

Conocimientos básicos Turbinas hidráulicas

Principio fundamental de las turbinas hidráulicas

Las turbinas hidráulicas se utilizan principalmente en centrales energéticas para generar energía eléctrica. Para ello, las represas fluviales o las presas utilizan la energía potencial gravitacional del agua embalsada, denominada también energía potencial. Una aplicación especial es el uso de centrales de acumulación por bombeo. En periodos con una escasa demanda de electricidad, se llena un embalse elevado con ayuda de bombas accionadas eléctricamente. Cuando la demanda de electricidad es mayor, el embalse de vacía y se genera corriente adicional a través de turbinas hidráulicas.

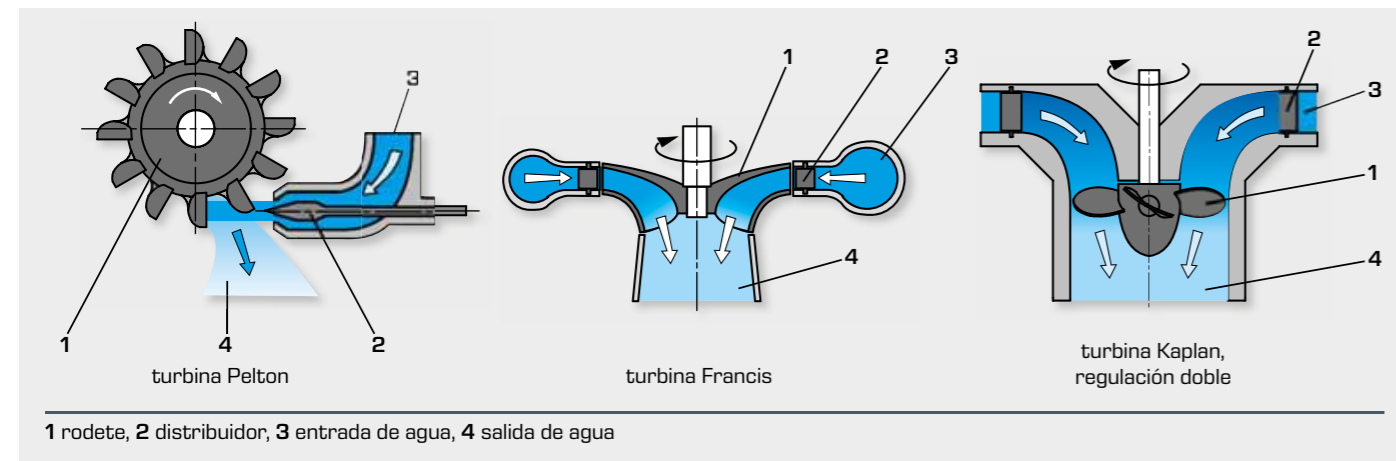
Las turbinas hidráulicas forman parte de las turbomáquinas. Estas convierten la energía potencial del agua en trabajo mecánico. La energía potencial gravitacional se convierte primero en energía cinética. El agua fluyente se acelera a la máxima velocidad posible en un distribuidor o una tobera. El impulso del fluido

se aprovecha como fuerza tangencial mediante el desvío en un rodete.

Dependiendo del lugar donde se convierte la energía diferenciamos entre:

Turbina de acción: toda la energía potencial se convierte en velocidad en el distribuidor fijo. Entre la entrada y salida del rodete no hay caídas de presión. El flujo solo se desvía en el rodete. Ejemplo: turbina Pelton

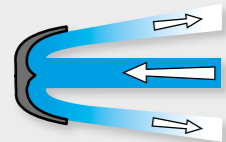
Turbina de reacción: la energía potencial es convertida en parte en el distribuidor y en parte en el rodete. En el rodete hay una diferencia de presión entre la entrada y la salida. El flujo es desviado y acelerado en el rodete. Ejemplo: turbina Francis, Kaplan



Los distintos tipos de turbinas tienen diversas áreas de aplicación

- turbina Pelton: salto muy alto, de 130 m a 2000 m, presas, embalses de montaña
- turbina Francis salto medio, de 40 m a 730 m, presas, centrales eléctricas fluviales
- turbina Kaplan: salto pequeño, de 5 m a 80 m, centrales eléctricas fluviales

Los saltos citados se aplican a grandes potencias. Con potencias pequeñas, los saltos pueden ser claramente más pequeños. Las centrales eléctricas fluviales son centrales hidráulicas sin posibilidad de almacenamiento del agua motriz.



Turbina de acción (Pelton):

desvío puro del chorro de agua en el álabe móvil sin modificación de la velocidad



Turbina de reacción (Francis):

las secciones transversales del flujo varían. Aceleración del chorro de agua en los álabes distribuidores y móviles.

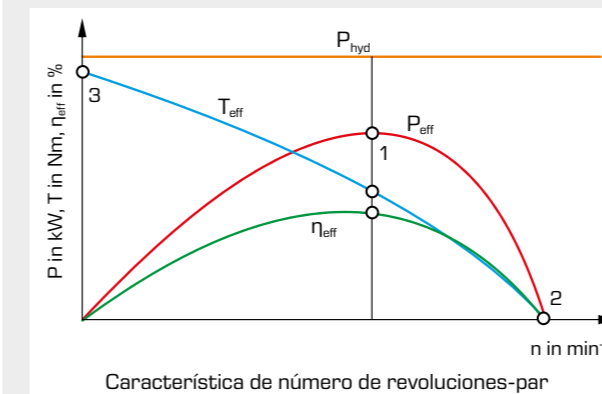
Número característico para turbinas de agua

El número de revoluciones específico n_q es el número característico más importante para las turbinas hidráulicas. Es una medida para la relación entre la velocidad del agua y el número de revoluciones. Se diferencia entre turbinas lentas, en las que la velocidad del agua es claramente superior a la velocidad circunferencial, y turbinas rápidas, en las que se da el caso contrario.

$$n_q = n \cdot \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Aquí n es el número de revoluciones, Q es el caudal volumétrico y H el salto de la turbina hidráulica. En el triángulo de velocidades se ven las relaciones claramente. La tabla siguiente muestra los triángulos de velocidades para el lado de entrada del rodete. c_1 es la velocidad absoluta, w_1 es la velocidad relativa del agua y u_1 la velocidad circunferencial del rodete.

Número de revoluciones	Triángulo de velocidades	Velocidades forma del rodete
$n_q = 10$	turbina lenta	turbina Pelton
$n_q = 30$		turbina Francis, lenta
$n_q = 90$		turbina Francis, rápida
$n_q = 200$	turbina rápida	turbina Kaplan



P_{hyd} potencia de entrada hidráulica de la turbina,
 P_{eff} potencia mecánica generada en el rodete,
 T_{eff} para en el rodete,
 η_{eff} rendimiento de la turbina, n número de revoluciones

Comportamiento de funcionamiento y puntos de funcionamiento de una turbina hidráulica

La característica de la turbina indica el comportamiento típico de una turbina hidráulica.

La turbina hidráulica se opera preferiblemente en el punto de funcionamiento (1), donde tiene el máximo rendimiento. El par en una turbina Pelton corresponde aproximadamente a la mitad del par de parada (3). La turbina se acelera a la velocidad de embalsamiento (2) cuando no está sometida a carga. Esta velocidad excesiva puede ascender hasta el doble de la velocidad de diseño y provocar la destrucción de la turbina. Un regulador del número de revoluciones debe evitarlo cerrando el distribuidor y estrangulando así la alimentación de agua.