

Conocimientos básicos Turbinas para fluidos gaseosos

Las turbinas para fluidos gaseosos se construyen como turbinas de gas, turbinas de vapor o turbinas de expansión y actúan como sistemas de accionamiento para vehículos, aviones, barcos o el suministro de electricidad. Las turbinas se utilizan tanto para potencias pequeñas (pocos kW) como para unidades grandes (más de 1600 MW) en centrales energéticas. La presión de entrada máxima alcanza en las turbinas de vapor hasta más de 270 bar. El rango de temperatura del fluido oscila desde menos de 100°C en turbinas de descompresión hasta más de 1500°C en turbinas de gas modernas. Las turbinas utilizadas como turbomáquinas permiten altos caudales másicos y una alta concen-

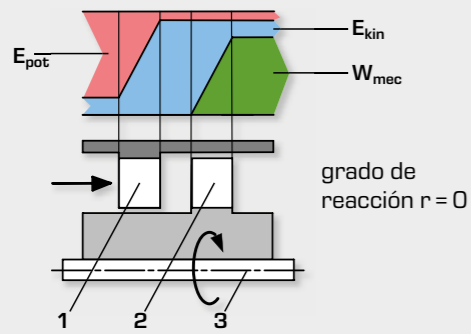
tración de potencia, por lo que se instalan en aviones, barcos rápidos o con potencias muy altas. Mientras que en las turbinas de gas solo se utilizan turbinas de reacción, en las turbinas de vapor se utilizan tanto turbinas de reacción como de acción.

La ventaja de las turbinas de acción es que con caudales volumétricos pequeños (baja potencia, alta presión) se pueden montar con un rotor de admisión parcial. De este modo, el diámetro del rotor y la longitud de los álabes son lo suficientemente grandes y el número de revoluciones reducido en comparación.

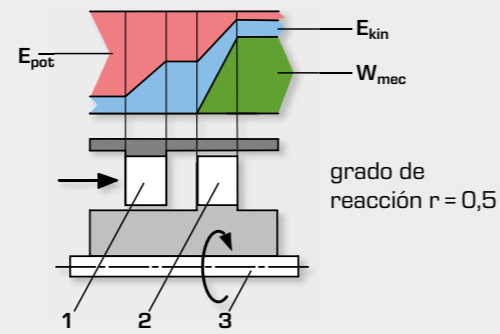
Debido a la gran pendiente de entalpía en las turbinas de gas y de vapor, las velocidades de flujo en la conversión en energía cinética son muy altas en comparación con las turbinas hidráulicas. De la misma manera, la velocidad circunferencial teóricamente necesaria del rotor es muy alta. Como la velocidad circunferencial de los rotores está limitada por la resistencia del material, la pendiente de entalpía se divide en varios niveles de presión o velocidad. De este modo, las turbinas de vapor siempre son multietapa y las turbinas de gas lo son prácticamente siempre.

Se denomina descompresión a la emisión de energía con la correspondiente caída de presión en la conversión de energía. Debido al crecimiento de volumen durante la descompresión de fluidos gaseosos, las secciones transversales de flujo aumentan de una etapa a otra. En las etapas de baja presión de las grandes centrales térmicas de vapor, el diámetro de la última etapa puede llegar a ser de 3,7 m y la longitud de los álabes móviles más de 1,4 m ($n=3000\text{min}^{-1}$).

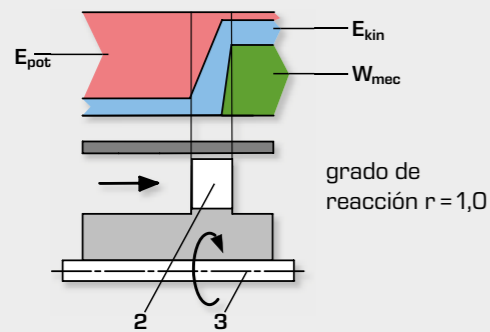
Conversión de la energía en turbinas de acción y reacción



Turbina de acción: la energía de presión potencial se convierte completamente en energía cinética en el distribuidor. Esta, a su vez, se transforma en trabajo mecánico en el rotor.



Turbina de reacción: la conversión de la energía de presión potencial se produce en el distribuidor y en el rotor. La energía cinética se convierte en trabajo mecánico en el rotor.



Turbina exclusivamente a reacción: la conversión de la energía de presión potencial en energía cinética solo se produce en una tobera del rotor. El remanso de la tobera envía el impulso para el trabajo mecánico. La turbina exclusivamente a reacción no se utiliza en la industria. En la ilustración se muestra una forma teórica.

Como característica distintiva se ha introducido el **grado de reacción r** como un índice adimensional. El grado de reacción proporciona información sobre el porcentaje de energía que se va a convertir en el rotor, e indica también el porcentaje de la entalpía h convertida en el rotor.

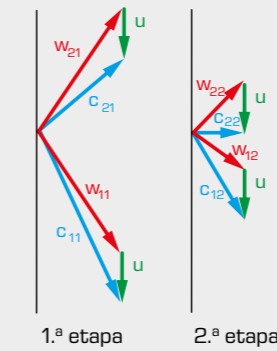
$$r = \frac{h_{1-2}}{h_{1-2} + h_{0-1}} = 0 \dots 1$$

h_{0-1} pendiente de entalpía sobre del estator,
 h_{1-2} pendiente de entalpía sobre del rotor

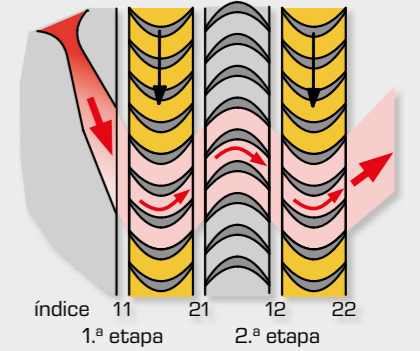
1 distribuidor, 2 álabes móviles, 3 rotor;
 E_{pot} energía de presión potencial, E_{kin} energía cinética, W_{mec} trabajo mecánico

Triángulos de velocidades y múltiples etapas

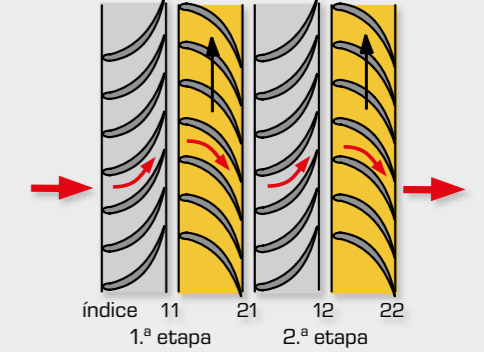
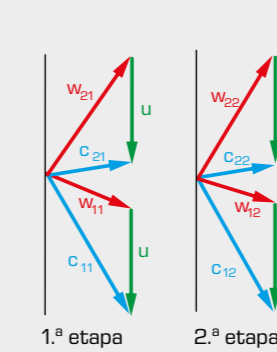
Turbina de acción con graduación de velocidad: relación c_{11}/u muy alta



■ rotor ■ estator
índice 11 entrada del rotor, 1.ª etapa
índice 21 salida del rotor, 1.ª etapa
índice 12 entrada del rotor, 2.ª etapa
índice 22 salida del rotor, 2.ª etapa

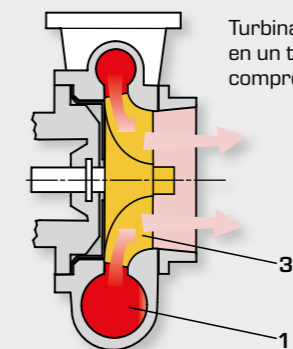


Turbina de reacción con graduación de presión: relación c_{11}/u media

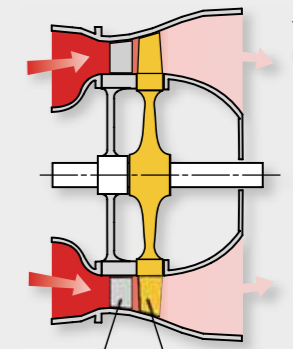


Tipos de construcción

Al igual que con otras turbomáquinas, también se diferencia según la dirección del flujo de paso entre turbinas radiales y axiales.



Turbina radial en un turbo-compresor



Turbina axial en un turbopropulsor

1 caja espiral como distribuidor, 2 distribuidor, 3 rotor