

*Control de Procesos Químicos*

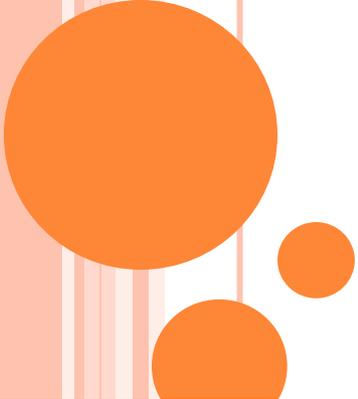
## **Tema 6 – Control de bombas y compresores**

Bombas centrífugas

De desplazamiento positivo

Sistemas de distribución

Compresores centrífugos, 'anti-surge', alternativos



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

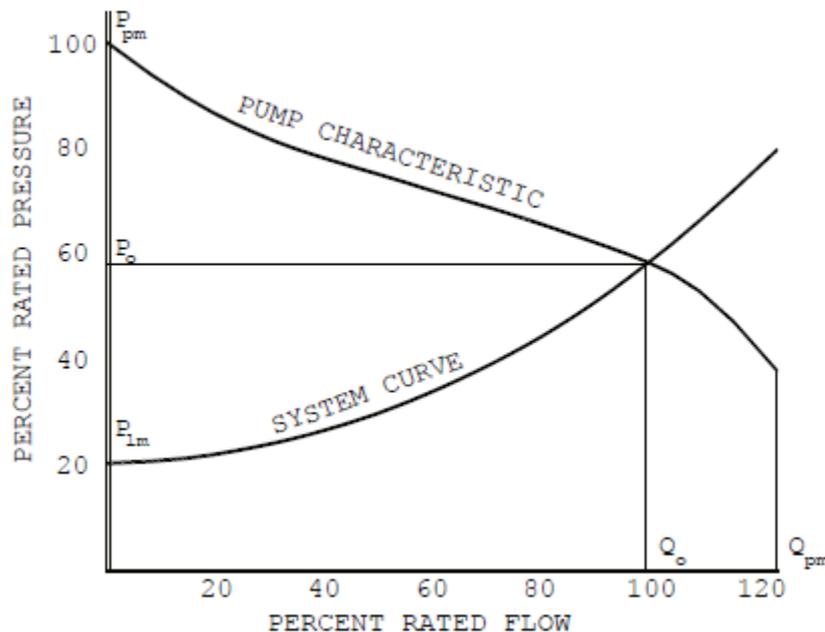
- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Bombas centrífugas

Las bombas centrífugas son uno de los componentes más sencillos que pueden emplearse desde el punto de vista del control de procesos. Se trata de un dispositivo cuya función esencial es definir el caudal necesario a desplazar de una determinada corriente líquida desde un punto hasta otro.

Su inserción dentro de un proceso viene descrita a través de su curva característica y de la curva característica del proceso (o del sistema). Así, allá donde se cruzan se obtiene el punto de operación de la bomba.



$P_o$  = Differential pressure, or head, at the operating point of the pump and also of the process.

$Q_o$  = Flow rate, at operating point, of the pump and also of the process.

$P_{pm}$  = Maximum differential pressure across the pump (at shutoff).

$Q_{pm}$  = Maximum discharge flow of the pump.

$P_{lm}$  = Static (Minimum) differential pressure between points B and A of the process.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

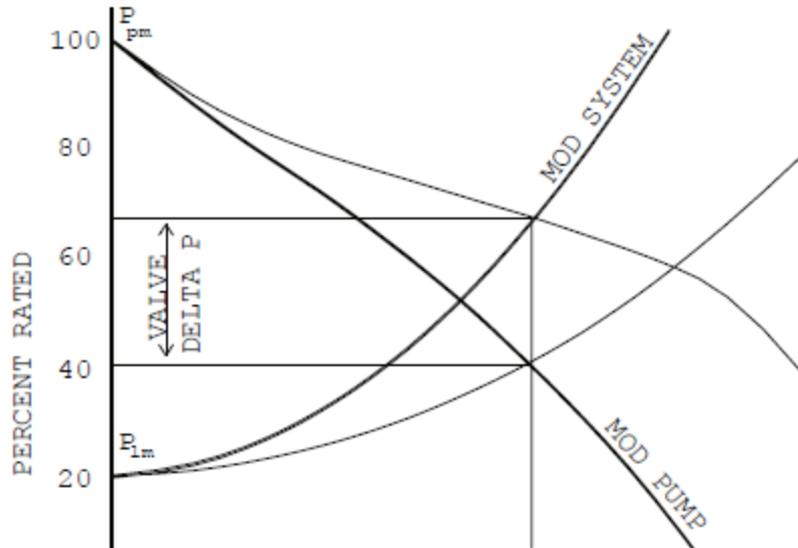
## Bombas centrífugas

### 1 – Estrangulamiento de la descarga

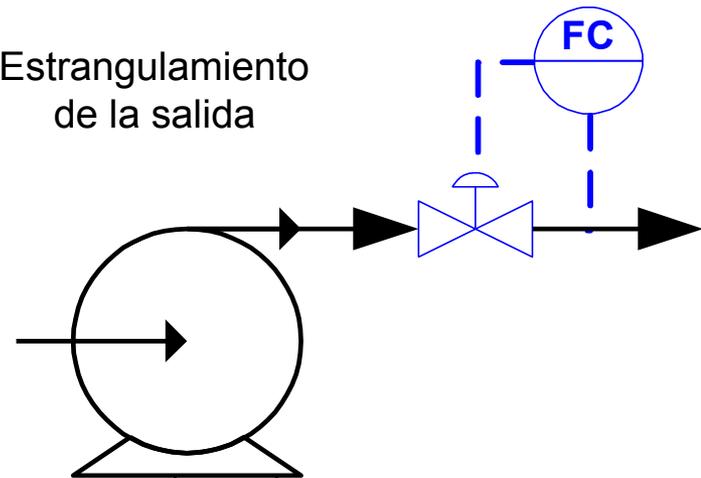
Es el método más apropiado. Se trata de suplementar la DP del sistema para colocar el punto de funcionamiento en el deseado.

Se debe medir antes de la válvula para disminuir riesgos de cavitación en el orificio.

El estrangulamiento en la succión es una posibilidad, de hecho funcionaría, pero no se emplea porque disminuye el NPSH disponible.



Estrangulamiento de la salida



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

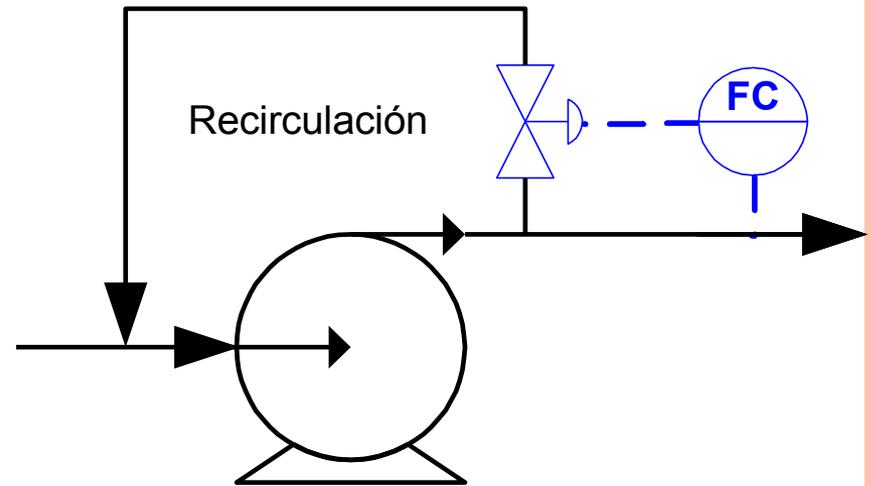
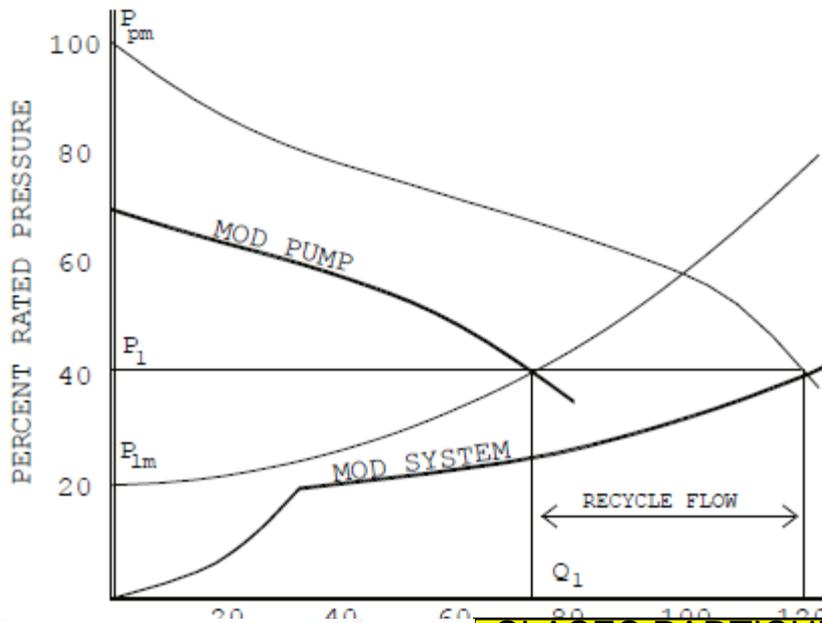
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Bombas centrífugas

2 – Recirculación. Es desaconsejable por varios motivos.

Una bomba no puede dar más caudal en el final de la curva. Incluso con la válvula de reciclo abierta al 100%, existe la posibilidad de que algo del fluido circulara como by-pass. A veces la curva es plana cerca del shut-off. Así es necesaria una gran variación del reciclo para lograr variar la presión de descarga y por tanto el caudal del circuito principal.



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

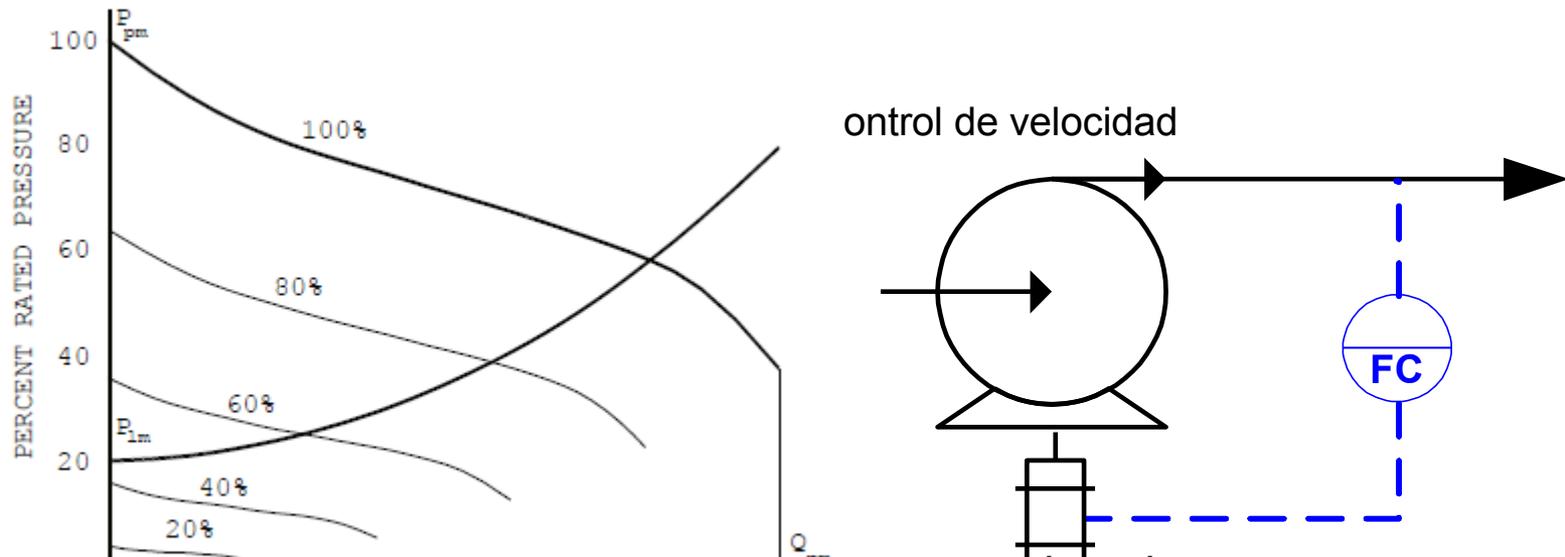
## Bombas centrífugas

### 3 – Control de velocidad.

El motor o turbina que manipula la velocidad de la bomba debe ser susceptible de ser operada para modificar la velocidad.

Es una estrategia que proporciona un excelente ahorro de energía, pero es tanto más interesante para mayores tamaños de bomba.

Si la válvula controla nivel se suele poner en cascada con un controlador de caudal para que los cambios de caudal sean más suaves.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

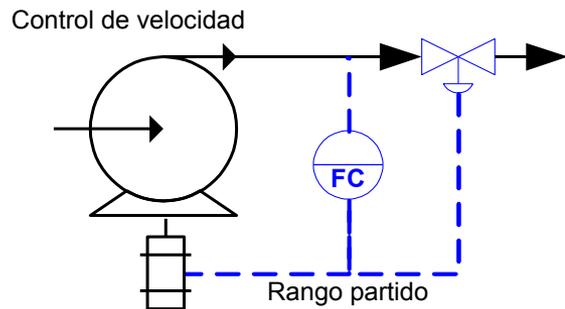
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Bombas centrífugas

### 3 – Control de velocidad.

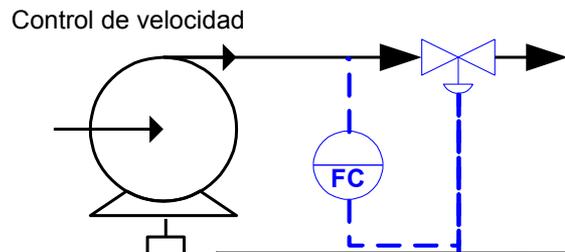
Existen otras alternativas utilizando el control de velocidad.

1- Se puede emplear un rango partido, operando tanto sobre la bomba (velocidad) o sobre una válvula de estrangulación de la corriente de descarga.



PV	OP	VIv	Motor
0	100	100	100
25	75	100	50
50	50	100	0
75	25	50	0
100	0	0	0

2- Se puede emplear un controlador de posición de válvula para estrangular la descarga una vez alcanzadas las revoluciones mínimas.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

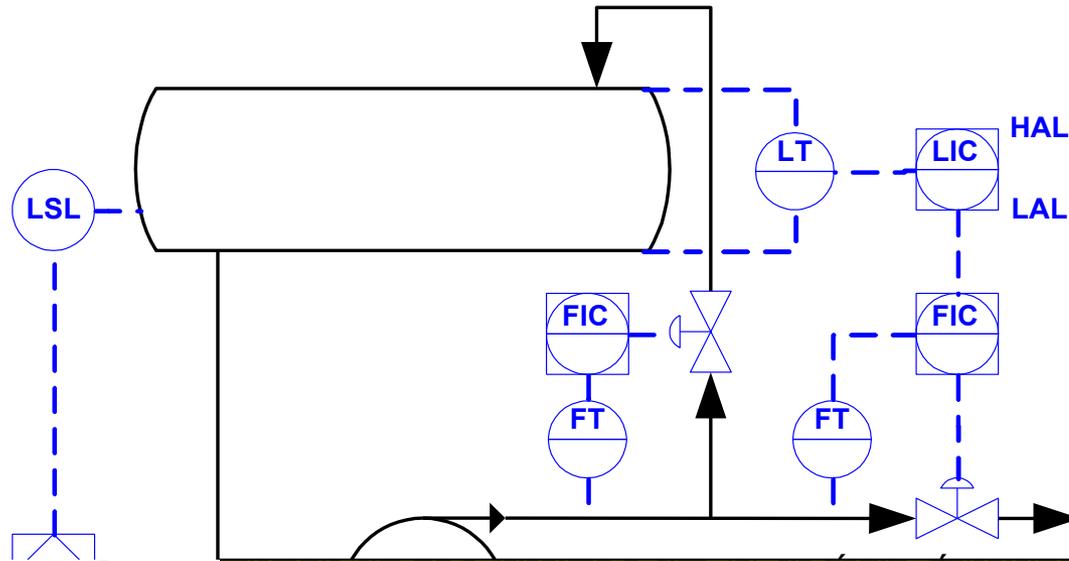
Cartagena99

## Bombas centrífugas

### Mínimo caudal

Las bombas tienen un mínimo de operación, es decir un caudal mínimo por debajo del cual no pueden operar en continuo, puesto que se producen calentamientos muy fuertes que pueden dañar a la bomba, especialmente los bobinados de los motores.

Así, es importante proteger las bombas para un mínimo caudal porque las variaciones que experimente un determinado proceso donde se vea inmersa así lo requiera. Para ello se suele hacer uso de un reciclo. En ocasiones es necesario enfriar, especialmente si se recircula todo el caudal por tiempo prolongado.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

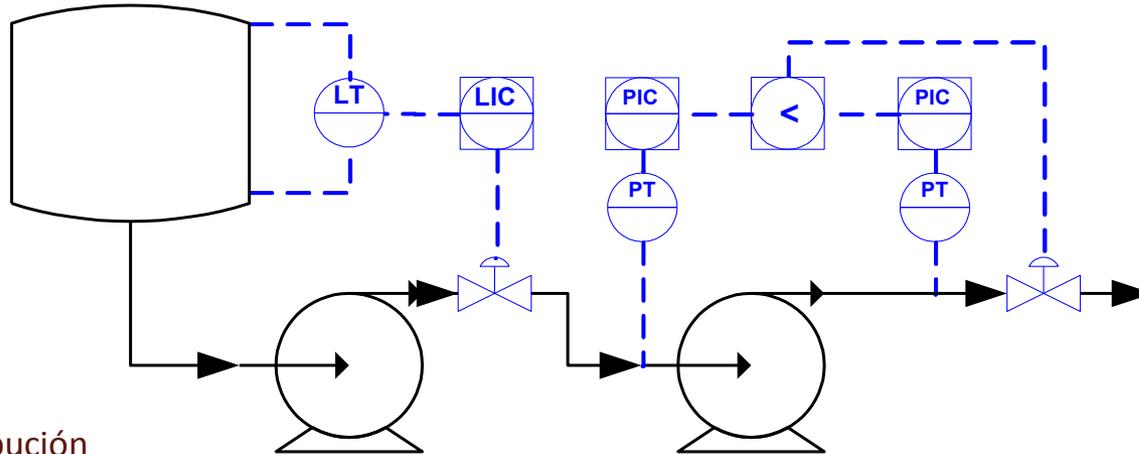
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Bombas centrífugas

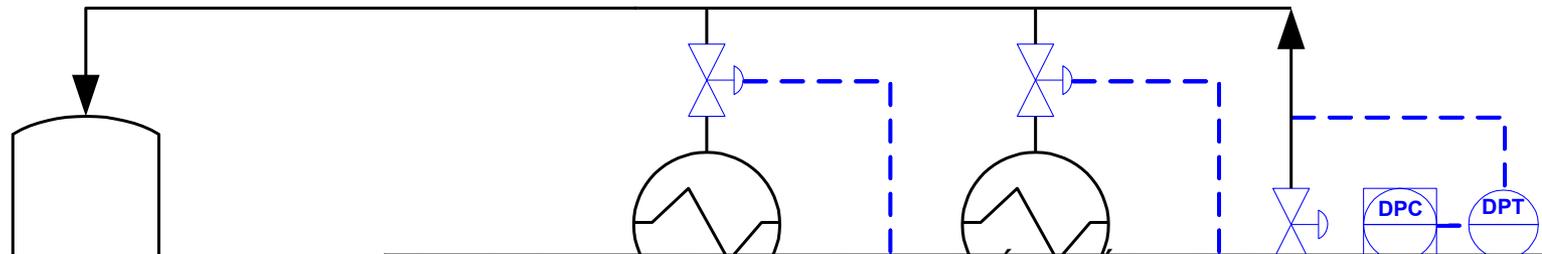
### Booster

Una booster pump es una bomba de incremento de presión. Es imprescindible no perder NPSH.



### Sistemas de distribución

Se intenta garantizar una presión constante en el colector de suministro. El DPC puede ser un VPC. El control es directo..



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

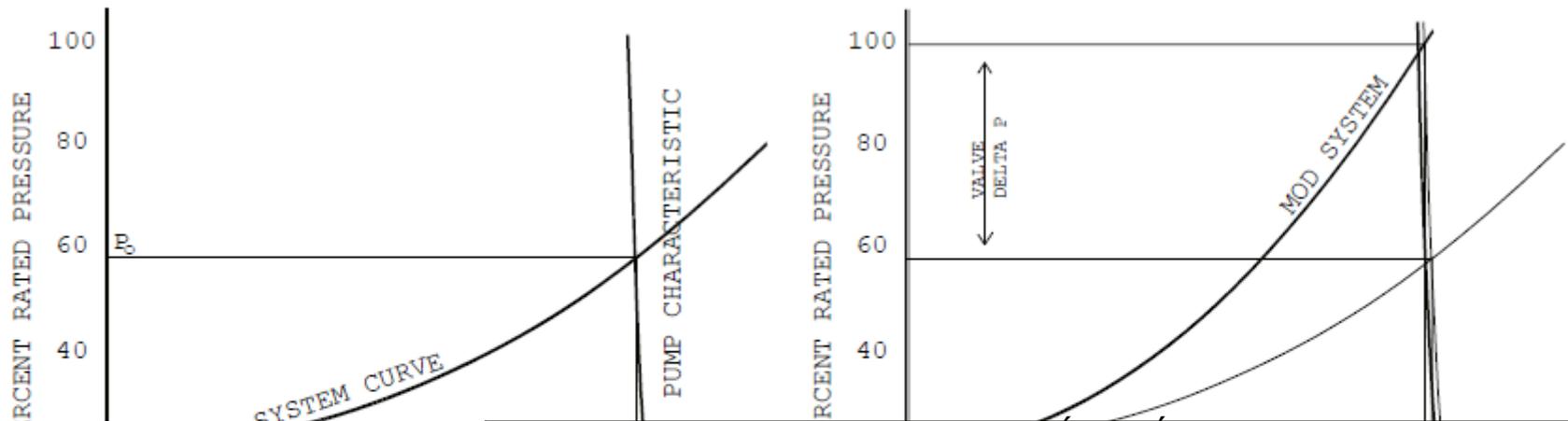
## Bombas de desplazamiento positivo

**Objetivo.** Tanto si son rotativas como recíprocas, el objetivo es el mismo que en las bombas centrífugas. El control se centra en que el punto de operación sea el requerido en cada momento. Sin embargo, el control es más difícil, puesto que la característica principal de estas bombas es que siempre proporcionan el mismo caudal, sea cual sea la presión aguas abajo, por lo que las posibilidades de control se ven reducidas. Así el estrangulamiento en descarga no funciona, puesto que la rama de descarga tendrá más presión pero no variará el caudal. Tampoco se puede actuar en la succión, por los mismo problemas de NPSH.

### Posibilidades de control.

#### 1 – Estrangulamiento de la salida

iiii No funciona !!!! (Tampoco en la entrada)



Cartagena99

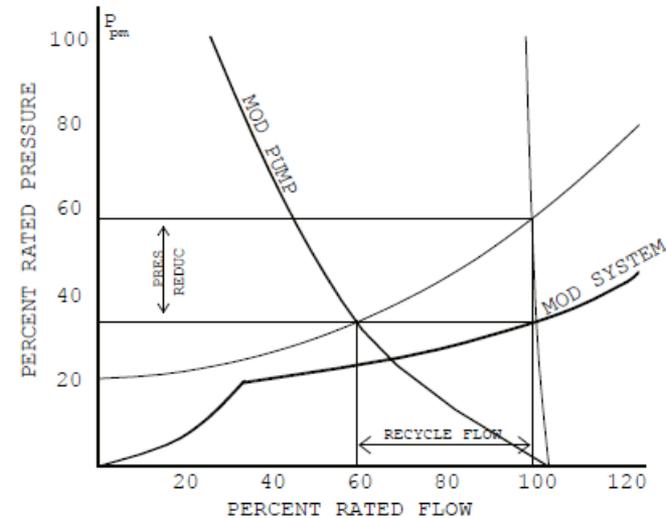
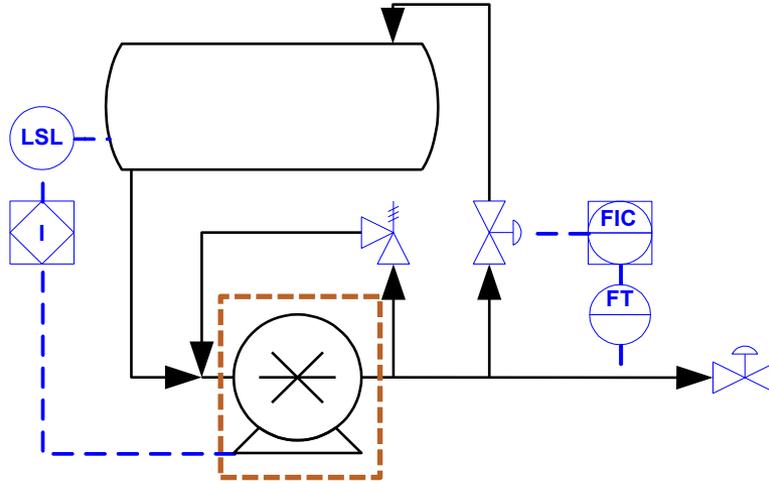
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Bombas de desplazamiento positivo

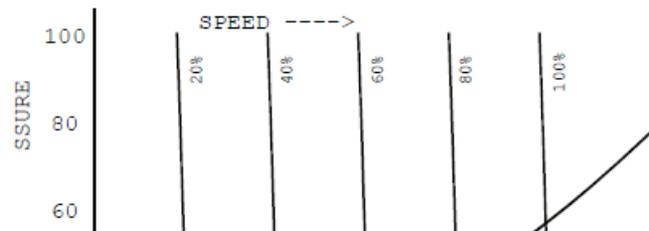
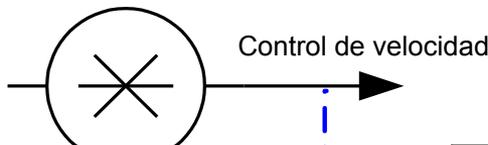
### 2 – Recirculación

Es el método más apropiado.



### 3– Control de velocidad.

Semejante al control en bombas centrífugas. Requiere el mismo tipo de motores o variadores de velocidad.



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

## Compresores centrífugos

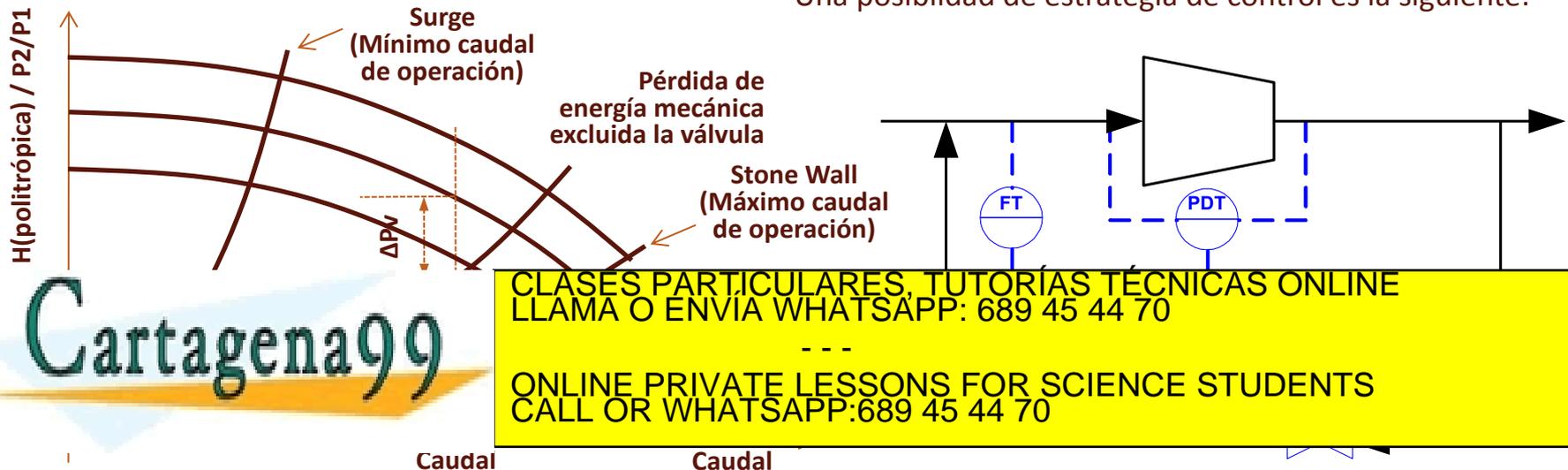
**Objetivo.** Nuevamente, de lo que se trata es de controlar el caudal del gas comprimido.

Los compresores centrífugos tienen características semejantes a las bombas, con curvas características muy semejantes, donde, para cada velocidad de rotación del motor se tienen diferentes relaciones entre carga (adiabática, politrópica) o relación de presiones y caudal.

**Posibilidades de control.** Entre las estrategias de control posibles está la posibilidad de estrangular la admisión, puesto que no hay problemas con el NPSH, es mucho más flexible y da lugar a un menor consumo a bajas cargas. Además, y también como alternativa, puede emplearse un variador de velocidad que proporciona un menor consumo de energía, por lo que esta opción suele ser preferible.

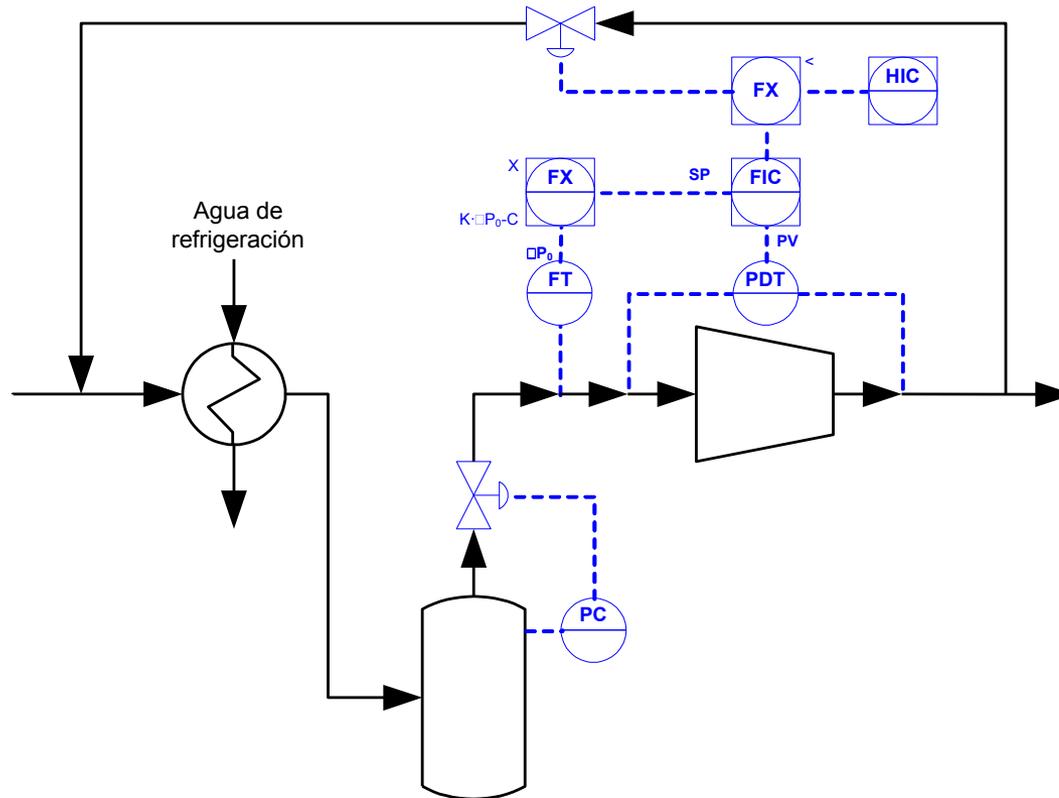
En compresores existen dos límites de operación, caudal mínimo (Surge) y máximo (Stone wall), fuera de cuyo intervalo no puede operarse. Por debajo del caudal mínimo (Surge) se obtiene una operación inestable. En estas condiciones la cantidad de gas a comprimir es insuficiente para la velocidad de los rodets y el compresor pierde su capacidad impulsora dándose una inversión del flujo de forma momentánea, que puede ser catastrófica para el equipo. Para prevenirlos se suele emplear un by-pass que se activa cuando se detecta un caudal mínimo.

Una posibilidad de estrategia de control es la siguiente:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
- - -  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Compresores centrífugos



Cartagena99

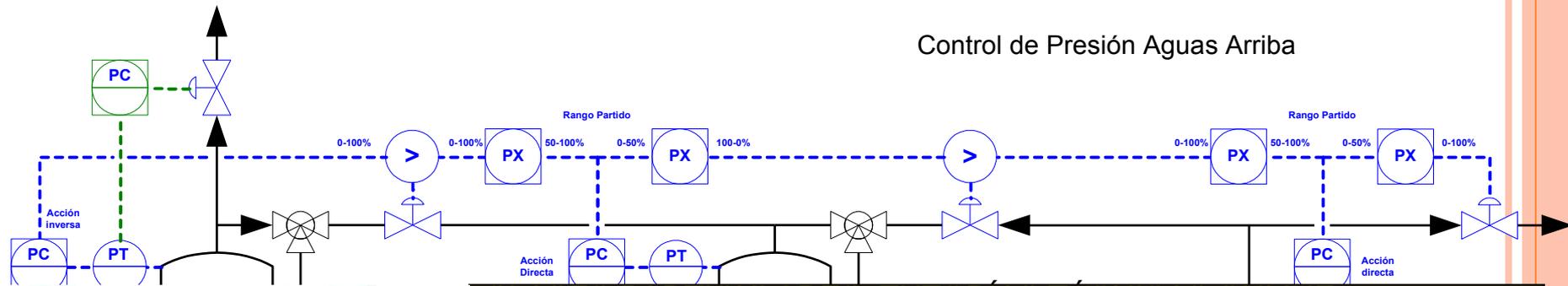
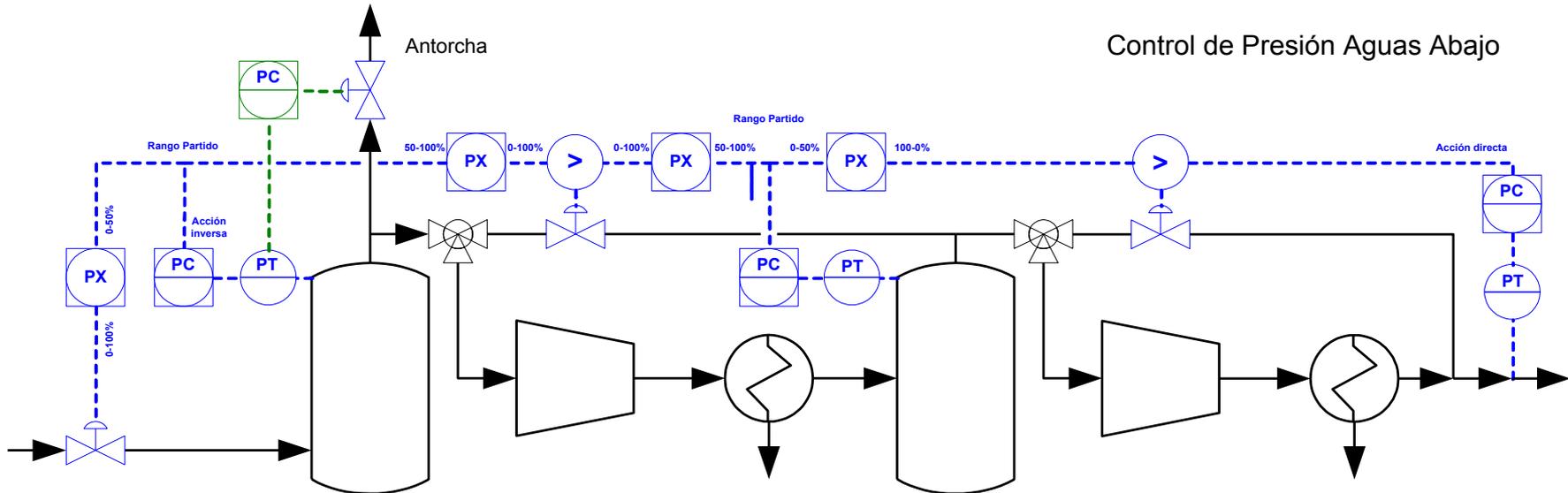
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



## Compresores alternativos



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

*Control de Procesos Químicos*

## **Tema 7-b – Control de nivel**

Surge drums  
Steam drums  
3 Phase drums

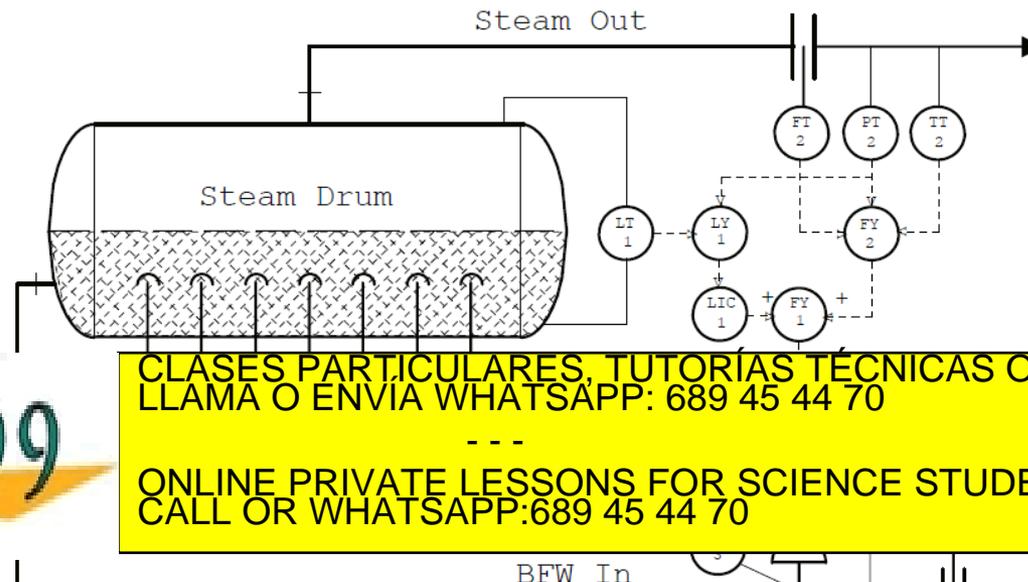
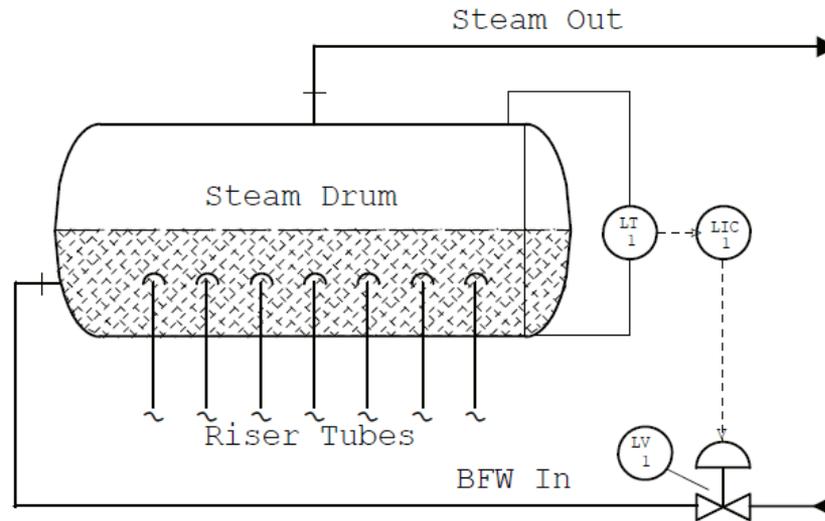
**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

## Steam drums



Cartagena99

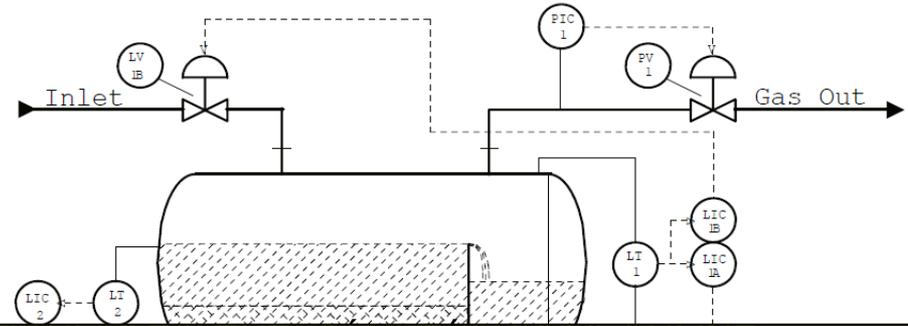
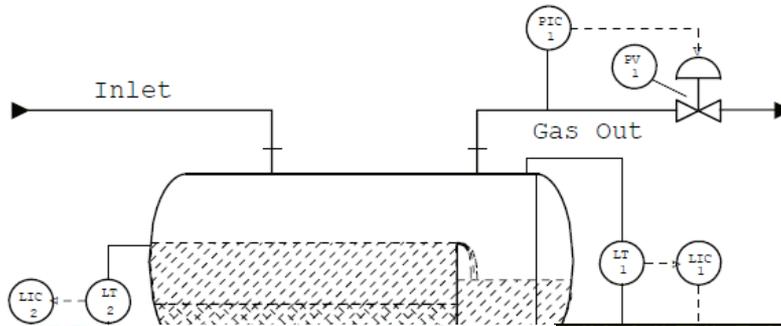
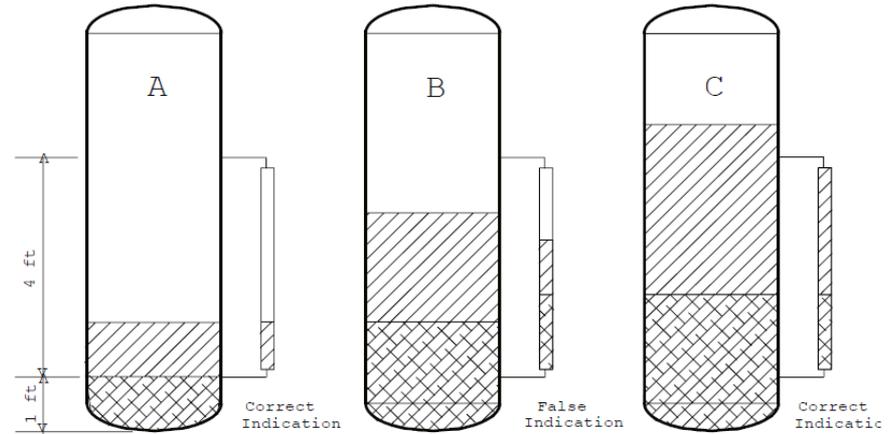
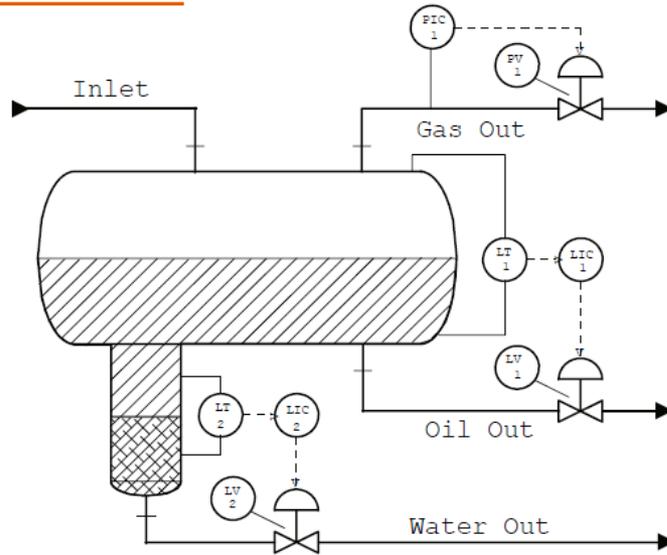
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

BFW In

## Separadores



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70