

## Índice

Relación planta control.....	2
Sistema de control convencional.....	2
Arranque y Parada .....	2
Reguladores.....	3
Alarmas .....	5
Resumen de elementos de control: .....	5
Sistema de control por computador.....	7
Objetivos y finalidad de control por computador .....	7
<i>Recopilación de información</i> .....	7
<i>Generación de medidas ficticias</i> .....	7
<i>Presentación de la información</i> .....	8
<i>Control de la planta</i> .....	10
<i>Alarmas por computador y auto-detección de fallos</i> .....	12
Estructura de sistema de control por computador .....	13
Control convencional vs por computador .....	15
Justificación técnico-económica .....	17
Listado de Tablas .....	18

## **Relación planta-control**

La simulación de la planta que hemos diseñado carece de sentido si no se prueban sobre ella una serie de medidas de control, aquí se dan una serie de pautas y consejos prácticos que se deben de seguir para sacarle el mejor partido posible a la planta.

Entiéndase que cuando hablo de planta también lo estoy haciendo de la simulación de esta.

## **Sistema de control convencional**

Como ya se ha indicado uno de los objetivos del control son mantener en los valores de  $P_H$  y  $F_H$  iguales a una determinada consigna precalculada y que depende de la temperatura. La Figura 1 muestra el diagrama del sistema de control.

### **Arranque y Parada**

El arranque y la parada de la planta vendrán determinados por el nivel en el depósito de almacenamiento. Así pues:

- Arranque: La condición de arranque es como ya se ha indicado, que el nivel del deposito este por debajo de  $L_B$ . Si hay presión en la entrada ( $P_E$ ) se procede de la siguiente manera:
  1. Cerrar válvula V-1 y V-3
  2. Arrancar la bomba B-2
  3. Cuando se alcance la presión nominal en  $P_B$ , se arranca la bomba B-3.
  4. Cuando se alcance la presión nominal en  $P_H$ , abrir V-3.
- Parada: la condición de parada es que el nivel del depósito sobre pase  $L_H$ . El procedimiento de parada consiste en:
  1. Parar la bomba B-3
  2. Cerrar V-3 y V-1
  3. Parar la bomba B-2.

## Reguladores

Para llevar a cabo dicho control en la planta existen una serie de reguladores como se muestra en el esquema del sistema de control y que a continuación se detallan:

- Regulador presión en los filtros (R-1): actúa sobre la bomba B-2 y debe mantener la presión  $P_B$  entre 3-5 Kg/m<sup>2</sup>.
- Regulador presión en la membrana (R-2): actúa sobre la bomba B-3 y debe mantener la  $P_H$  igual a  $P_{consigna}$ , este un objetivo de control.
- Regulador caudal en la membrana (R-3): actúa sobre la válvula V-3 y debe mantener  $F_H$  igual a  $F_{consigna}$ , este es un objetivo de control.
- Regulador de salinidad (R-4): actúa sobre la válvula V-2 y debe mantener la cantidad de sales en el agua, la variable es C. En este punto se debe de decir que en la simulación se ha supuesto que C es un parámetro aleatorio que va cambiando poco a poco, no obstante esto no es así, tiene una relación directa con la cantidad de agua salada que entra, aun así no está mal tomarla como una variable aleatoria, el problema de esta disquisición es que no se estabilizará la válvula en una posición exacta.

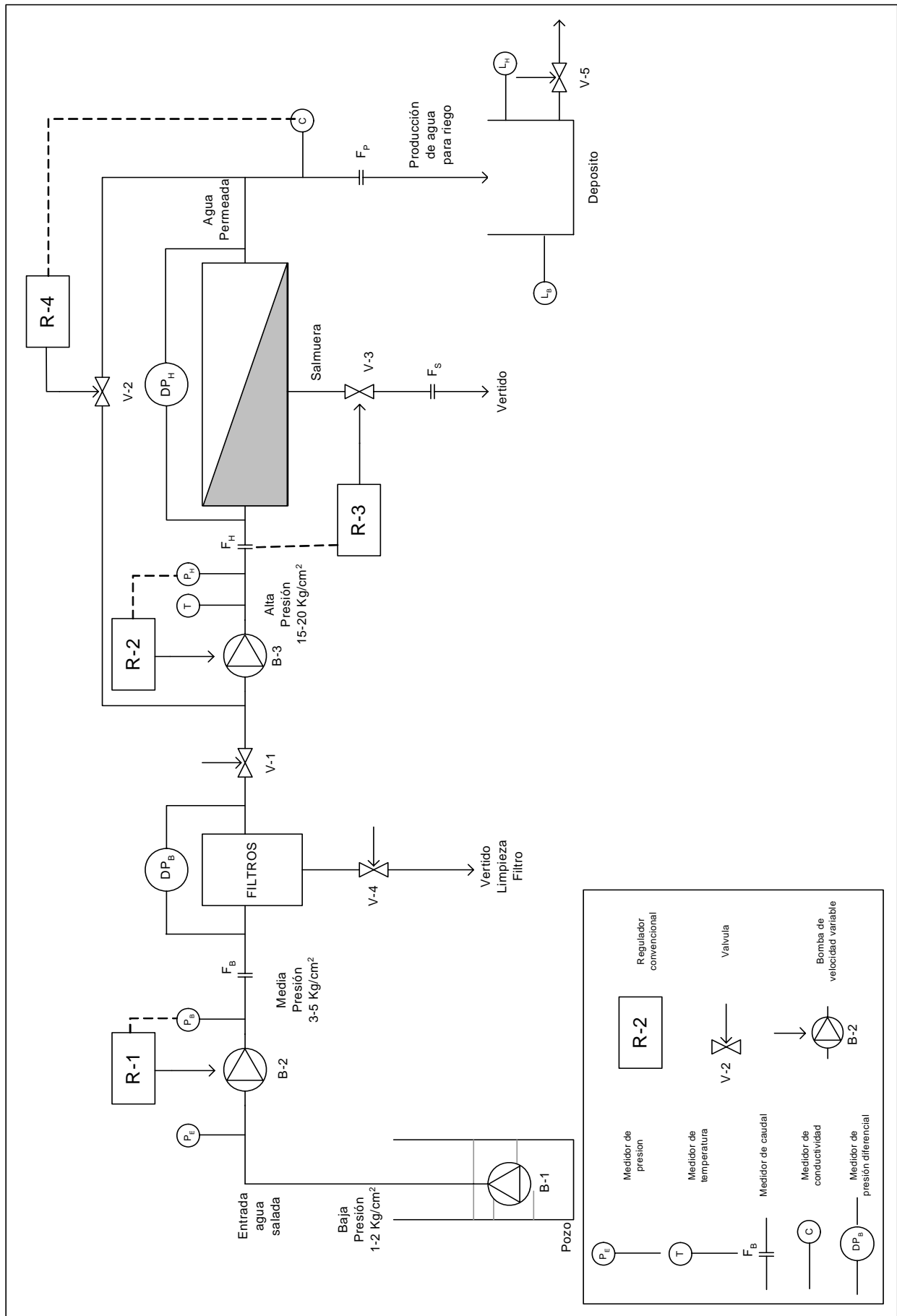


Figura 1: Diagrama unifilar control convencional

## Alarmas

La planta cuenta con una serie de medidas destinadas a la generación de alarmas:

- Alarma de *caudal de entrada irregular*: esta alarma se genera a partir del valor medido por  $F_B$ , y avisa de que el caudal de entrada a la planta esta por debajo o por encima de un determinado valor, lo que puede constituir un síntoma de una posible anomalía en el sistema
- Alarma de *caudal de vertido irregular*: esta alarma se genera a partir del valor medido por  $F_S$ , y avisa de que el caudal del vertido esta por encima o por debajo de un determinado valor, lo que puede constituir un síntoma de una posible anomalía del sistema.
- Alarma de *caudal de producción irregular*: esta alarma se genera a partir del valor medido por  $F_P$ , y avisa de que el caudal de producción esta por debajo o por encima de un determinado valor, lo cual puede representar un síntoma de una posible anomalía del sistema.
- Alarma de *temperatura*: se genera a partir de la medición de  $T$ , avisa que las condiciones de temperatura del agua han cambiado y que las consignas de presión y caudal de la membrana debe cambiarse. En la simulación de la planta no se ha considerado la temperatura, ya que en circuito electrónico no se medirá la misma temperatura que en la planta.
- Alarma *Limpieza de filtros*: se genera cuando el valor de  $DP_B$  sobre pasa un limite. Si se produce esta alarma la planta debe ser puesta en modo limpieza de filtros, durante un tiempo.
- Alarma *Limpieza de membrana*: se genera cuando el valor de  $DP_H$  sobre pasa un limite. Si se produce esta alarma la planta debe ser puesta en modo limpieza de membrana, durante un tiempo.

## Resumen de elementos de control:

La Tabla 1 muestra las medidas o variables que existen en la instalación:

Tabla 1: Variables de la planta

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Presión		
PE	Presión entrada	Alimentación:10 ... 30 V (DC) Salida 4... 20mA Rango: 0 ... 45 Bar ±0.25%
PB	Presión filtros	
PH	Presión membrana	
Presión diferencial		

DPB	Presión diferencial filtros	Alimentación 24 V (DC) Salida 4...20mA Rango 0...25 Bar ± 0.5%
DPH	Presión diferencial Membrana	
Caudal		
FB	Caudal filtros	Magnéticos Alimentación 24 V (DC) Salida: 4... 20 mA Rango: 0 ... 10 m³/s
FH	Caudal membrana	
FS	Caudal vertido salmuera	
FP	Caudal producción	
Temperatura		
T	Temperatura del agua	Sonda PT100 Alimentación: 6.5 ... 32 V (DC) Rango: -50 a 200 °C Salida: 4...20mA
Conductividad		
C	Conductividad agua producida	Alimentación: 18... 36 V (DC) Rango: 0... 500 mS/cm Salida: 4 ... 20mA
Nivel		
LB	Nivel bajo del deposito	Alimentación: 20 V (DC) Rango: 0.3 ... 6 m Salida: 4 ... 20 mA
LH	Nivel alto del deposito	
Total 13 señales		

Para el caso particular de nuestra simulación la tarjeta de adquisición recopilará directamente el valor de las variables, ya que a un microcontrolador es imposible que le agreguemos tantos bucles 4... 20mA.

La Tabla 2 muestra las señales de control presente en la planta:

**Tabla 2: Señales de control**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
K-B2	Control de la bomba B-2
K-B3	Control de la bomba B-3
K-V1	Control válvula v-1
K-V2	Control válvula v-2
K-V3	Control válvula v-3
K-V4	Control válvula v-4
<b>Total</b> <b>6 señales</b>	

La Tabla 3 muestra los reguladores usados en el control de la instalación:

**Tabla 3: Reguladores de la instalación:**

NOMBRE	DESCRIPCION	CARÁCTERÍSTICAS
R-1	Control presión filtros	PID, entrada y salida 4...20 mA
R-2	Control presión membrana	PID, entrada y salida 4...20 mA
R-3	Control caudal vertido salmuera	PID, entrada y salida 4...20 mA
R-4	Salinidad del agua producida	PID, entrada y salida 4...20 mA

## **Sistema de control por computador**

Con el objetivo de maximizar la producción y la calidad del agua producida, facilitar el control y abaratar costes, se plantea la introducción de un sistema de control por computador. Dicho sistema se encargará de la gestión integral de la instalación.

### **Objetivos y finalidad de control por computador**

A continuación se detallan los objetivos del sistema de control de computador.

#### ***Recopilación de información***

El computador se actúa como un registro de información en el tiempo, de manera que se almacenan los datos de las variables en cada instante (para obtener información sobre el mecanismo de conversión de los valores de sensores en datos digitales, véase el capítulo: Estructura de sistema de control por computador en la página 13), estos valores son almacenados y clasificados en una base de datos relacional, llamada base histórica de la planta. Además de esta información, en la base de datos, se guardan información sobre las alarmas, eventos importantes del sistema y acciones realizadas por el operador, como por ejemplo los cambios de régimen de trabajo debido a cambios en la temperatura o entradas en modos de limpieza.

Estos datos serán posteriormente usados para la generación de informes, para la representación de la evolución de las variables, para el control de la instalación y para el análisis de fallos (para más información sobre el uso de esta base de datos véanse los siguientes apartados).

#### ***Generación de medidas ficticias***

Una aportación novedosa que el sistema de control por computador aporta al sistema es la posibilidad de obtener medidas ficticias o calculadas a partir de los datos valores obtenidos de variables reales.

#### **Rendimiento**

Con los datos de caudal de entrada y de salida podemos obtener una medida del rendimiento de la planta; entendiendo como la relación entre el caudal de entrada ( $F_B$ ) y la suma de los caudales de producción ( $F_P$ ).

$$\text{RENDIMIENTO (\%)} = \frac{F_E}{F_P} * 100 \quad (1)$$

### Calidad del agua producida

Con los datos de caudal de entrada y de salida podemos obtener una medida indirecta de la calidad del agua que se esta produciendo, así pues sabiendo a priori la composición del agua (cantidad de sal que contiene), se puede saber qué cantidad de agua permeada puede extraerse de ella con una calidad determinada.

Por lo tanto la diferencia entre cantidad de agua permeada y la cantidad de agua que se aporta a la planta, deberá estar dentro de un determinado rango. Podemos expresar esto de la siguiente manera:

$$CALIDAD = \begin{cases} C_L \leq F_E - F_P \leq C & \Rightarrow \text{óptima} \\ \text{otro} & \Rightarrow \text{mala} \end{cases} \quad (2)$$

donde  $C_L$  y  $C_H$  son los umbrales inferior y superior de la diferencia de caudales.

### ***Presentación de la información***

Una de las grandes ventajas que presenta el control por computador de procesos, es la facilidad que el computador nos brinda a la hora de presentar la información de un proceso al operador. Así pues el sistema de control por computador ofrece la posibilidad de presentación los valores de las variables en cada instante y la evolución de la misma. Los modos principales de presentación de la información son:

#### Pantallas de variables

Una serie de *pantallas* en las que se muestra el valor, los límites superior e inferior y el valor de consigna (si corresponde) de cada una de las variables del sistema. Estas *pantallas* ofrecen la posibilidad de ordenar y clasificar las variables según el operador necesite en cada momento.

También existe la posibilidad de ver en una gráfica la evolución de las variables, para la generación de estas graficas, se hace uso de la información almacenada en la base de datos histórica de la planta.

En la Tabla 4 se muestran las pantallas con las que cuenta el sistema:



**Tabla 4: Pantallas de variables**

<b>NOMBRE</b>	<b>INFORMACIÓN QUE PRESENTA</b>
Presión $P_x$	Presenta la información sobre la presión $P_x$
Resumen presiones	Presenta la información sobre las presiones de la instalación de forma resumida.
Caudal $F_x$	Presenta la información sobre el caudal $F_x$
Resumen de Caudales	Presenta la información sobre los caudales de la instalación de forma resumida.
Temperatura	Presenta la información sobre la temperatura
Conductividad	Presenta la información sobre la conductividad del agua.
Evolución de la variable X	Presenta una gráfica con la evolución de la variable X.

### Históricos

Aunque ya se ha comentado con anterioridad el sistema de control por computador permite la presentación de históricos de la evolución de las variables del sistema, dando la posibilidad de elegir el periodo en el cual se quiere observar la evolución de la misma. Además se pueden presentar históricos de las alarmas y de los eventos importantes, esta información se presenta a modo de cronograma, de forma que se pueda observar de manera fácil y rápida la frecuencia de las alarmas.

Así mismo, es posible presentar la información de varias variables, alarmas y eventos al mismo tiempo; de formar que sea posible observar la evolución de las mismas de forma conjunta, facilitando así un análisis de interdependencias. Todo esto configurable por el operador.

### Generación de informes

Otra gran ventaja que presenta el control por computador de la planta es la posibilidad de generación automática de informes impresos de la planta, en los que se pueden representar los valores almacenados en la base histórica de la planta. La Tabla 5 muestra los informes que el sistema ofrece.

**Tabla 5: Informes**

<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Informe de presiones	Presenta la evolución de las presiones de la instalación
Informe de caudales	Presenta la evolución de los caudales de la

	instalación
Informe de Alarmas	Presenta la información de las alarmas producidas en la planta, así como el valor de cada una de las variables en el momento de las misma
Informe de eventos importantes	Presenta la información relativa a los eventos importantes del sistema, así como el valor de las variables en los instantes de tiempo en los que se produjeron los mismos
Informe personalizado	Presenta la información que el operador estime oportuna en ese instante. Por ejemplo evolución de PH y FH durante las dos últimas horas.
Informe de rendimiento	Presenta información relativa la rendimiento global de la planta (véase obtención de medidas ficticias)

### Sinóptico de la planta

Al operador se le presenta una pantalla en la que se puede observar un diagrama unifilar de la planta, dicho diagrama además indica el funcionamiento de la planta y en distintos colores representa el estado de las variables de interés de la misma.

Así mismo sobre este diagrama se presentan las posibles alarmas del sistema, de forma que el operador de un solo vistazo puede tener localizado la posible anomalía en el sistema.

### ***Control de la planta***

El sistema de control por computador pretende realizar todas las tareas de control de la planta, de manera que sea un computador el que genere las señales de control necesarias para que las variables del sistema evolucionen según las referencias.

Así pues un computador tomará los valores de las variables y calculará el valor de consigna para cada uno de los dispositivos (para obtener información sobre la conversión de los valores véase el capítulo: Estructura de sistema de control por computador en la página 13). A continuación se detallan cada uno de los módulos de control de sistema.

- Control de la presión en los filtros (CPO-PB): este módulo calcula el valor para la bomba B-2, para que la presión medida en  $P_B$  se mantenga entre  $3-5 \text{ Kg/m}^2$

- Control de la presión la membrana (CPO-PH): este módulo calcula el valor para la bomba B-3, para que la presión medida en  $P_H$  se mantenga igual a la  $P_{\text{consigna}}$ . Este es un objetivo de control el valor de consigna depende de la temperatura
- Control de la presión la membrana (CPO-FH): este módulo calcula el valor para la válvula v-3, para que el caudal medido en  $F_H$  se mantenga igual a la  $F_{\text{consigna}}$ . Este es un objetivo de control el valor de consigna depende de la temperatura
- Control de la salinidad del agua (CPO-C): este módulo calcula el valor para la válvula v-2, para que el valor de  $C$  se mantenga igual a un valor prefijado.
- Control del modo limpieza de filtros (CPO-DPB): este modulo se encarga de hacer entra a la planta en el modo limpieza de filtros cuando el valor medido por  $DP_B$ , no se corresponde con los normales; genera las señales para la apertura de la válvula v-1 u cierre de la válvula v-4, pasado el tiempo de limpieza invierte el proceso.
- Control del modo limpieza de membrana (CPO-DPH): este modulo se encarga de hacer entra a la planta en el modo limpieza de membrana cuando el valor medido por  $DP_H$ , no se corresponde con los normales; genera las señales para la apertura de la válvula v-3.
- Control de la temperatura y cambio de régimen de trabajo (CPO-T): este módulo se encarga de comprobar cuando se produce un cambio significativo de la temperatura a la entrada de la membrana ( $T$ ), y cambia los valores de  $F_{\text{consigna}}$  y  $P_{\text{consigna}}$  en función de la temperatura. El sistema de control posee una tabla que indica que valores de consigna debe se aplicados en función de la temperatura.
- Arranque de la planta (M-AP): La condición de arranque y parada de planta viene determinada por nivel en el depósito de almacenamiento. Este módulo realiza una puesta en marcha de la planta de forma ordenada y automática. EL procedimiento que sigue este módulo se describe en Arranque y Parada (Pág. 2).

En la Tabla 6 se muestran un resumen los módulos de control, una descripción de los mismos y a que reguladores del sistema de control convencional sustituye.

**Tabla 6: Módulos de control**

NOMBRE	DESCRIPCION	SUSTITUYE A
CPO-PB	Control de la presión a la entrada de los filtros	R-1
CPO-PH	Control de la presión a la entrada de la membrana	R-2
CPO-FH	Control del caudal a la entrada de la membrana	R-3
CPO-C	Control de la salinidad de agua	R-4
CPO-DPB	Control de la presión diferencial en los filtros	
CPO-DPH	Control de la presión diferencial en el membrana	
CPO-T	Control de la temperatura y cambio de régimen de trabajo	
M-AP	Modulo de arranque y parada ordenada y automática	

Las variables que usadas en el control por computador son las mismas que en sistema de control convencional (Tabla 1 en la página 5).

La supervisión de todos estos módulos de control se realiza mediante una serie de pantallas parecidas a las de presentación de información, pero con la diferencia que se puede modificar los valores y que dichas modificaciones modifican los parámetros de los módulos de control y por lo tanto serán traducidas en variaciones sobre los elementos de la instalación (bombas y válvula).

El operador puede modificar los valores de las consignas para cada una de las variables, puede desconectar el control automático todos desde un mismo monitor.

### ***Alarmas por computador y auto-detección de fallos***

El sistema por computador incorpora algunas de las alarmas sencillas presentes en el control convencional (véase: Alarmas en la página 5), además al tener centralizados todos los datos de la planta es posible realizar alarmas más sofisticadas y autodiagnósticos de funcionamiento:

- *Alarma de caudal de entrada irregular:* Esta alarma se genera a partir del valor medido por  $F_B$ , y avisa de que el caudal de entrada a la planta esta por debajo o por encima de un determinado valor, Sólo se activa si existe presión en  $P_B$  y no se está en modo de limpieza de filtros

- *Alarma de caudal de vertido irregular:* Esta alarma se genera a partir del valor de medido por  $F_S$ , y avisa de que el caudal del vertido esta por encima o por debajo de una determinado valor. Sólo se activa si existen presión en  $P_H$  y no se está en modo de limpieza de membrana
- *Alarma de caudal de producción irregular:* Esta alarma se general a partir del valor medido por  $F_P$ , y avisa de que el caudal de producción esta por debajo o por encima de un determinado valor. Sólo se activa si existe presión el  $P_B$  y  $P_H$  y no se está en ningún modo de limpieza
- *Fugas en la planta:* En todo momento de funcionamiento de la planta la suma del caudal de producción y del vertido deben se prácticamente iguales al caudal de entrada. Si no es así no indica que existe alguna fuga en el sistema. Con lo que se genera una *alarma de fugas en la planta*.

$$F_E = F_S + F_P \pm \alpha \quad (3)$$

donde  $\alpha$  es un cierto factor de tolerancia.

Esto es correcto siempre que la planta no este en un modo limpieza, en tal caso esta nueva a alarma no se activaría.

- *Fallo en los filtros:* Cada cierto tiempo la planta entra en modo limpieza de filtros, la frecuencia con la que esto ocurre dependerá del buen estado de los filtros, si esta frecuencia no se ajusta a la normal, se genera una *alarma de fallo en los filtros*.
- *Fallo en la membrana:* Al igual que en el caso de los filtros, el modo funcionamiento de limpieza de membrana es excepcional, si la frecuencia con la que se entra en dicho modo no es correcta, se activará una *alarma de fallo en la membrana*.
- *Alarma sección presión media:* Existe caudal a la entrada del los filtros ( $F_B$ ), pero la presión en  $P_B$  está por debajo de un determinado umbral.
- *Alarma sección alta presión:* Existe caudal a la entrada del los filtros ( $F_H$ ), pero la presión en  $P_H$  está por debajo de un determinado umbral.

## Estructura de sistema de control por computador

La estructura del sistema de control por computador se muestra en la figura 1, como se puede observar el sistema de control consiste en bloque de adquisición de los datos de planta y un computador encargado de

realizar las labores descriptas en los apartados anteriores. El sistema de adquisición de datos esta en la planta, mientras que el computador se encuentra en la sala de control.

La conexión entre el sistema de adquisición y la planta se realizar por medio del cableado convencional, de manera al sistema de adquisición llegan todas las señales de los sensores y de él parten todas las señales de control de hacia las válvulas y las bombas. Para ello se utiliza el cableado convencional: es decir pares en bucle de corriente 4... 20mA. Para el caso particular de nuestra simulación la tarjeta de adquisición recopilará directamente el valor de las variables, ya que a un microcontrolador es imposible que le agreguemos tantos bucles 4... 20mA.

La comunicación entre el sistema de adquisición y el computador se realiza mediante una comunicación informática tipo Ethernet, este tipo de comunicaciones esta muy extendida en informática y existe gran variedad de dispositivos para entornos industriales.

El computador ejecuta un software de tiempo real. Con una serie de módulos que realizan la comunicación en el sistema de adquisición, el control automático de la planta, la presentación de información y control por parte del operario.

El sistema de adquisición de datos de basa en una serie de módulos de adquisición de datos. Estos dispositivos conocidos como IMP (Isolated Measurement Pods), realizan las medidas de las señales las envían a un PC que mediante una conexión Ethernet al computador. Las tarjetas usadas son de las serie 3595 del fabricante Solartron Mobrey. La Tabla 7 muestra las tarjetas usadas.

**Tabla 7: Sistema de adquisición**

ETIQUETA	SEÑALES	MODELO	CARACTERISTICAS
DAQ-1	PE, PB, PH, DPB, DPH, FB, FH, FS, FP, T, C, LB, LH	IMP 3595 1A	Alimentación:10 ... 50 V (DC) 20 canales entrada: 0... 20mA Resolución 15 Bits
DAQ-2	S-B2, S-B3	IMP 3595 1D	Alimentación:10 ... 50 V (DC) 4 canales salida: 0 ... 20mA
DAQ-3	S-V3, S-V4, S-V1, S-V2		
DAQ-4	Comunicación PC-adquisición	IMP 3595 4C	Bus PCI 50 IMP

## **Control convencional vs. por computador**

Hasta ahora nos hemos planteado el control de la planta de desalación desde el punto de vista convencional y desde punto de vista del control por computador. Ahora bien Estos dos sistemas de control no deben verse como antagónicos y excluyentes sino que son complementarios.

Un buen sistema de control debe incorporar los aspectos positivos de cada uno de ellos, así a continuación se detalla las principales ventajas que cada una de las estrategias de control presenta y la manera de incorporarlas al control de la planta de desalación de agua.

Las ventajas fundamentales que aporta el sistema de control convencional son la estandarización y la modularidad del mismo; la gran robustez y fiabilidad. En cambio el sistema de control por computador presenta una gran flexibilidad a la hora de presentar la información, obtener medidas complejas, realizar control multivariable.

Para obtener un sistema de control con los aspectos positivos de cada una de las estrategias analizadas se propone lo siguiente:

- Se eliminan los reguladores R-1 y R-4, pasado a ser controlados por el sistema de control por computador
- Los reguladores R-2 y R-3, se mantiene como reguladores convencionales, pero son sustituidos por unos que admitan cambio de la consigna de forma electrónica.
- Se mantiene todo el sistema de alarmas convencional aunque serán controladas por el sistema de control por computador, para evitar que se indiquen alarmas en casos que no lo son; además en los monitores del sistema de control por computador aparece todas las alarmas incluidas las nuevas que aporta el control por computador. Esto quiere decir que existe duplicidad en el sistema de alarmas
- El control de los modos de limpieza deja de ser manual y pasa ser controlado por computador.
- El cambio de régimen de trabajo debido a un cambio en la temperatura del agua, pasa a ser también automático. Esto implica que la alarma de

cambio de temperatura será desactivada y reconfigurada por el sistema de control por computador cuando se haya realizado el cambio de régimen.

- En cuanto al sistema de presentación de la información se adopta el que proporciona el sistema de control por computador, así como la generación de informes.

Como se puede observar en este planteamiento se mantiene el control convencional en los dos reguladores críticos para la producción, en el caso de una avería en el sistema de control por computador se asegura el funcionamiento de la planta de manera segura mientras se soluciona el fallo, además se hace uso de la capacidad del control por computador para hacer cálculos complejos, control multivariable, y cambio de modo de trabajo.



## **Justificación técnico-económica**

Por último destacar algunas de la ventajas más importantes que presenta la introducción del control por computador en una instalación del este tipo.

La ventaja principal que aporta el sistema de control por computador es la posibilidad de de ofrecer al operario la posibilidad de tener información detallada o reducida de la planta. Esto se consigue configurando en el interfaz de usuario la información que se desea ver, esto reduce la incertidumbre a la hora de visualizar las medias de la planta y adoptar decisiones.

El control automático de la planta contempla de forma automáticas cambios de régimen de trabajo, minimizando el tiempo en el que la planta trabaja con un régimen no adeudado para obtener el mayor rendimiento posible.

El sistema de control por computador es capaz de obtener medidas ficticias a partir de las variables del sistema tales como medias del rendimiento y de la calidad del mismo. Estas medidas ayudan a realizar una maximización de beneficio al tiempo que minimizan los costes.

El sistema de control por computador usa dispositivos estándares y modulares con lo incorpora una de las ventajas del sistema de control convencional: la modularidad.

Gracias a la estructura del sistema de control se reduce la cantidad de cableado necesario es menor, ya que en el sistema de control convencional es absolutamente necesario que desde cada sensor y desde cada actuador vaya n un par de cables hasta la sala de control. Con el sistema de control por computador los únicos cables que van a la sala de control son los de los dos reguladores que se mantienen (R-2 y R-3) y una cable de red informática para la conexión Ethernet. La reducción de cableado aporta dos beneficios fundamentales: por un lado evita errores por la rotura de cables; y por otro los costes de instalación y mantenimiento también se reducen.

## **Listado de Tablas**

Tabla 1: Variables de la planta.....	5
Tabla 2: Señales de control .....	6
Tabla 3: Reguladores de la instalación: .....	6
Tabla 4: Pantallas de variables .....	9
Tabla 5: Informes .....	9
Tabla 6: Módulos de control .....	12
Tabla 7: Sistema de adquisición.....	14