

# EFICIENCIA DE DISPOSITIVOS MECÁNICOS

La transferencia de energía mecánica normalmente se lleva a cabo mediante una flecha rotatoria; de ahí que el trabajo mecánico se denomine trabajo de flecha. Una bomba o un ventilador reciben trabajo de flecha (comúnmente de un motor eléctrico) y lo transfieren al fluido como energía mecánica (menos las pérdidas por fricción). Por otro lado, una turbina convierte la energía mecánica de un fluido en trabajo de flecha. En ausencia de irreversibilidades como la fricción, la energía mecánica se puede convertir por completo de una forma de energía mecánica a otra, y la eficiencia mecánica de un dispositivo o proceso se puede definir como:

$$\eta_{\text{mecánica}} = \frac{\text{Salida de energía mecánica}}{\text{Entrada de energía mecánica}} = 1 - \frac{E_{\text{mecánica, pérdida}}}{E_{\text{mecánica, entrada}}}$$

Regularmente, en los sistemas de fluidos el interés se halla en incrementar en un fluido la presión, la velocidad y/o la elevación. Esto se consigue mediante el suministro de energía mecánica al fluido con una bomba, un ventilador o un compresor (nos referiremos a todos como bombas). O bien, el interés está en el proceso inverso de extraer energía mecánica de un fluido mediante una turbina y producir potencia mecánica en la forma de una flecha que gira y propulsa un generador o cualquier otro dispositivo rotatorio. El grado de perfección del proceso de conversión entre el trabajo mecánico suministrado o extraído y la energía mecánica del fluido se expresa mediante la eficiencia de bomba y la eficiencia de turbina, definidas como:

$$\eta_{\text{bomba}} = \frac{\text{Incremento de energía mecánica de fluido}}{\text{Entrada de energía mecánica}} = \frac{\Delta \dot{E}_{\text{mecánica, fluido}}}{\dot{W}_{\text{flecha, entrada}}}$$

Donde la diferencia de energía mecánica del fluido, es la tasa de incremento en la energía mecánica del fluido, el cual equivale a la potencia de bombeo útil suministrada al fluido, y la eficiencia de la bomba está determinada como:

$$\eta_{\text{turbina}} = \frac{\text{Salida de energía mecánica}}{\text{Disminución de energía mecánica del fluido}} = \frac{W_{\text{flecha, salida}}}{|\Delta \dot{E}_{\text{mecánica, fluido}}|}$$

Donde  $\Delta \dot{E}$  es la tasa de disminución en la energía mecánica del fluido, equivalente a la potencia mecánica extraída del fluido por la turbina, y se usa el signo de valor absoluto para evitar valores negativos en la eficiencia. En bombas o turbinas, una eficiencia de 100 por ciento indica conversión perfecta entre el trabajo de flecha y la energía mecánica del fluido, valor al que es posible aproximarse (pero nunca alcanzar) cuando se reducen los efectos de fricción (Çengel & Boles, 2009).

La energía eléctrica se convierte comúnmente en energía mecánica rotatoria mediante motores eléctricos para impulsar ventiladores, compresores, brazos robóticos, arrancadores de automóviles, etc. La efectividad de este proceso de conversión se caracteriza por la eficiencia del motor, que es la relación entre la salida de energía mecánica del motor y la entrada de energía eléctrica. La eficiencia de motores a plena carga varía entre alrededor de 35 por ciento para motores pequeños y más de 97 por ciento para los grandes de alta eficiencia. La diferencia entre la energía eléctrica consumida y la

energía mecánica entregada se disipa como calor de desecho. La eficiencia térmica no debe confundirse con la eficiencia del motor y la eficiencia del generador, definidas como (Çengel & Boles, 2009):

$$\text{Motor: } \eta_{\text{motor}} = \frac{\text{Salida de potencia mecánica}}{\text{Entrada de potencia eléctrica}} = \frac{\dot{W}_{\text{flecha, salida}}}{\dot{W}_{\text{eléctrica, entrada}}}$$

$$\text{Generador: } \eta_{\text{generador}} = \frac{\text{Salida de potencia eléctrica}}{\text{Entrada de potencia mecánica}} = \frac{\dot{W}_{\text{flecha, salida}}}{\dot{W}_{\text{eléctrica, entrada}}}$$

**Referencia:**

*Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2009). Termodinámica (M. Á. T. Castellanos (ed.); Sexta). McGraw-Hill.*