

REGULACION DE LAS TURBINAS DE VAPOR

El objetivo de la regulación es ajustar la potencia de la turbina a la potencia de la maquina accionada. La potencia efectiva que entrega la turbina se calcula con:

$$N_e = 4,186 * \Delta i_s * G_s * \text{Rend.efect.} \quad [\text{kw}] \quad (1)$$

$$N_e = 5,7 * \Delta i_s * G_s * \text{Rend.efect.} \quad [\text{CV}]$$

Δi_s [kcal/kp] : salto de entalpía isentrópico disponible para la turbina después de la válvula de regulación

G_s [kp/s] : consumo de vapor en la turbina

$\text{Rend.efect.} = \text{Rend. interno} * \text{Rend. mecánico}$

El rendimiento efectivo alcanza su mejor valor para el estado de carga nominal o de diseño de la turbina, pues las velocidades y direcciones del vapor coinciden con los ángulos de construcción de las paletas. Para cargas menores el rendimiento disminuye.

Conforme la expresión (1), vemos dos posibilidades para regular la potencia:

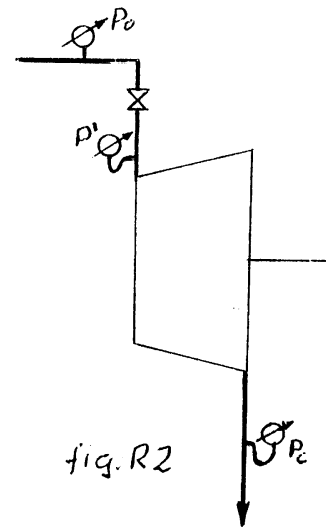
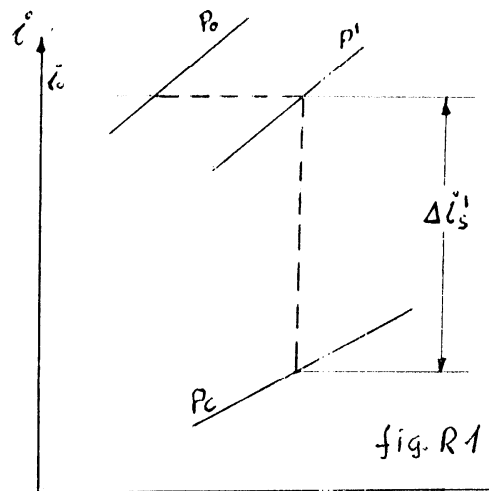
a) **Regulación por calidad del vapor:** mediante estrangulación (laminación del vapor) en la válvula de admisión, con lo que se reduce la presión en la caja de toberas (p') y el salto de entalpía. La contrapresión permanece constante. (Fig. R1 y R2).

Con la disminución de la presión, también disminuye el caudal de vapor, que se puede calcular conociendo p' y la sección y cantidad de toberas, en el caso de tener una rueda de acción o de regulación con admisión parcial como primera etapa. En el caso de admisión total se puede determinar el caudal, con el cono de vapor de Stodola.

Este tipo de regulación es poco eficiente desde el punto de vista termodinámico, debido a las pérdidas en la laminación del vapor. El consumo específico de vapor [kp/kwh] aumenta considerablemente para cargas bajas. Se aplica en el caso de turbinas pequeñas, por su fácil disposición, al ser necesario una sola válvula.

b) **Regulación por cantidad de vapor de trabajo G_s :** Con dos o más válvulas que bloquean el paso de vapor a grupos de toberas, dispuestas en la rueda de regulación (primera etapa). Con una válvula abierta totalmente, el salto de entalpía para el grupo de toberas correspondiente, permanece constante e igual al valor máximo.

En realidad se trata de una **regulación combinada**, pues en la válvula que esta regulando, para un determinado rango de potencia, hay una laminación. Pero siempre se consigue una reducción del consumo específico de vapor.

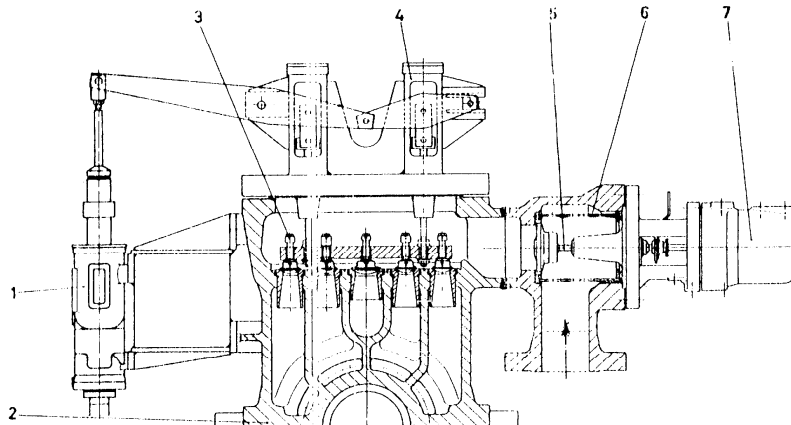


REGULACIÓN POR LAMINACIÓN DE VAPOR

REGULACIÓN COMBINADA, CON CINCO VÁLVULAS Y GRUPOS DE TOBERAS

- 1 Cilindro de regulación
- 2 Corps de turbine
- 3 Soupape de réglage
- 4 Couverte à soupape
- 5 Soupape à fermeture rapide
- 6 Filtre à vapeur
- 7 Piston mateur de la soupape à fermeture rapide

- 1 Cilindro de regulación
- 2 Carcasa de la turbina
- 3 Válvula de regulación
- 4 Tapa de la válvula
- 5 Válvula de cierre rápido
- 6 Taniz de vapor
- 7 Embolo de fuerza para la válvula de cierre rápido



ADMISION PARCIAL

En el caso de turbinas de vapor que trabajan con vapor vivo de alta presión (volumen específico reducido) y potencias no muy elevadas (poco caudal G_s), el caudal volumétrico, $G_s \cdot v$, es relativamente pequeño.

La altura de las toberas se calcula con la ecuación de continuidad:

$$G_s \cdot v = T_d \cdot c_1 \cdot 3,14 \cdot D_m \cdot a \cdot \text{sen } \alpha_1$$

con G_s [kp/s], v [m³/kp],

c_1 [m/s]: velocidad absoluta del vapor

D_m [m]: diámetro medio de la rueda

a [m]: altura de las toberas

α_1 [grados]: ángulo de toberas

T_d : coeficiente de estrechamiento que tiene en cuenta el espesor de las paredes de las toberas.

Si C_1 y D_m son elevados, resultaría la altura "a" muy pequeña. Su valor no puede ser menor que un mínimo admisible (aprox. 10 mm) Para evitar esto se recurre a la admisión parcial, que permite hacer paletas mas largas. En la expresión anterior se introduce el grado de admisión E que es menor que la unidad.

$$G_s \cdot v = E \cdot T_d \cdot c_1 \cdot 3,14 \cdot D_m \cdot \text{sen } \alpha_1$$

La admisión parcial es posible únicamente en una rueda de acción simple o rueda Curtis.

