

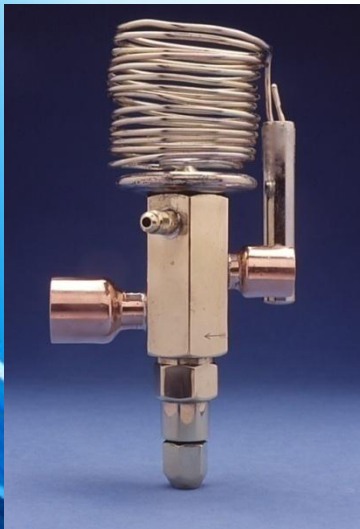
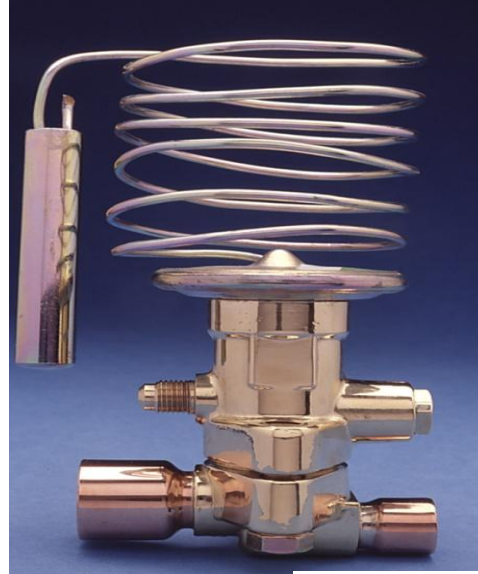
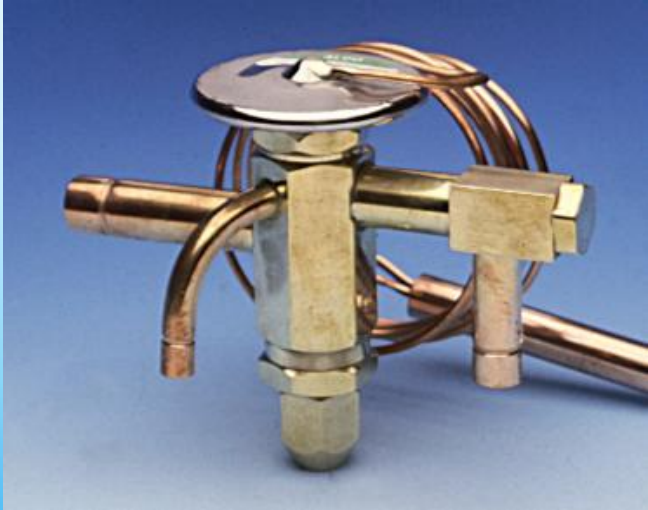


Correcta Operación de la Válvula de Expansión Termostática

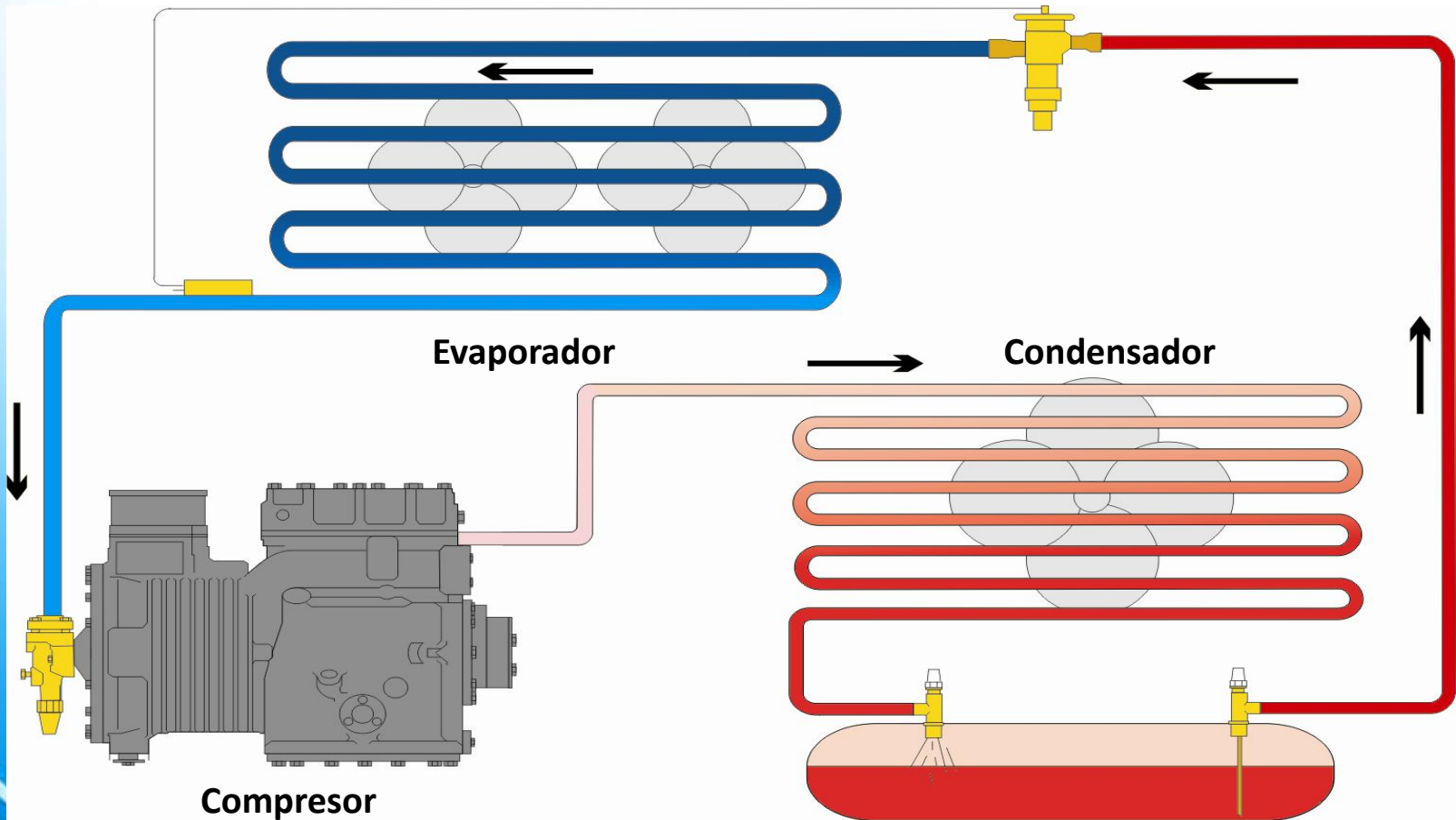
Ing. Roberto Santana

Ingeniero Químico Industrial egresado de la Escuela E. S. I. Q. I. E. (IPN).
Actualmente labora en Emerson Climate Technologies México, S. A. de C. V. como Ingeniero de Aplicación

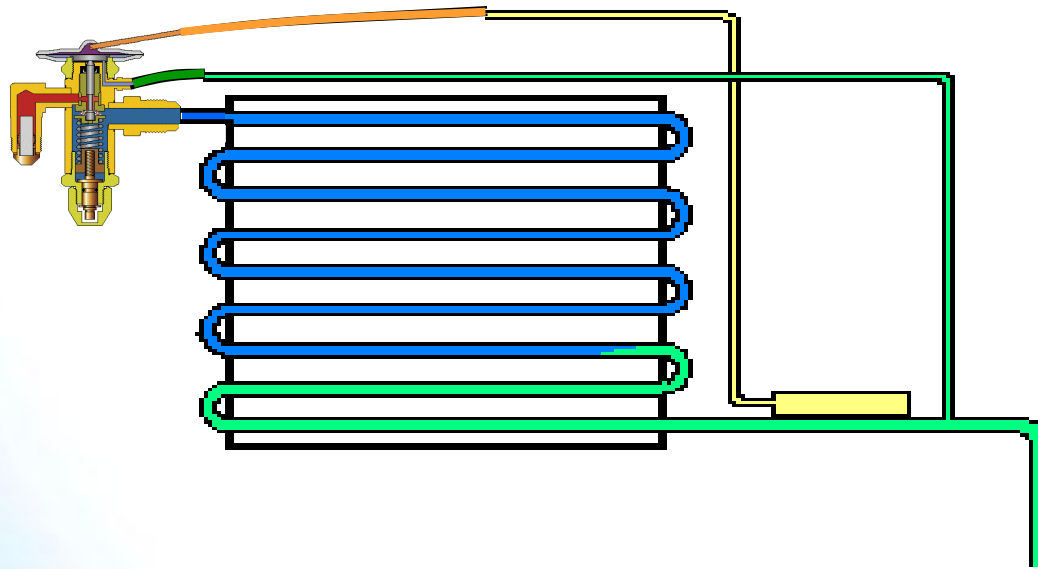
Tipos de Válvulas de Expansión



Válvula de Expansión Termostática

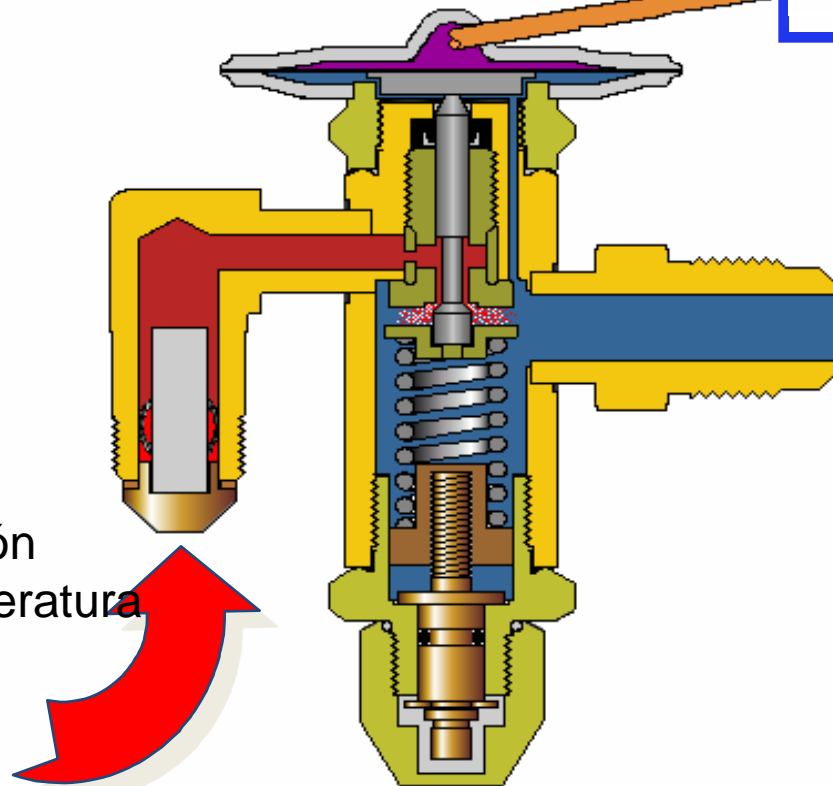
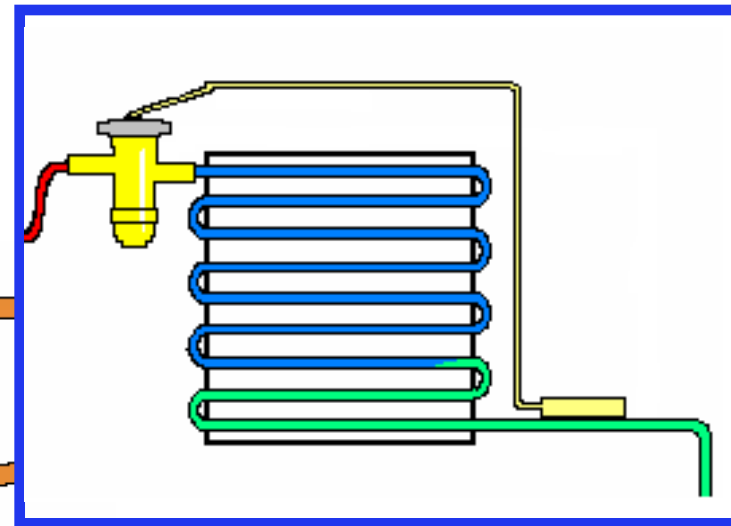


Funciones de la VET



- Reduce la Presión y la Temperatura al Refrigerante
- Alimenta la Cantidad de Refrigerante Requerida al Evaporador de Acuerdo a la Carga Térmica
- Controla el Sobrecalentamiento del Refrigerante a la Salida del Evaporador

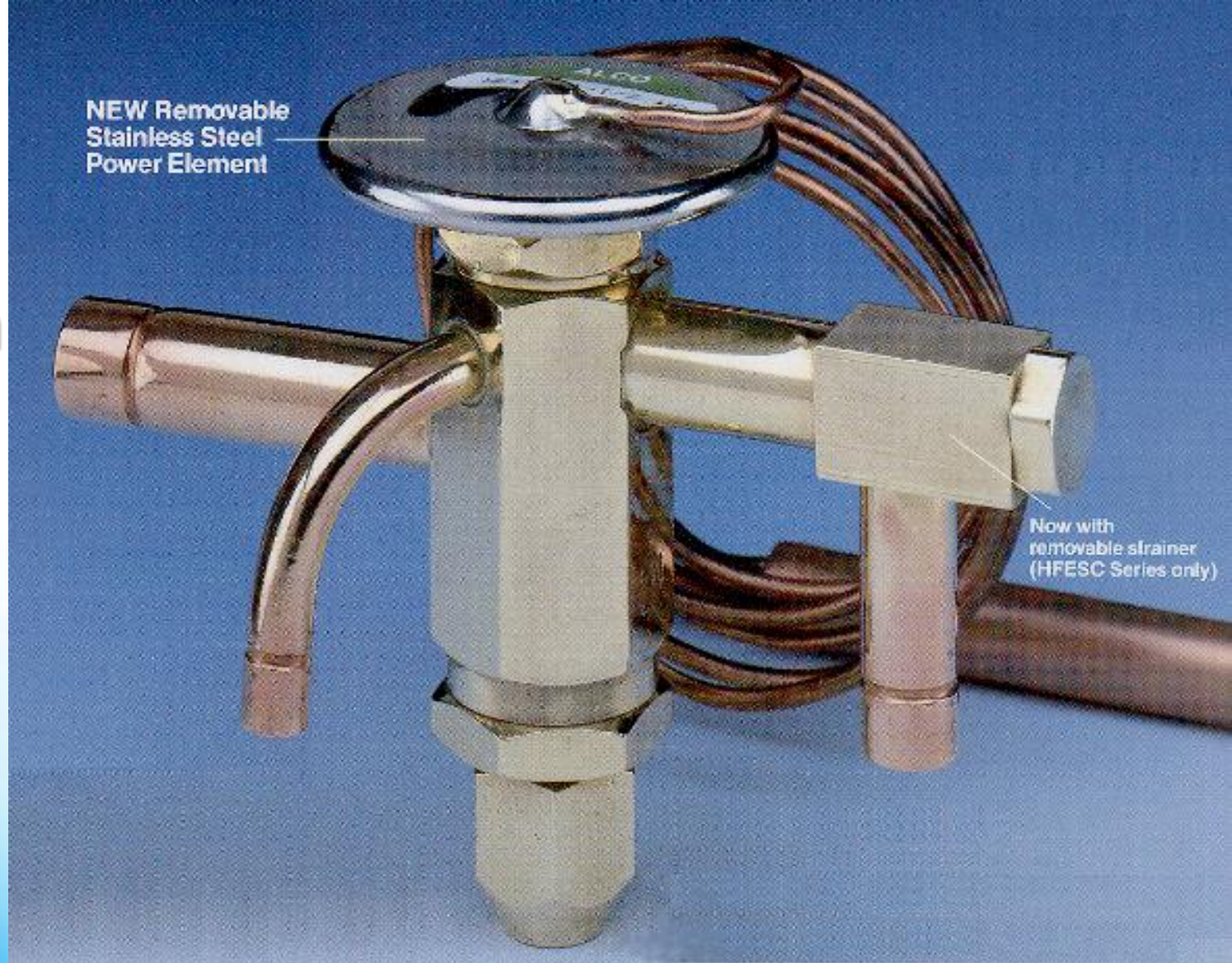
Operación Básica



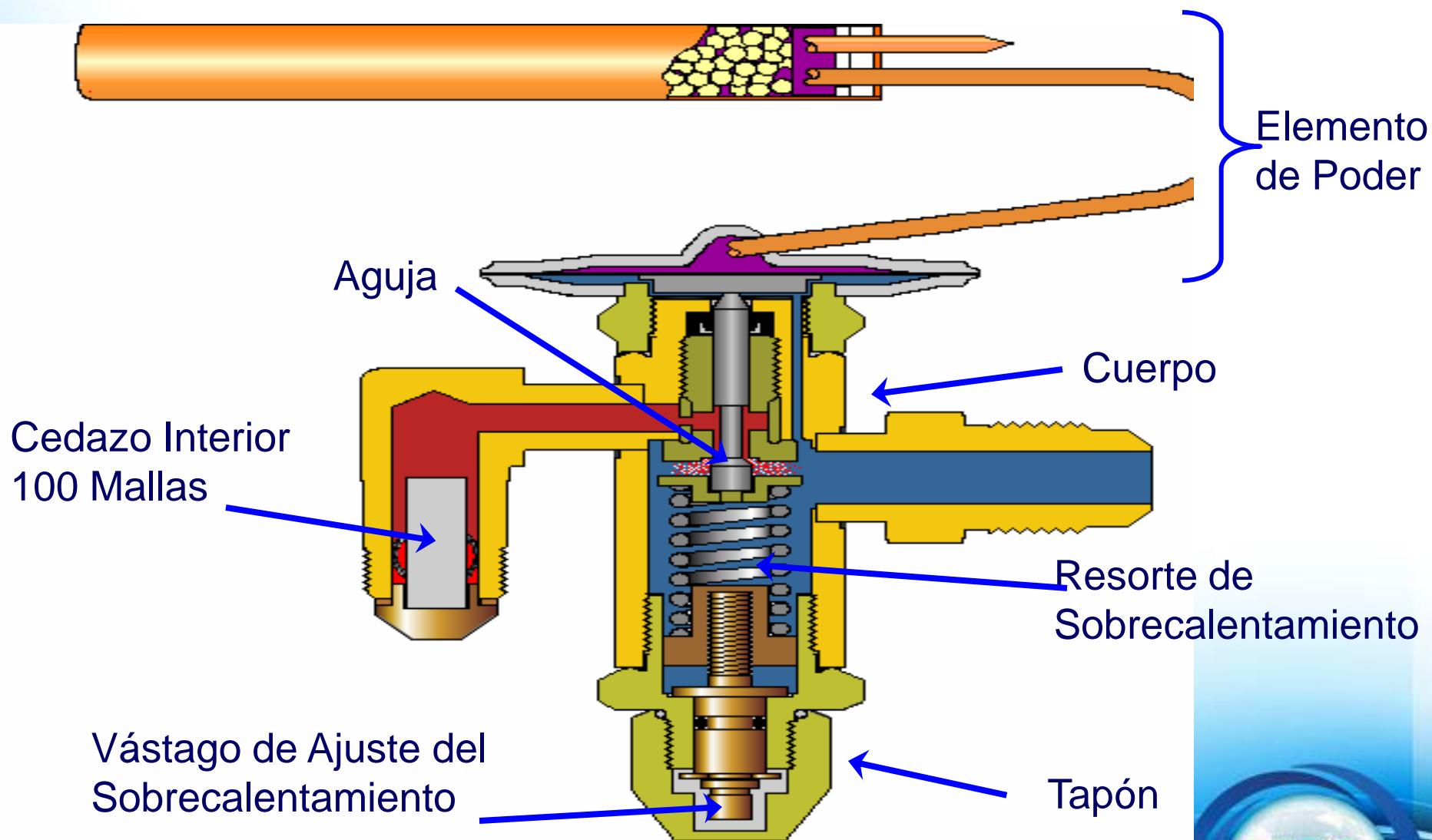
Líquido
Alta Presión
Alta Temperatura

Líquido + Vapor
Baja Presión
Baja temperatura

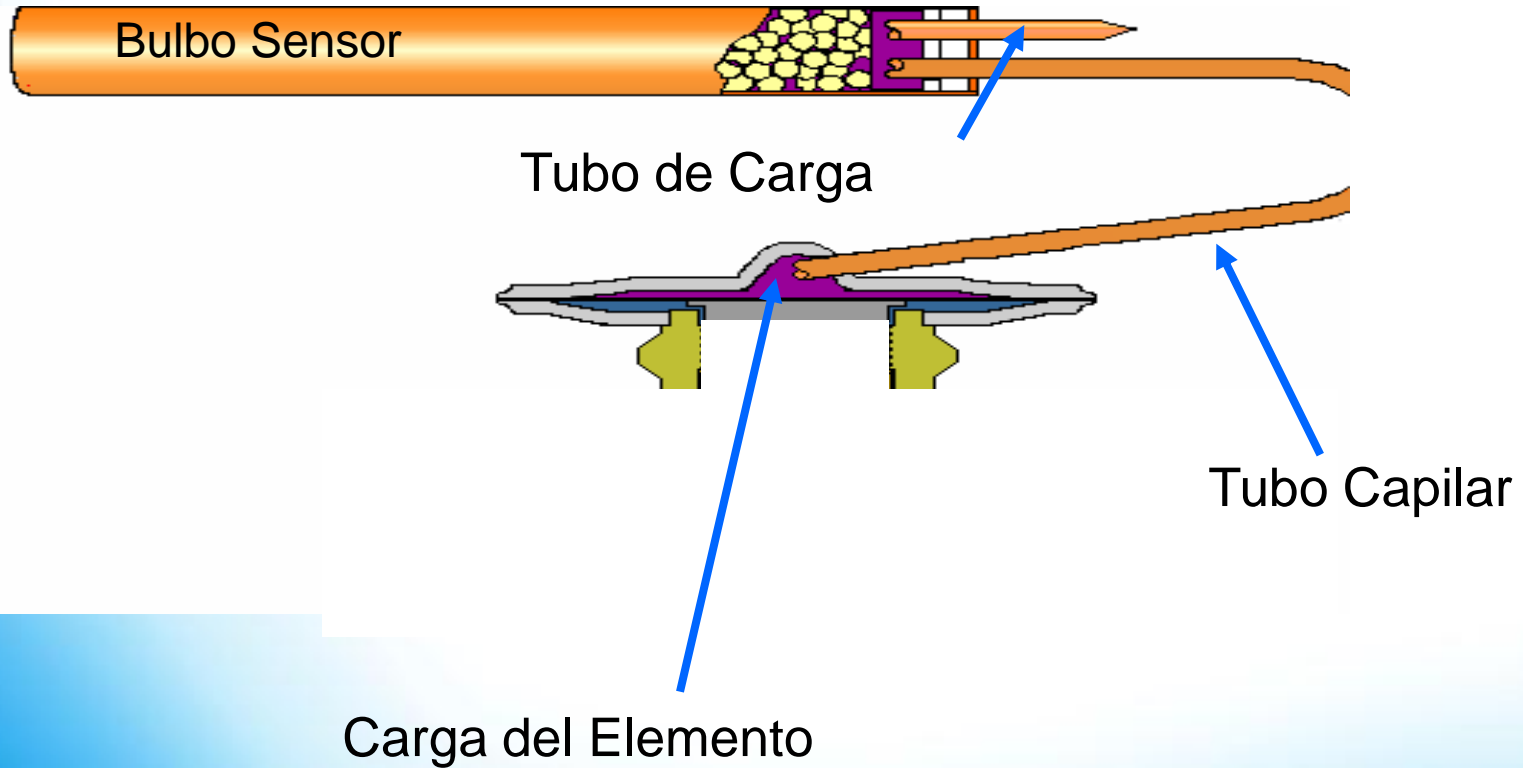
Anatomía Básica de la VET



Partes de una VET



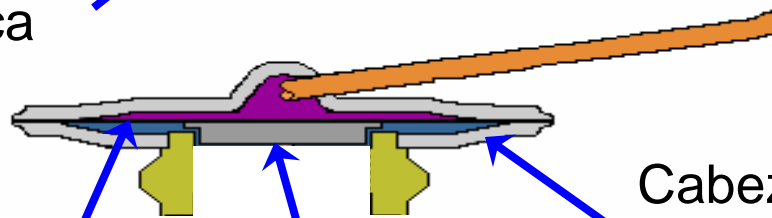
Elemento de Poder



Elemento de Poder



Balasta
Térmica

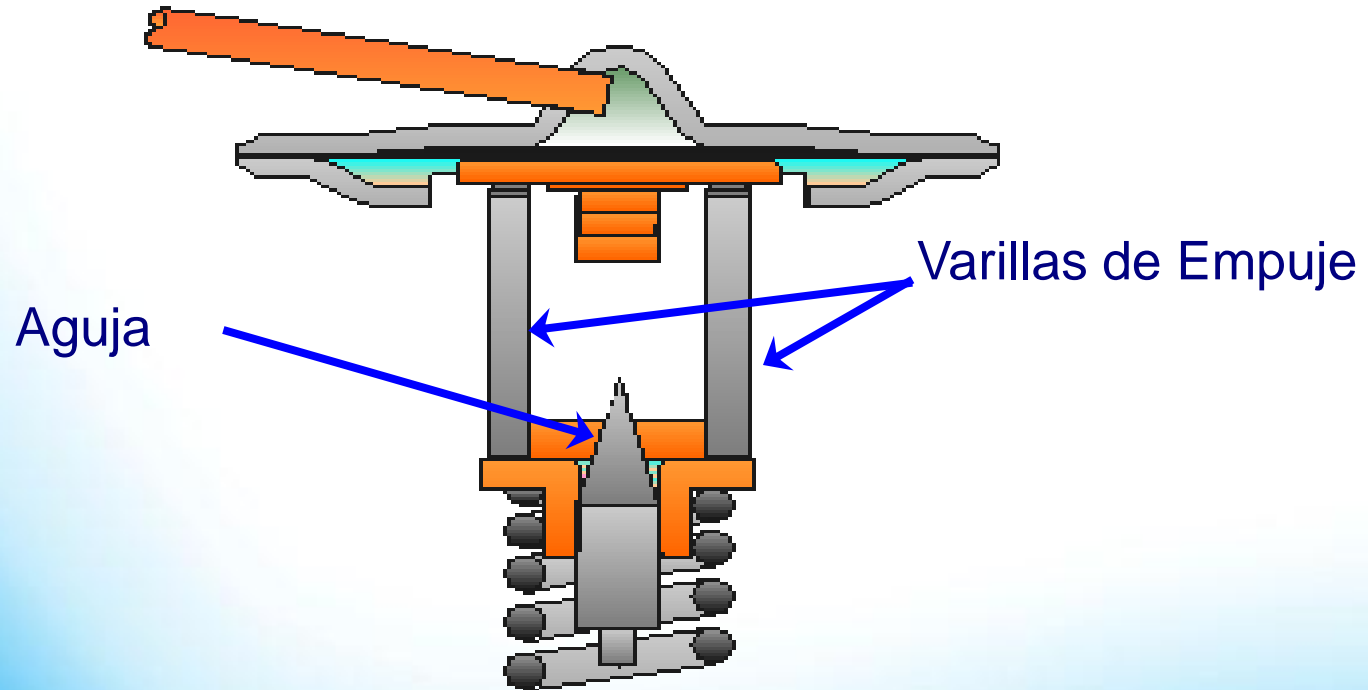


Cabeza de Acero
Inox.

Diafragma
de Acero Inoxidable

Placa de Tope
(Buffer Plate)

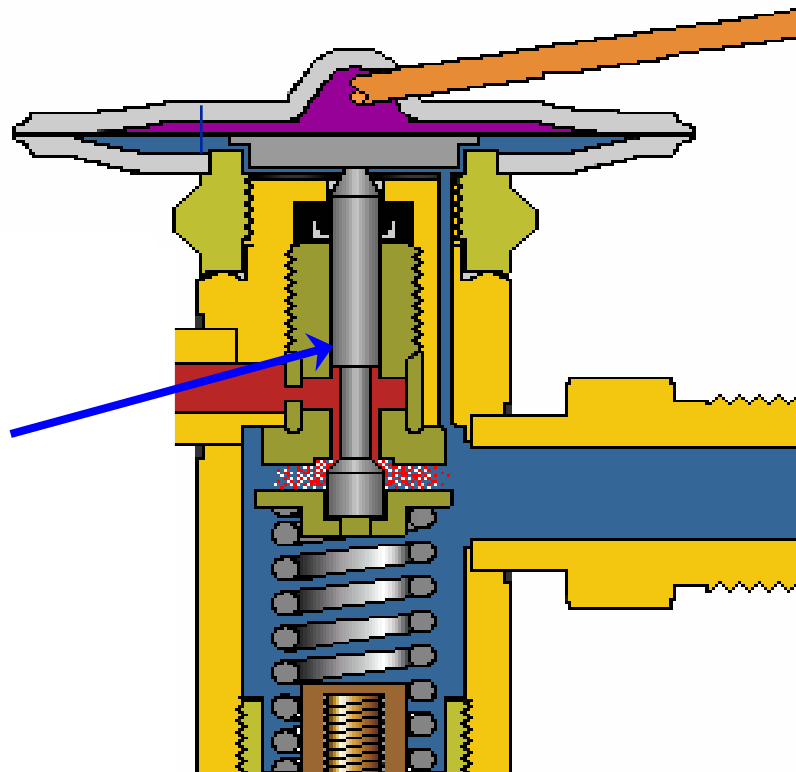
Aguja Reguladora de Flujo



Válvula Con Puerto Convencional

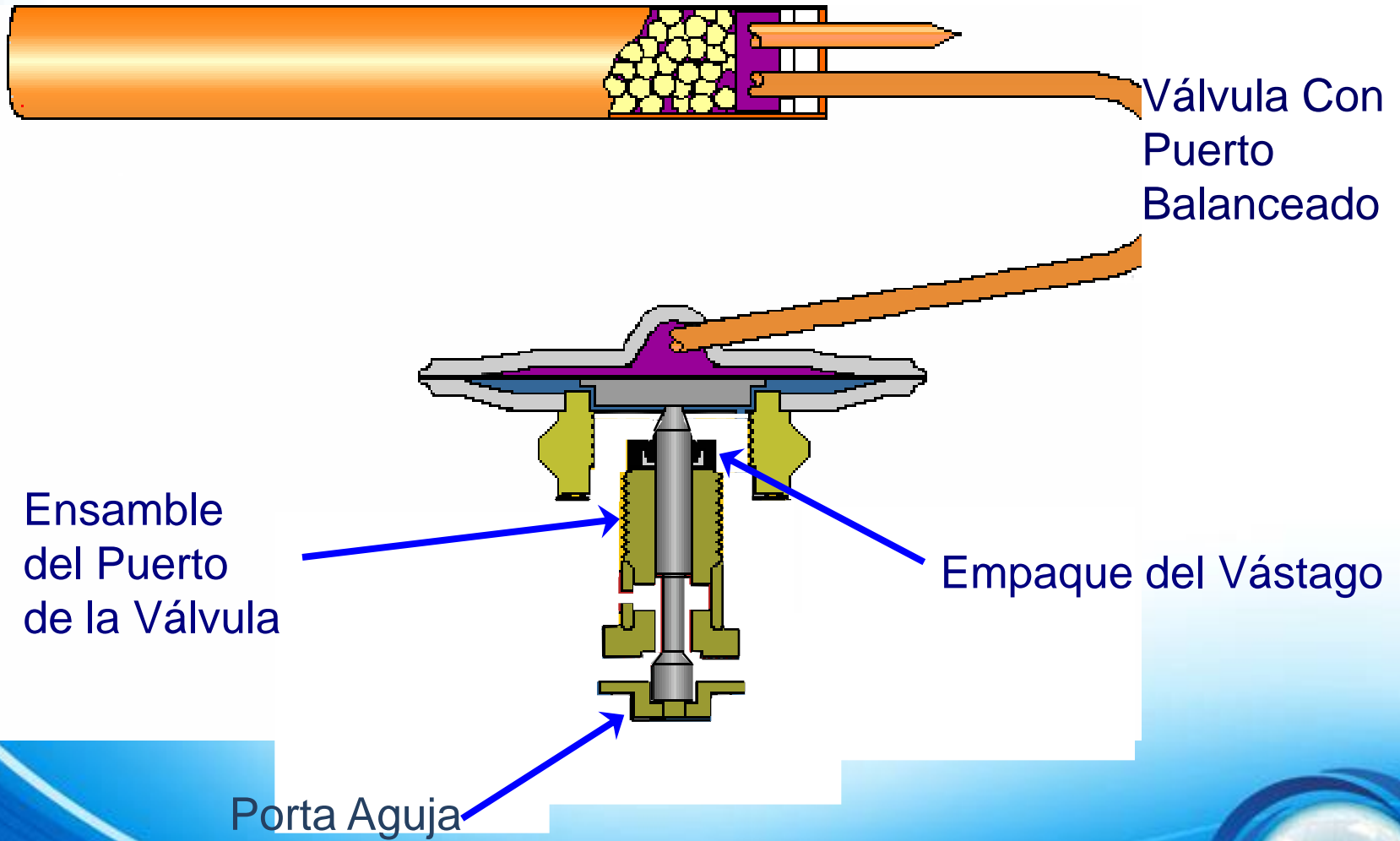
Aguja Reguladora de Flujo

Aguja y Varilla de Empuje

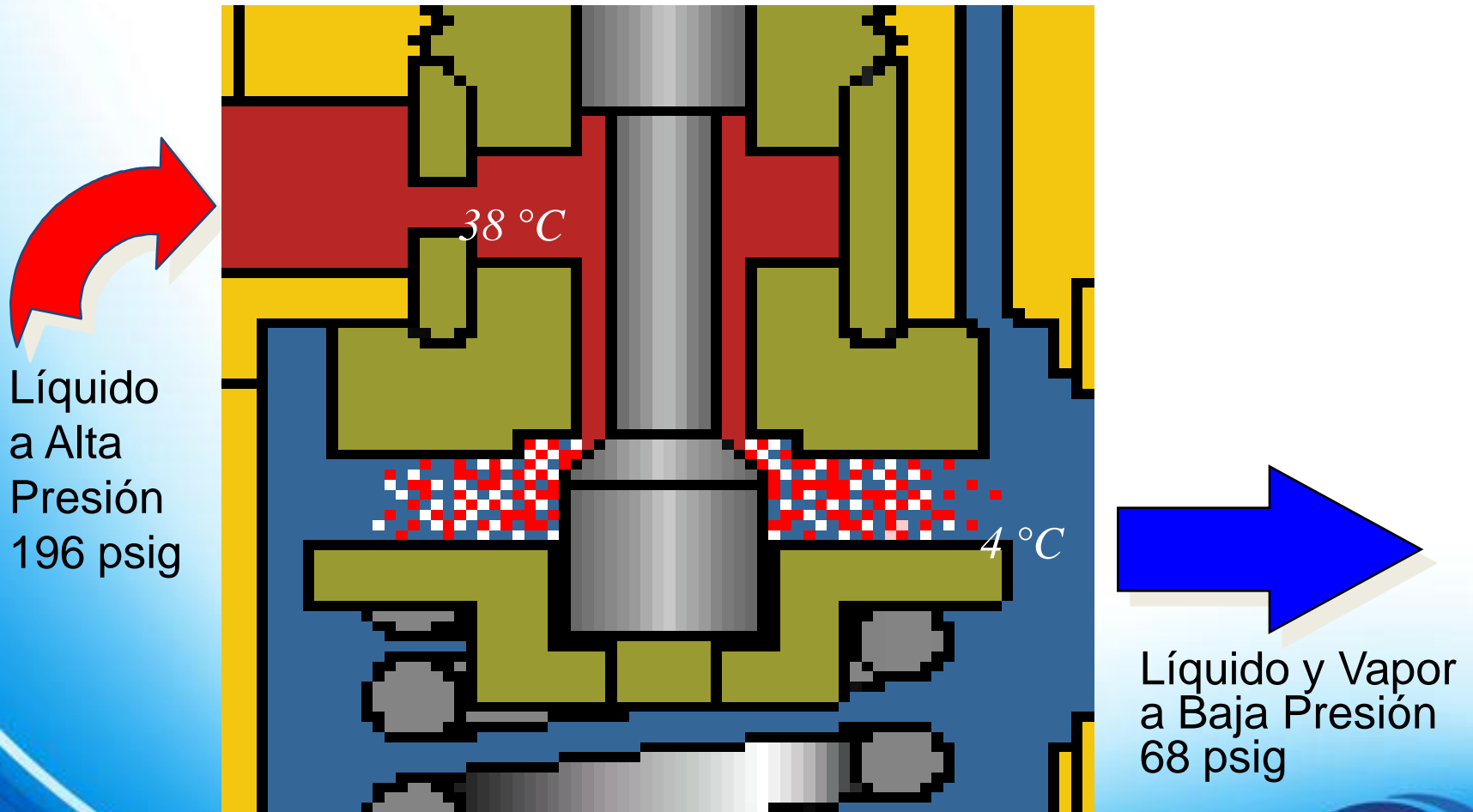


Válvula Con Puerto Balanceado

Puerto de la Válvula



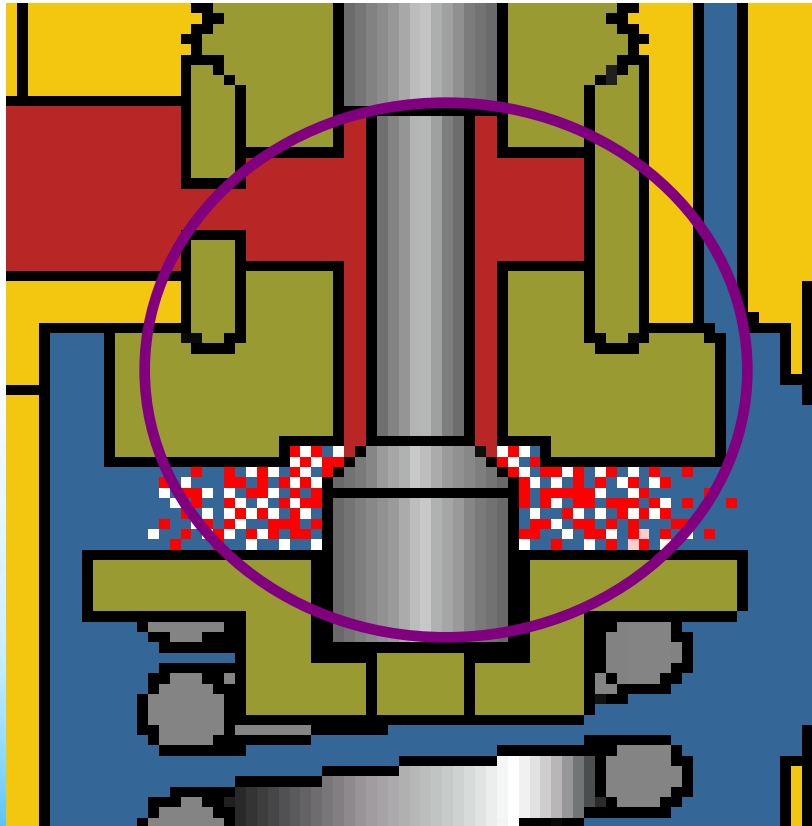
Operación Básica de la VET



Ejemplo Para Aplicación en AA con R-22

Puerto de la Válvula

El Área del Orificio de Flujo de la Válvula está Gobernada por:

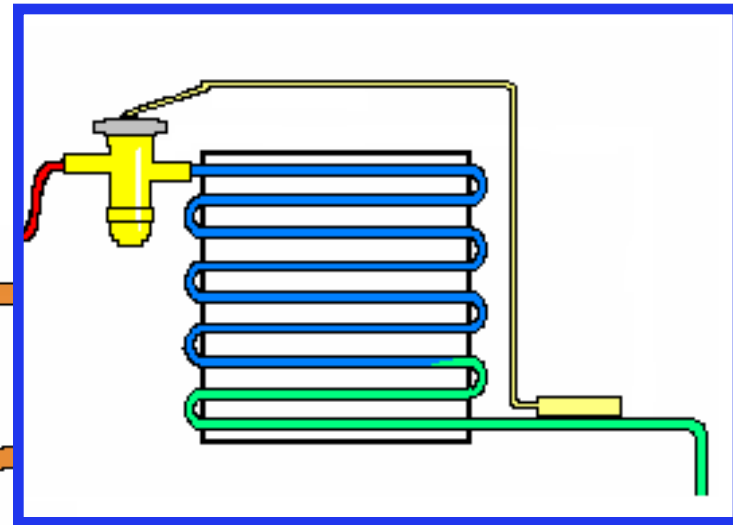


- Ángulo de la Aguja
- Recorrido
- Diámetro del Orificio

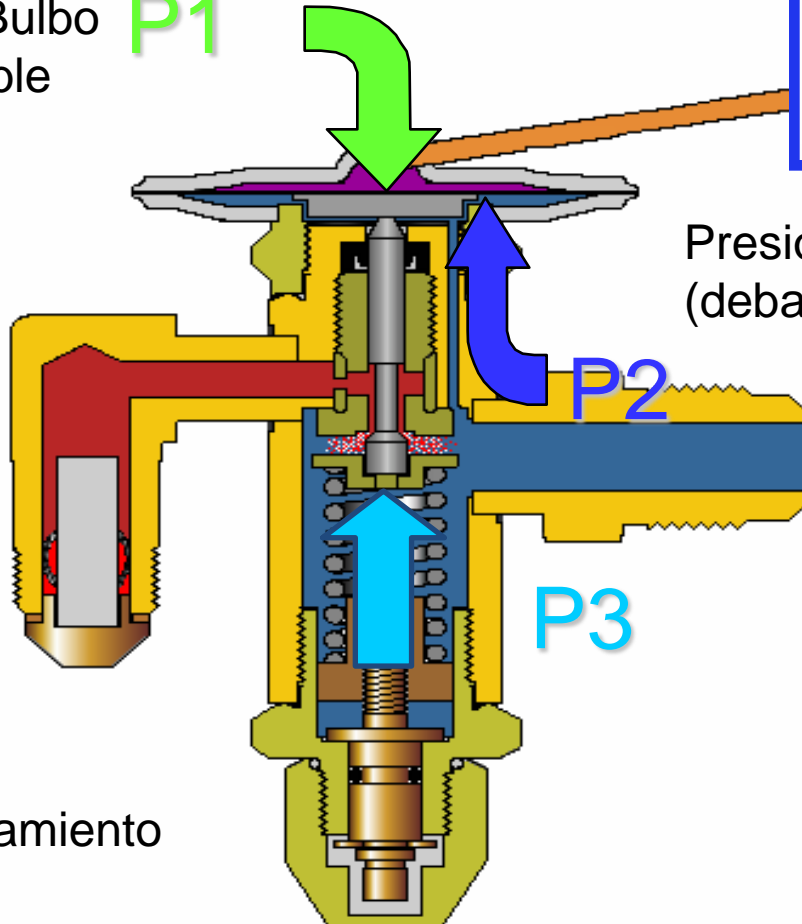
Presiones Internas



Presión del Bulbo
y del Ensamble
de Poder **P1**



Presión del Refrigerante
(debajo del diafragma) **P2**



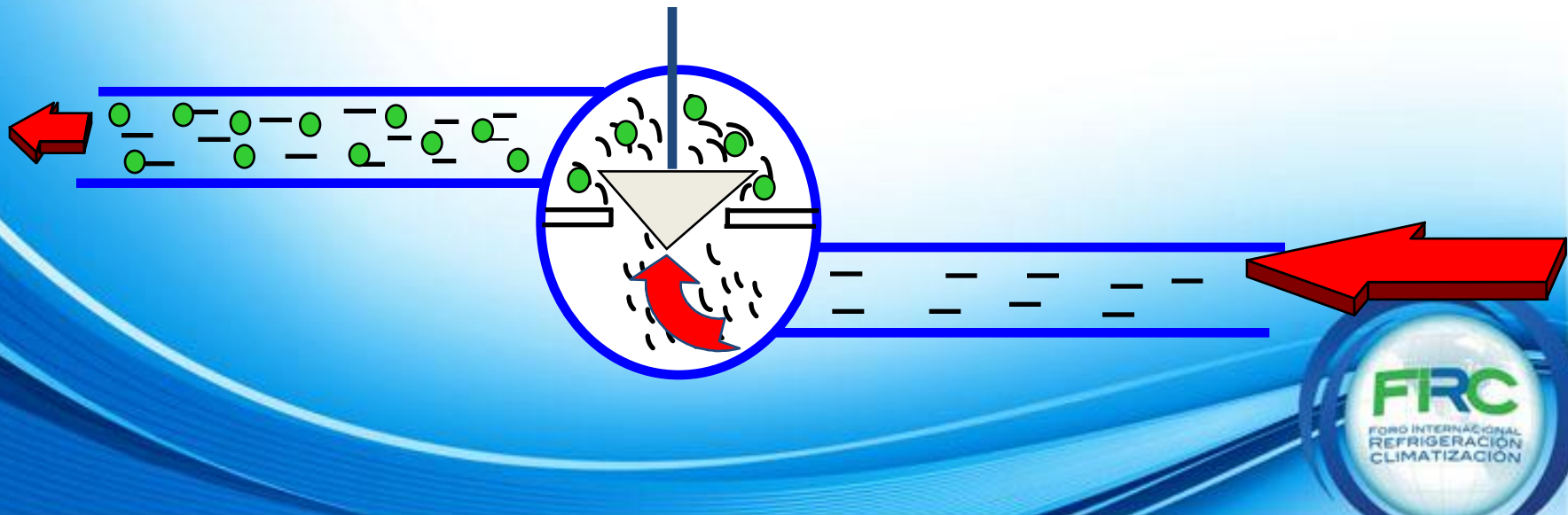
Presión del
Resorte de
Sobrecalentamiento **P3**

La Válvula Está
Balanceada
Cuando:

$$P1 = P2 + P3$$

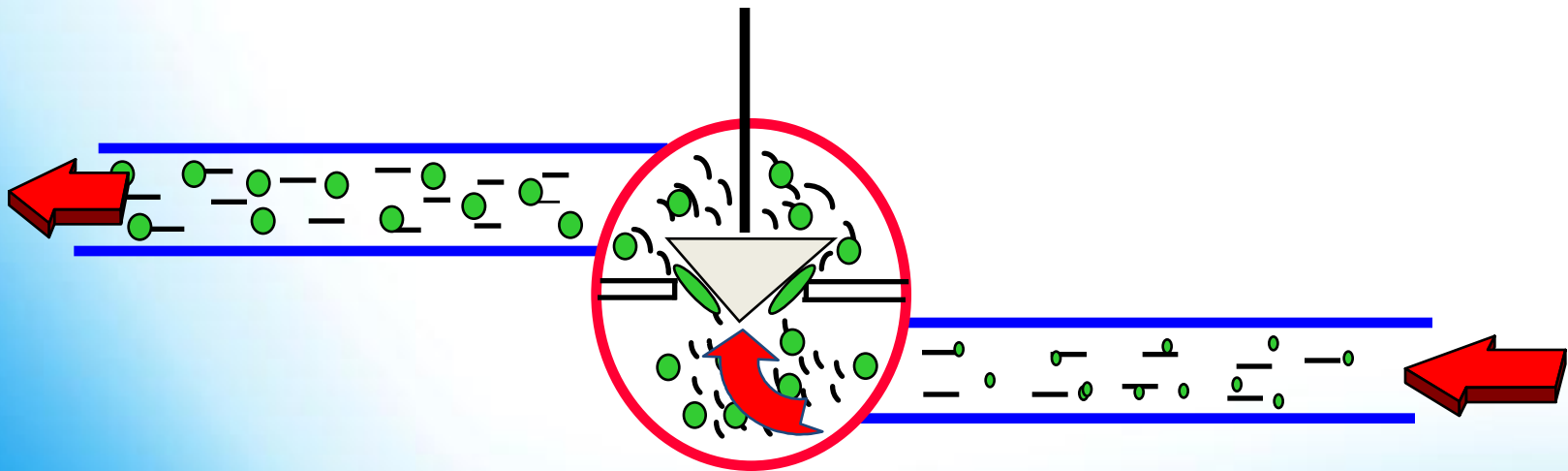
A la Válvula de Expansión

**¡Siempre le debe Entrar
Puro Refrigerante Líquido !**



Gas Repentino en Línea de Líquido

Baja Presión de Succión



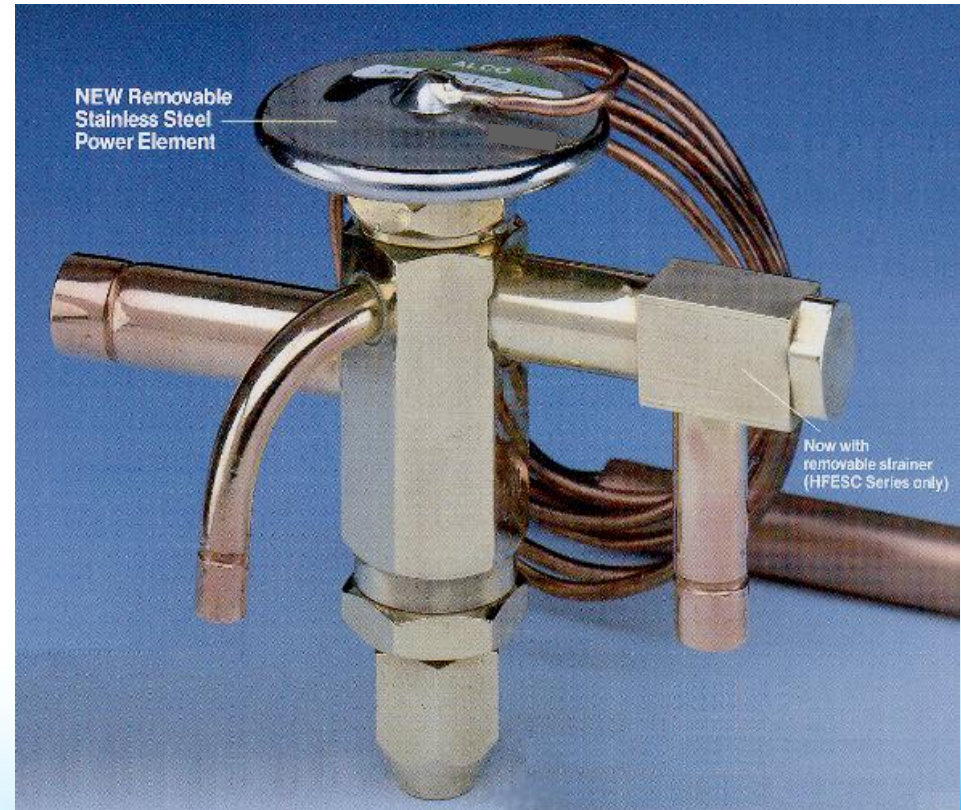
**Burbujas de Flash Gas
en la entrada de la VTE**

Propósito de la VET

Responde a la Temperatura y a la Presión Únicamente

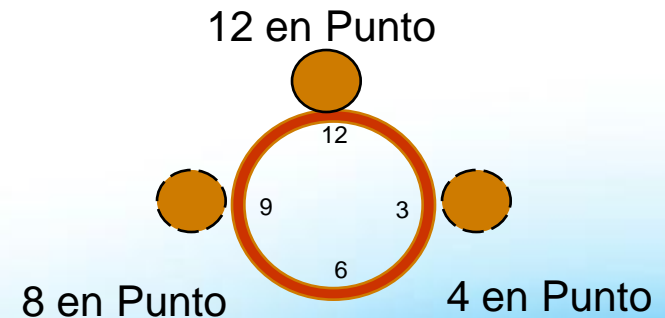
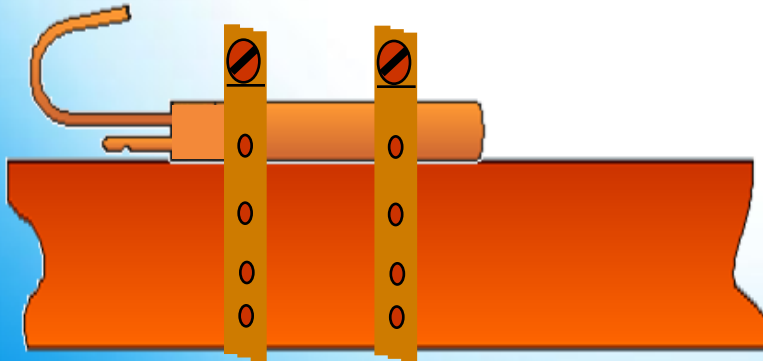
No Controla:

- Temperatura del Aire
- Presión de Alta
- Capacidad
- Presión de Succión



Ubicación del Bulbo Sensor

- El Bulbo Debe Ubicarse Sobre Tubería Horizontal
- El Bulbo Debe Sujetarse al Tubo:
 - A las 12 en Punto en Tubos Hasta de 7/8
 - A las 8 ó 4 en Punto en Tubos Mayores de 7/8
- En Todos Los Casos, El Bulbo Debe Aislarse del Medio Ambiente



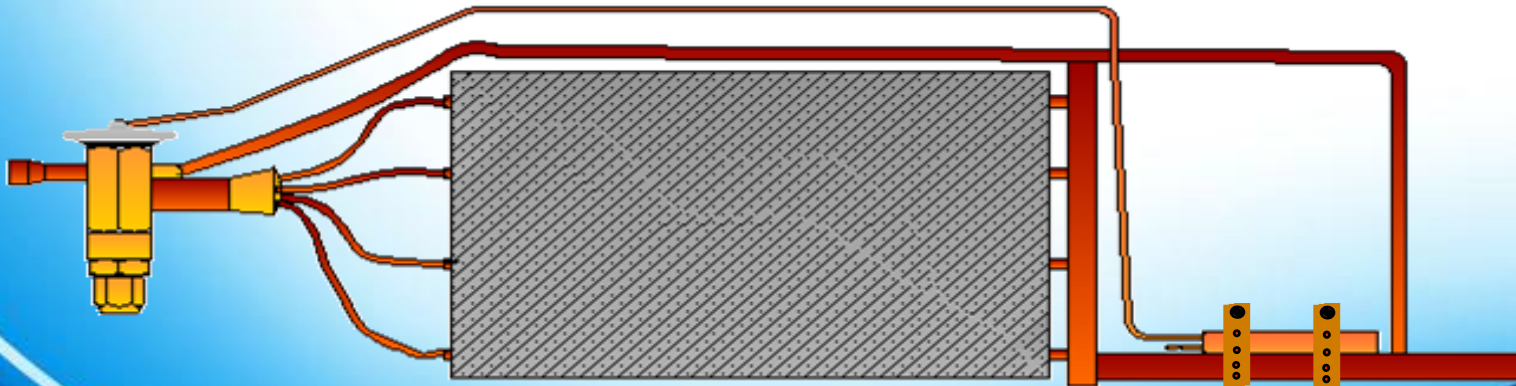
Ubicación del Bulbo Sensor

- En la mayoría de los casos, en Una Tubería vertical, el Bulbo Puede Montarse en Cualquier Posición
- Es Falso Que la Carga se Saldrá Del Bulbo si se Instala Con el Capilar Hacia abajo



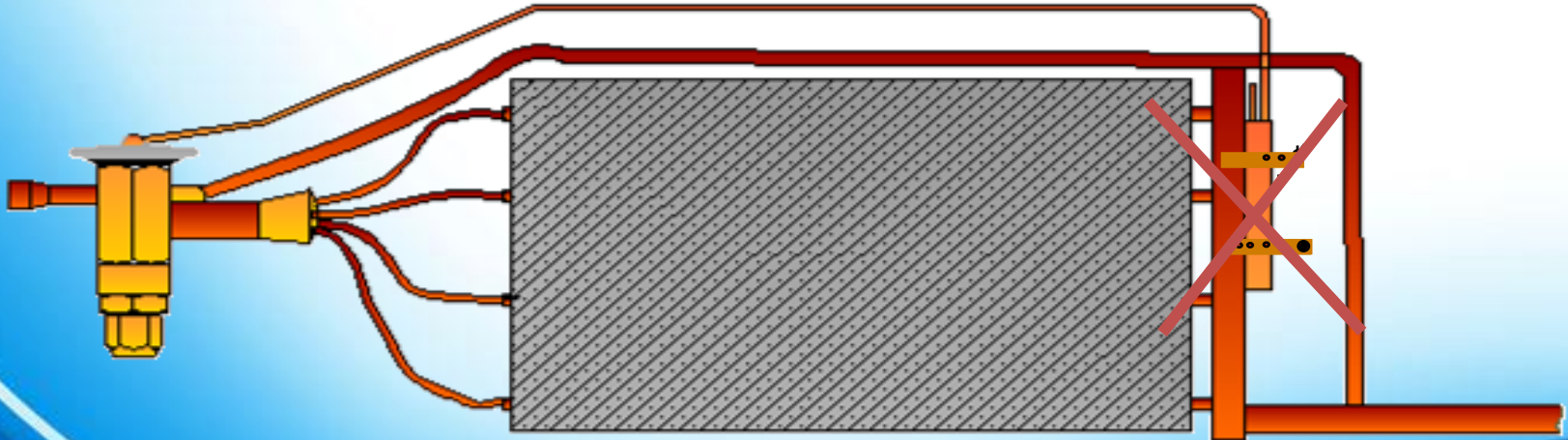
Ubicación del Bulbo Sensor

- El Bulbo Deberá Ubicarse lo Más Cerca Posible de la Salida Del Evaporador
- El Bulbo Debe Estar lo Más Cerca Posible Del Tubo Del Igualador
- El Bulbo Deberá Ubicar Antes Del Igualador Para Evitar Ser Afectado Por Cualquier Fuga de Líquido a Través Del Tubo Del Igualador



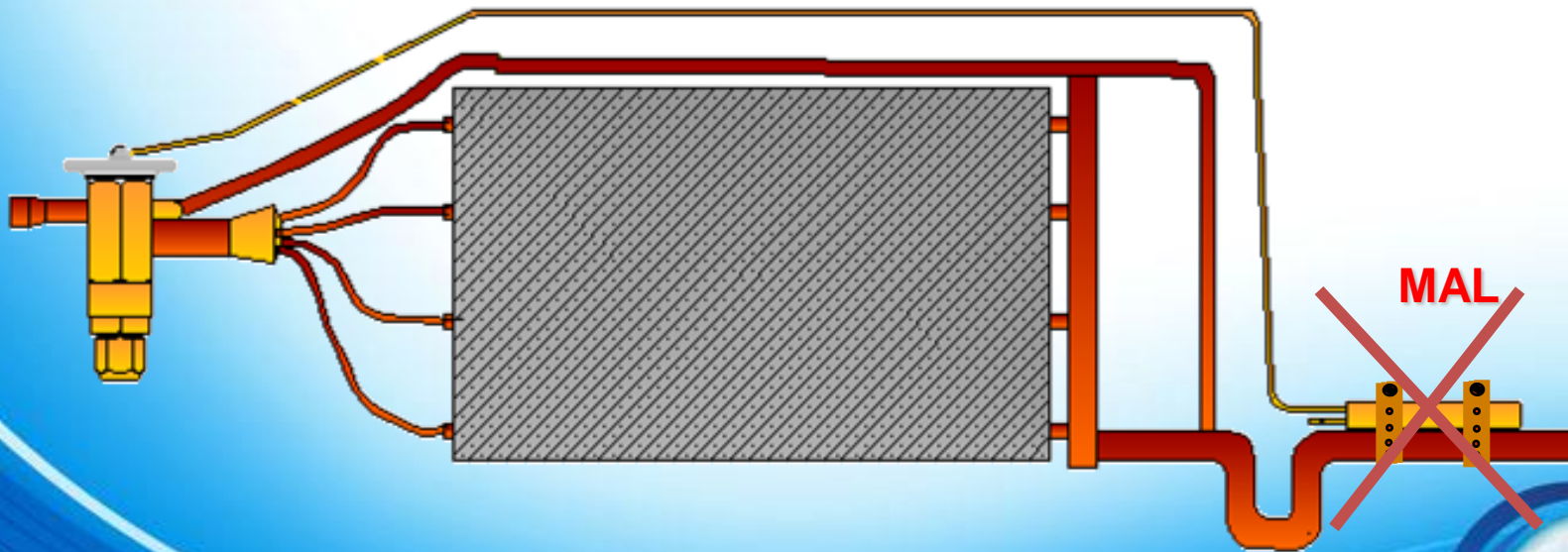
Ubicación del Bulbo Sensor

- El Bulbo No Debe Montarse Sobre el Cabezal de Succión del Evaporador
- El Bulbo No Puede Medir la Temperatura en Los Circuitos Inferiores
 - Esto Puede Crear Una Posible Situación de Inundación



Ubicación del Bulbo Sensor

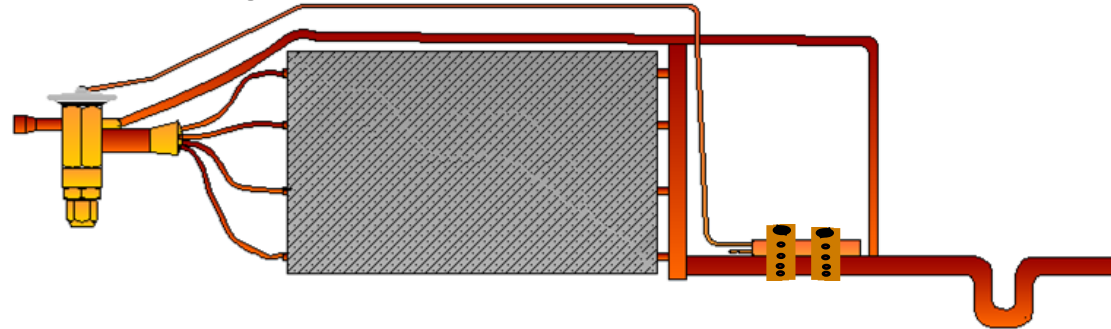
- Si el Bulbo y el Igualador No Están Del Mismo Lado de la Trampa, el Resultado es un Pobre Control Del Sobrecalentamiento
 - El Igualador Del Lado Del Serpentín Puede Provocar un Alto Sobrecalentamiento
 - El Bulbo Del Lado Del Serpentín Puede Provocar un Bajo Sobrecalentamiento



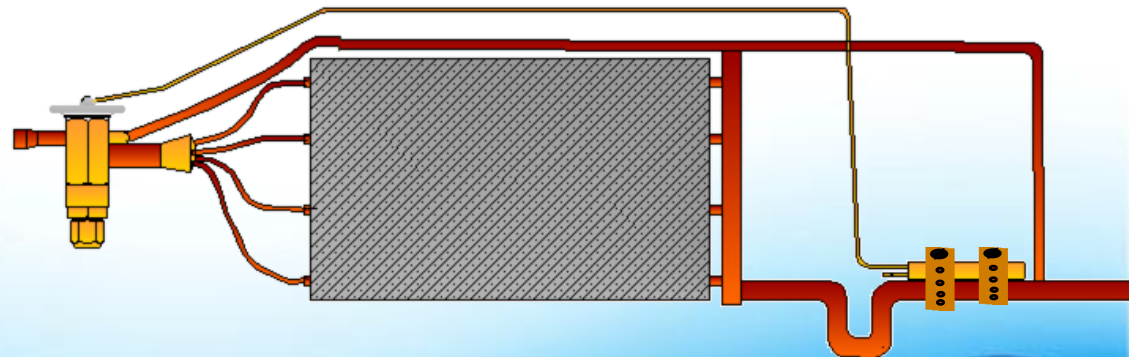
Ubicación del Bulbo Sensor

- Si se Utiliza Una Trampa, el Igualador y el Bulbo Tienen Que Estar del Mismo Lado de la trampa

- De Preferencia del Lado del evaporador

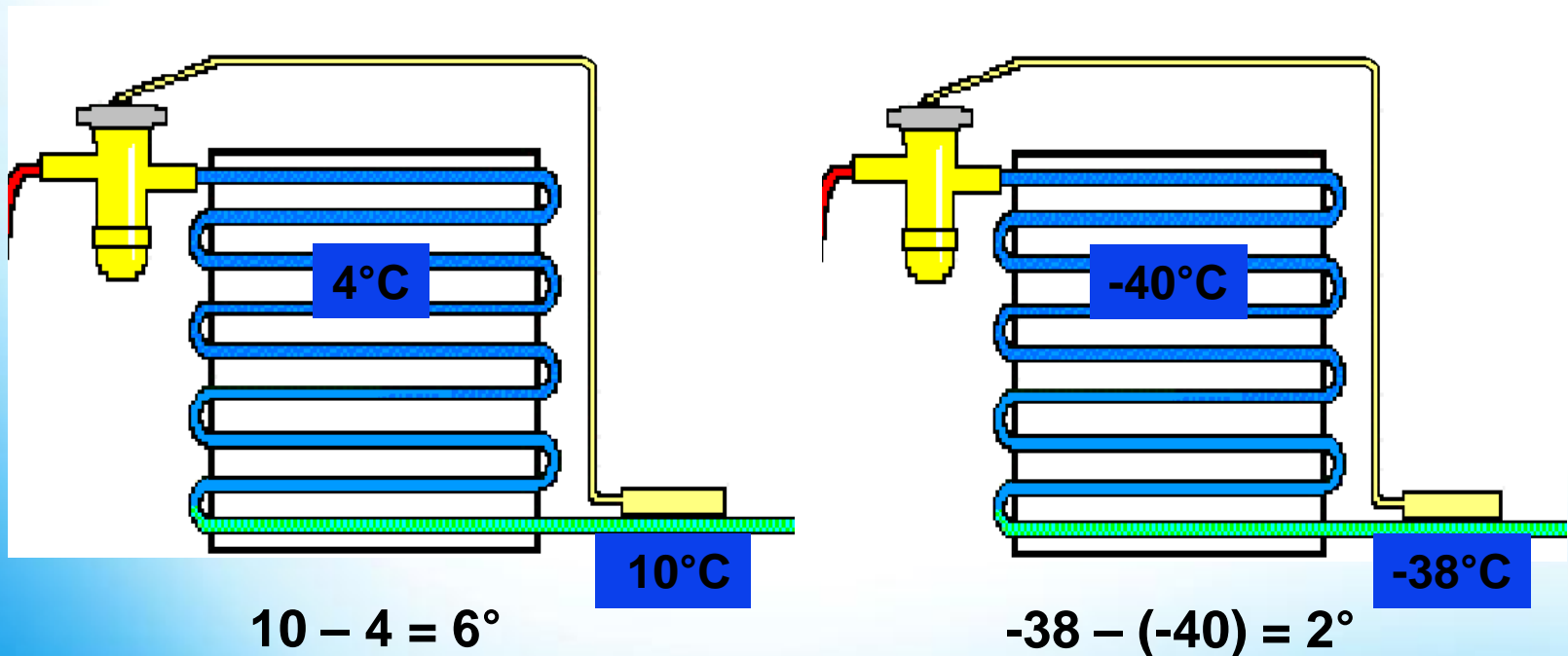


- Si No Hay Suficiente Espacio, Puede Funcionar del Lado del Compresor



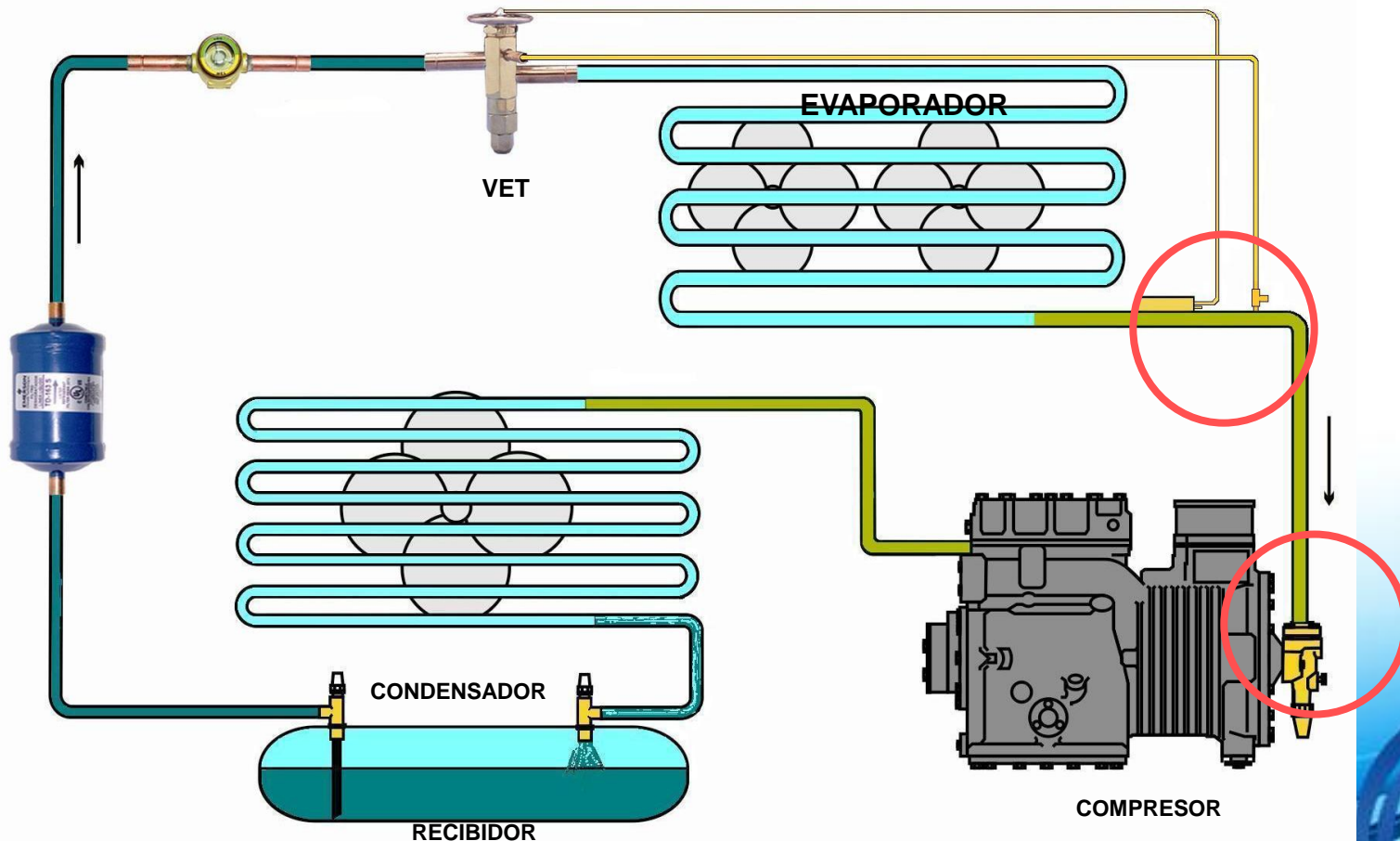
Sobrecalentamiento

Son los Grados de Temperatura, Arriba de la de Saturación Que Tiene el Vapor al Salir Del Evaporador



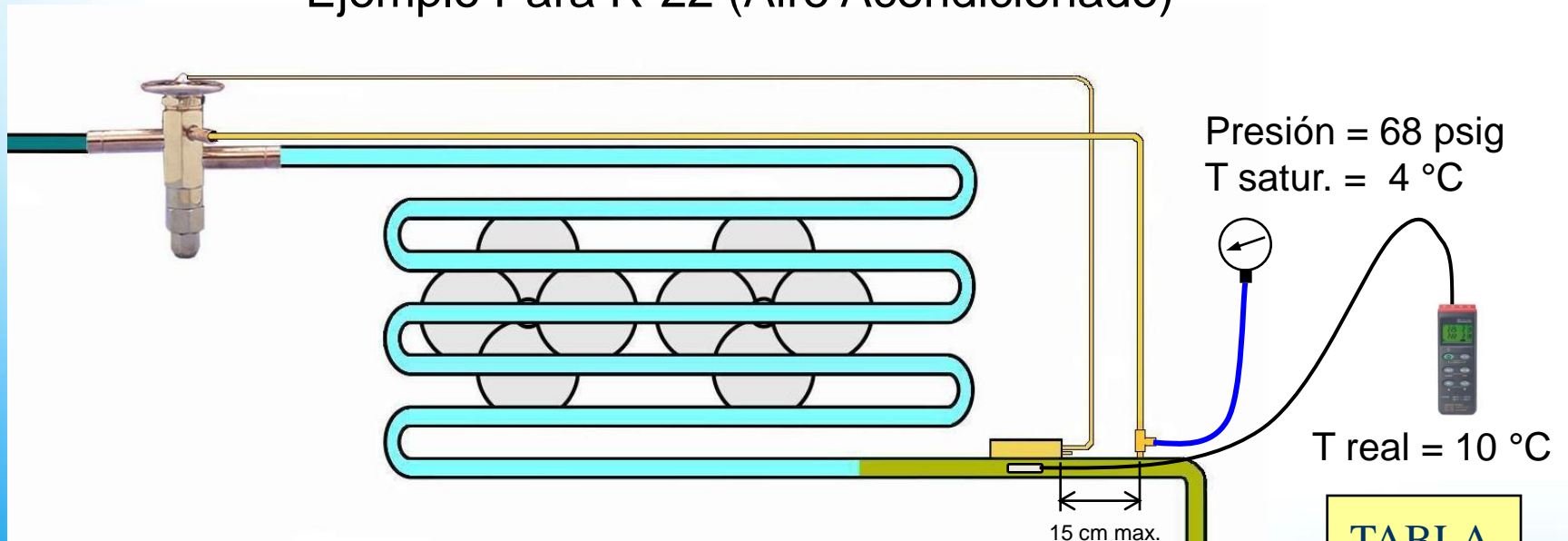
El Sobrecalentamiento es una Diferencia de Temperaturas, NO es Solo una Temperatura.

Medición del Sobrecalentamiento



Sobrecalentamiento del Evaporador

Ejemplo Para R-22 (Aire Acondicionado)



$$\text{Sobrecalentamiento} = 10 - 4 = 6^{\circ}$$

TABLA
PT

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Sobrecalentamiento Típico

Alta Temp. = 10 a 12 °F (5 a 7 °C)

T_{ev} arriba de 0 °C

Med. Temp. = 5 a 10 °F (3 a 6 °C)

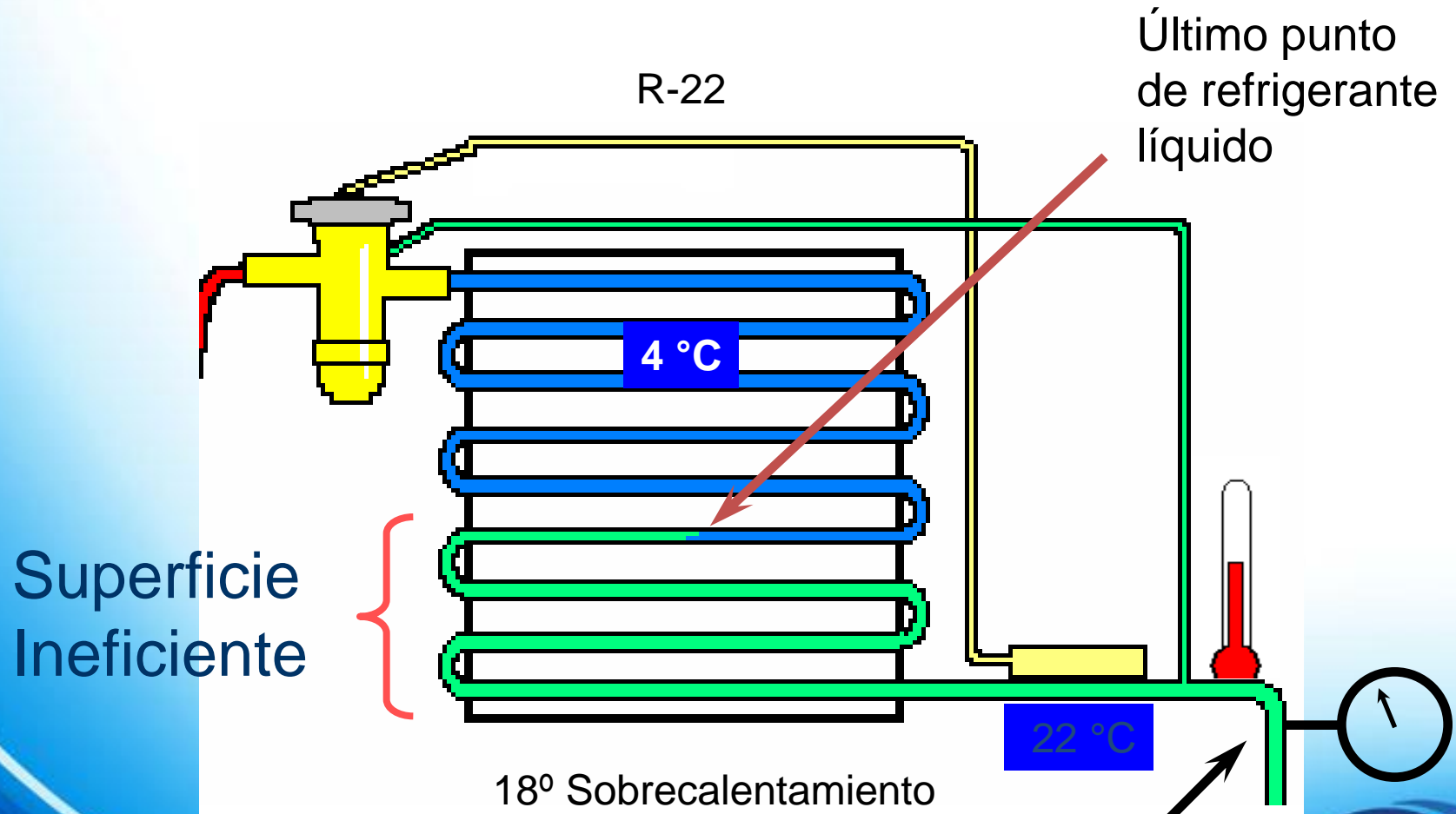
T_{ev} de -18 a 0 °C

Baja Temp. = 2 a 5 °F (1 a 3 °C)

T_{ev} abajo de -18 °C



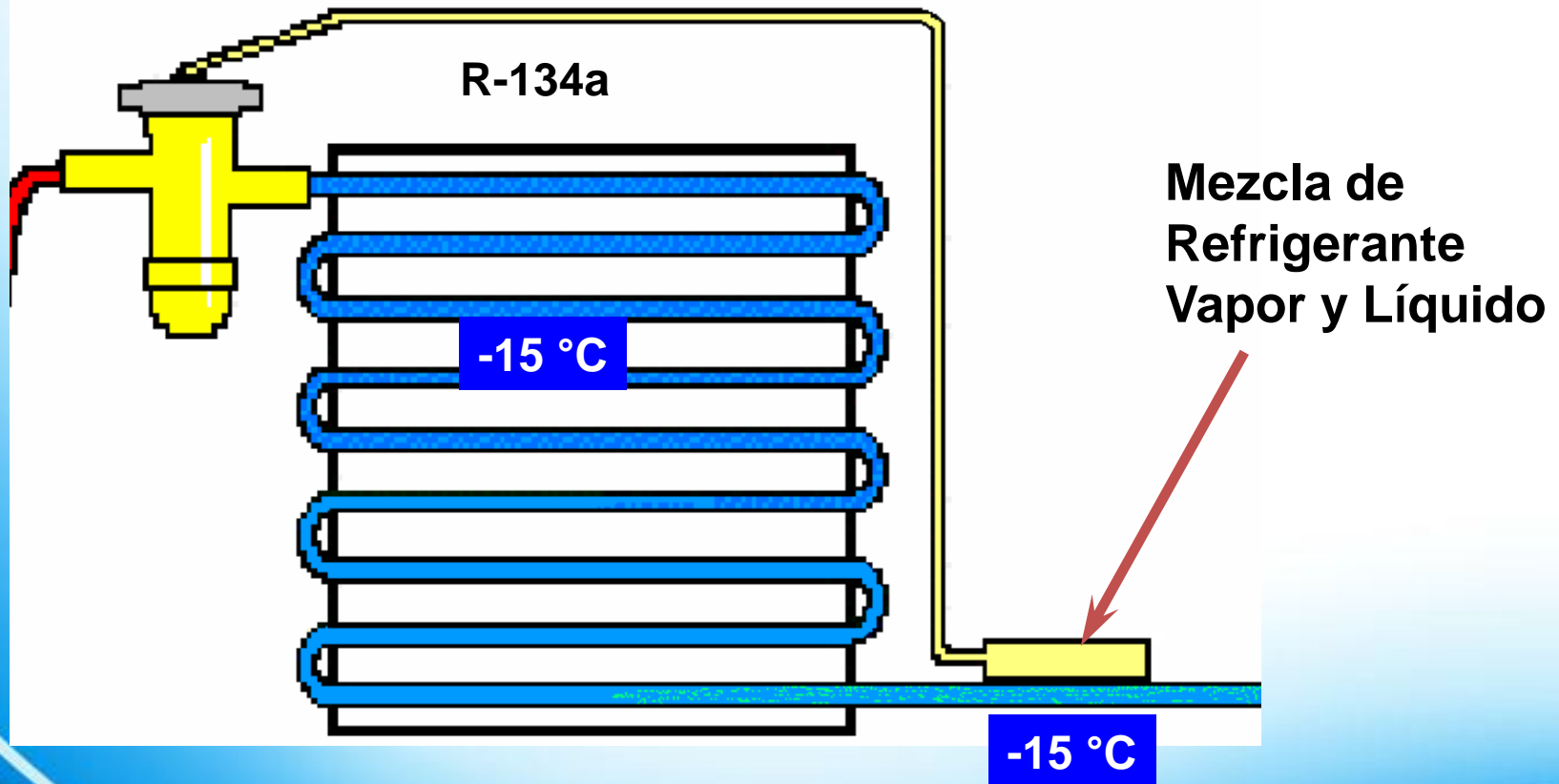
Alto S. C. / Baja Presión de Succión



Vapor Altamente Sobrecalentado



Bajo Sobrecalentamiento



0° Sobrecalentamiento

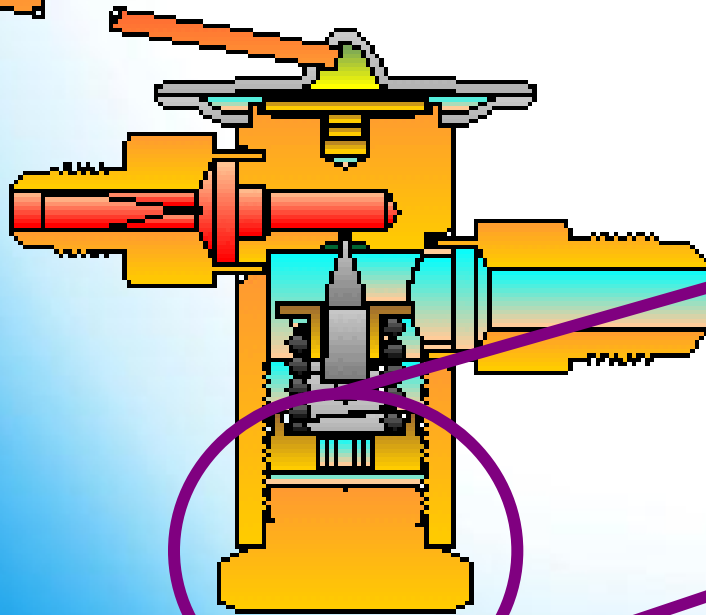
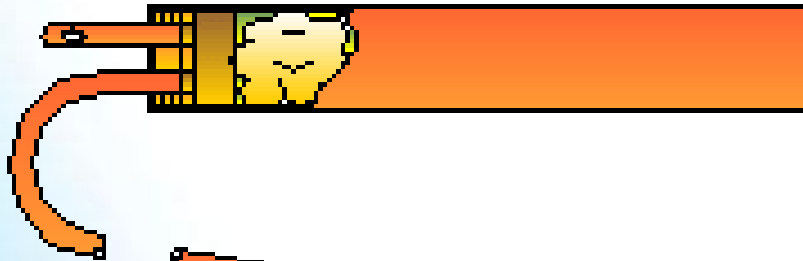
¿Cuándo Revisar el Sobrecalentamiento?

El Sobrecalentamiento se Debe Revisar Cuando se Presente Cualquiera de las Siguietes Situaciones:

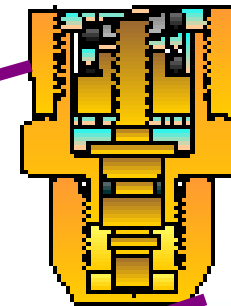
1. Cuando el Sistema Aparenta no Estar Refrigerando Apropriadamente
2. Cuando se Reemplace el Compresor
3. Cuando se Reemplace la Válvula de Expansión
4. Cuando se Cambie o se Agregue Refrigerante al Sistema



Cómo Ajustar el Sobrecalentamiento



Válvula No Ajustable




Válvula Ajustable

Cómo Ajustar El Sobrecalentamiento

- Determine Qué Sobrecalentamiento Necesita
- Mida el Sobrecalentamiento
- Si es Necesario Ajustar la Válvula, se Debe Girar el

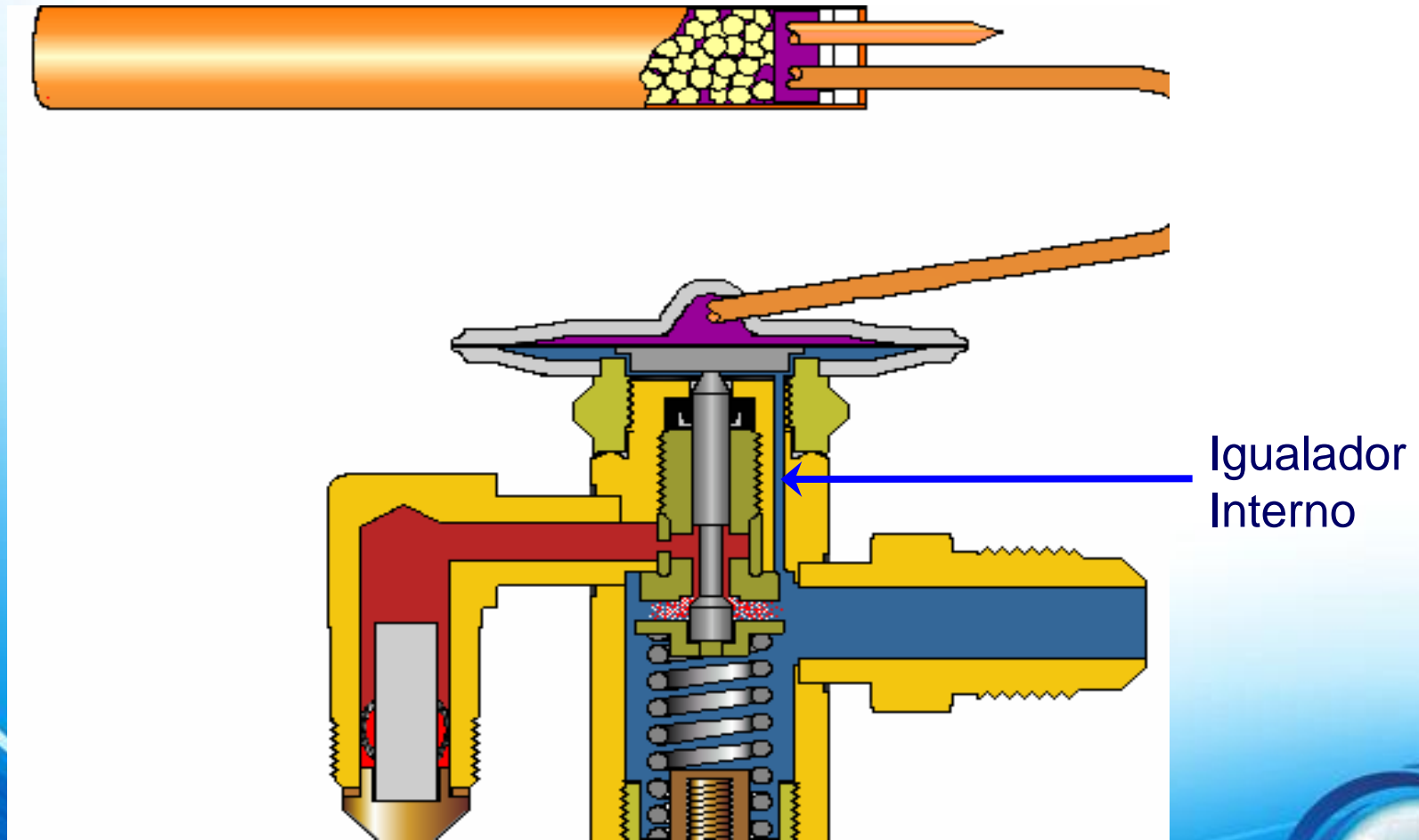
 Vástago:

-  – Incrementa el Sobrecalentamiento
- Disminuye el Sobrecalentamiento

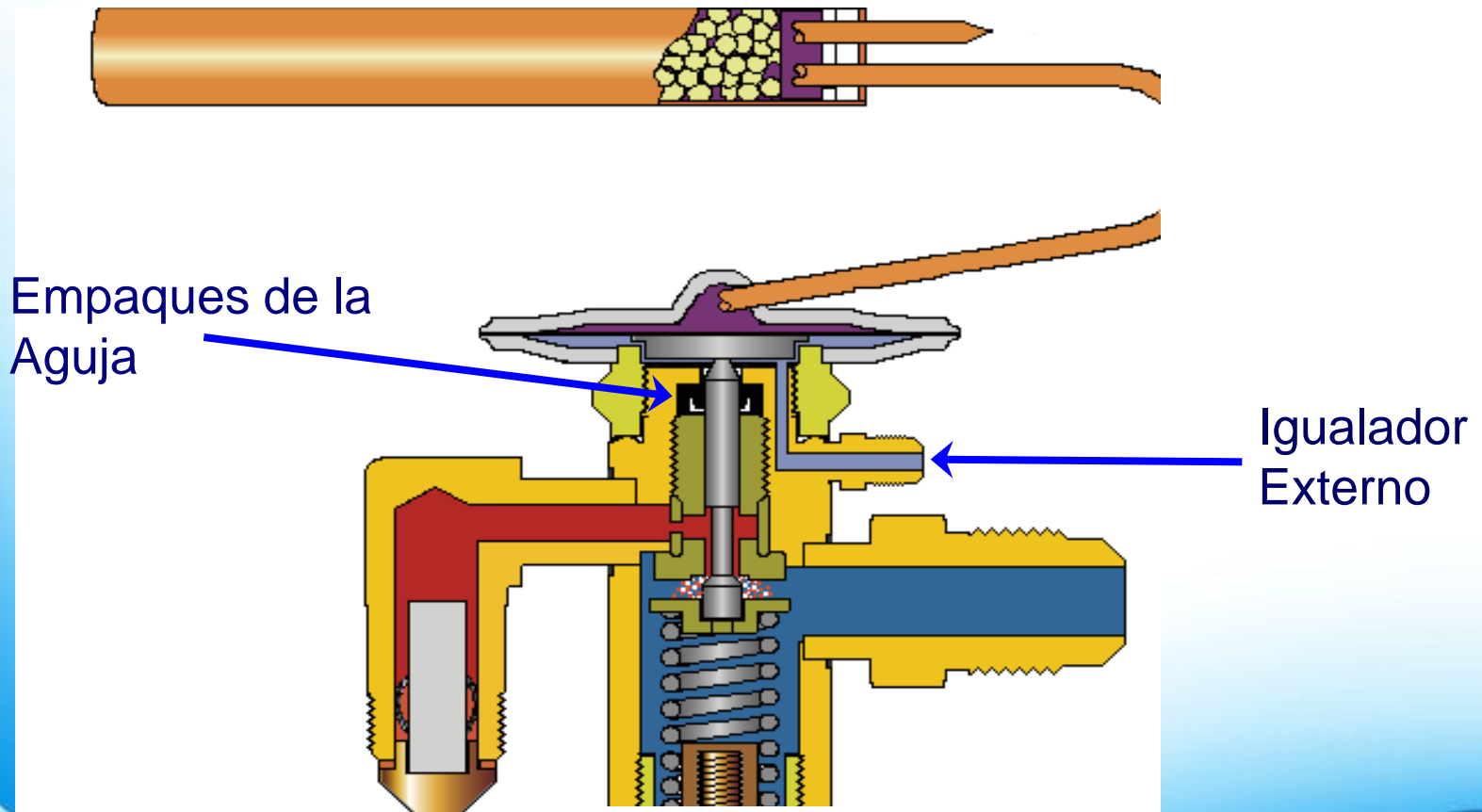
- Espere 20 min. y Mida de Nuevo el Sobrecalentamiento
- Repita las Veces que Sea Necesario Hasta Obtener el Sobrecalentamiento Correcto



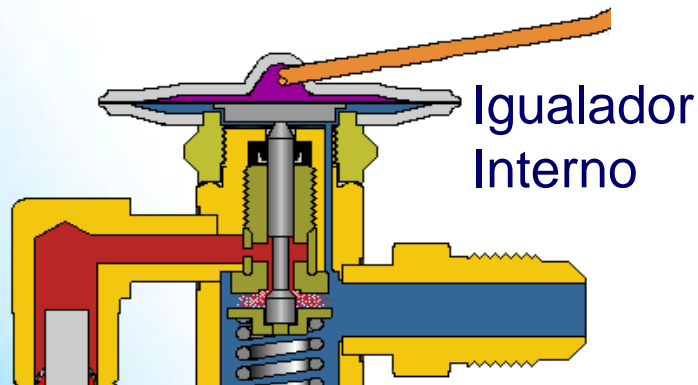
¿Igualador Interno o Externo?



¿Igualador Interno o Externo?



Igualadores Interno y Externo



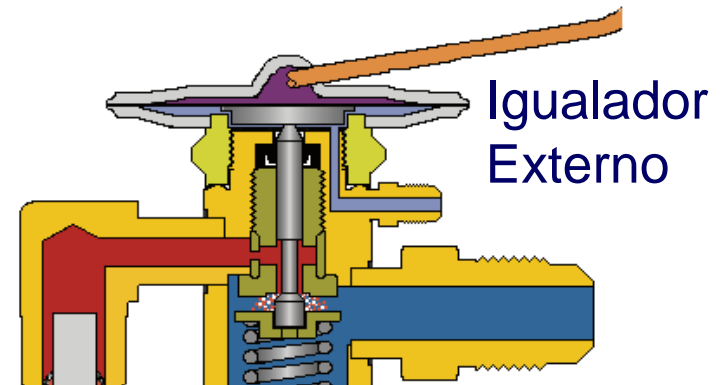
Igualador
Interno

Se Utiliza en:

Evaporadores Pequeños

Con $\Delta P < 2$ psi

(Menos de 1 TR)



Igualador
Externo

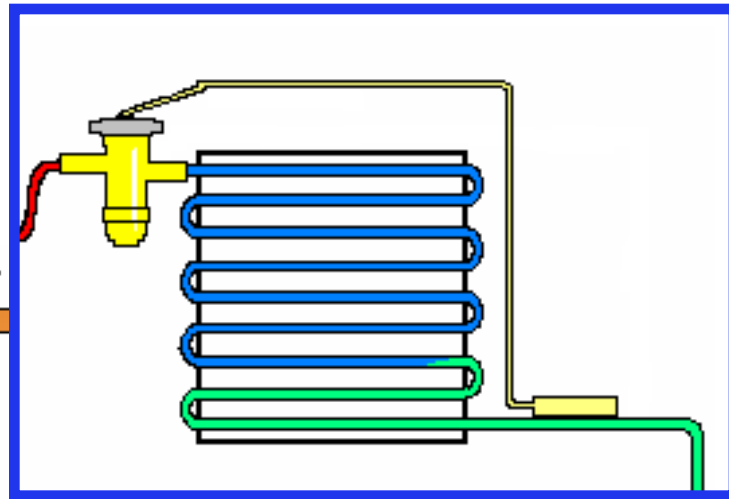
Se Utiliza en:

Evaporadores Grandes

Con $\Delta P > 2$ psi

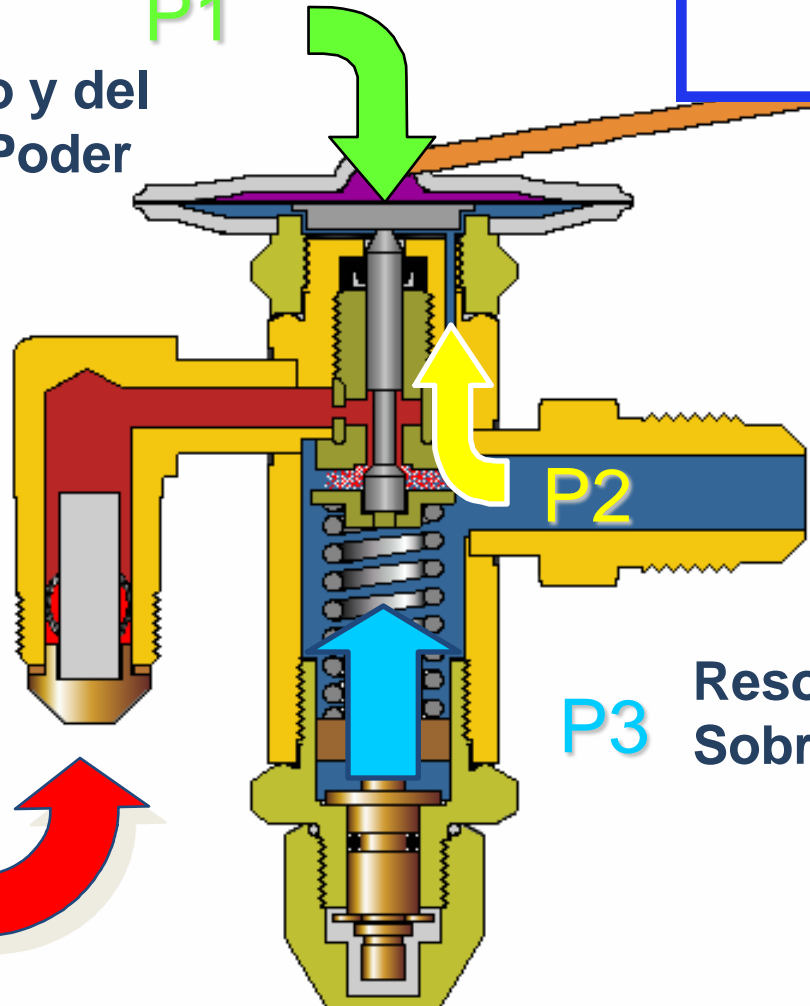
O Cuando se Use un Distribuidor

Igualador Interno



Presión del
Bulbo Remoto y del
Elemento de Poder

P1



Presión del
Evaporador

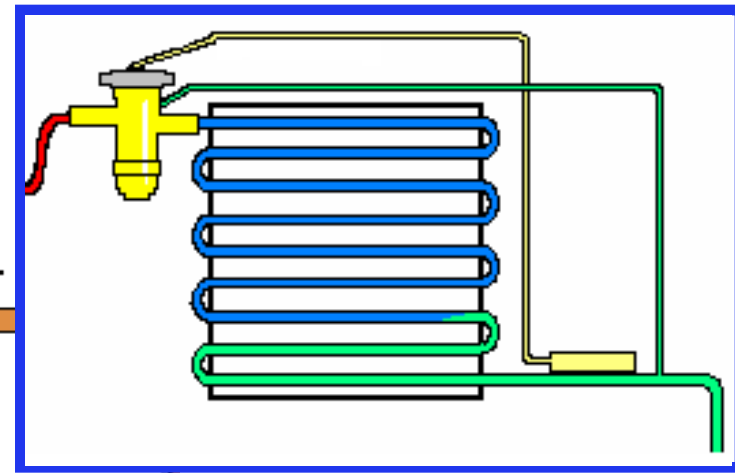
P3

Resorte de
Sobrecalentamiento

Presión
de Entrada

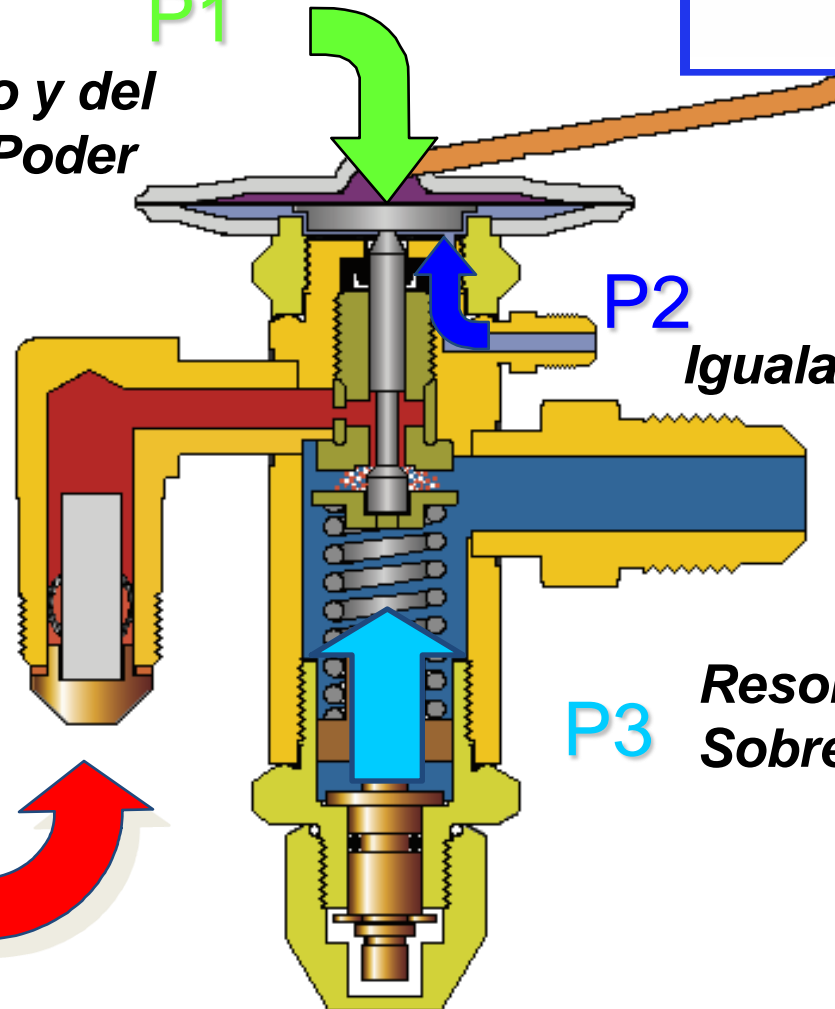


Igualador Externo



**Presión del
Bulbo Remoto y del
Elemento de Poder**

P1



P2

Igualador Externo

Al Evaporador

P3

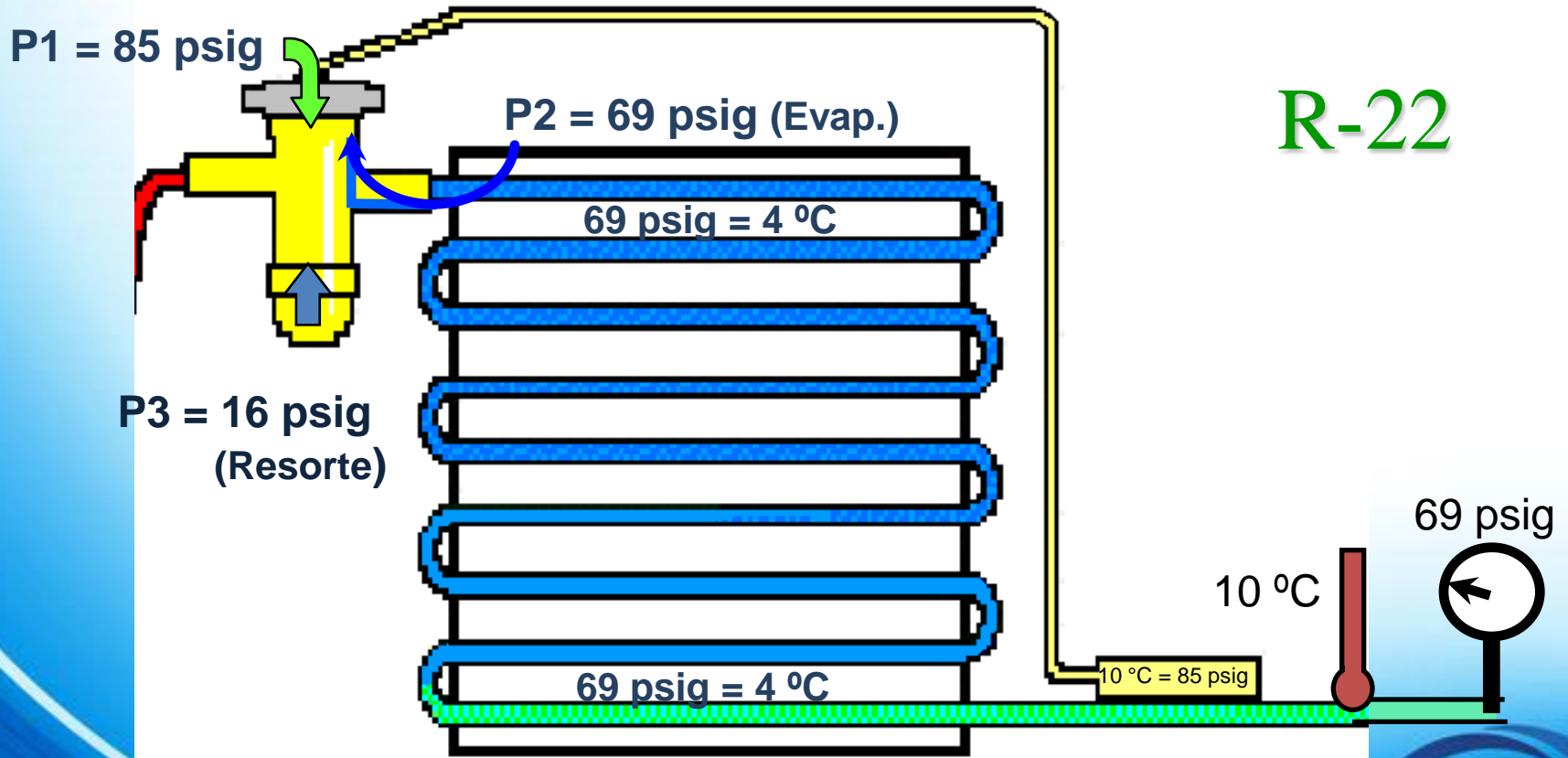
**Resorte de
Sobrecalentamiento**

**Presión
de Entrada**



Ejemplo Con Igualador Interno

En Un Evaporador Sin Caída de Presión

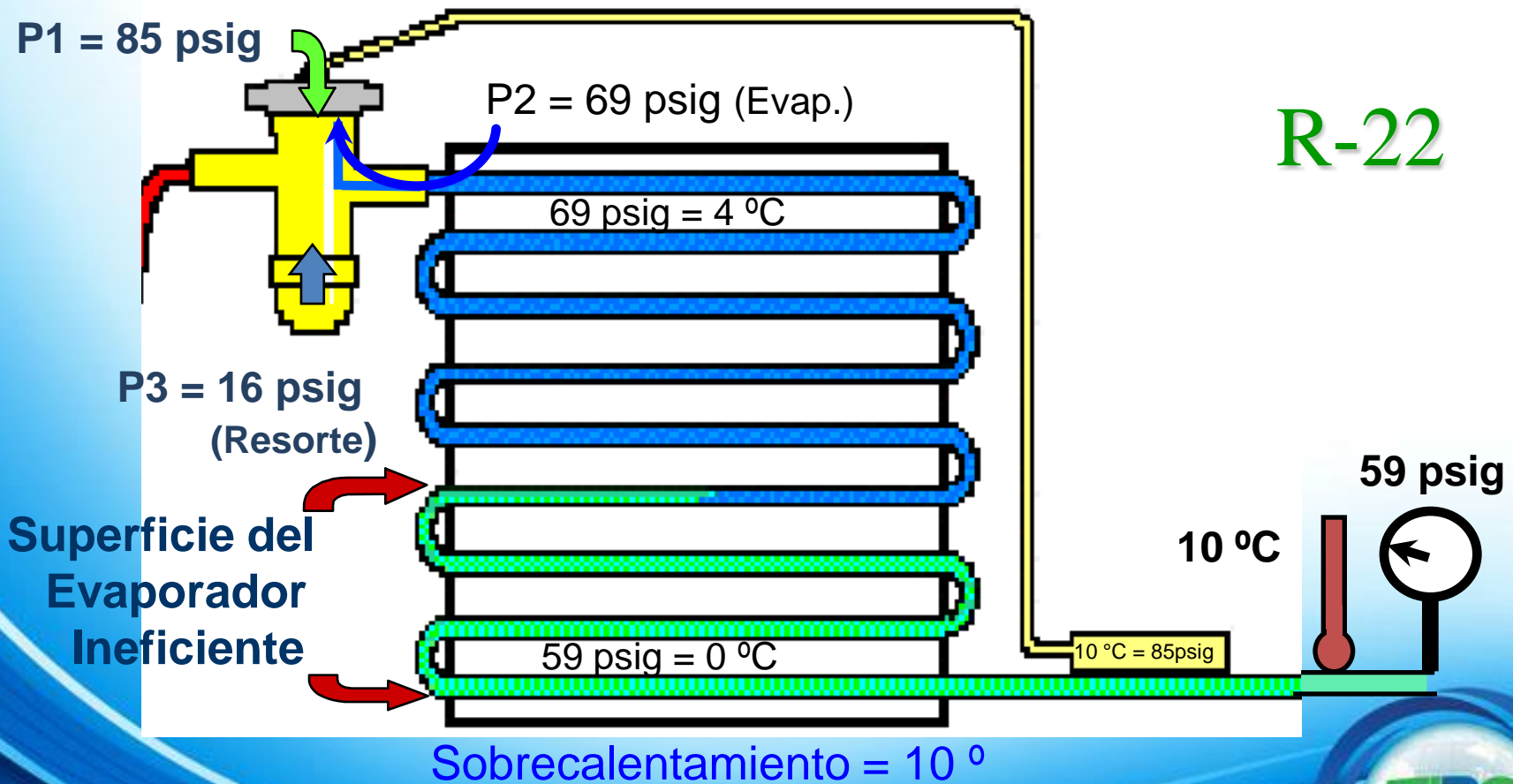


Sobrecalentamiento = 6 °



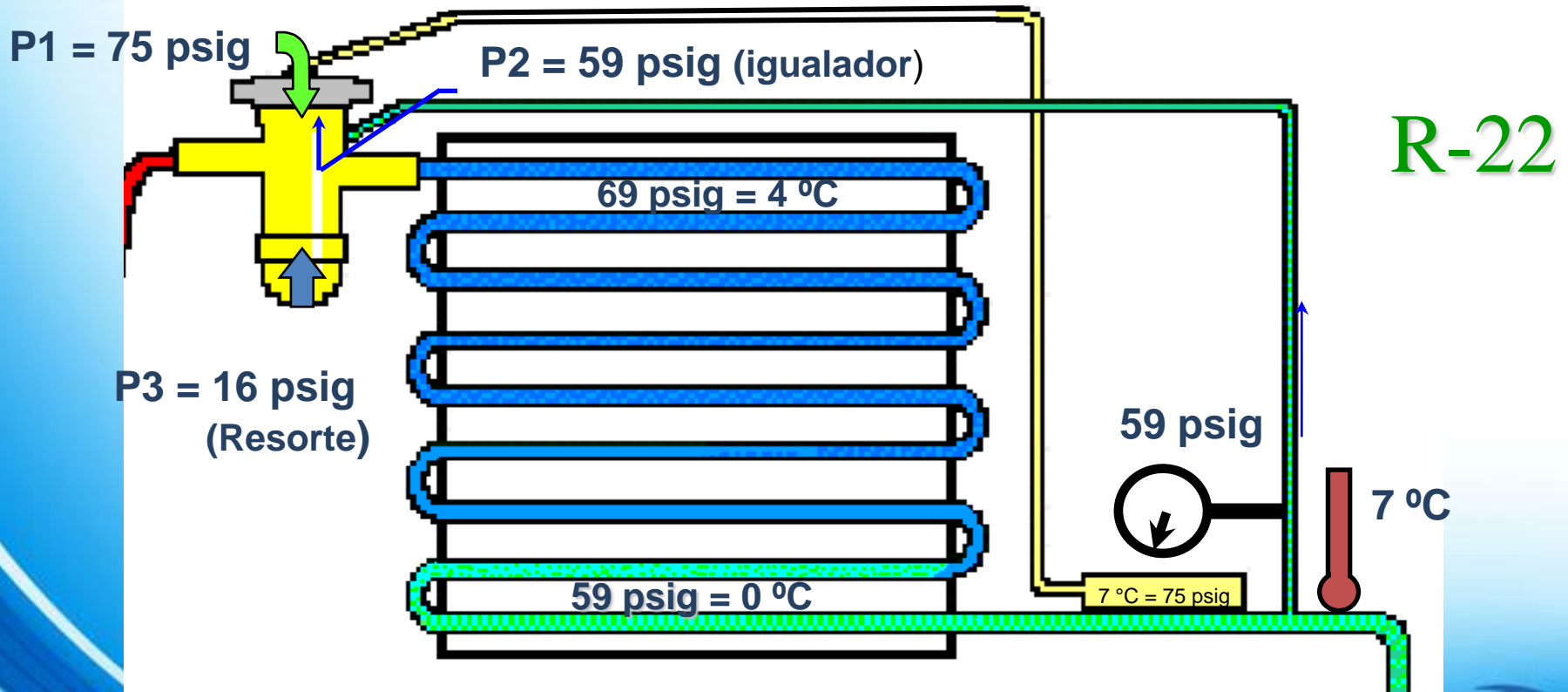
Válvula Con Igualador Interno

En Un Evaporador Con 10 psi de Caída de Presión



Válvula Con Igualador Externo

En Un Evaporador Con 10 psid de Caída de Presión



Sobrecalentamiento = 7 °

La Válvula con Igualador Externo

Se Requiere Cuando:

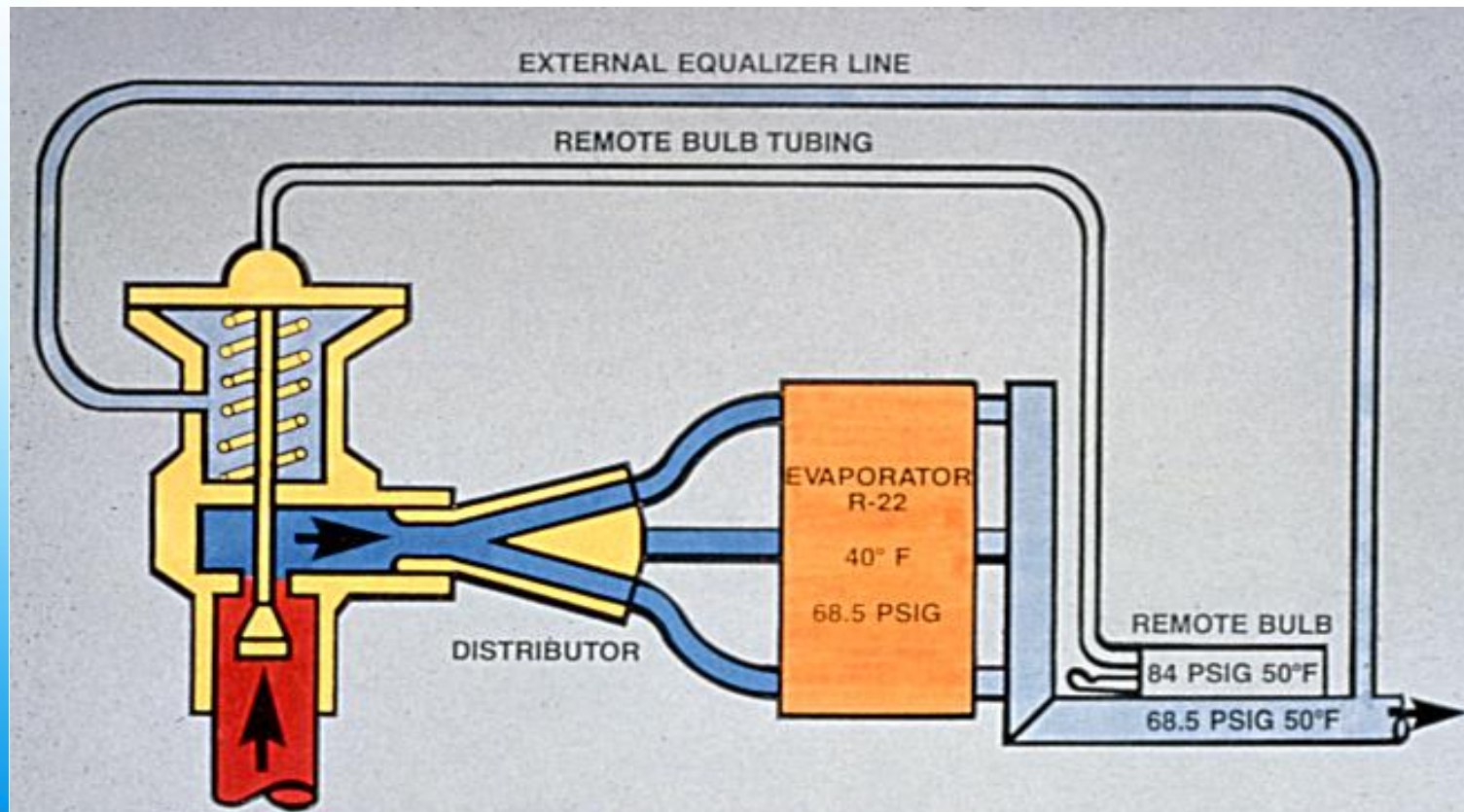
La Caída de Presión en el Evaporador Excede de:

- 3 psig - En Aire Acondicionado
- 2 psig - En Refrigeración Comercial Temperatura Media
- 1 psig - Aplicaciones de Baja Temperatura (Congelación)
- Cuando se Utiliza un Distribuidor de Refrigerante



La Válvula con Igualador Externo

Se Requiere Cuando Se Usa Distribuidor de Refrigerante



Distribuidores de Refrigerante

Hay Dos Tipos Principales:

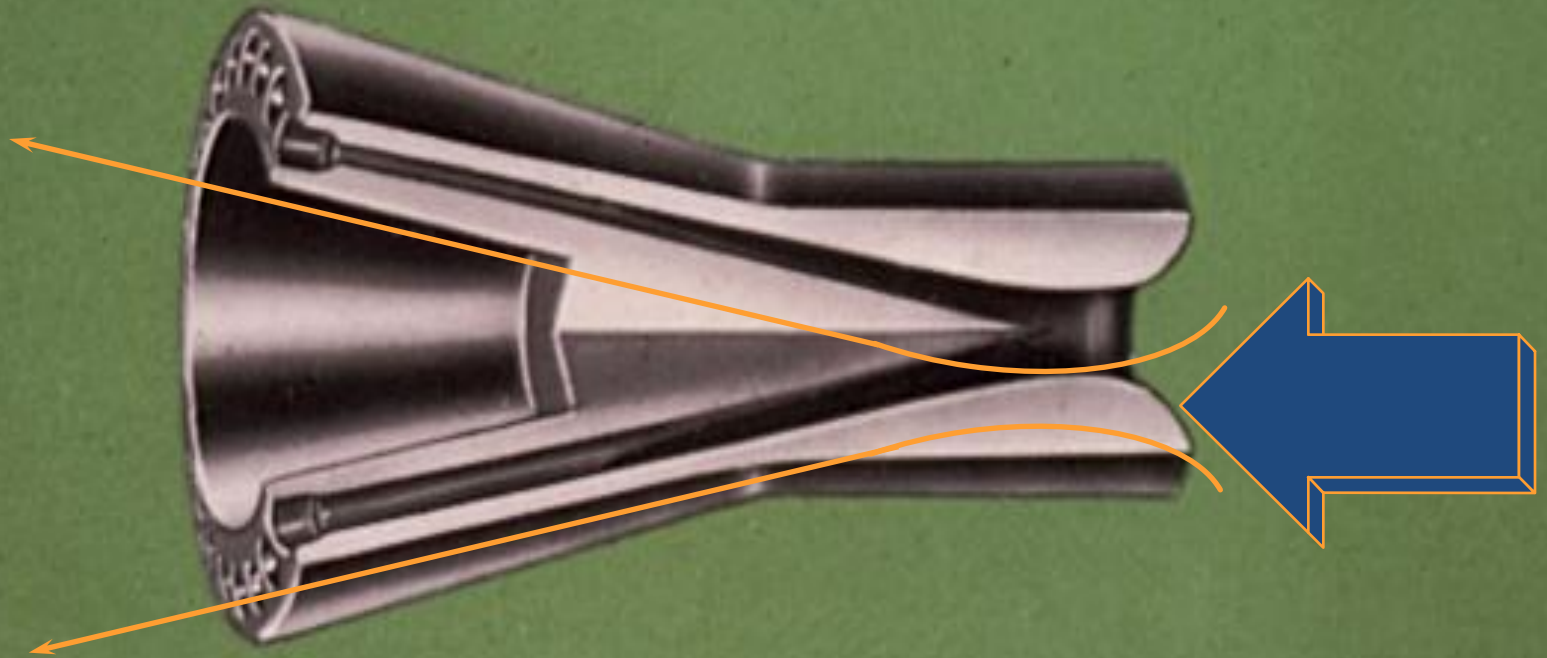
1. De Venturi, con $\Delta P = 15$ PSI.
2. De Orificio, con $\Delta P = 35$ PSI.



Distribuidor Tipo Venturi



Distribuidor Venturi

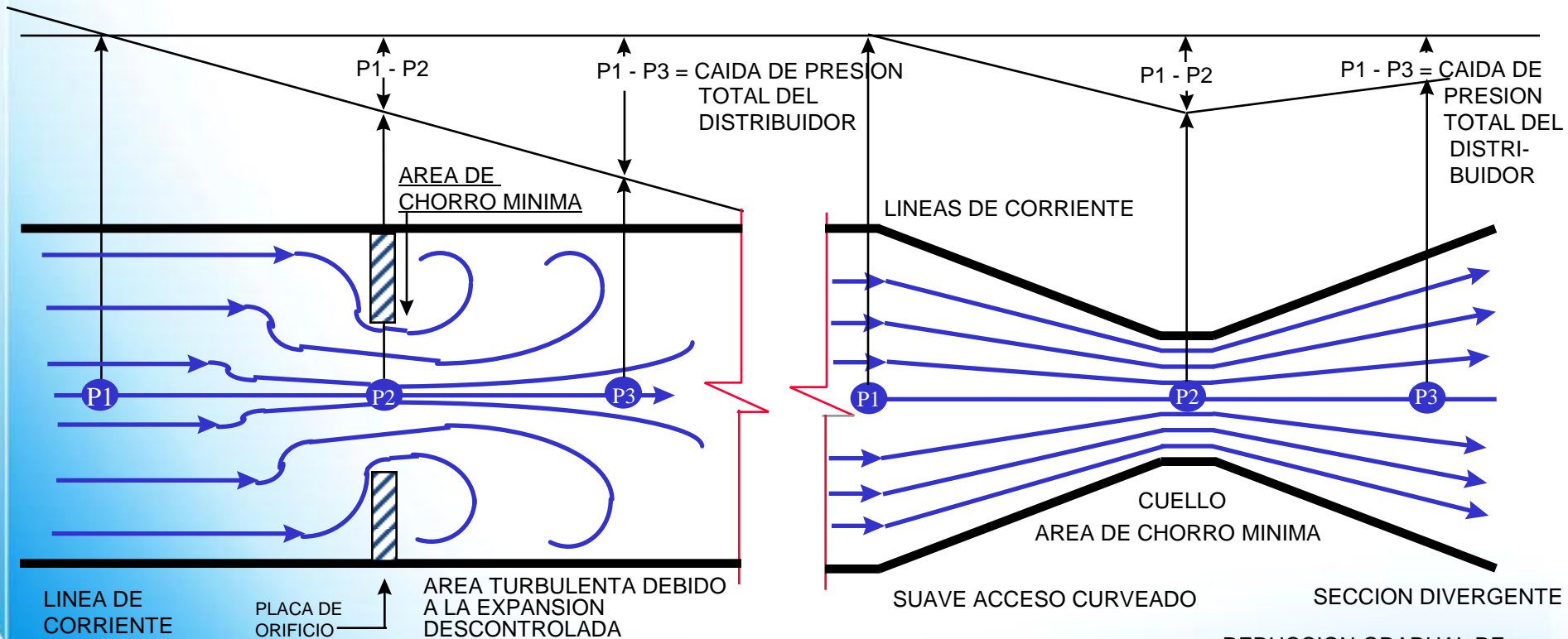


FLUJO CURVEADO - PATRON DE DISEÑO

- EFICIENTE - NO HAY TURBULENCIA PARA DESPERDICIAER ENERGÍA
- BAJA CAIDA DE PRESIÓN - OPERA EN CUALQUIER POSICIÓN



Línea De Referencia De Presión



FLUJO A TRAVES DE UNA PLACA DE ORIFICIO

NO HAY RECUPERACION DE PRESION - HAY ALTA CAIDA DE PRESION

FLUJO A TRAVES DE UN VENTURI

HAY RECUPERACION DE PRESION - BAJA CAIDA DE PRESION

REDUCCION GRADUAL DE VELOCIDAD - FLUJO CURVEADO Poca TURBULENCIA



Tipos de Válvulas

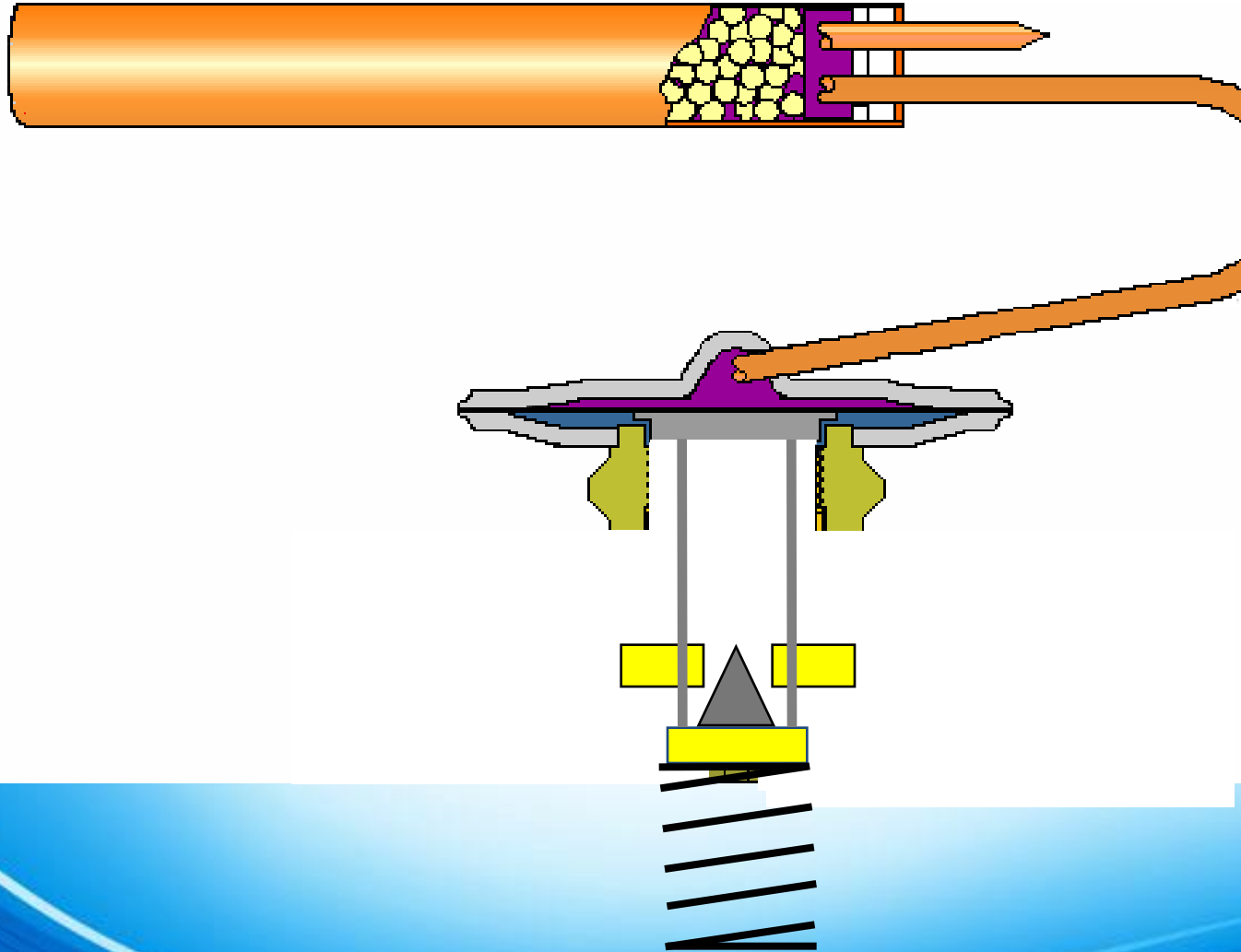
Hay dos tipos Básicos de Válvulas de Expansión en el Mercado de Acuerdo a la Aguja:

1. Puerto Convencional

2. Puerto Balanceado



Aguja de Medición Convencional



Aguja de Puerto Balanceado

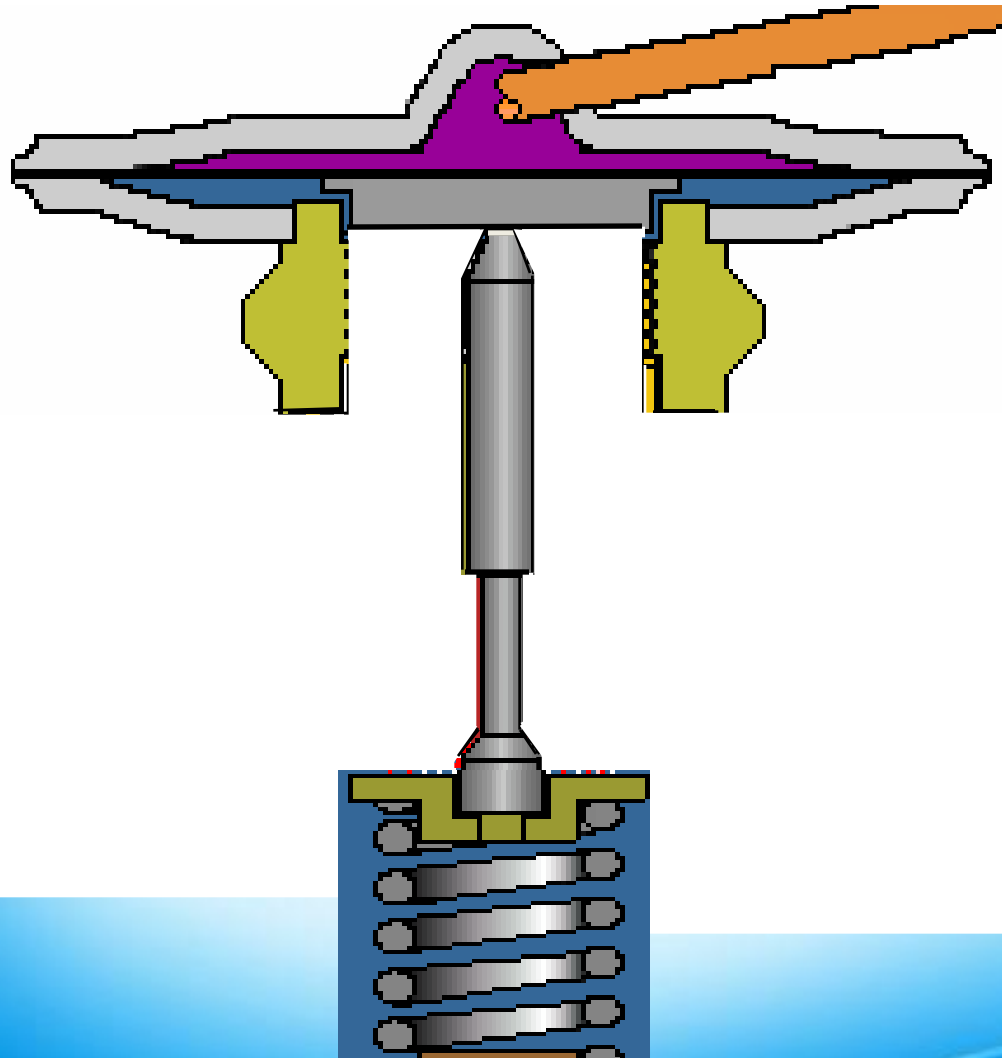
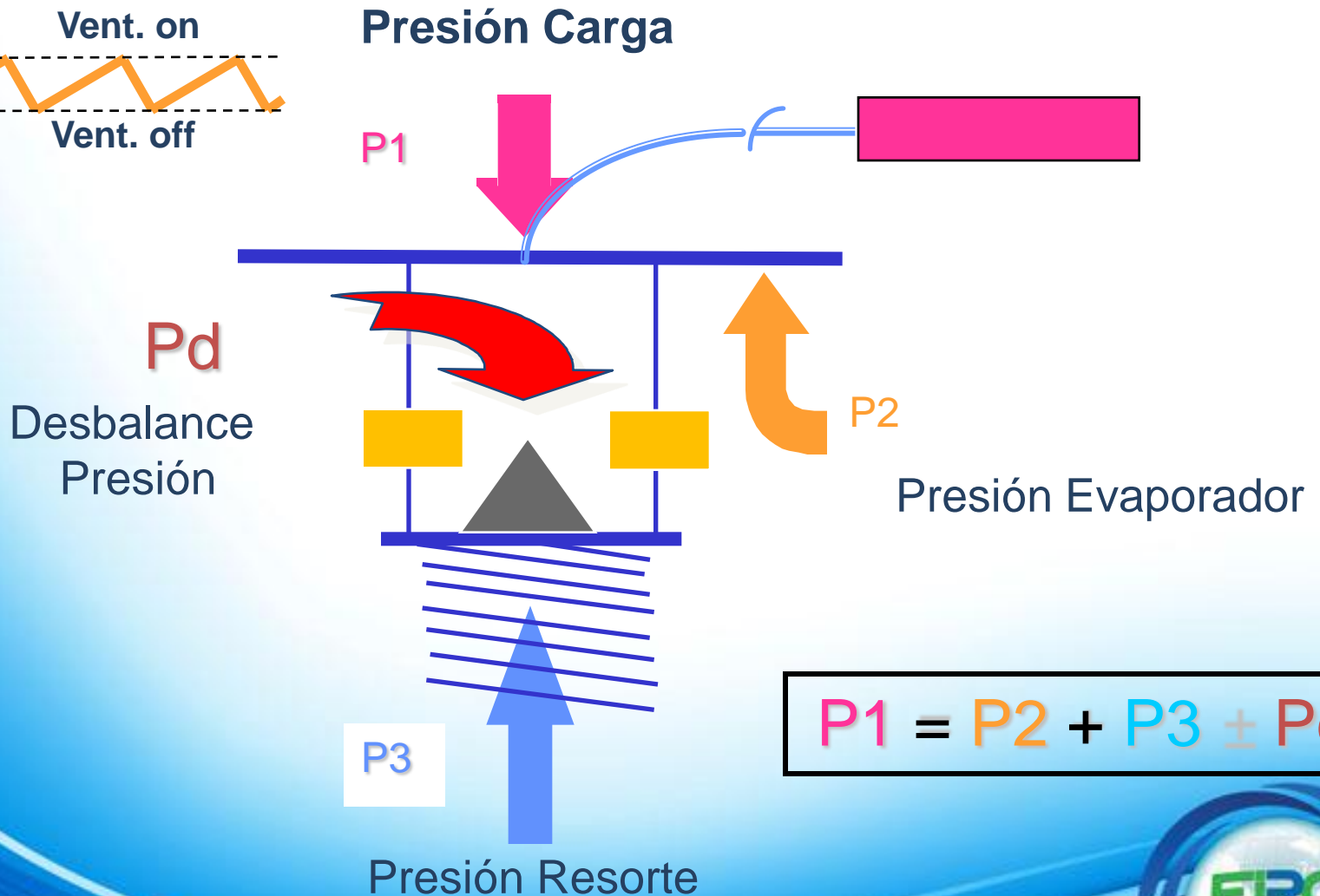
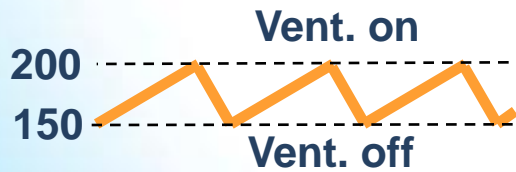
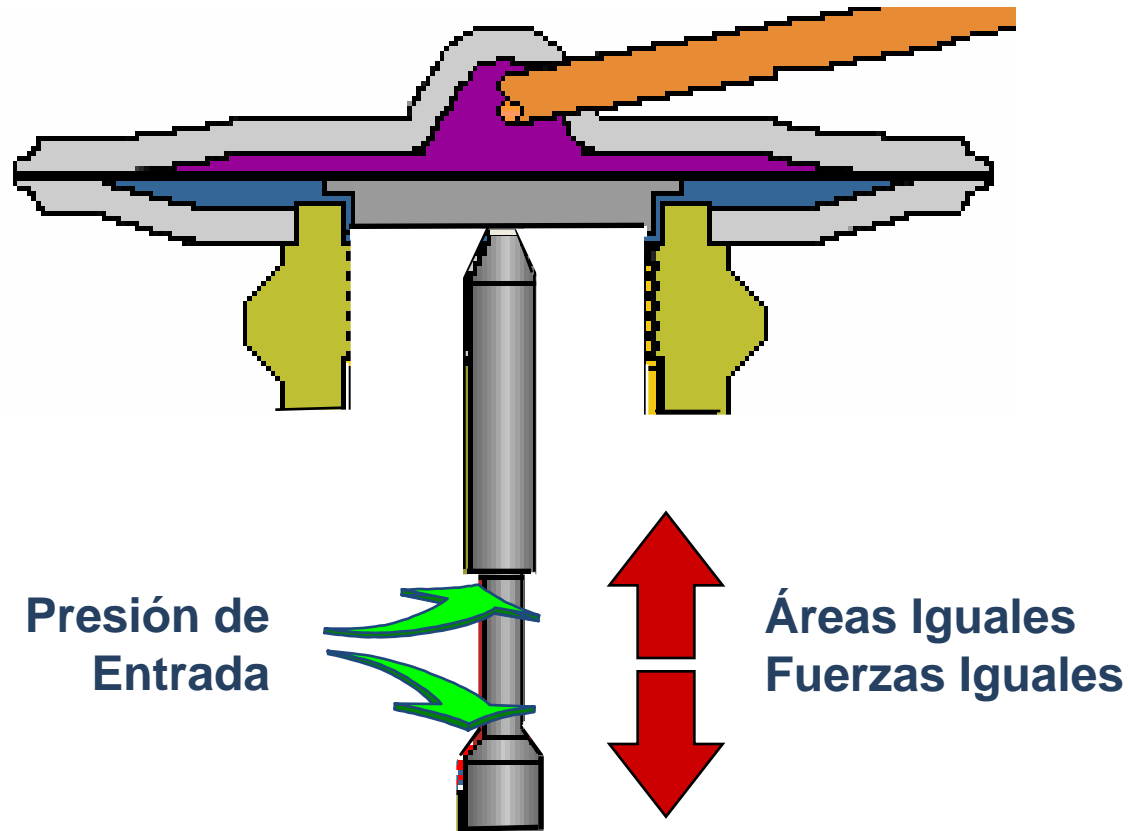


Diagrama de Balance de Fuerzas



$$P1 = P2 + P3 \pm Pd$$

Aguja de Puerto Balanceado



Operación más suave en Sistemas de
Presión de Descarga Variable

Puerto Balanceado

Beneficios cuando:

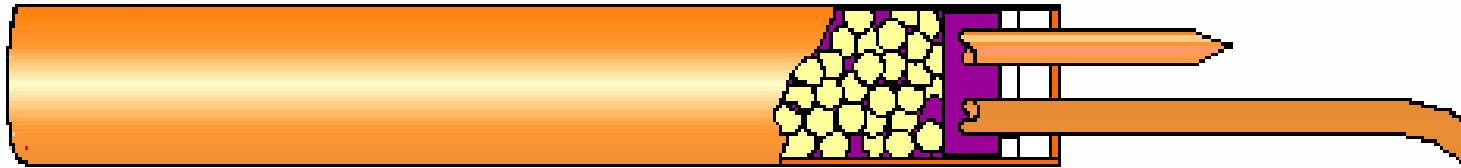
1. Variaciones de carga térmica en el evaporador
2. Variaciones en las presiones de condensación
3. Variaciones en la caída de presión a través de la VET

¿Cómo?: A través del diseño de la aguja de medición, se elimina la fuerza de la presión del Líquido de entrada

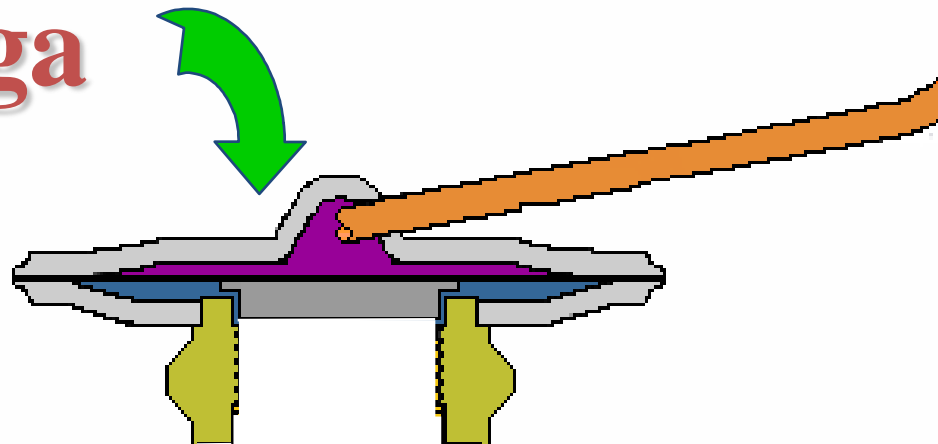


Cargas del Elemento de Poder

¿Cuál ? y ¿ Por qué?



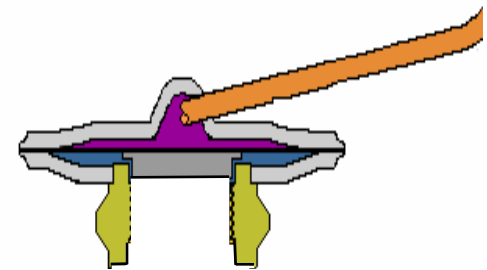
Carga



Cargas del Elemento de Poder

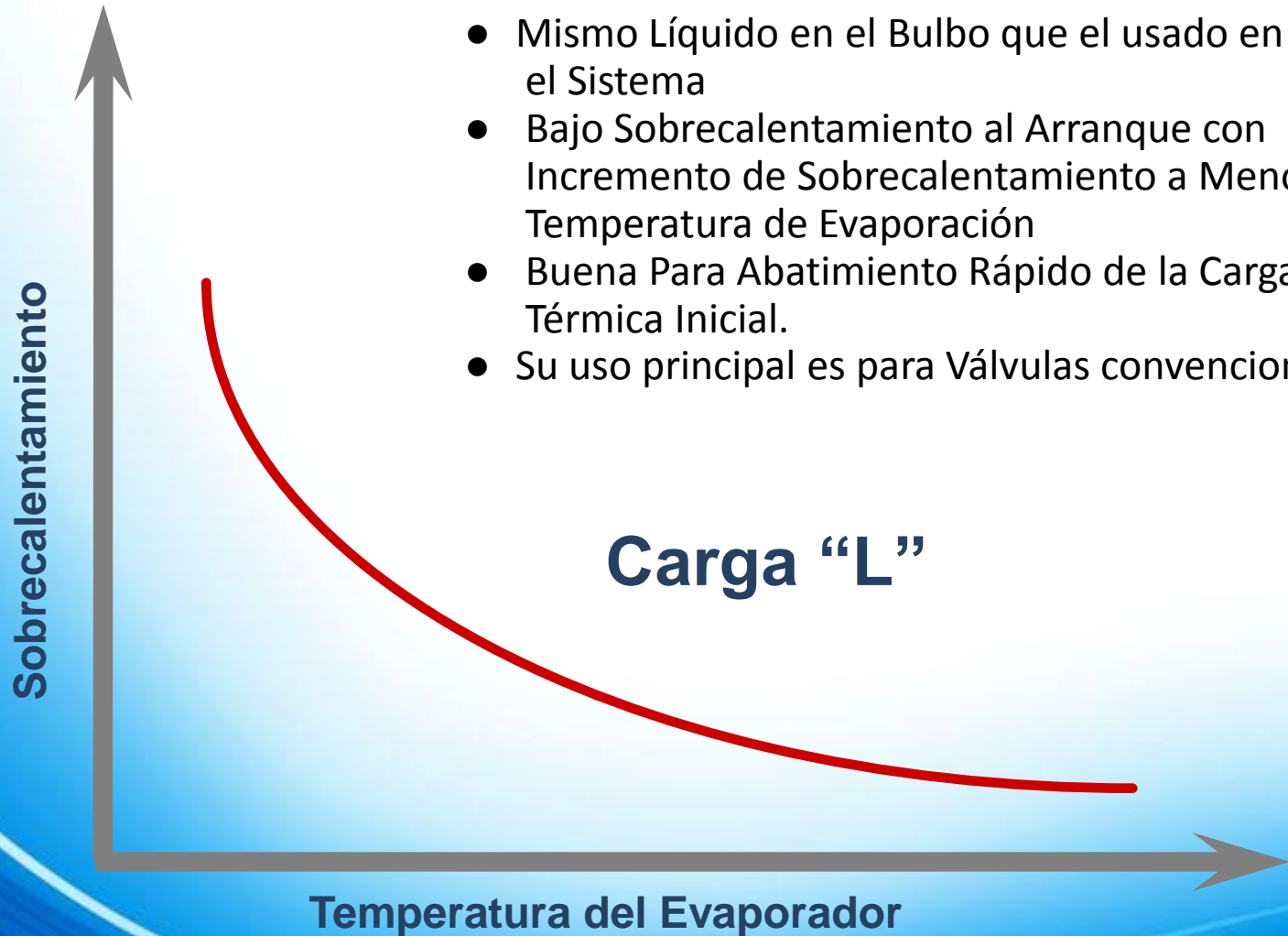
Cargas para:

- Alta Temperatura
- Media Temperatura
- Baja Temperatura



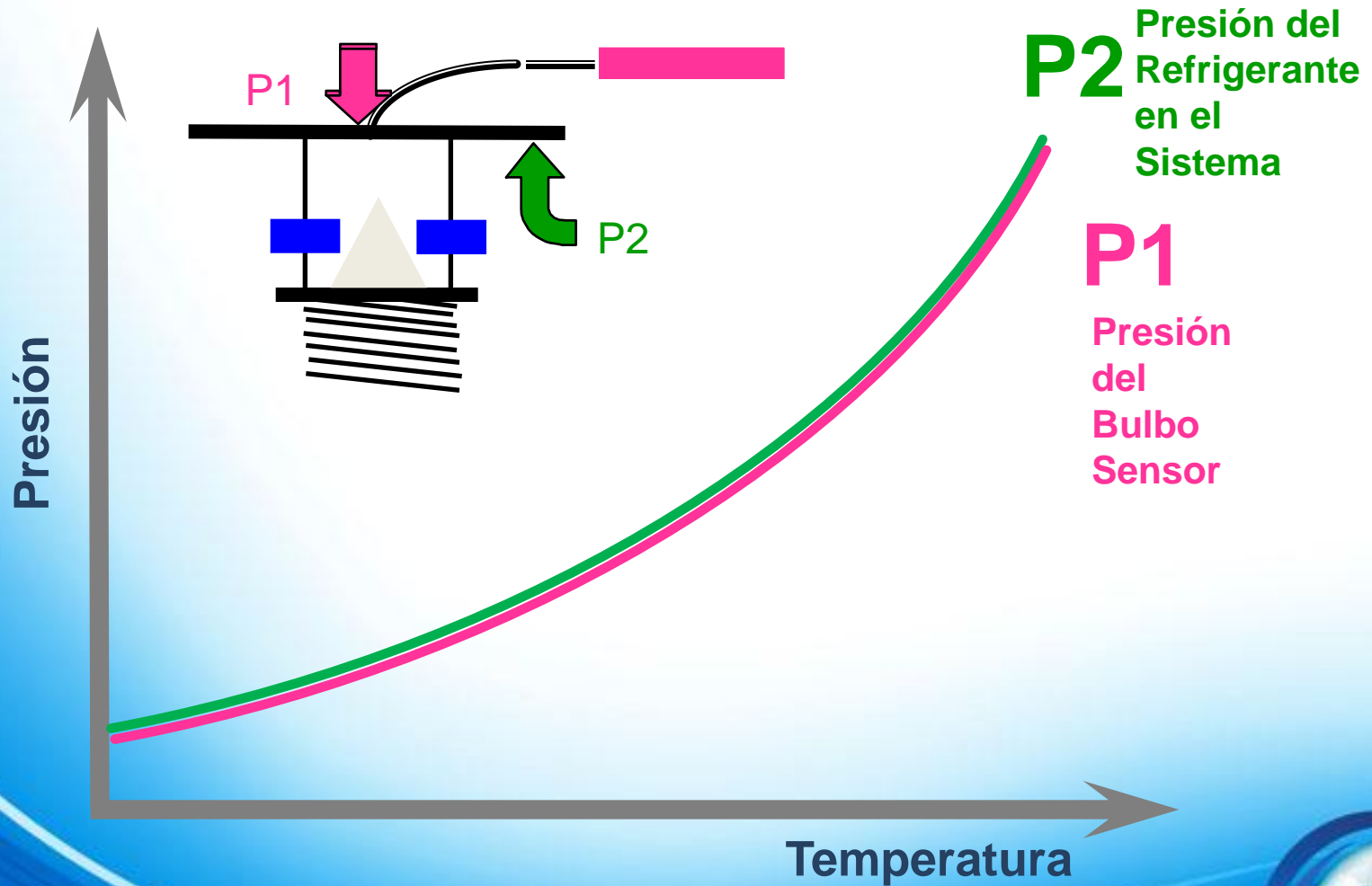
- Carga Líquida (**L**)
- Carga gaseosa (**G**)
- Carga Cruzada Líquida (**C, Z**)
- Carga Cruzada Gaseosa (**CA, W-MOP, B**)
- Carga de Adsorción (**W**)

Carga Líquida (L)



- Mismo Líquido en el Bulbo que el usado en el Sistema
- Bajo Sobrecalentamiento al Arranque con Incremento de Sobrecalentamiento a Menor Temperatura de Evaporación
- Buena Para Abatimiento Rápido de la Carga Térmica Inicial.
- Su uso principal es para Válvulas convencionales

Carga Líquida (L)

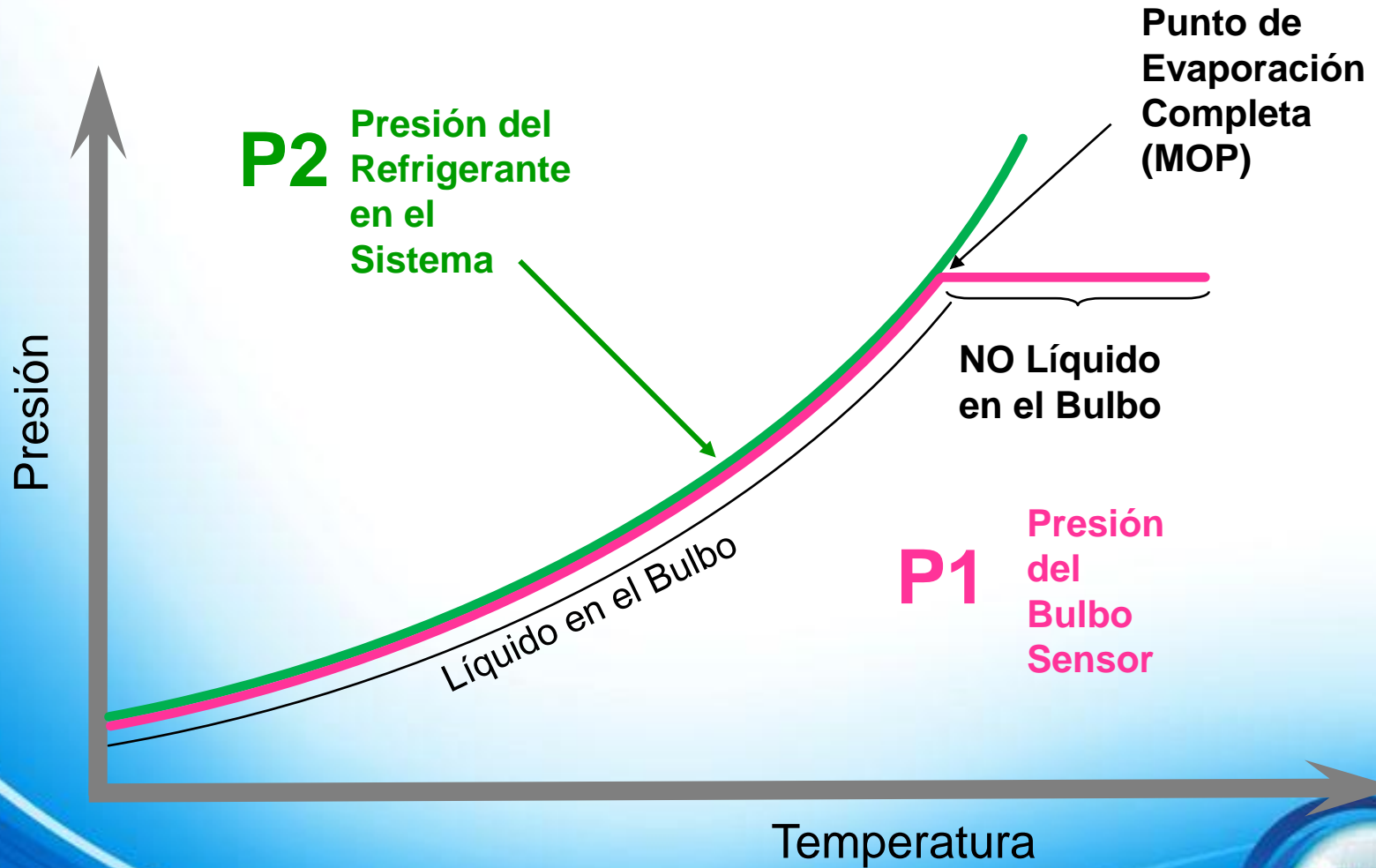


Carga Gaseosa (G)

- **El Elemento de Poder Está Cargado con el Mismo Tipo de Refrigerante del Sistema, Solo que la Cantidad de Líquido Está Limitada (Menor que en una Carga Líquida)**
- **Sus Principales Características Son:**
 - Mantiene la Válvula Firmemente Cerrada Durante los Ciclos de Paro
 - Hay un Retardo de Apertura Durante el Arranque
 - Protege al Motor del Compresor Contra Sobrecargas
- **Proporciona una Presión de Operación Máxima (MOP)**
- **Pierden Control si el Diafragma o el Capilar Están Más Fríos Que el Bulbo**



Carga Gaseosa (G)

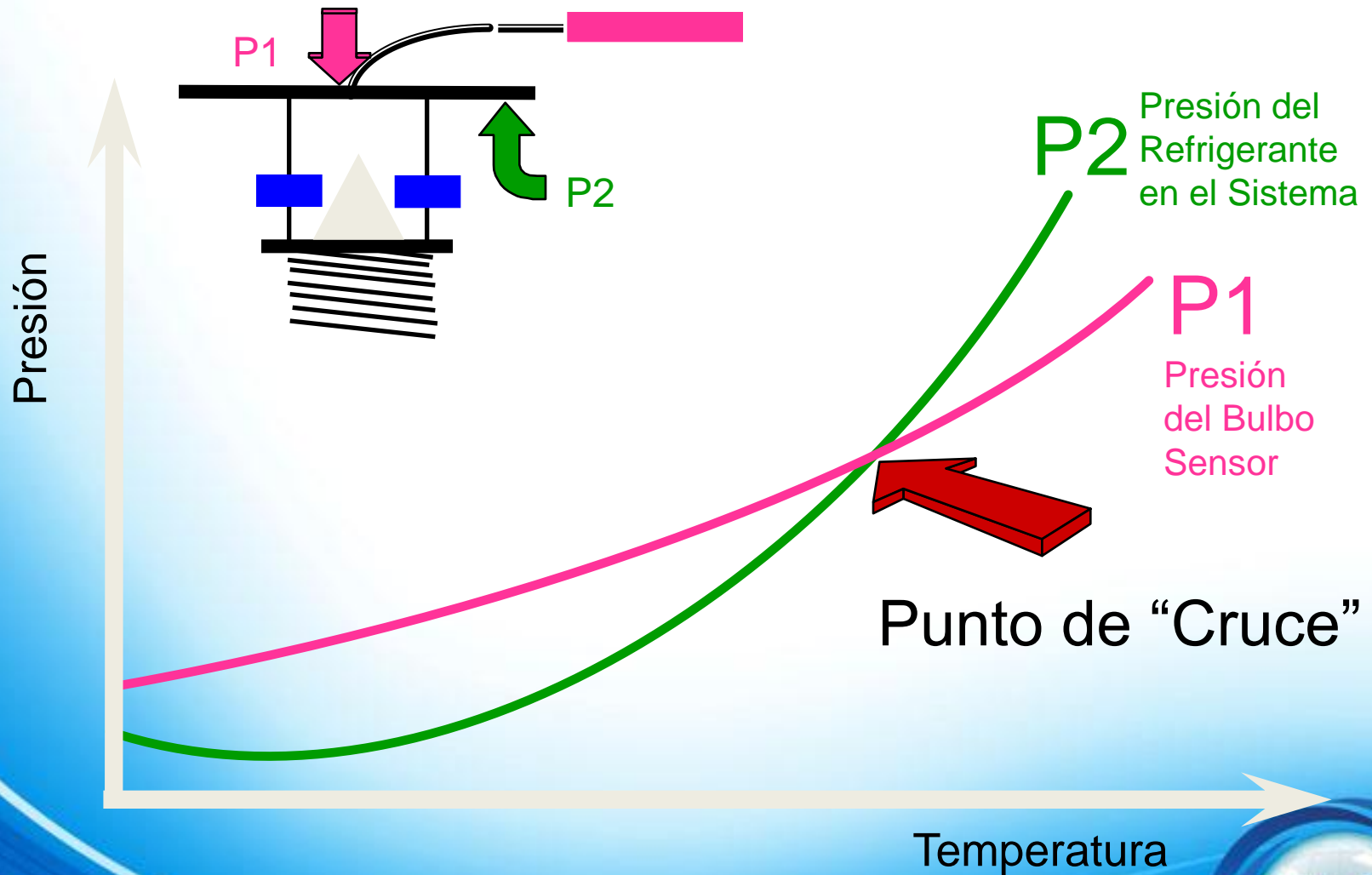


Cargas Cruzadas

- El Elemento de Poder Está Cargado con un Fluido o Mezcla de Fluidos Diferentes al Refrigerante del Sistema
- Generalmente es un Refrigerante Mezclado con un Gas Inerte: CO₂ o Nitrógeno
- Existen Cargas Cruzadas Líquidas y Cargas Cruzadas Gaseosas. Se Pueden Fabricar Para Cualquier Rango de Temperaturas
- Son Menos Sensibles a los Cambios de Temperatura del Bulbo, Pero Responden Rápido a los Cambios de Presión del Evaporador
- Reducen Casi por Completo la “Fluctuación”
- Cierran Rápidamente Cuando el Compresor se Detiene



Cargas Cruzadas



Cargas Cruzadas Líquidas

- Son las Cargas Más Utilizadas en la Actualidad
- El Elemento de Poder Contiene Un Líquido Diferente al Utilizado en el Sistema
- No Pierden Control por Cambios de Temperatura Ambiente
- Alto Sobrecalentamiento Durante el Arranque que se va Reduciendo Conforme la Unidad Disminuye la Temperatura
- Reducen la Carga en el Compresor Durante el Arranque (lo Protegen Contra Sobrecargas)
- En la Mayoría de los Casos Operan con el Ajuste Que Traen de Fábrica y, NO Requieren Re- Ajustarse
- Reducen Casi por Completo la “Fluctuación”



Cargas Cruzadas Gaseosas

- El Elemento de Poder Contiene Un Líquido Diferente al Utilizado en el Sistema, Pero en Cantidad Limitada
- Pueden Reemplazar Cualquier Otra Válvula en un Rango Muy Amplio de 10 a -40 °C
- Aunque Pueden Operar en un Amplio Rango de Temperaturas, su Principal aplicación es en Bombas de calor
- Cierran Rápidamente Cuando el Compresor se Detiene
- Reducen Casi por Completo la “Fluctuación”
- Mantienen un Sobrecalentamiento Constante
- Reducen la Carga en el Compresor Durante el Arranque (lo Protegen Contra Sobrecargas)

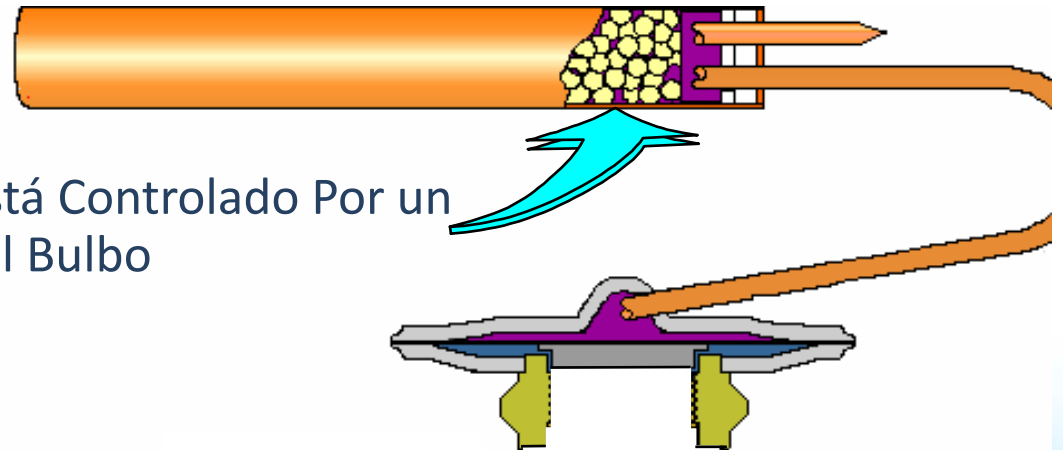


MOP – Máxima Presión de Operación

En las Cargas Gaseosas, el Punto de MOP Depende de cómo se Carga el Bulbo Inicialmente y de Donde se va a Utilizar la Válvula

En Algunas Cargas gaseosas se Agrega un Balasto Térmico Dentro del Bulbo Para Minimizar la Fluctuación

El Tiempo de Respuesta Está Controlado Por un Balasto Térmico Dentro del Bulbo



Los Materiales utilizados Como Balasto Térmico Pueden Ser:

- Sílica Gel
- Marinita
- Fibra de Vidrio
- Carbón
- Alúmina Activada

Cargas de Adsorción

- Es Una Variante de la Carga Cruzada gaseosa
- El Elemento de Poder Contiene Dos Sustancias Diferentes
 - Una es un Gas No Condensable (Como el CO_2)
 - Otra es un Sólido (Carbón, Sílica o Alúmina)
- Al Enfriarse el Bulbo, El Sólido Adsorbe al Gas y Disminuye la Presión. Al Calentarse el Bulbo, el Sólido Libera al gas y la Presión se Incrementa
- Estos Cambios de Presión se usa Para Controlar la Apertura de la Aguja de la Válvula
- Se Pueden Usar en Cualquier Tipo de Sistema de Refrigeración o Aire Acondicionado



Capacidades Nominales – ARI

- Temperatura de Saturación en el Evaporador: 40°F (4°C).
- Temperatura del Líquido: 100°F (38°C).
- Caída de Presión a Través de la Válvula:
 - R-12 y R-134a 60 psi
 - R-410A 160 psi
 - Todos los Demás 100 psi



Selección de la Válvula de Expansión

1. Tipo de Refrigerante.
2. Temperatura del Evaporador.
3. Capacidad del Evaporador.
4. Presión / Temp. de Condensación.
5. Temperatura del Líquido.
6. Tipo de Distribuidor (si se usa)

La Válvula se Selecciona de Acuerdo a la Capacidad del Evaporador NO del Compresor



Gracias

