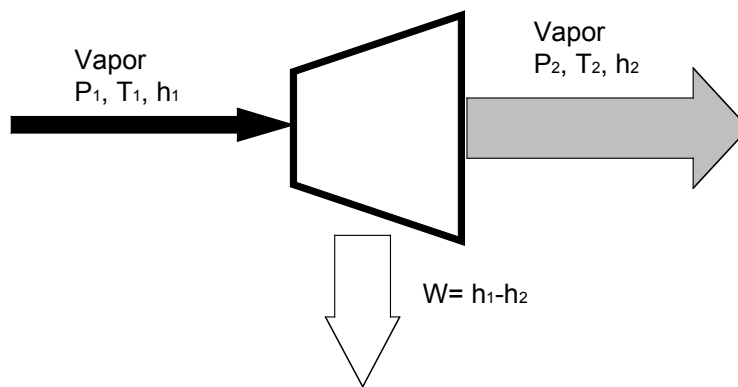


Turbinas de vapor

Introducción

La turbina de vapor es una máquina de fluido en la que la energía de éste pasa al eje de la máquina saliendo el fluido de ésta con menor cantidad de energía. La energía mecánica del eje procede en la parte de la energía mecánica que tenía la corriente y por otra de la energía térmica disponible transformada en parte en mecánica por expansión. Esta expansión es posible por la variación del volumen específico del fluido que evoluciona en la máquina.



El trabajo disponible en la turbina es igual a la diferencia de entalpia entre el vapor de entrada a la turbina y el de salida.

El hecho de la utilización del vapor como fluido de trabajo se debe a la elevada energía disponible por unidad de kg de fluido de trabajo. Este ratio en el caso del agua es tres veces mayor que en el caso del aire de forma para dos turbinas, una de vapor y otra de gas con la misma potencia de salida se tiene que el gasto másico de la turbina de vapor es tres veces menor que el de la turbina de gas.

Dada la gran diferencia que se debe obtener entre la presión de entrada y de salida de la turbina es necesario producir esta expansión en distintas etapas, escalonamientos, con el fin de obtener un mejor rendimiento de la operación.

Si sólo se realizase la expansión en una etapa las grandes deflexiones a que tendría que estar sometido el fluido provocarían pérdidas inaceptables.

Las pérdidas en una turbina de n escalones no son iguales a la suma de las pérdidas de n turbinas sino que son menores, ya que los escalones de la turbina son capaces de recuperar parte de la energía degradada en el anterior escalón para generar energía mecánica.

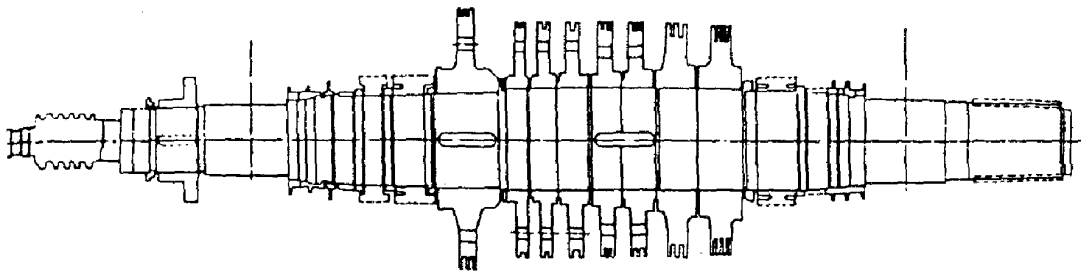
Sin embargo a medida que aumenta el número de escalonamientos la máquina se encarece, por lo que hay que buscar un buen compromiso entre rendimiento y costes.

Elementos de una turbina de vapor

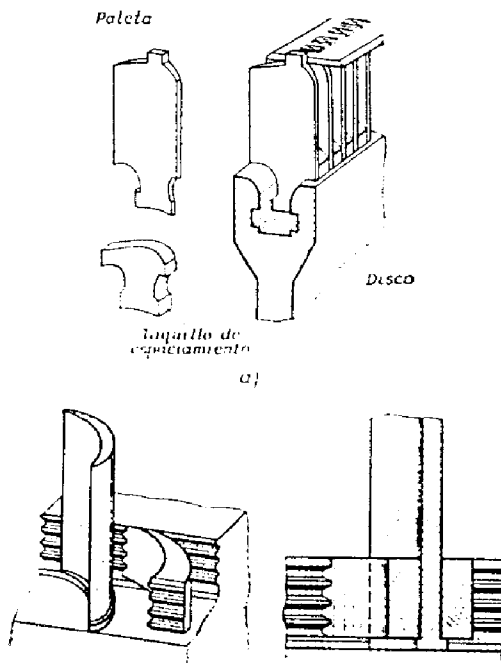
Los elementos principales de una turbina de vapor son:

- *Rotor*. Es el elemento móvil del sistema. La energía desprendida por el vapor en la turbina se convierte en energía mecánica en este elemento.

Dado que la turbina está dividida en un cierto número de escalonamientos, el rotor está compuesto por una serie de coronas de alabes, uno por cada escalonamiento de la turbina. Los alabes se encuentran unidos solidariamente al eje de la turbina moviéndose con él.

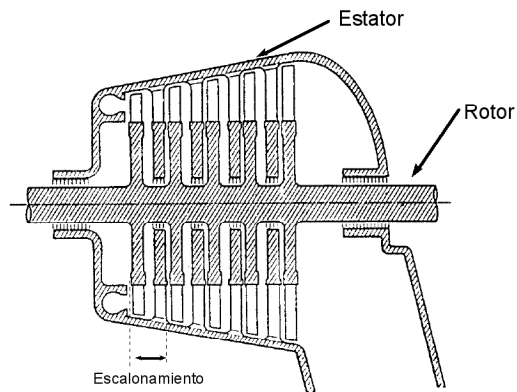


Rotor

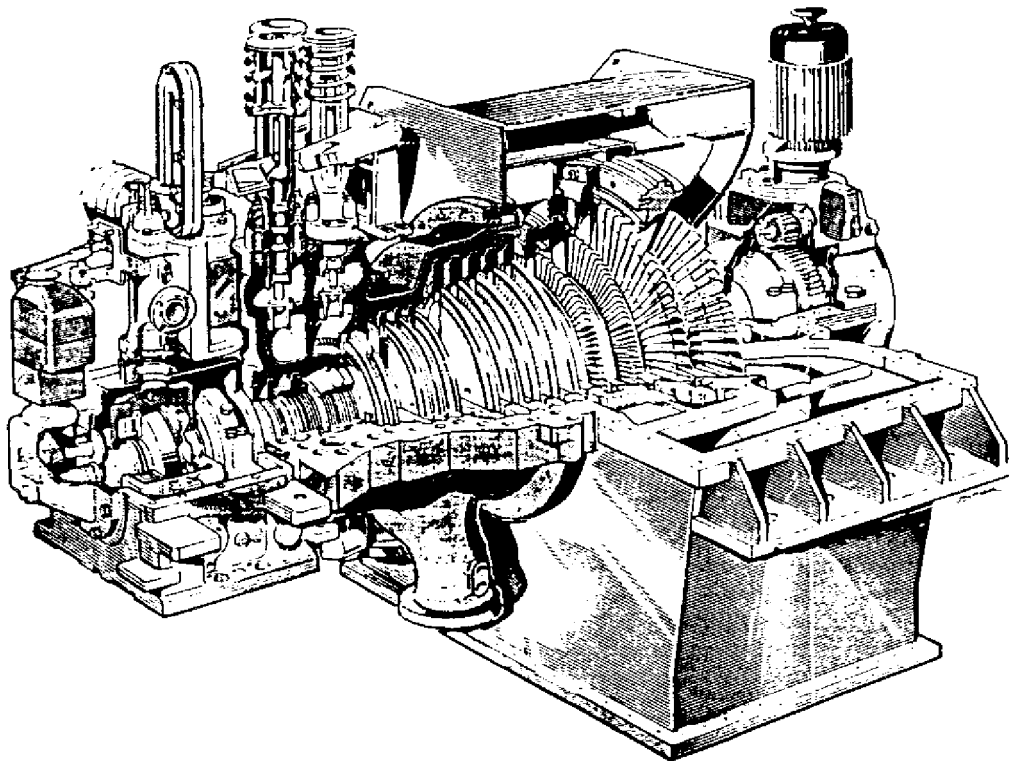


Mecanismo de unión de los alabes de rotor al eje del mismo

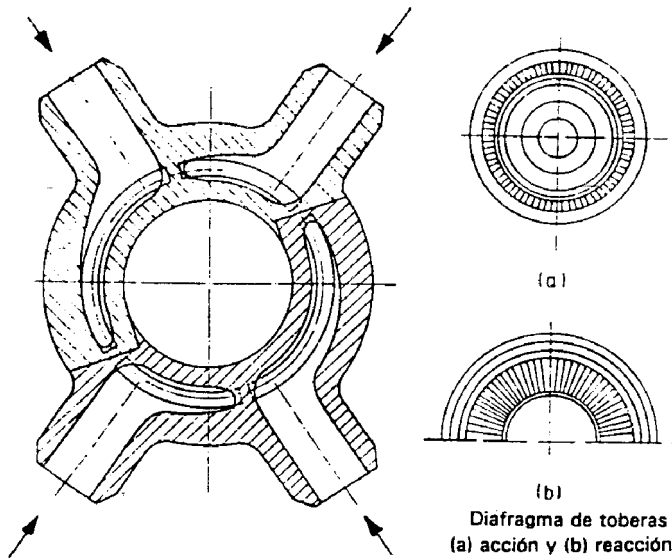
- *Estator.* El estator está constituido por la propia carcasa de la turbina. Al igual que el rotor, el estator está formado por una serie de coronas de alabes, correspondiendo cada una a una etapa o escalonamiento de la turbina.



Presentamos una turbina de vapor seccionada donde se pueden apreciar tanto el estator como el rotor de la misma.



- *Toberas.* El vapor es alimentado a la turbina a través de estos elementos. Su labor es conseguir una correcta distribución del vapor entrante/saliente al/desde el interior de la turbina.

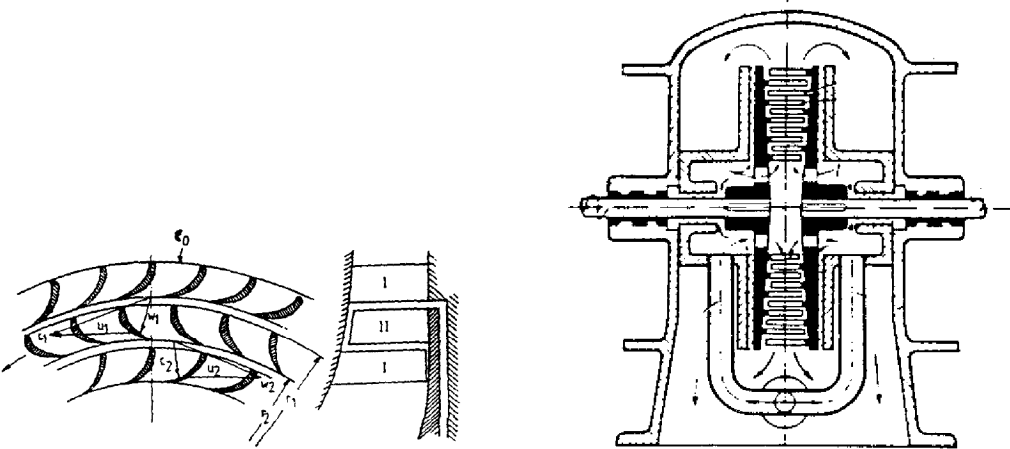


Tipos de turbinas de vapor

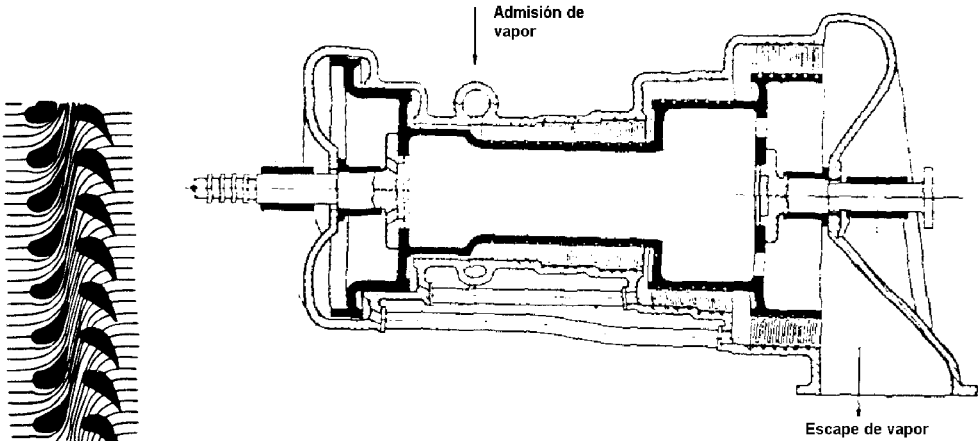
1. Por la dirección del flujo de vapor en el interior de la turbina

Una primera clasificación de las turbinas de vapor puede desarrollarse haciendo referencia a movimiento de la corriente de vapor dentro de cuerpo de la turbina. Según este criterio existen dos tipos de turbinas:

- Radiales. La circulación de vapor se establece en un plano perpendicular al eje de la turbina.
- Axiales. La circulación de vapor transcurre paralelamente al eje de la turbina.



Turbina centripeta



Turbina axial

2. Por su mecanismo de funcionamiento

Turbina axial:

Desde el punto de vista de su funcionamiento las turbinas axiales se pueden dividir en tres clases según el grado de reacción que presentan.

Se define grado de reacción de una turbomáquina a la relación

$$R = \frac{\Delta h_{rotor}}{\Delta h_{t\ escalon}}$$

es decir a la disminución de entalpía en el rotor dividida por la disminución de entalpía total (entalpía más energía cinética específica) en el escalonamiento.

Atendiendo a esto se tienen los tres casos característicos siguientes:

- *Turbina axial de acción con presión constante en el rotor.*

La presión disminuye completamente en el estator mientras que se mantiene constante en el rotor donde la velocidad del fluido no varía apenas salvo una leve disminución por la fricción.

$R \leq 0$ (Negativo ligeramente debido a la disminución de entalpía en el rotor por la fricción).

- *Turbina axial de acción con entalpía constante en rotor.*

La entalpía es constante en el rotor y se produce una expansión en el estator con aumento de la velocidad del gas. En el rotor, sin embargo, la velocidad relativa es constante. Se produce una pequeña caída de presión que no provoca un aumento de la velocidad debido a que es debida a la fricción.

$R=0$

- *Turbina axial de reacción.*

La expansión se produce en el estator y en el rotor con una disminución de entalpía en el estator debido a la expansión y un aumento de la velocidad. En el rotor también se produce expansión aumentando la velocidad relativa del fluido.

$R > 0$ (frecuentemente en torno a 0,5)

Turbina Centripetas:

Las turbinas radiales o mixtas presentan la siguiente evolución:

- En el estator se produce una expansión aumentando la velocidad, disminuyendo la entalpía.
- En el rotor se produce un aumento de la velocidad relativa debida a la expansión donde además se produce una caída de presión.

$R > 0$ (frecuentemente próximo a 0,5)