Operaciones Unitarias 1

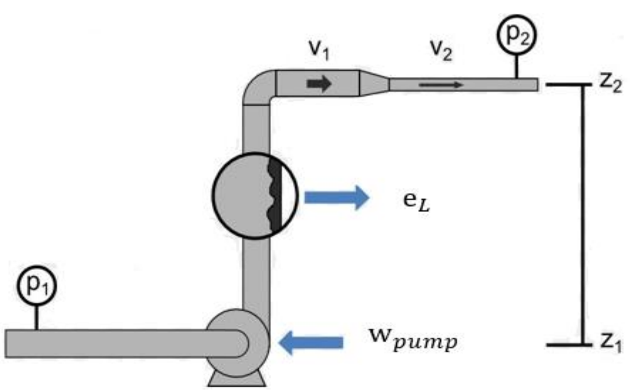
Ecuación de la energía mecánica

- Interpretación
- Modos de tratamiento

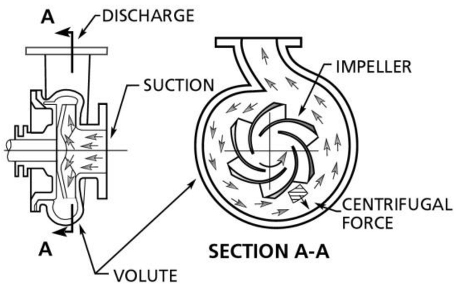
Ecuación de la Energía mecánica para flujos estacionarios Modos de tratamiento

$$\frac{P_1}{\rho_1} + gz_1 + \alpha\frac{{v_1}^2}{2} + w_{pump} = \frac{P_2}{\rho_2} + gz_2 + \alpha\frac{{v_2}^2}{2} + e_L\left[\frac{J}{kg}\right]$$

	$\frac{J}{kg} \equiv \frac{m^2}{s^2}$ o $\frac{\textbf{energía}}{masa}$	m o $\frac{\textbf{energía}}{peso}$	$Pa \equiv \frac{kg}{ms^2}$ o $\frac{\textbf{energía}}{volumen}$
$\frac{Energia\ estática}{masa}$	$\frac{P}{\rho}$	$\frac{P}{\rho g}$	P
$\frac{Energia\ potencial}{masa}$	gz	z	ρgz
$\frac{Energia\ cinetica}{masa}$	$\frac{v^2}{2}$	$\frac{v^2}{2g}$	$\rho\frac{v^2}{2}$
$\frac{perdida\ de\ energía\ mecánica}{masa}$	e_L	$h_L = \frac{e_L}{g}$	$\Delta P_L = \rho e_L$
$\frac{trabajo\ de\ bomba}{masa}$	w_s	$H_s = \frac{w_s}{g}$	ρw_s



Dispositivo rotodinámico para entrega de energía w_{pump} :



Ecuación de la Energía mecánica para flujos estacionarios

Modos de tratamiento: concepto de carga o altura

$$\frac{P_1}{\rho_1} + gz_1 + \alpha\frac{{v_1}^2}{2} + w_{pump} = \frac{P_2}{\rho_2} + gz_2 + \alpha\frac{{v_2}^2}{2} + e_L \left[\frac{J}{kg}\right]$$

$$\frac{w_{pump}}{g} + \frac{P_1}{\rho_1 g} + \alpha\frac{{v_1}^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho_2 g} + \alpha\frac{{v_2}^2}{2g} + z_2 + \frac{e_L}{g}[m]$$

$$H_{pump} + \frac{P_1}{\rho_1 g} + \frac{{v_1}^2}{\alpha 2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho_2 g} + \alpha\frac{{v_2}^2}{2g} + z_2 + h_L \quad [m]$$

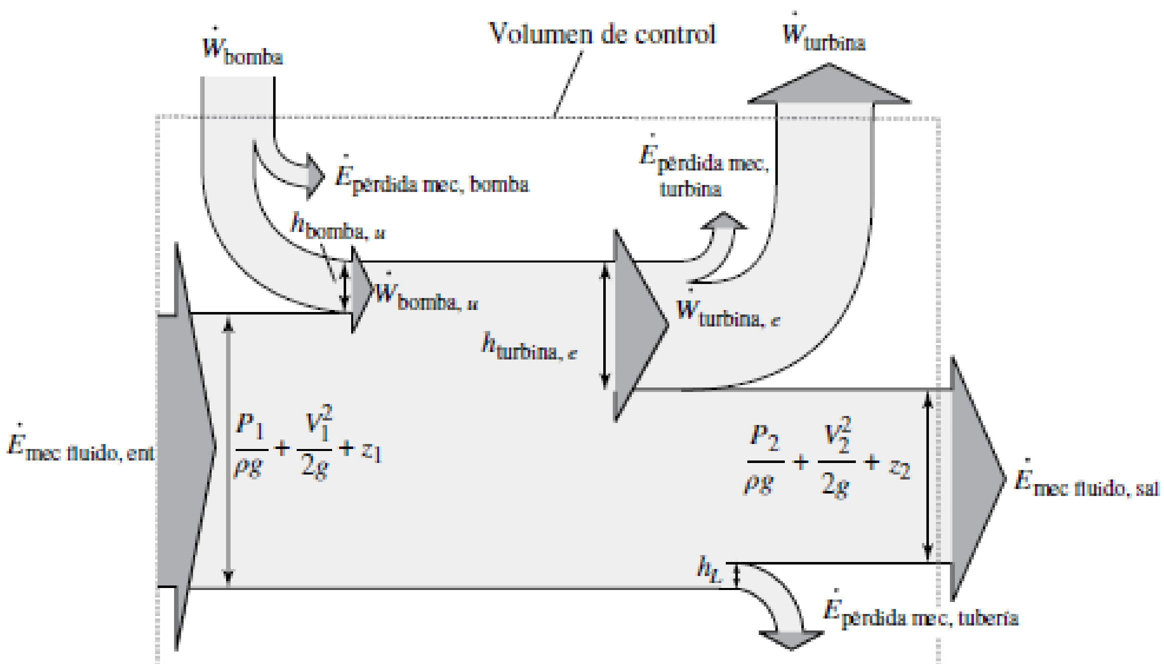
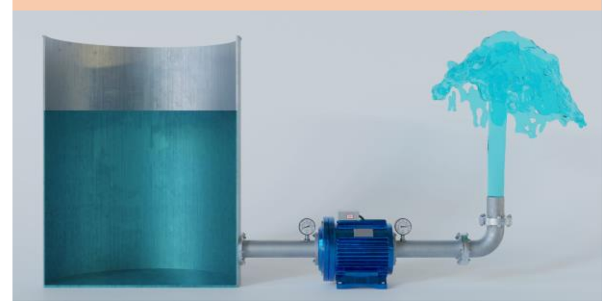


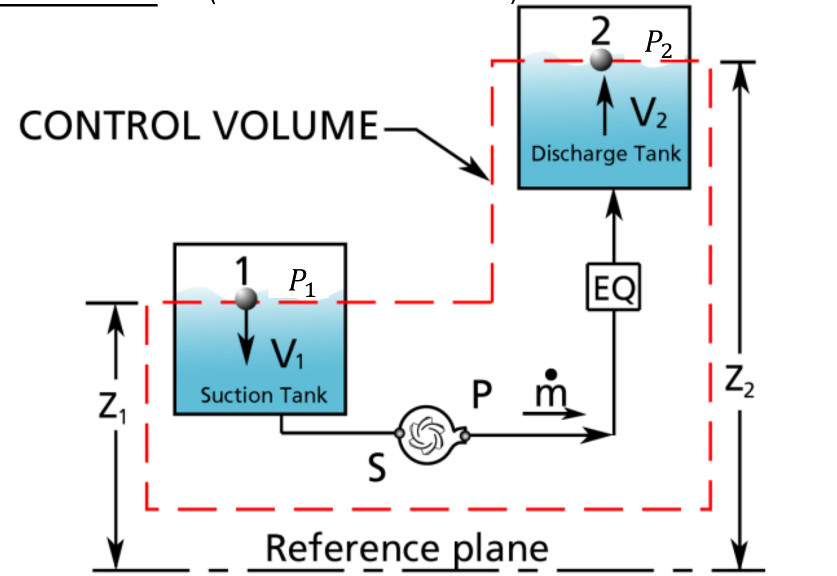
Diagrama de Sankey

Indica la altura por la cual el fluido se elevaría si la energía se convirtiera en energía potencial y se expresa en unidades de longitud.

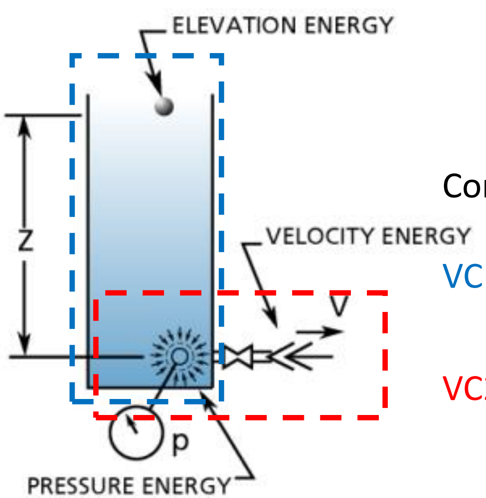


Ecuación de la Energía mecánica para flujos estacionarios VC (volumen de control)

Un volumen de control es un límite imaginario que rodea un sistema e interseca todas las entradas y salidas; permite aplicar el principio de conservación de la masa. El límite del sistema se determina ubicando adecuadamente la entrada y la salida. El volumen de control abarca todas las fuentes de energía internas y externas que afectan al sistema; permite aplicar el principio de conservación de la energía



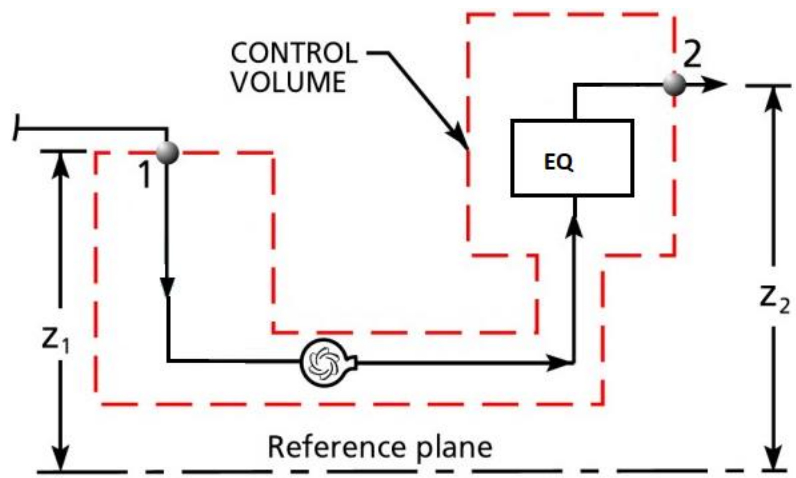
$$\frac{P_1}{\rho_1} + gz_1 + \alpha\frac{{v_1}^2}{2} + w_{pump} = \frac{P_2}{\rho_2} + gz_2 + \alpha\frac{{v_2}^2}{2} + e_L \left[\frac{J}{kg}\right]$$



Conversiones de energía

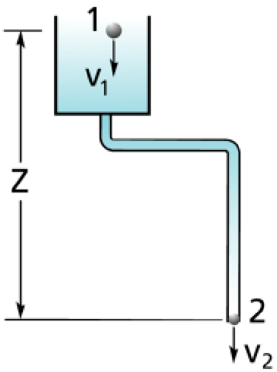
VC1 $\frac{P_1}{\rho_1} + gz_1 = \frac{P_2}{\rho_2} + gz_2 \left[\frac{J}{kg}\right]$

VC2 $\frac{P_1}{\rho_1} + \frac{{v_1}^2}{2} = \frac{P_2}{\rho_2} + \frac{{v_2}^2}{2} \left[\frac{J}{kg}\right]$



La presencia de los tanques es irrelevante

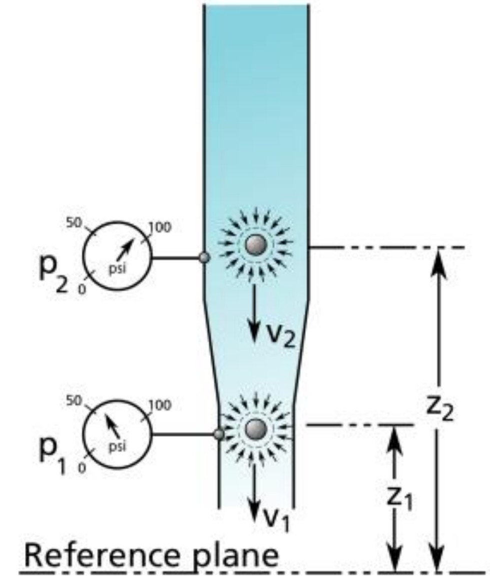
Ecuación de la Energía mecánica para flujos estacionarios Modos de tratamiento

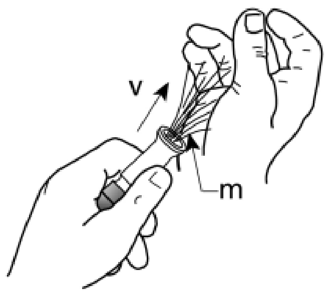


$gz[\mathrm{J}.kg^{-1}]$ energía potencial por unidad de masa

$z\ [m]$ energía potencial especifica o carga potencial

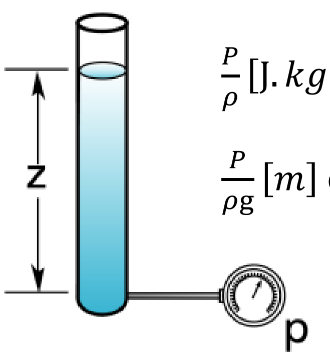
$$\frac{P_1}{\rho_1} + gz_1 + \alpha\frac{{v_1}^2}{2} + w_{pump} = \frac{P_2}{\rho_2} + gz_2 + \alpha\frac{{v_2}^2}{2} + e_L\left[\frac{J}{kg}\right]$$





$\frac{v^2}{2}[\mathrm{J}.kg^{-1}]$ energía cinética por unidad de masa

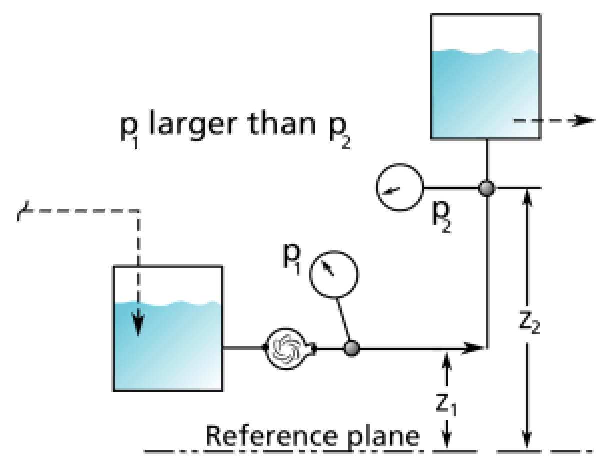
$\frac{v^2}{2\mathrm{g}}[m]$ energía cinética especifica o carga cinética



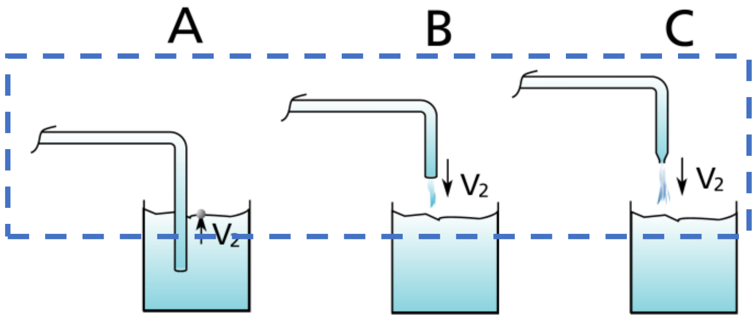
$\frac{P}{\rho}[\mathrm{J}.kg^{-1}]$ energía estática por unidad de masa

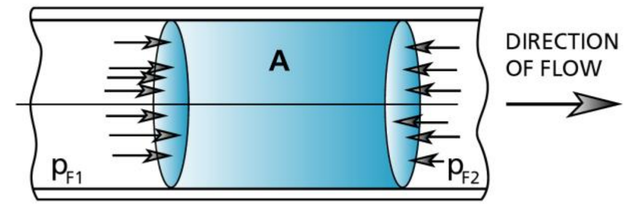
$\frac{P}{\rho \mathrm{g}}[m]$ energía presión especifica o carga estática

$$\frac{P_1}{\rho_1} + gz_1 = \frac{P_2}{\rho_2} + gz_2\left[\frac{J}{kg}\right]$$



Ecuación de la Energía mecánica para flujos estacionarios requerimientos de energía



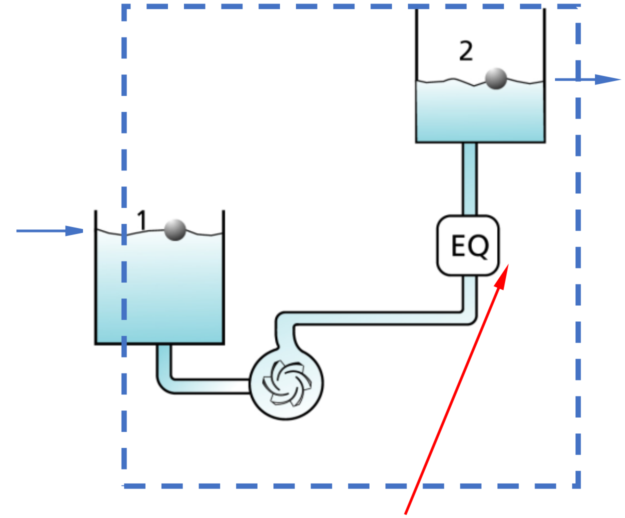


Irreversibilidad e_L; caída de presión ΔP_L pérdida de carga h_L

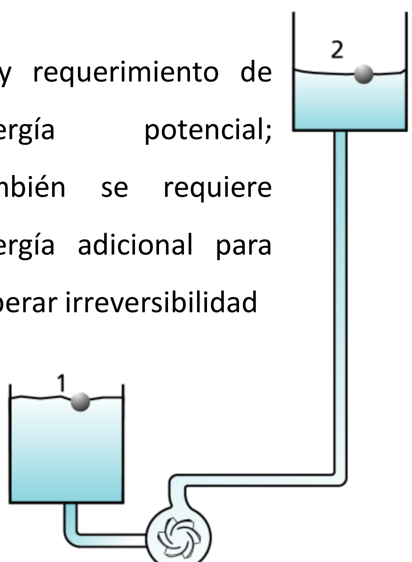
A: no hay requerimiento de energía cinética a la salida del sistema (punto 2 del VC)

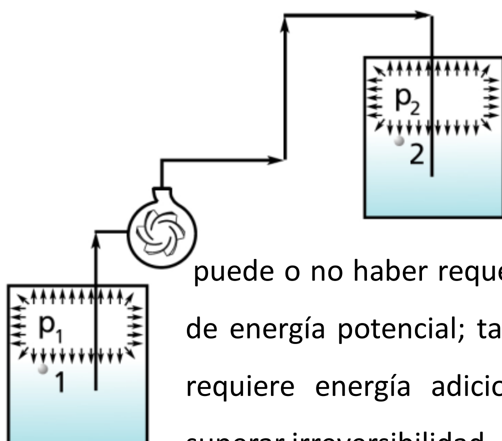
B: hay requerimiento de energía cinética a la salida del sistema (punto 2 del VC)

C: mayor requerimiento de energía cinética a la salida del sistema (punto 2 del VC)



hay requerimiento de energía potencial; también se requiere energía adicional para superar irreversibilidad



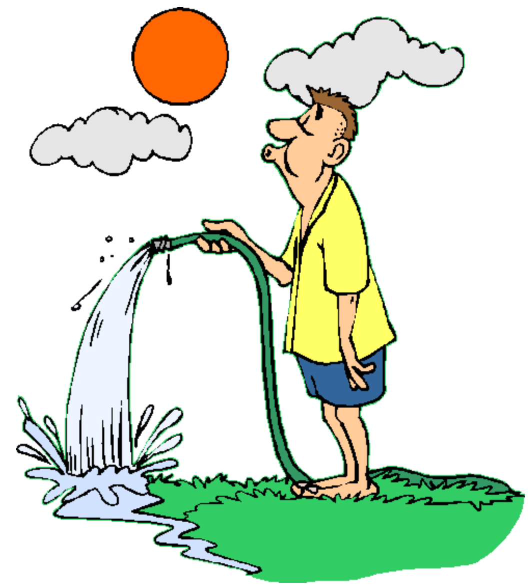


puede o no haber requerimiento de energía potencial; también se requiere energía adicional para superar irreversibilidad

Dispositivo de proceso (EQ); reducción de energía disponible, e_L; perdida de carga, h_L

Todo equipo introducido en un sistema existente reducirá el caudal a menos que la condición de la bomba se modifique para proporcionar más energía.

$$\frac{P_1}{\rho_1} + gz_1 + \alpha\frac{{v_1}^2}{2} + w_s = \frac{P_2}{\rho_2} + gz_2 + \alpha\frac{{v_2}^2}{2} + e_L \left[\frac{J}{kg}\right]$$



¿está el agua saliendo a presión?

El fluido sale a la presión ambiente por lo que no hay presión manométrica positiva a la salida de la manguera; la sensación de presión en la mano es debida a la masa de partículas de agua que la golpea a alta velocidad. La energía cinética se convierte en energía de presión, lo que produce la acción de una fuerza en la mano. La presión manométrica es cero, pero el chorro de agua tiene una cantidad significativa de energía cinética.

Ecuación de la Energía mecánica para flujos estacionarios efecto sifón

Balance de fuerzas en el Volumen de Control B

En el equilibrio

$$F_A = F_O + W \rightarrow P_A A = P_O A + \rho g z A \rightarrow P_A = P_O + \rho g z$$

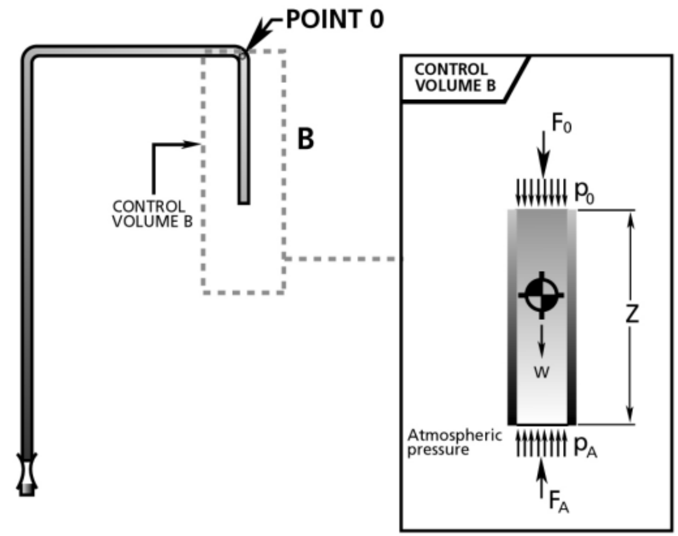
$$P_O = P_A - \rho g z \rightarrow P_O < P_A$$

$$P_A = P_{amb} + P_{manA} \rightarrow P_{manA} = P_A - P_{amb}$$

$$P_A - P_{amb} = P_O - P_{amb} + \rho g z \rightarrow P_{manA} = P_{manO} + \rho g z$$

$$P_{manO} = P_{manA} - \rho g z$$

Si $P_A = P_{amb} \rightarrow P_{manA} = 0 \rightarrow P_{\boldsymbol{vacO}} = \rho g z$



Los sifones por su propia naturaleza producen un área de baja presión. Una tubería de alimentación con entrada superior a un tanque se comporta como un sifón.

Cualquier área en un sistema de tuberías que esté más alta que el punto de descarga probablemente estará bajo baja presión.