



## **Control del caudal de líquido en un tubería (Equipo 2)**

En el esquema adjunto puede observarse que el objeto de la instalación es el control de paso de caudal medido con una placa orificio (hasta 3”), es decir que en este caso la variable controlada es el flujo de líquido o caudal.

Básicamente consiste en lo siguiente, una bomba P1 que es accionada por un motor asíncrono MP1 a través del acoplamiento mecánico esquematizado, torna líquido del tanque T1 y lo impulsa por una tubería. Esta tubería tiene en uno de sus tramos la mencionada placa orificio que está conectada a un instrumento que además de transmitir el valor de caudal tiene un indicador del valor de este y por eso se ha representado como FT (flow transmitter) y FI (flow indicator) todo en un solo elemento ya que para la simbología ISA no existe un elemento que sea transmisor e indicador a la vez.

Este instrumento es un transmisor de presión diferencial que genera una señal eléctrica de 4 - 20 mA acorde al valor de caudal que circula por la tubería. Esta señal que representa el valor de variable controlada (caudal real) es la que ingresa al controlador de caudal FC en donde es comparada con el valor de set point previamente fijado como valor deseado de caudal, y genera otra señal eléctrica en función de la desviación de la variable controlada con respecto al set point que se conoce como error, se ejecuta entonces el algoritmo P+I, generando una salida que llega a un variador de frecuencia alimentado con una corriente alterna monofásica de 220 V y 50 Hz.

El variador de frecuencia genera una señal de salida, que es función del error aplicado al algoritmo P+I, en corriente alterna trifásica de 220V pero de frecuencia variable (0.01 - 50 Hz). Cabe aclarar que también la tensión varía. Esta señal alimenta al motor MP1 que acciona la bomba P1. El variador permite la variación modulante es decir, continua y progresiva de la frecuencia de la señal de alimentación del motor ocasionando como consecuencia una variación de igual naturaleza en la velocidad del motor. Esta variación de la velocidad provoca cambios también modulantes en el par aplicado del motor lo que se traduce en variaciones continuas en el caudal que la bomba P1 extrae del tanque T1.

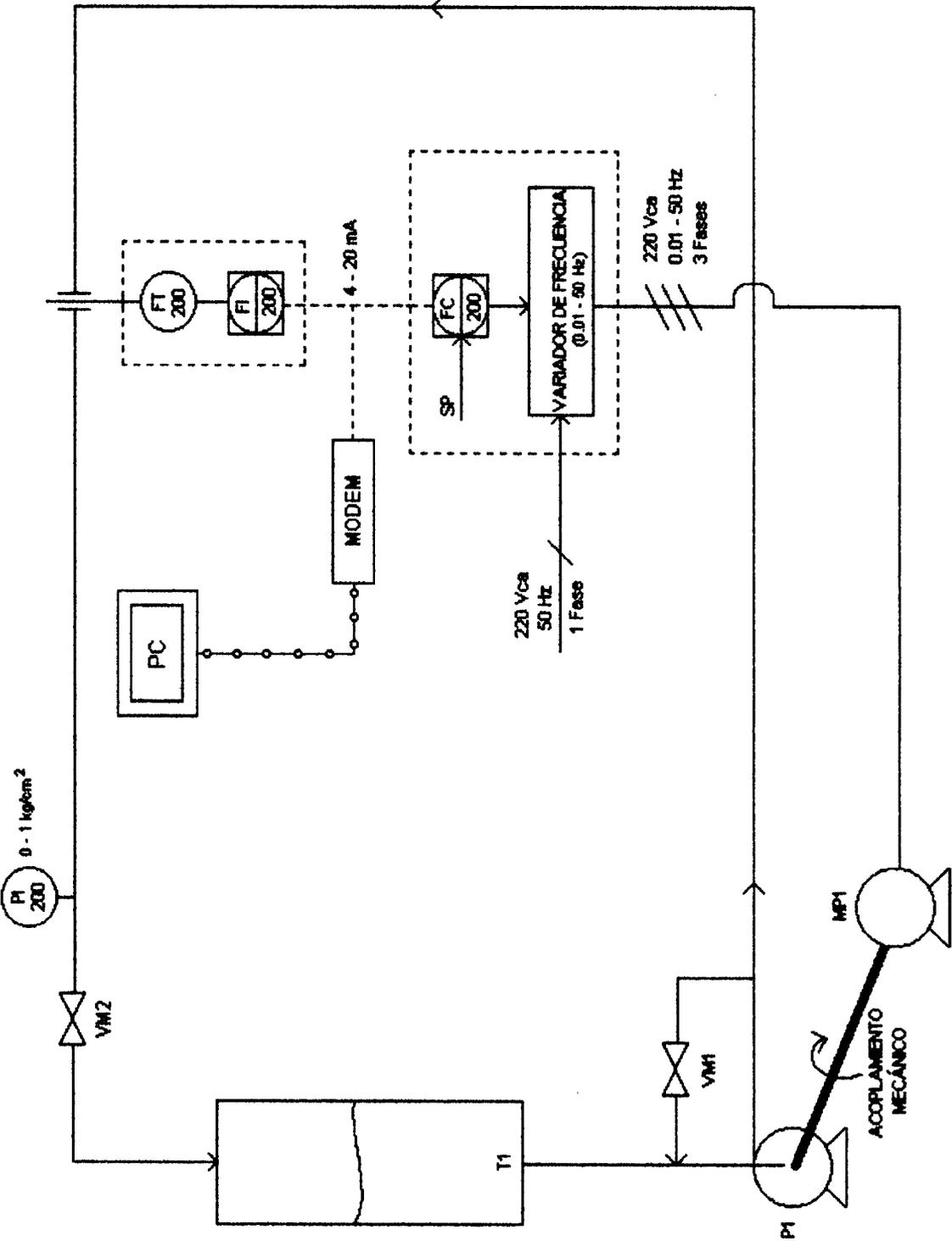
Resumiendo, cuando el líquido pasa a través de la placa orificio el transmisor de presión diferencial genera una señal eléctrica acorde con el valor de caudal medido que ingresa al controlador donde en función del set point y aplicando el algoritmo P+I se genera una señal que le indica al variador cómo debe ser el cambio en frecuencia que debe producir a efectos de eliminar el error. Por ejemplo, si el caudal ha disminuido respecto del set point, el variador debe aumentar la frecuencia para que de esta manera la velocidad del motor aumente. La variable controlada es el caudal y la variable manipulada es la velocidad del motor MP1.

En el esquema también se encuentra representado un nanómetro indicado como PI (pressure indicator). Se pueden introducir perturbaciones en el sistema a través de las válvulas indicadas en el esquema como VM1 y VM2. Finalmente, se ha esquematizado un módem conectado a una PC que no se encuentra disponible en el laboratorio pero cuya función sería la de interpretar la señal de 4 - 20 mA proveniente del transmisor de presión diferencial para cambiar la forma en que se



expresa (% de presión diferencial, unidades de ingeniería) o efectuarle pasos algebraicos ( $\sqrt{\quad}$ ,  $*$ , etc.).

Por último es oportuno mencionar que en este sistema manejaremos en el algoritmo de control 100 valores de ganancia ( $G = \frac{100}{BP}$  en un rango de 0,01 a 100) para el control proporcional donde BP es banda proporcional, y ganancia integral o repeticiones por segundo (0,01 a 100 Rep / seg.) para el control integral. Es decir los valores inversos de los utilizados en el sistema de control de nivel.





## Variadores de velocidad para motores asíncronos.

El variador de velocidad ha sido diseñado para alimentar motores con una potencia adaptada a cada uno de sus calibres, y se selecciona en función de la tensión de línea o de alimentación y de la potencia del motor a utilizar.

### **Variadores de frecuencia.**

Sabemos de electrotecnia que la velocidad puede expresarse como sigue:

$$n = 60 \times \frac{f}{p}$$

donde:

**f** es la frecuencia de la red de alimentación

**p** es el número de pares de polos generados en el campo magnético giratorio.

En esta expresión se ve claramente que una de las formas de variar la velocidad del motor es modificando la frecuencia de la red. Decimos una de las formas debido a que hay diversos métodos para efectuar esta operación que han sido vistos oportunamente en electrotecnia, como puede ser el cambio en el número de polos  $p$ , la variación de la resistencia del rotor, etc.

Como la variación de la frecuencia es continua, con este método obtenemos una variación continua de la velocidad.

### **Precauciones de montaje.**

- El aparato debe instalarse verticalmente.
- Hay que evitar colocarlo cerca de elementos calientes.
- Para asegurar una buena ventilación se prevén rejillas de ventilación. Si la ventilación no es suficiente se instala una ventilación forzada con filtro.
- Al instalarlo en un cofre o armario metálico deben tenerse en cuenta las reglas para el cálculo de las dimensiones del mismo.
- Debe preverse la equipotencialidad en alta frecuencia de las masas entre el variador, el motor y las pantallas de los cables.
- Los cables apantallados son el cable de conexión del motor y el cable para conexión del control. Esta pantalla puede realizarse sobre una parte del recorrido mediante tubos o canaletas metálicos a condición de que no haya discontinuidades.

### **Precauciones de cableado.**

Respetar las secciones de los cables preconizadas por las normas. El variador deberá conectarse imperativamente a tierra, con el fin de que esté en conformidad con las reglamentaciones relativas a corrientes de fuga elevadas (superiores a 3.5 mA). En el caso de varios variadores en la misma Línea hay que conectar por separado cada variador a tierra, y si es necesario prever una inductancia de línea.



## **Mando.**

Separar los circuitos de mando y los cables de potencia. Se recomienda utilizar cable apantallado y trenzado con un paso comprendido entre 2 mm y 50 mm uniendo la pantalla en cada extremo.

## **Funciones sin ajuste**

### **Relé de fallo.**

El relé de fallo está excitado cuando el variador está bajo tensión y no está en fallo. Dispone de dos contactos NA y NC y de un punto común.

El desbloqueo del variador después de un fallo se efectúa así:

- Por desconexión de la tensión hasta la extinción del display y del piloto rojo y luego reposición de la tensión en el variador.
- Automáticamente en el caso de la función "rearranque automático".

### **Protección térmica del variador.**

Protege a través de una termistancia fijada sobre el disipador y asegura la protección térmica del variador para condiciones normales de temperatura ambiental.

### **Puesta en servicio.**

El variador está preajustado de fábrica para las condiciones de empleo más corrientes (aplicaciones de par constante). Si estos valores son compatibles con la aplicación, el variador puede utilizarse sin modificación de los ajustes.

Si es necesario, el display y las teclas permiten la modificación de los ajustes y la extensión de las funcionalidades. Existen dos niveles de acceso jerarquizados:

- Nivel 1: ajustes (configuración de base)
- Nivel 2: extensión de funcionalidades

La vuelta a los ajustes de fábrica se puede realizar fácilmente.

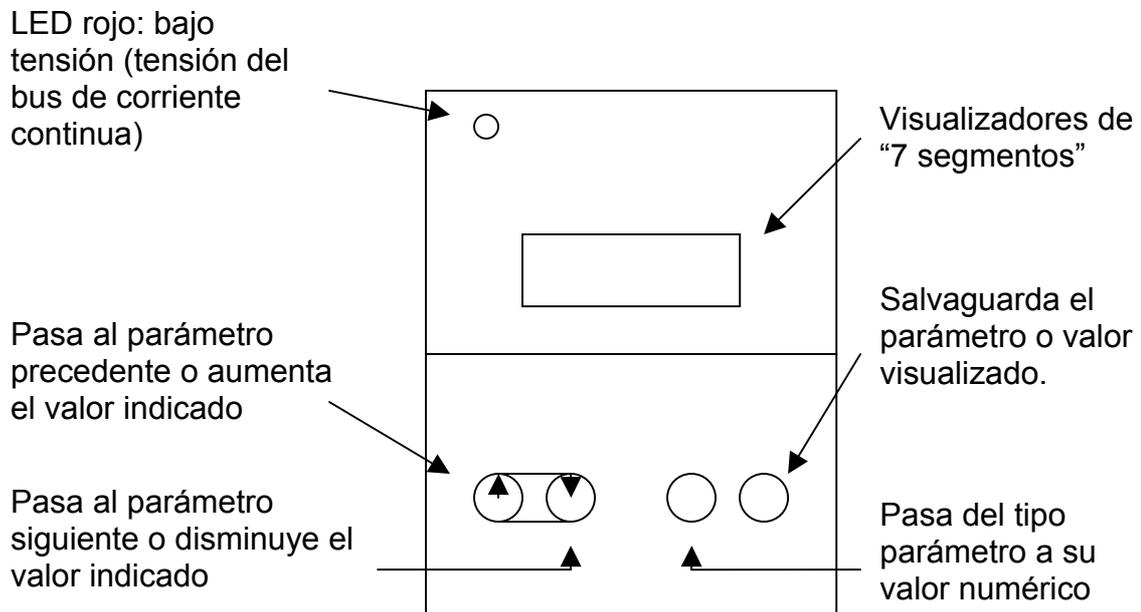
Los parámetros son de tres tipos:

- Visualización: valores indicados por el variador.
- Ajuste: modificables en funcionamiento y en parada.
- Configuración: solamente modificables en parada y sin frenado. Visualizables en funcionamiento.

### **Funciones de las teclas y del display.**

- Init: secuencia de inicialización.
- rdy: variador listo.
- 43.0: indicación de la consigna de frecuencia.
- deb: frenado por inyección de corriente continua.
- rtry: rearranque automático en curso.

La memorización de una selección visualizada se acompaña de un parpadeo del display.



## Mantenimiento

Antes de toda intervención en el variador, hay que cortar la alimentación y esperar la descarga de los condensadores (alrededor de 1 minuto). El piloto rojo deberá estar apagado.

Hay que asegurarse que se cumplen las recomendaciones relativas al entorno, al montaje y a las conexiones.

No necesita mantenimiento preventivo. Se aconseja a intervalos regulares:

- verificar el estado y el apriete de las conexiones.
- asegurarse de que la temperatura del entorno del aparato permanezca en un nivel aceptable y de que la ventilación es eficaz.
- quitar el polvo del variador si es necesario.

El primer fallo detectado queda memorizado y visualizado en la pantalla del terminal si la tensión se mantiene: el variador se bloquea y se dispara el relé de seguridad.

Entonces es necesario cortar la alimentación del variador. Buscar la causa del fallo para eliminarla. Restablecer la alimentación: esto permite borrar el fallo si éste ha desaparecido.

En ciertos casos puede haber un re arranque automático tras la desaparición del fallo, si esta función ha sido programada.