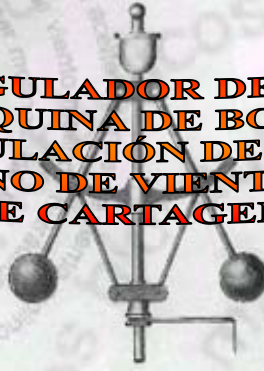


# EL REGULADOR DE WAT O "MÁQUINA DE BOLAS" PARA LA REGULACIÓN DE LA MOLIENDA EN EL MOLINO DE VIENTO HARINERO DE CARTAGENA



JUAN MONTOYA INGLÉS

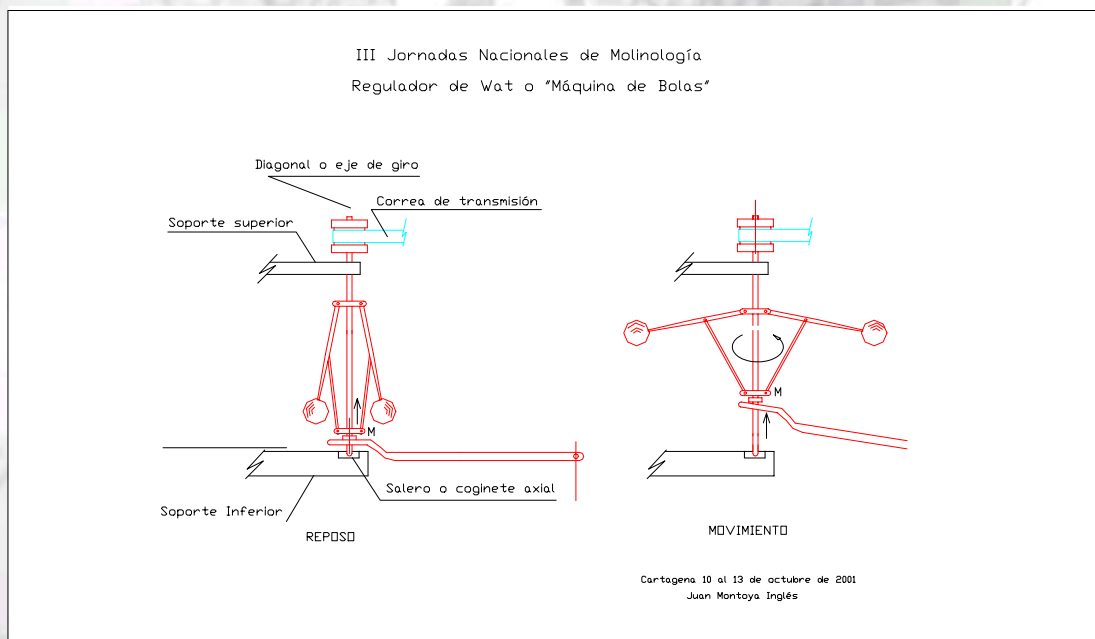
## MÁQUINA DE BOLAS – REGULADOR DE WAT –

### 1.- El regulador de Wat, o regulador centrífugo.

Es conocido en el argot molinero del Campo de Cartagena como “**máquina de bolas**” o “**máquina de pelotas**” fue ideado, entre otras muchas máquinas (la máquina de vapor con el cilindro de simple efecto y posteriormente el **cilindro de doble efecto**), por el ingeniero mecánico inglés Jacobo Wat, , hijo de un carpintero, que nació en Greenock (Escocia) en 1736 y falleció en 1818.

### 2.- Descripción.

El regulador consiste en un paralelogramo articulado deformable, que al hacerlo girar según una de sus diagonales, como figura en el dibujo, las esferas (Bolas o pelotas) colocadas en los extremos de los brazos o prolongaciones de los lados, se elevan por acción de la fuerza centrífuga desplazando el vértice inferior **M** en sentido vertical por el mismo eje de giro en función de la velocidad o número de revoluciones del paralelogramo.



Este regulador tuvo su primera aplicación en las máquinas de vapor tanto para la tracción de ferrocarriles como para el accionamiento de hélices de grandes barcos de vapor.

Con posterioridad se utilizó, y se continúa utilizando, en la regulación de motores térmicos, generalmente estáticos, y en máquinas que precisan mantener constante el régimen de vueltas independientemente de la carga a la que puedan estar sometidas. El regulador cumple su misión actuando sobre los mandos de aceleración y deceleración de los motores.

El regulador o “máquina de pelotas” también ha tenido su aplicación en el molino de viento harinero, **cartagenero**, mediante él se consigue asegurar las condiciones de la molienda del grano a pesar de las variaciones de la velocidad del viento.

Aunque no existen datos fiables relacionados con la fecha, ni tampoco del técnico (o persona) que instaló por primera vez el sistema de regulación automática de la molienda, en los molinos cartageneros, suponemos que su implantación se realizó en la primera mitad del siglo XVIII (1830-1850).

Por el auge de estos artilugios (los molinos harineros) y por su proximidad a la ciudad de Cartagena, como núcleo industrial de importantes astilleros militares, la idea podría ser imputable a un ingeniero de alguna de estas industrias, sobre todo de las relacionados con las máquinas de vapor utilizadas en la navegación., (bien por encargo de alguno de los gobernantes ó por propia iniciativa con motivo de alguna vista)

### 3.- Instalación

El regulador se ubica en el interior de la primera cámara del molino y se ancla en la pared de la torre. Se acciona por el giro de la **lavija 2** a través de una correa plana que une dos poleas del mismo diámetro; una colocada en la lavija y otra en el extremo del eje del regulador.

En esta misma cámara están instaladas: la polea **11** con las cuerdas de suspensión y tiro del contrapeso **14**, el alzapuente **15** con la lengüeta **6**, las palancas **8** y **10** y los tirantes **T1** y **T2** que, a través de la palanca **9** situada en la cámara 2ª, transmiten a la muela volandera **3**, por medio del salero **5** y la lavija **2**, las subidas y bajadas del manguito **M** del regulador,

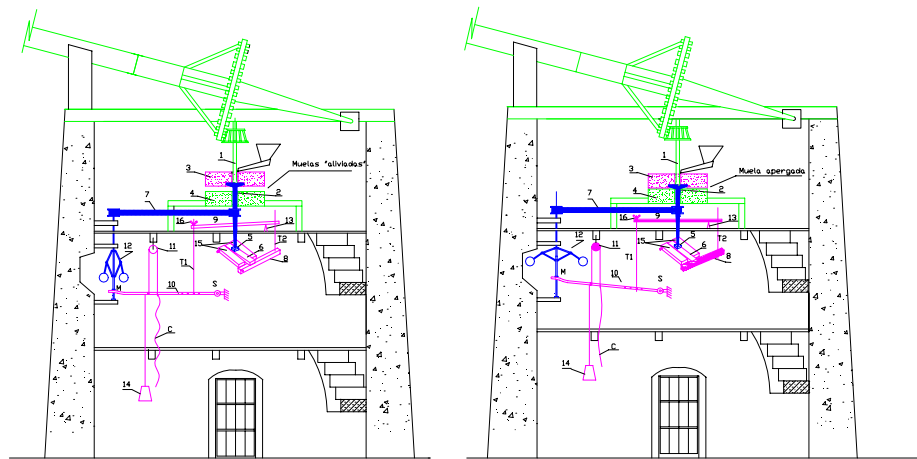
#### 4.-Funcionamiento .-

Para una mejor comprensión de la actuación del regulador hemos considerado dos fases; una primera con la maquinaria del **molino en reposo** y otra en **movimiento**, como se puede observar en los dibujos siguientes:

### Representación esquemática del sistema de regulación del molino de viento harinero mediante la "máquina de bolas"

III Jornadas Nacionales de Molinología

Representación esquemática del sistema de regulación del molino de viento harinero mediante la "Máquina de Bolas"



Molino en reposo

Molino en movimiento

Cartagena 10 al 13 de octubre de 2001  
Juan Montoya Inglés

#### LEYENDA

- |                           |                                      |                             |
|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1.- Arbolete              | 8.- Palanca 1ª del alivio            | 15.- Alzapuente             |
| 2.- Lavija                | 9.- Palanca 2ª del alivio            | 16.- Tuerca de aproximación |
| 3.- Piedra corredera      | 10.- Palanca 3ª del alivio           | M.- Manguito del regulador  |
| 4.- Piedra solera         | 11.- Polea                           | S.- Soporte de giro         |
| 5.- Salero                | 12.- Regulador de WAT                | T1.- Tirante                |
| 6.- Lengüeta              | 13.- Punto de apoyo de la palanca 2ª | T2.- Tirante                |
| 7.- Correa de transmisión | 14.- Contrapeso                      |                             |

En la primera fase, con el **molino en reposo**, el regulador también se encuentra también en reposo (con los brazos caídos) y el manguito **M** junto con el contrapeso **14** mantienen elevada la muela volandera, a través de las palancas **10**, **9**, **8** y **6** y los **tirantes T1** y **T2**

En la segunda fase, cuando el molino arranca, también se pone en marcha el regulador y a medida que el molino va aumentando de velocidad se inicia la elevación de las bolas de forma progresiva por efecto de la fuerza centrífuga, arrastrando tras de sí el manguito **M**, que permite el descenso de la piedra volandera **3**.

Cuando la velocidad del molino se estabiliza, el molinero ajusta la separación de las muelas, en función del tipo de grano a moler y de la finura de la harina que desea obtener. Para ello actúa sobre la palomilla **16** roscada en el extremo del tirante **T1** haciéndola girar a la derecha o a la izquierda hasta conseguir la separación adecuada, o bien modificando la posición del tiro del

contrapeso 14, desplazándolo a la derecha o izquierda, hasta equilibrarlo con el peso de la muela.

Parece evidente que, una vez ajustadas las condiciones de la molienda, la ocupación del molinero estaría reducida a mantener la tolva con grano hasta acabar con el último saco o a la finalización de la jornada, siempre y cuando se mantuvieran constantes la fuerza y dirección del viento.

Es sabido que las condiciones del viento son variables a lo largo del día y obligan al molinero, cuando los molinos que carecen de regulación automática, a mantenerse vigilante durante el tiempo de la molienda. Fueron estas irregularidades las que pudieron, si no eliminarse sí atenuarse mediante la instalación del regulador de Wat o “máquina de pelotas”.

Las variaciones de velocidad del molino por la acción del viento se transmiten proporcionalmente a la fuerza centrífuga de las bolas del regulador, de tal manera que cuando la velocidad del molino aumenta se realiza la aproximación de las muelas o **apergo** y cuando la velocidad del molino disminuye se realiza la separación de las muelas o **alivio**.

Es el regulador quien colabora en el ajuste de la molienda a las condiciones del viento lo que permite al molinero liberarse en gran medida de esa tarea. Y además impide que en las bajadas bruscas de velocidad del viento se pueda frenar el molino.

#### RESUMEN.-

En resumen el regulador de Wat o “máquina de bolas” es un mecanismo, que proviene de la ingeniería industrial, y que sirve para evitar que las variaciones del viento dificulten o atasquen el funcionamiento del molino; además alivia al molinero en su trabajo y le permite observar complaciente la actuación este gran invento.

Por último decir que los molinos de viento del Campo de Cartagena son los únicos de la geografía española que gozan de la instalación de este tipo de regulación.