas por asiento de las mismas o por mala construcción.

Recepción definitiva: Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

2 CONDICIONES ECONÓMICAS

2.1 Abono de la instalación

En el contrato se especificará detalladamente el importe y la forma de pago. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales y dependerán de los certificados de la liquidación final. Estas liquidaciones no suponen aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Una vez acabadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

2.2 Precios

El Contratista presentará al formalizarse el contrato una relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales podrán de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos, materiales, la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará el precio entre el técnico director y el contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

2.3 Revisión de precios

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a la revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del técnico director alguno de los criterios oficiales técnicos aceptados.

2.4 Reclamación de aumento de precios

Si el contratista antes de la firma del contrato no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún concepto reclamar aumento de los precios fijados para la ejecución de las obras.

2.5 Indemnización por cuenta del contratista

El contratista reparará a su cargo los servicios públicos o privados estropeados, indemnizando a las personas o propietarios que resulten afectados. El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar contaminación del medio ambiente por la acción de combustibles, aceites, humos etc. y será responsable de los daños y perjuicios que se puedan causar.

El contratista tendrá que mantener durante la ejecución de la obra y rehacer a su conclusión las servidumbres afectadas, siendo a cargo del contratista los trabajos necesarios para este fin.

2.6 Instalación defectuosa

Cuando el contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en el pliego de condiciones, el técnico director podrá aceptarlo o rechazarlo. En el primer caso, éste fijará el precio con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el contratista a acatar dicha valoración. En el otro caso, se reconstruirá a expensas del contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

2.7 Conservación de la instalación

Es obligación del contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de la instalación realizadas hasta la fecha de recepción definitiva por parte de la propiedad. Los gastos irán a su cargo.

Definición: Se define como conservación de obra, los trabajos de vigilancia y custodia de la obra, limpieza, acabados, entretenimiento y reparación y todos aquellos trabajos que sean necesarios para mantener las obras en perfecto estado de funcionamiento.

El presente artículo será de aplicación desde el momento de iniciarse las obras hasta la recepción definitiva. Todos los gastos originados en este concepto serán a cargo del contratista.

Serán a cargo del contratista la reposición de elementos que se hayan deteriorado o robado, El contratista tendrá en cuenta en el cálculo de sus propuestas económicas los gastos correspondientes a las reposiciones citadas o a los seguros que sean convenientes. Se tendrá en cuenta especialmente los seguros contra incendios y contra robo durante el periodo de garantía, ya que se entienden incluidos en el concepto de vigilancia y custodia a cuenta del contratista.

2.8 Gastos por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de la obra serán por cuenta del contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio o que no ofrezca garantías suficientes debe repartirse y será a cargo del contratista.

2.9 Fianzas

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista deberá depositar en garantías del cumplimiento del mismo o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pago a cuenta citados.

En el caso de que el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas o a atender la garantía, la propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención

de la fianza sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al contratista en un plazo no superiora treinta días una vez firmada el acta de recepción de la obra.

2.10 Penalizaciones

Se podrán crear tablas de penalización para regular los atrasos en los plazos de entrega de las obras. Las cantidades y plazos se fijarán en el contrato.

3 CONDICIONES FACULTATIVAS

3.1 Delimitación general de funciones técnicas

Corresponde al ingeniero:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que sean necesarios
- Asistir a las obras tantas veces como lo requiera su complejidad y naturaleza para poder resolver los contingentes que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean necesarias para poder conseguir la solución técnica correcta.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos especialistas en determinadas materias.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción
- Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir el certificado final de obra
- Planificar a la vista del proyecto de ingeniería, del contrato y de la normativa técnica de aplicación el control de calidad y económico de la obra
- Redactar cuando se solicite el estudio de seguridad y salud que evalúe los riesgos en el trabajo durante la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad e Higiene para su aplicación
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo controlando su correcta ejecución
- Ordenar y dirigir la ejecución material de acuerdo con el proyecto, con las normas técnicas y con las reglas de buena instalación
- Hacer o disponer de las pruebas y ensayos materiales, instalaciones y otras unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar otras comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad de la instalación

3.2 Obligaciones generales del contratista

Verificación de los documentos del proyecto. Antes de comenzar las obras, el contratista consignará por escrito que la documentación aportada resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

3.3 Plan de seguridad e higiene

El instalador, a la vista del proyecto que contenga el estudio de seguridad e higiene, presentará el plan de seguridad e higiene de la obra a la aprobación del director facultativo.

3.4 Presencia del director de obra

El director de obra, por el mismo o a través de sus técnicos o encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al ingeniero en las visitas que se hagan a obra, poniéndose a su disposición para todos los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrará los datos necesarios para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

3.5 Faltas de personal

El ingeniero, en caso de desobediencia de sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comporte o perturbe la buena marcha de los trabajadores, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los operarios causantes de la perturbación.

El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas industriales, sujetándose en su caso, a lo estipulado en este pliego de condiciones particulares y sin perjudicar sus obligaciones como contratista general de la obra.

3.6 Ampliación del proyecto por causas de fuerza mayor

Cuando sea necesario ampliar el proyecto por motivo imprevisto o por cualquier accidente, no se interrumpirán los trabajos y se seguirá según las instrucciones hechas por el ingeniero mientras se formula o tramita el proyecto reforzado.

3.7 Procedencia de los materiales y aparatos

El instalador tiene libertad de proveerse de materiales y aparatos de toda clase en los puntos que él crea conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas perciba una procedencia determinada.

Obligatoriamente y antes de proceder a su utilización y montaje, el instalador presentará al ingeniero una lista completa de los materiales y aparatos que tenga que utilizar donde se especifique todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno.

3.8 Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad definida en este pliego o no se tuviese la preparación que se exige o cuando la falta de prescripciones formales del pliego se reconociese o demostrase que no son adecuadas para su objetivo, el ingeniero dará orden al instalador de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones y cumplan con el objetivo para el que se destinan.

3.9 Reconocimientos y ensayos previos

Cuando lo estime oportuno el técnico director, podrá encargar y ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra según se crea más conveniente, aunque estos no estén indicados en este pliego. Ñas comprobaciones las efectuarán especialistas competentes en presencia del director técnico.

Los gastos originados por estas pruebas y comprobaciones correrán a cargo del contratista.

3.10 Ensayos

Antes de la puesta en servicio de la instalación, el contratista tiene que hacer los ensayos necesarios para probar, a la entera satisfacción del técnico director de obra, que todo equipo, aparato, etc. han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias para funcionar.

Todos los ensayos serán presenciados por el ingeniero. Los resultados de los ensayos serán plasmados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como su categoría profesional.

4 CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

4.1 Contrato

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el proyecto técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

4.2 Responsabilidades

El contratista es responsable de la ejecución de la obra como se fija en el proyecto y tendrá que rehacer toda parte que no se ajuste al mismo.

El contratista es el único responsable de los posibles fallos cometidos por él o su personal, así como de los accidentes o perjuicios producidos a la propiedad, vecinos o terceros a causa de la inexperiencia o métodos inadecuados.

El contratista es el único responsable de los incumplimientos de las disposiciones vigentes en materia laboral respecto de su personal y, por tanto, los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

4.3 Rescisión del contrato

Causas de rescisión: se consideran causas suficientes para la rescisión de un contrato los siguientes:

- muerte o incapacitación del contratista
- la quiebra del contratista
- modificación del proyecto cuando produzca alteración en más del 25% del valor contratado
- modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original
- la no inicialización de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la propiedad
- la suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses
- incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe
- terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta
- actuación con mala fe en la ejecución de los trabajos
- subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del técnico director y la propiedad

5 CONDICIONES TÉCNICAS

5.1 Descripción del sistema

Objeto del proyecto: Automatización de una columna de destilación de etano-etileno propano-propileno. Comprende la instalación de la instrumentación, componentes eléctricos, componentes del Sistema de Control Distribuido (DCS) y su programación.

5.2 Normas a seguir

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias y recomendaciones expuestas en la última edición de los códigos siguientes:

- R.B.T. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas U.N.E. .
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (C.E.I.)
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- Ley de Seguridad e Higiene

Normas indicadas en este pliego tienen preferencia sobre otros códigos o normas de menor nivel de exigencia.

5.3 Condiciones generales

Este pliego de condiciones tiene la finalidad de definir al contratista la totalidad del trabajo y su ejecución cualitativa. El trabajo consistirá en la instalación y conexión de toda la totalidad de instrumentación en campo y en sala de instrumentación, incluyendo el suministro de electricidad y aire. La completa instalación de fuerza, incluyendo la instalación de las salidas de motores en sala eléctrica, su conexión, así como todo el tendido de cable, conexión de la misma y las conexiones de puesta a tierra. El trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, los

diagramas, las especificaciones, las listas de material y los requisitos para la instalación.

5.4 Zonas clasificadas con peligro de explosión

La instalación esta clasificada como Clase I tal como lo describe el RBT en la instrucción MI BT 26. Se respetarán las instrucciones descritas en la memoria descriptiva donde se especifican las áreas clasificadas de ZONA1 y ZONA2.

En zonas clasificadas tal como prescribe el RBT se utilizará cable protegido mecánicamente mediante armadura.

Todo el material que se instale en esta zona tendrá que estar certificado por las normas UNE EN 50019 o UNE EN50020.

5.5 Protección de Instrumentos en zonas clasificadas

La instrumentación que se instale estará certificada con clase de protección Eexia T6 IIC según UNE EN50020.

5.6 Protección de motores en zonas clasificadas

Los motores estarán protegidos individualmente y conjuntamente por magnetotérmicos que aseguren la desconexión del motor en caso de sobrecarga o cortocircuito.

Los motores estarán certificados Eexe T3 IIC. Las secciones mínimas que tienen que tener los conductores de conexión estarán calculados para que se produzca una caída mayor que 5%.

Todos los motores llevarán placas de características resistentes a la corrosión sujetas con pasadores del mismo material. Esta placa informará sobre: Fabricante y número de serie, número de equipo del cliente, potencia, velocidad a plena carga (r.p.m.), tensión, número de fases, frecuencia, factor de potencia, intensidad en carga, esquema de conexión, designación de la carcasa, protección.

5.7 Instalación del cableado

El cable se llevará por bandeja perforada desde la sala eléctrica y la sala de instrumentación hasta las cajas de campo y los consumidores eléctricos. Se distinguirá entre cableado de potencia y cableado de instrumentación. Los cables de instrumentos tendrán una cubierta de color azul y se llevarán por bandejas separadas de los cables de potencia que serán con cubierta de color negro.

5.8 Instalación de cajas de campo

Las cajas de campo que se instalen en campo estarán certificadas como Eexe T6 IIC. Estarán preparadas para conectar 12 instrumentos cada uno con sus correspondientes prensaestopas certificados en el mismo grado que las cajas. Las entradas de cable que no se utilicen se taparán mediante tapones específicos para tal uso.

5.9 Instalación del DCS

El nuevo armario BD20 con los controladores, entradas y salidas se instalará en la sala de instrumentación. Desde esta caja se tenderán los policables hasta las cajas de campo por bandejas específicas de instrumentación. Los policables contarán con cubierta azul como indicador que son cables de instrumentación.

5.10 Alimentación del sistema de control

El sistema de control se alimentará desde el sistema ininterrumpido de tensión situado en la sala eléctrica desde una salida protegida de fusibles de 16 A. Este sistema garantizará el suministro seguro de tensión por un tiempo mínimo de media hora tras el fallo de la red de suministro.

5.11 Instalación de cables

Todas las conexiones tendrán que estar enbornadas. Las conexiones de soldadura no son admisibles. Todas las extremidades de los conductores irán provistas de terminales de conexión (conexión prensada).

Los conductores no tendrán que derivarse en los bornes de los aparatos, ya que para tal efecto están las regletas.

Los cables tendrán que identificarse de forma conveniente. Esta identificación se efectuará en las regletas cada 10 metros en todas las entradas y salidas de tubo si se precisase, así como en todas las conexiones. Los cables se instalarán de manera que queden tensos.

5.12 Motores

Se medirá la resistencia de aislamiento de los arrollamientos de todos los motores antes y después de conectar los cables de fuerza.

Se comprobará el sentido de giro de todas las máquinas.

Todos los motores se pondrán en funcionamiento son estar acoplados midiéndose la intensidad consumida. Después de acoplarse al equipo mecánico, se volverá a poner en funcionamiento con el equipo mecánico al vacío volviéndose a medir la intensidad.

Se comprobará la toma de tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y sus conexiones. Se comprobará el ajuste de la protección térmica del relé de SIMOCODE antes de ponerlos en funcionamiento.

5.13 Salida de cables

Las salidas de cables de la sala de instrumentación y de la sala eléctrica estarán protegidas con pasamuros para que impidan la entrada de atmósferas explosivas tanto a las mismas.

5.14 Conexión a tierra

Los nuevos equipos se conectarán a la red general de la planta. Se creará un anillo de cable de cobre de 25 mm² enterrado a 1 metro de profundidad, alrededor de la unidad de la columna de destilación. Se conectarán a esta red los equipos eléctricos como motores y las instalaciones susceptibles de cargarse electrostáticamente como bombas, la columna, depósitos y toda la estructura metálica en general.

Siempre que sea posible las derivaciones del anillo principal de puesta a tierra del equipo se hará por medio de una soldadura Cadwell o mediante grapas adecuadas.

Todas las partes metálicas del equipo eléctrico como motores, transformadores, cuadros, aparatos etc. que estén normalmente sometidos a tensión se conectarán a la red de tierra.

Los conductos se conectarán a tierra por diferentes puntos de su recorrido, que se definirán durante la obra.

Será necesario colocar electrodos de puesta a tierra conectados al anillo principal de forma que el valor máximo de la resistencia a tierra no sea superior al mínimo establecido por el reglamento electrotécnico de baja tensión.

Las piquetas de puesta a tierra serán de acero recubierto de cobre y tendrán una longitud de 2m. La resistencia del conjunto de piquetas al terreno no sobrepasará el límite establecido en el anterior apartado.



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

PROYECTO DE AUTOMATIZACION DE UNA COLUMNA DE DESTILACION ETANO-ETILENO PROPANO-PROPILENO

PRESUPUESTO

AUTOR: HARITZ UGALDE OLASCOAGA
DIRECTOR: ALFONSO ROMERO NEVADO

FECHA: SEPTIEMBRE 2003

PRESUPUESTO

A continuación se puede ver el presupuesto. Se ha dividido en los siguientes conceptos:

- Instrumentos
- Equipos eléctricos
- Sistema de Control
- Materiales de montaje
 - Materiales de Instrumentación
 - Materiales de Electricidad
- Costes de montaje.
- Costes de Ingeniería.

Instrumentos

Concepto	Cantidad Instalada	Precio Total
Analizadores	2	18.000 €
Medidores de Caudal	10	8.900 €
Medidores de Nivel	8	4.900 €
Transmisores de Presión	7	3.850 €
Transmisores de Temperatura	8	2.400 €
Válvulas de Control	7	12.600 €
Válvulas Todo / Nada	5	6.250 €
TOTAL INSTRUMENTOS		56.900 €

Equipos eléctricos

Concepto	Cantidad Instalada	Precio Total
Motores	3	2.200 €
Botoneras	3	450 €
Cubículos de alimentación	3	960 €
TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS		3.610 €

Sistema de Control

Concepto	Cantidad Instalada	Precio Total
Controladores	2	9.000 €
Entradas Analógicas	4	4.400 €
Salidas Analógicas	1	1.200 €
Entradas Digitales	1	560 €
Salidas Digitales	2	1.450 €
Tarjeta Profibus	1	1.500 €
Fuentes de alimentación	4	1.750 €
Armario de distribución	1	750 €
TOTAL SISTEMA DE CONTROL		20.610 €

Materiales de montaje

Instrumentación

Concepto	Cantidad Instalada	Precio Total
Cable 2x1,5 mm2	725	1.450 €
Válvulas de bloqueo	7	140 €
Manifold	10	250 €
Tubing	225	1.125 €
Bandeja	75	1.500 €
TOTAL MATERIALES INSTRUMENTACIÓN		4.465 €

Electricidad

Concepto	Cantidad Instalada	Precio Total
Cable de 4x2,5 mm2	270	343 €
Cable de 4x4 mm2	160	352 €
Cable de 3x1,5 mm2	430	172 €
Tubo galvanizado de M20	40	100 €
TOTAL MATERIALES ELECTRICIDAD		967 €

Montaje

TOTAL COSTES DE MONTAJE	22.000 €
--------------------------------	-----------------

Ingeniería

TOTAL COSTES DE INGENIERÍA	14.700 €
-----------------------------------	-----------------

TOTAL

123.252 €

El presupuesto hace un total de CIENTO VEINTITRES MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS Euros.