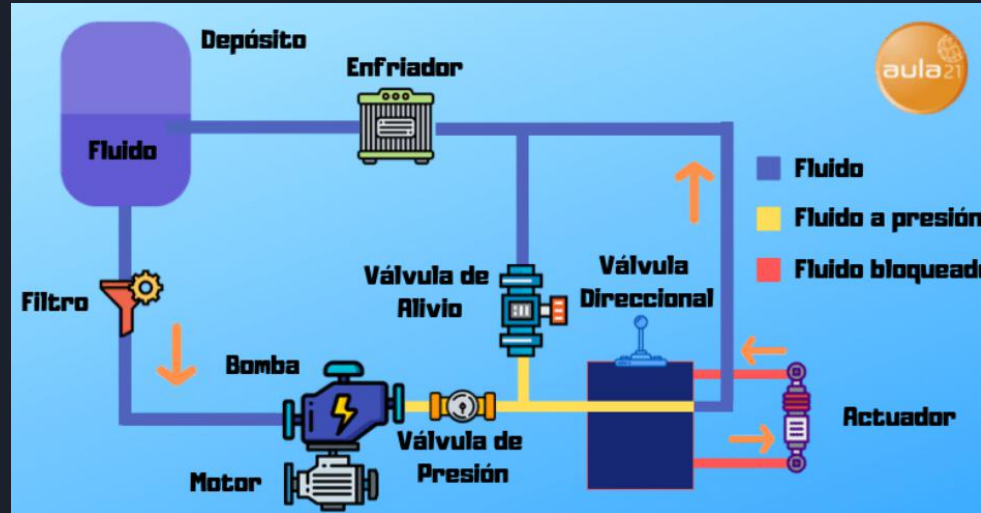




# *Sistema hidráulico de potencia*

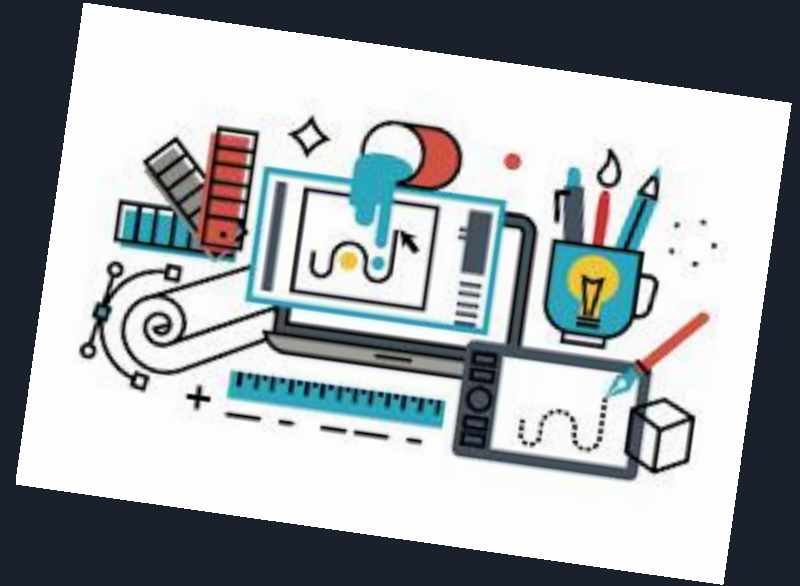
# Sistema Hidráulico de potencia

Los Sistemas o Unidades de Potencia Hidráulicas, HPU, son los encargados de transformar y transmitir a través de fluido hidráulico la energía para realizar un trabajo específico ya sea lineal o rotacional.



# Etapas:

- Identificar los requerimientos para el sistema
- Etapa de diseño( se hacen los cálculos para los componentes del sistema)
- Selección de los componentes que se adecuen al diseño
- Compra de equipos
- Instalación del sistema
- Puesta en marcha del sistema
- Etapa de operación
- Mantenimiento.





# Consideraciones para determinar las características del motor hidráulico

La potencia del motor hidráulico depende del tipo de flujo, es decir, si es laminar, turbulento o de transición - y de las proporciones geométricas de todo el equipamiento.

- Medidas del tanque y del agitador
- Viscosidad y la densidad del fluido.
- La velocidad de giro del agitador.



# Necesidades motrices del sistema

Número de Reynolds: parámetro adimensional cuyo valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

$$Re = \frac{D_a^2 * N * \rho}{\mu}$$

$D_a$ : Distancia entre aspas

$N$ : Número de revoluciones por segundo

$\rho$ : Densidad del fluido

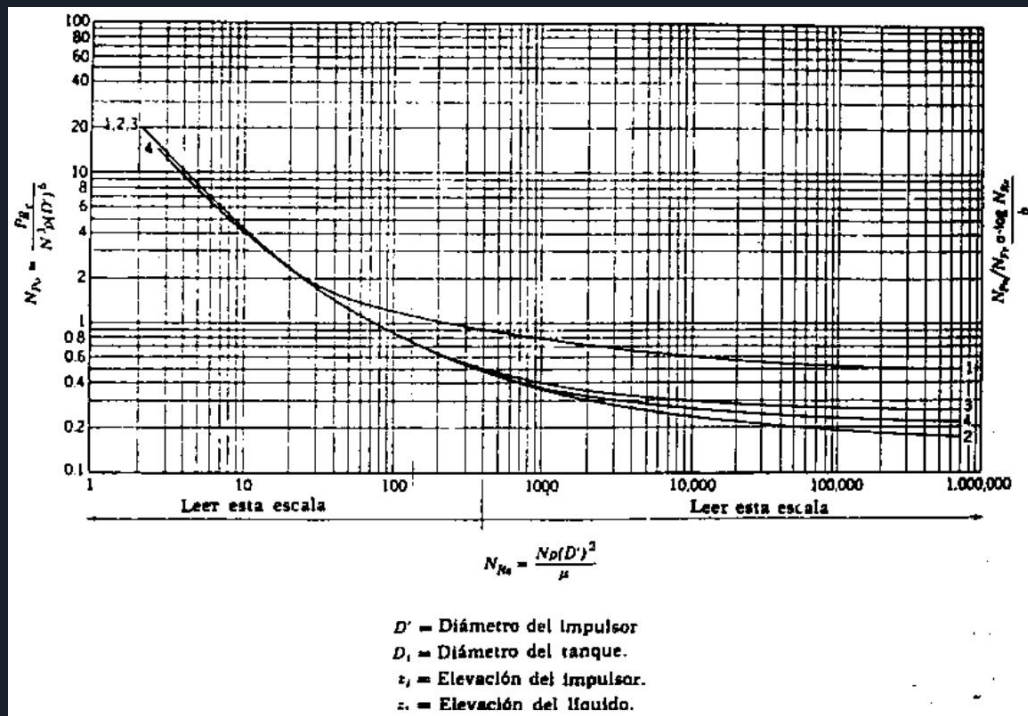
$\mu$ : Viscosidad absoluta



# Potencia del sistema

- Para calcular la potencia se necesita conocer el número de Reynolds y el Número de potencia ( $N_p$ )
- Acorde con las condiciones establecidas para el sistema dado, el número de potencia se obtiene de la siguiente gráfica y para leer la gráfica se necesita el número de Reynolds,  $Re$ , y el paso,  $Da$ , entre aspás.

# Gráfica para determinar el número de potencia



- 
- Finalmente se calcula la potencia requerida por el sistema motriz.

$\dot{W}_{out}$ : Potencia requerida

$N_p$ : Número de potencia

$N$ : RPS

$D_a$ : Distancia entre aspas

$$\dot{W}_{out} = N_p \rho N^3 D_a^5$$

- Conociendo la potencia requerida y las RPS requeridas, se obtiene el torque necesario.

$T$ : Torque requerido

$\omega$ : Velocidad angular

$$T = \frac{\dot{W}_{out}}{\omega}$$



# Cálculos para seleccionar el motor hidráulico

**Potencia de salida:** La potencia de salida de un sistema rotatorio se considera como el producto de la velocidad angular por el torque disponible.

$$\dot{W}_{out} = T * \omega$$

Donde:

T: Torque requerido(salida)

$\omega$  : Velocidad Angular(salida)





# Potencia de entrada

La potencia de entrada a un motor hidráulico se considera como el producto del caudal por la presión:

$$\dot{W}_{in} = \dot{V} * P$$

Donde:

- W= Potencia
- V= Caudal
- P= Presión

# Calor generado por el motor

La diferencia entre la potencia de entrada y la potencia de salida es el flujo del calor generado por el sistema.

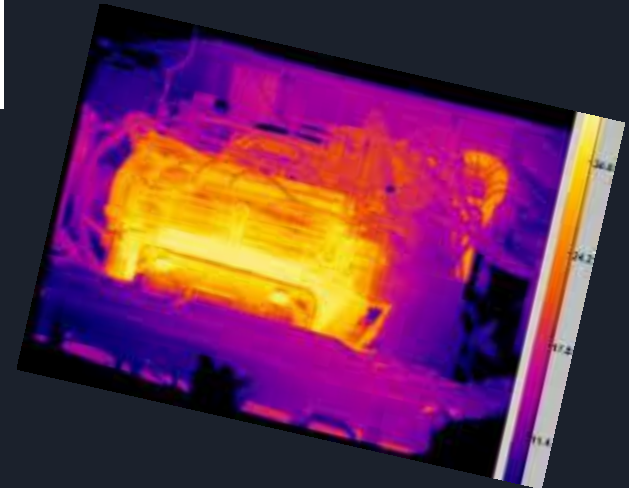
Donde:

$$\dot{Q}_{gen} = \dot{W}_{in} - \dot{W}_{out}$$

$\dot{Q}_{gen}$ : Calor generado

$\dot{W}_{in}$ : Potencia entrada

$\dot{W}_{out}$ : Potencia de salida





# Eficiencia mecánica del motor

Se calcula la eficiencia mecánica del motor:

$$\eta = \frac{RPM * T(lb \cdot in)}{GPM * PSI * 36,7} * 100\%$$

Donde:

GPM está dado en galones por minuto



# Criterios para seleccionar la tubería

- Máxima velocidad de flujo permitida
  - Presión máxima de trabajo del sistema
  - Requerimientos visuales y económicos de la instalación
- 
- Las conexiones deben soportar las presiones de trabajo con un margen de seguridad
  - Tipo de fluido, temperatura, vibraciones y movimientos relativos

# Tuberías

- ***Tubería de la línea de succión:*** Velocidad recomendada en la succión por debajo de 4ft/s
- ***Tubería de la línea de retorno:*** Velocidad recomendada en la descarga por debajo de 10 ft/s
- ***Tubería de la línea de presión:*** Velocidad recomendada en la descarga por debajo de 15 ft/s

- Cálculo del diámetro interno de la tubería:

D: Diámetro interior tubería [pulg]

A: Área de sección transversal de la tubería [pulg<sup>2</sup>]

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

- Cálculo de área de sección transversal:

Q: Caudal requerido [gal/min]

V: Velocidad [ft/s]

$$A = \frac{Q * 0,3208}{V}$$



# Cálculos de la presión de explosión:

La presión de explosión es la presión del fluido que podría causar que la tubería explote. Esto pasa cuando el esfuerzo de tensión ( $\sigma$ ) es igual al esfuerzo de tensión del material de la tubería (S) .

$$BP = \frac{2tS}{D_i}$$

BP: Presión de explosión

t: Espesor de la pared del tubo

S: Esfuerzo de tensión

Di: Diámetro interior de la tubería



# Cálculo de la Presión de Trabajo

La presión de trabajo (WP) es la máxima presión segura de operación del fluido, donde BP es presión de explosión y FS es factor de seguridad.

$$WP = \frac{BP}{FS}$$

El factor de seguridad se escoge de acuerdo a la máxima presión de trabajo del sistema.



# Criterios para la selección de válvulas

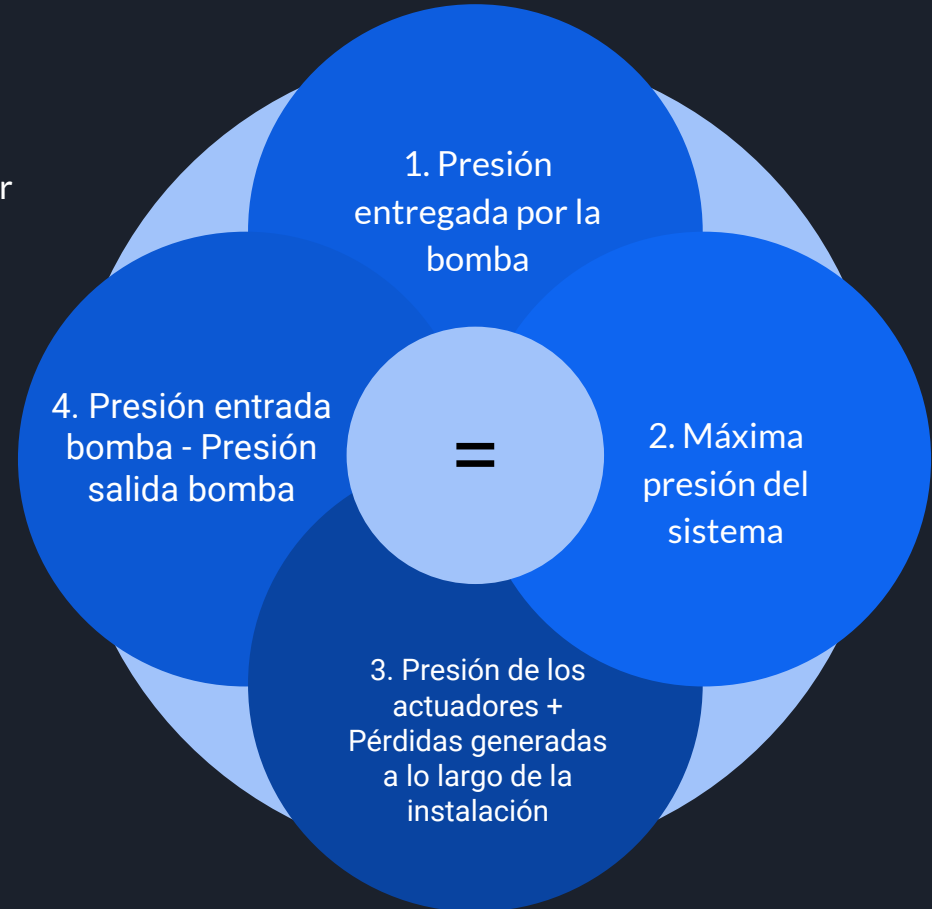
- **Válvula direccional:** Se selecciona de acuerdo a la aplicación requerida por el sistema, teniendo en cuenta las especificaciones de caudal y presión en el mismo
- **Válvula de alivio:** Se selecciona con la presión máxima que se desea controlar el es sistema y el caudal necesario.
- **Válvula de cheque:** Se selecciona con la presión requerida por el sistema y el caudal necesario.



# Criterios para la selección de la bomba

Para seleccionar la bomba se debe conocer la presión máxima del sistema y el caudal requerido por el motor hidráulico.

Para encontrar la presión a la entrada de la bomba se debe aplicar la ecuación de energía entre el nivel del tanque y la entrada a ella.



# Cálculo de la presión a la salida de la bomba

Para determinar la presión a la salida de la bomba se debe aplicar la ecuación de la energía entre los puntos 1 y 2.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 - H_M - H_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

P1: Presión a la salida de la bomba  
secundarias

HL: Cabeza total de pérdidas primarias y

$\gamma$ : Peso específico del fluido  
reservorio

P2 : Presión a la entrada del

V1: Velocidad a la salida de la bomba

V2 : Velocidad a la descarga en el reservorio

Z1: Altura de salida de la bomba respecto a un Nivel de referencia

Z2: Altura de la entrada al reservorio respecto a un

# Pérdidas primarias y secundarias

Pérdidas primarias:

$$H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

f: factor de fricción. Para flujo turbulento se obtiene del diagrama de Moody y para flujo laminar de la expresión:

$$f = \frac{64}{Re}$$

L: longitud total de la tubería en ft

D: Diámetro de la tubería en ft

V: Velocidad en la línea de presión en ft/s  
g: gravedad en ft/s<sup>2</sup>

Re: Número de Reynolds

Pérdidas secundarias:

$$H_L = K \frac{V^2}{2g}$$

K: Factor de pérdidas en accesorios

V: Velocidad en la línea de presión en ft/s

g: gravedad en ft/s<sup>2</sup>



# Cálculo de la potencia de la bomba

$$W_{sal} = P * Q * 0,0007$$

Donde:

- $W_{sal}$ : potencia de salida en hp
- $P$ : Presión en psi
- $Q$ : Caudal en gal/min

$$W_{in} = \frac{W_{sal}}{\eta_{bomba}}$$

Donde:

- $W_{in}$ : potencia de entrada en hp
- $\eta_{bomba}$ : Eficiencia global de la bomba

# Criterios para la selección del motor eléctrico

Para seleccionar el motor eléctrico se debe conocer:

- ❑ La potencia requerida por la bomba .
- ❑ La velocidad de giro de la misma.
- ❑ La fuente de alimentación .
- ❑ La naturaleza del servicio de energía eléctrica .
- ❑ El nivel de voltaje disponible.
- ❑ El ciclo de trabajo (continuo o intermitente).



Así mismo se debe considerar las condiciones ambientales de la instalación y algunas características como el acoplamiento de la carga, los accesorios y modificaciones mecánicas necesarias. La potencia del motor eléctrico es igual a la potencia requerida por la bomba



# Criterio para la selección de filtros

- Filtro de succión: Para seleccionar el filtro de succión se debe conocer la presión de aspiración y el caudal máximo para tener una pérdida de presión mínima.
- Filtro de retorno: Para seleccionar el filtro de retorno se deben considerar aspectos tales como: la viscosidad del fluido, el caudal requerido, la clase de limpieza del aceite, el tipo de elemento filtrante.

Se usa la siguiente fórmula para calcular el caudal de los filtros:

$$Q_f = f * Q$$

Donde:

f: Factor de influencia de la viscosidad

# Criterios para la selección del aceite hidráulico

- El aceite hidráulico como componente del sistema, debe ser escogido de acuerdo a las especificaciones de todos los componentes del mismo, de tal manera que sea compatible con cada uno de ellos.



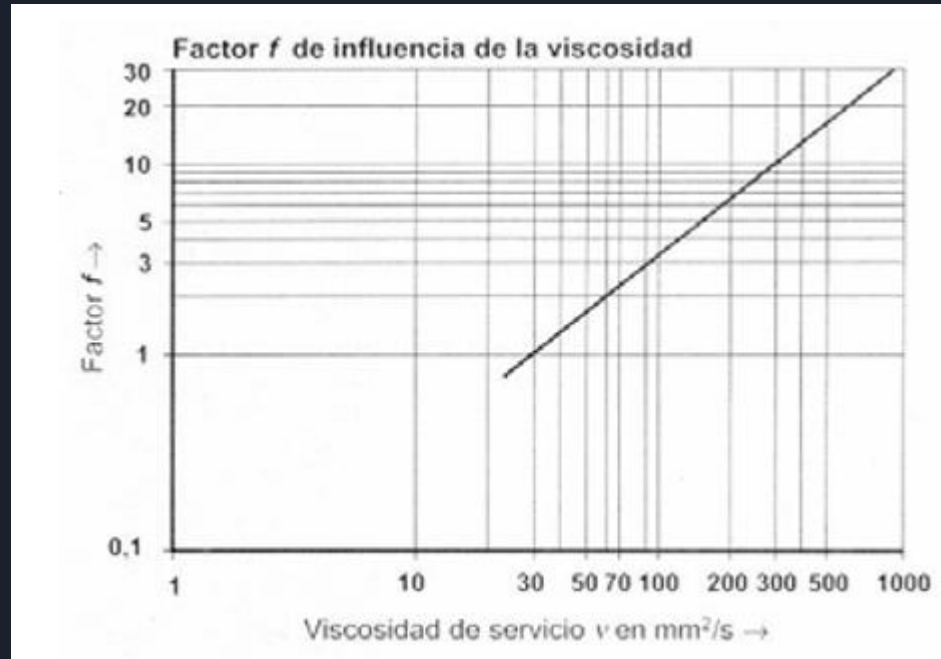




# Selección del depósito

- Las partículas sólidas deben permanecer asentadas (en el fondo) en el reservorio y el aire debe salir fácilmente
- Todo el aceite contenido en el sistema se pueda almacenar en él
- El nivel de aceite debe ser suficiente para evitar entrada de aire a la bomba, lo que provocaría cavitación
- El volumen sea lo suficientemente grande para disipar la mayor cantidad de calor generado en el sistema
- El volumen de aire sea adecuado para permitir la expansión térmica del aceite
- Debe ser igual a tres veces el flujo volumétrico requerido por el sistema en gal/min o m<sup>3</sup>/min, respectivamente.

- Las etapas descritas anteriormente permiten conocer los criterios para seleccionar los componentes. A partir de esto, se puede proceder a la compra de componentes y montaje del sistema.



Factor de influencia de la viscosidad vs. viscosidad cinemática de servicio.



# Referencias:

- [1] ALAN S., Foust; LEONARD A. WENZEL, And Others. Principios de Operaciones Unitarias, primera edición, Compañía Editorial Continental, S.A., México, 1961.
- [2] BROWN, George Granger; And others. Operaciones Básicas de la Ingeniería Química, primera edición, editorial Marín S.A., Barcelona, 1955.
- [3] Design Engineers Handbook. Bulletin 0224-B1. Fluidpower Group. Parker Hannifin Corporation. Cleveland, USA, 1979.
- [4] American National Standard. Hydraulic Fluid Power: System Standard for Stationary Industrial Machinery. ANSI/(NFPA/JIC) T2.24.1.1991.
- [5] Analyzing Hydraulic Systems. Bulletin 0222-B1. Training department, Fluidpower Group. Parker Hannifin Corporation. Cleveland, USA, 1987.
- [6] International Standard ISO 1219-2. Fluid Power Systems and Components: Graphic Symbols and Circuit Diagrams. Part 2: Circuit Diagrams, Switzerland, 1991.