

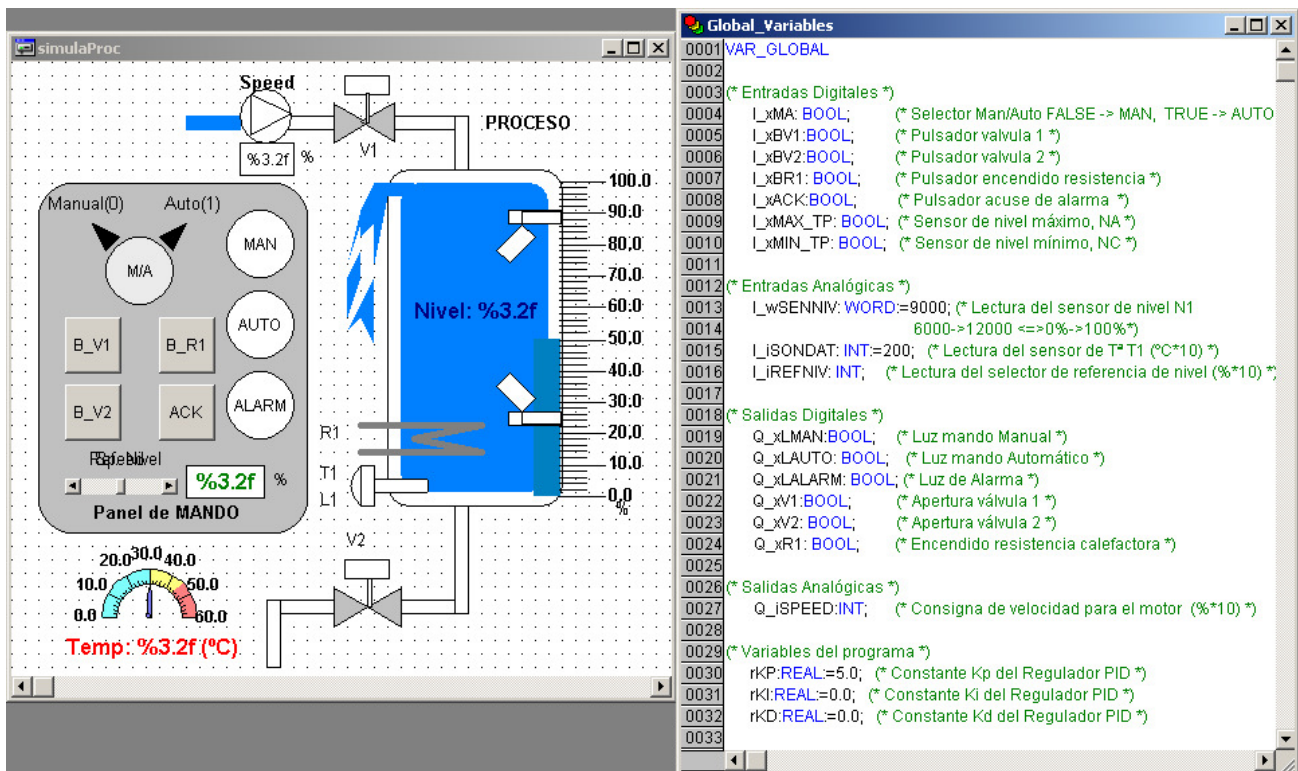
IMPLEMENTACIÓN DE REGULADORES

OBJETIVOS:

- POU: programa, función y acciones.
- Gestor de tareas. Tareas cíclicas.
- Entradas y salidas analógicas.
- Programación de alarmas.
- Implementación de un PID para el control de Nivel.
- Control Todo/Nada de la Temperatura.
- Pantallas de Visualización.

ESQUEMA DEL PROCESO:

La figura representa un sistema utilizado para el almacenamiento y calentamiento de un líquido a cierta temperatura:



ELEMENTOS Y SEÑALES DEL SISTEMA:

El sistema consta de un *Tanque Principal* con una capacidad determinada de producto, que incluye los siguientes elementos sensores y actuadores:

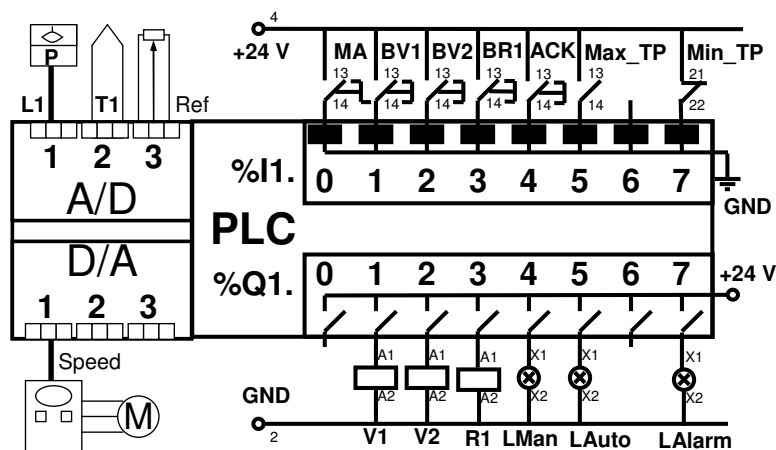
- Dos detectores de nivel de tipo flotador: *Min_TP* (normalmente cerrado, aprox. al 25% de la capacidad) y *Max_TP* (normalmente abierto, al 90% de la capacidad).
- Una sonda Pt-100 para medida de la temperatura (*TI*) del líquido.
- Un sensor de nivel analógico (transmisor de presión) *LI*, para medir el porcentaje de nivel de líquido en el tanque.
- Una válvula *VI*, que cuando se activa permite el llenado del tanque.
- Una válvula de drenaje (*V2*).
- Una resistencia eléctrica (*RI*) para suministro de energía calorífica para el calentamiento.
- Una bomba que abastece de agua al tanque movida por un motor de velocidad variable (*Speed*).

PANEL DE CONTROL:

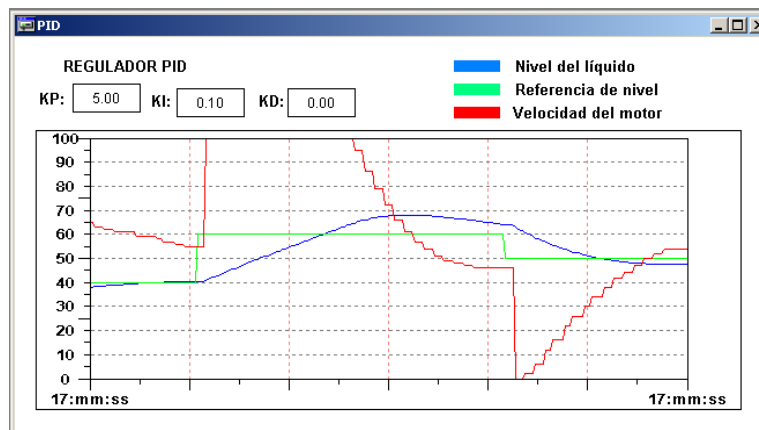
Dispone de los siguientes elementos agrupados en un panel de mando:

- Un interruptor *M/A* y dos lámparas *LMAN* y *LAUTO*, que permiten reconocer el modo Manual o Automático de la instalación.
- Tres pulsadores para comandar la operación del sistema en modo Manual:
 - *BV1*, sin enclavamiento para suministrar líquido al tanque, abriendo la válvula V1.
 - *BV2*, con enclavamiento para vaciar el tanque abriendo V2.
 - *BR1*, con enclavamiento para calentar el líquido activando la resistencia de calentamiento R1.
- Un control deslizante que en modo Manual permite controlar la velocidad del motor de la bomba (*Speed*, 0.0 -> 100.0 %) y en modo Automático indica el nivel deseado de líquido en el depósito (*Ref. Nivel*, 0.0 -> 100.0 %).
- Una lámpara para visualizar situaciones de alarma en el sistema (*LALARM*). Mediante el pulsador sin enclavamiento de acuse, *ACK*, se confirma la alarma desactivando, si ha desaparecido la alarma, la señal luminosa.

La figura siguiente ilustra un ejemplo de conexión de los sensores y actuadores a los módulos E/S del PLC. La salida analógica asociada a la consigna de velocidad para el motor (*Speed*, 0.0->100.0%) es un entero equivalente a 10 veces la consigna de velocidad, es decir, es un INT (16 bits) **Q_iSPEED** que está en el rango [Min=0,Max=1000].

**PANTALLA GRÁFICA DEL REGULADOR PID:**

Se dispone además de una pantalla en la que se representan gráficamente las variables relacionadas con el Regulador PID y desde la que se pueden modificar las constantes del regulador.



DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL SISTEMA:

El sistema puede estar en uno de los tres modos siguientes: Manual, Automático o EnAlarma. El paso de uno a otro modo viene establecido por el siguiente diagrama:

Con el interruptor M/A el sistema cambia entre modo Manual y modo Automático.

Modo Manual

Inicialmente el sistema está en modo Manual, y la lámpara LMAN debe estar encendida. El operador puede manejar las válvulas con los pulsadores BV1 y BV2 y la resistencia calefactora con el pulsador BR1. Se puede controlar la velocidad del motor de la bomba con el control deslizante del Panel de Control.

Modo Automático

La lámpara LAUT debe estar encendida. Los pulsadores BV1 y BR1 del conmutador estarán inoperativos. El pulsador BV2 estará operativo, para permitir extraer agua del tanque.

- Cuando la válvula V2 está abierta, el regulador PID del sistema deberá estabilizar el nivel del líquido en el tanque en el valor indicado por el control deslizante del Panel de Control actuando adecuadamente sobre la velocidad del motor que mueve la bomba. Se recomienda que la rutina del Regulador PID se ejecute en una tarea cíclica con un periodo de 1000 ms ($T_m=1s$).
- Cuando la válvula V2 está cerrada, si el nivel de líquido está por debajo del 70% se abrirá la válvula V1 y se pondrá la bomba a la máxima potencia hasta alcanzar al menos el 70% de la capacidad.
- La temperatura debe mantenerse en el rango 30 ± 2 °C: si es menor de 28 °C, se activará R1; si es mayor de 32°C, se desactivará R1.

Modo EnAlarma

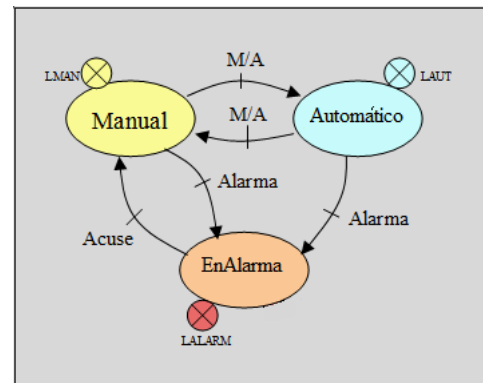
Pueden darse varias situaciones que harían pasar el sistema a modo EnAlarma:

- Existe incongruencia en los sensores de nivel.
- Está calentando y no hay líquido en el tanque.
- La temperatura del líquido en el tanque supera 45 °C.
- El nivel llega al flotador Max_TP.

En cualquiera de estas circunstancias, el sistema cambia a modo EnAlarma. Se deben cerrar las válvulas V1 y V2, desconectar la resistencia R1, parar el motor de la bomba y activar la señal de alarma luminosa. El pulsador BV2 estará operativo, para permitir vaciar el tanque si es necesario. BV1 y BR1 estarán inoperativos. Cuando el operador pulse Acuse (ACK), si la situación de alarma ha desaparecido, el sistema pasa al modo Manual y, finalmente, al modo señalado por el interruptor M/A.

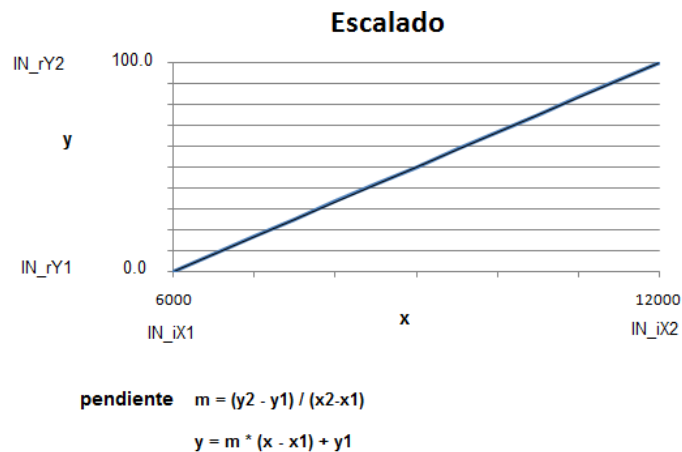
OBSEVACIONES:

1. No se deben realizar modificaciones en el programa de simulación proporcionado, en las pantallas de visualización o en las variables ya creadas.
2. Las nuevas variables que se creen (tanto globales como locales) para la realización del programa, deberán seguir el convenio de nomenclatura que permite conocer su tipo (x: booleanas, i: enteros, r: reales, etc.).



TAREAS A REALIZAR:

1. Escribir la función FU_rLEETEMP, que devuelva un valor real correspondiente a la temperatura actual del líquido en el tanque. El módulo de entradas analógico, conectado a una sonda Pt-100, proporciona un n° entero equivalente a 10 veces la temperatura en °C, es decir, la temperatura en °C es igual a $I_iSONDAT/10$. ($235 \rightarrow 23.5^{\circ}\text{C}$)
2. Escribir la función FU_rLEEREF en lenguaje ST, que devuelva un valor real entre 0 y 100, correspondiente al valor indicado por el control deslizante del Panel de Control. El módulo de entradas analógico, conectado al control deslizante, proporciona un n° entero INT (16 bits) $I_iREFNIV$ que está en el rango [Min=0,Max=1000]. La función ha de devolver un valor real en el rango [Min=0.0, Max=100.0].
3. Escribir la función FU_rLEENIVEL en lenguaje ST, que devuelva un valor real correspondiente al porcentaje de líquido en el tanque: 0% vacío, 100% lleno. El módulo de entradas analógico, conectado al sensor de nivel, proporciona un valor WORD (16 bits) $I_wSENNIV$. El valor entero correspondiente está en el rango [Min=6000,Max=12000]. La función ha de devolver un valor real en el rango [Min=0.0,Max=100.0].



4. Escribir un programa en que lleve a cabo las operaciones indicadas, controlando adecuadamente el “Gestor de Tareas” (“Freewheeling” y “Cíclicas”):
 - Leer y tratar los valores de entrada analógicos (porcentaje de nivel y temperatura).
 - Chequear las condiciones de alarma.
 - Determinar el modo de funcionamiento del sistema (Manual, Automático o EnAlarma).
 - Operaciones según el modo de funcionamiento del sistema.
 - Gestionar las variables de salida.
5. Realizar un análisis sobre el efecto de aumentar o disminuir el valor de cada una de las constantes del regulador (KP, KI, KD) describiendo los fenómenos que se observan en cada caso. Proponer finalmente los valores que se consideren más adecuados para cada una de las constantes. Se debe entregar un informe justificando esos valores, escrito a mano y/o a ordenador, como máximo de dos páginas. La entrega se puede realizar en formato papel o electrónico, utilizando el medio que se desee: originales a mano, fotocopias, e-mail, escaneado o fotografiado de documentos, etc.