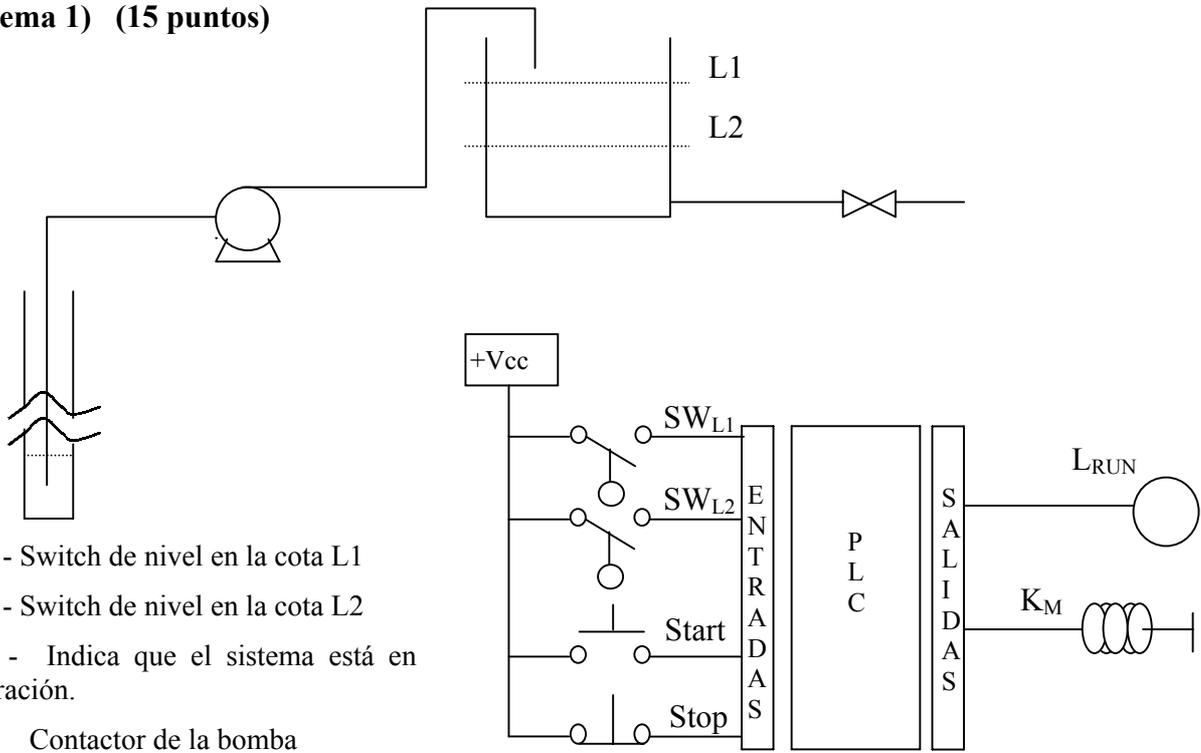


**Parcial 2 – A - 2007 - 65 puntos**

**Problema 1) (15 puntos)**



Los switches cierran cuando el nivel sobrepasa la cota correspondiente

Para mantener el nivel en el tanque entre las cotas L1 y L2 se instala un PLC al que se le conectan las señales que aparecen en el dibujo.

Se necesita programar el mismo para cumplir con el comportamiento que se describe a continuación:

El sistema arranca cuando se presiona **Start** y se indica enciendo la lámpara **L<sub>RUN</sub>**, la que se apagará al apretar **Stop** y la bomba se mantendrá apagada independientemente del nivel en el tanque.

Una vez que arranca la operación (se presiona **Start**) se enciende la bomba que se deberá detener al llegar el nivel a la cota L1 y volver a arrancar cuando el nivel desciende a la cota L2.

El sistema tiene la siguiente limitación, por ensayos se encontró que dado el caudal de la bomba y el caudal con que se recupera el nivel en el pozo si la bomba está en operación por más de 20 minutos se la debe detener por 10 minutos y luego se puede volver a arrancarla. Esta operación se puede repetir todas las veces que sea necesario hasta que el nivel alcance la cota L1 y retomar la operativa normal.

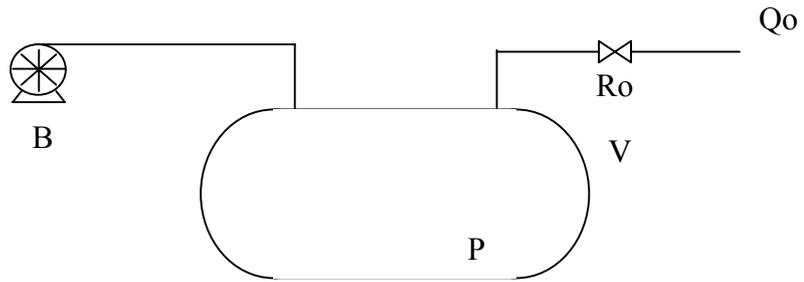
1) Realizar un diagrama de estado que represente el funcionamiento del sistema, analizando todas las posibilidades de funcionamiento. Describa qué representa cada estado y los eventos asociados.

2) Realizar un programa ladder que implemente lo definido en 1, utilizando en las instrucciones no direcciones reales sino los mnemotécnicos definidos y otros. Comentar las líneas de ladder o grupos de líneas, haciendo referencia al diagrama de estado definido.

Usar en el ladder preferiblemente los bloques definidos en PSIM. En su defecto, deberá describir claramente el funcionamiento del bloque.

XIC	XIO	OTE	OTL	OTU	T1,C1
-] I-	-] I(-	-( )	-(L)-	-(U)-	-(RES)-
CTU-CO	CTD-CO	TON-T0	RTD-T1	EQU	
AC 4	AC 4	AC 0	AC 0	COA 0	
PR 5	PR 5	PR 5	PR 5	= 0	
NEQ	GRT	LES	GEQ	LEQ	
COA 0	COA 0	COA 0	COA 0	COA 0	
<> 5	> 1	< 4	=> 1	<= 4	

**Problema 2) (12 puntos)**



El sistema de la figura consta de un recipiente a presión de volumen  $V$  y un compresor de aire de desplazamiento positivo (B) que entrega un caudal másico  $m_{max}$  constante cuando el compresor esta encendido.

El caudal volumétrico de salida esta determinada por la restricción  $R_o$  que determina un caudal de salida proporcional a la presión del recipiente ( $Q_o = k \times \sqrt{P}$ ).

El proceso se da a temperatura constante e igual a la temperatura ambiente, y se supone que el aire se comporta como un gas ideal.

$P$  es la presión manométrica en el interior del recipiente, y se debe mantener en un entorno de  $\pm 100 \text{ g/cm}^2$  alrededor de los  $3 \text{ kg/cm}^2$  manométricos, para lo cual se piensa instalar un controlador de 2 posiciones que enciende o detiene el compresor.

- 1) Obtener el modelo lineal en el punto de operación.
- 2) Determinar la cantidad de veces por hora que tendrá que encender el compresor.

Datos:

Caudal másico que entrega la bomba:  $m_{max} = 0,2 \text{ kg / h}$

Volumen del recipiente:  $V = 0,1 \text{ m}^3$

Temperatura ambiente:  $T_a = 27 \text{ }^\circ\text{C}$

Masa molar del aire:  $M_{aire} = 29 \text{ g / mol}$

Cte. universal de los gases:  $R = 8,31 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{K} \cdot \text{mol}}$

Presión de operación:  $P_o = 3 \text{ kgf / cm}^2$

Variación de  $P$  máxima:  $\Delta P = 0,1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

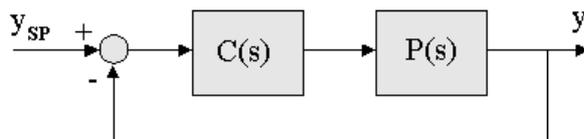
Presión atmosférica :  $P_a = 1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Equivalencia:  $1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 1 * 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Cte. de la restricción  $R_o$ :  $k = 0,01 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\sqrt{\text{kgf}/\text{cm}^2}}$

**Problema 3) (12 puntos)**

Sea el sistema de control de indicado en la figura.



$$P(s) = \frac{6}{s + 1,5}$$

- a) Diseñar un controlador PI para que el sistema en lazo cerrado cumpla las siguientes condiciones:
  - Tener un polo doble.
  - Que la respuesta del sistema contenga exponenciales 2 veces más rápidas que la de  $P(s)$ .
- b) Para el sistema obtenido en la parte a) dibujar el diagrama de Bode asintótico del módulo (lazo cerrado).
- c) Calcule los márgenes de estabilidad relativa del sistema controlado.

**Problema 4) (5 puntos)**

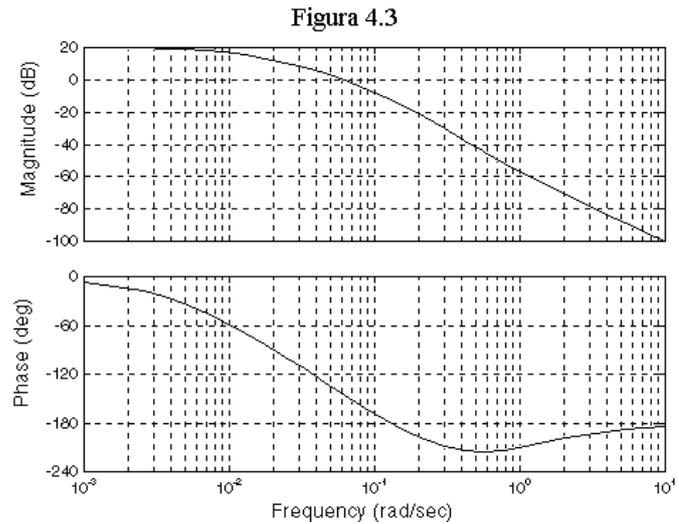
Considere el sistema con realimentación unitaria indicado en la figura 4.2.



Figura 4.2

En la figura 4.3 se muestran los diagramas de Bode de  $G(s)$ .

Se pide determinar si el sistema de lazo cerrado es estable o inestable, justificando la respuesta.



**Problema 5) (9 puntos - correcto +1 punto; incorrecto -1 punto)**

Para cada una de las siguientes afirmaciones, indicar si es verdadera o falsa.

El controlador On/Off:

- a) Es un controlador no lineal.
- b) Es adecuado para controlar procesos de capacitancias grandes.

Para los controladores PID se puede afirmar lo siguiente:

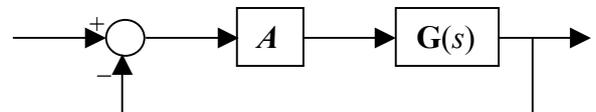
- c) El controlador en lazo abierto es siempre estable.
- d) El modo integral garantiza que el sistema controlado tiene mejor comportamiento en régimen.
- e) El modo derivativo no afecta el comportamiento en régimen del sistema controlado.
- f) El modo integral hace al sistema más sensible al ruido de alta frecuencia.

En un PLC,

- g) un mismo evento puede hacer evolucionar el sistema desde un estado “A” a un estado “B”, y viceversa también (de “B” a “A”).
- h) el estado inicial del sistema depende de las entradas.
- i) el momento en que la salida física (contacto de salida del PLC) se actualiza está determinado solamente por la ejecución del programa ladder.

**Problema 6) (4 puntos)**

Considere el sistema realimentado de la figura siendo  $G(s)$  un sistema de segundo orden sobreamortiguado y sin ceros, y un controlador proporcional de ganancia  $A$ .

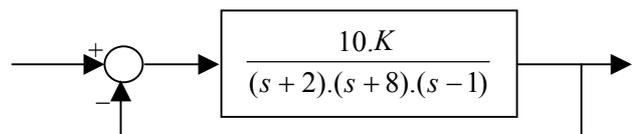


Se desea tener un sobretiro de arbitrario  $X\%$  ( $X$  entre 0 y 100). ¿Es posible hacerlo con un esquema de control de este tipo? Justificar la respuesta indicando como se realizaría el cálculo en caso de afirmativa y como se prueba lo contrario en caso de negativa.

**Problema 7) (8 puntos)**

Considere el sistema de la figura.

Determine los valores de  $K$  para los cuales el sistema realimentado es estable.



Indique el valor o los valores de  $K$  para que el sistema realimentado tengo polos imaginarios puros (parte real nula), y obtenga los valores de todos los polos.