

STORIA DEL CONTROLLO AUTOMATICO

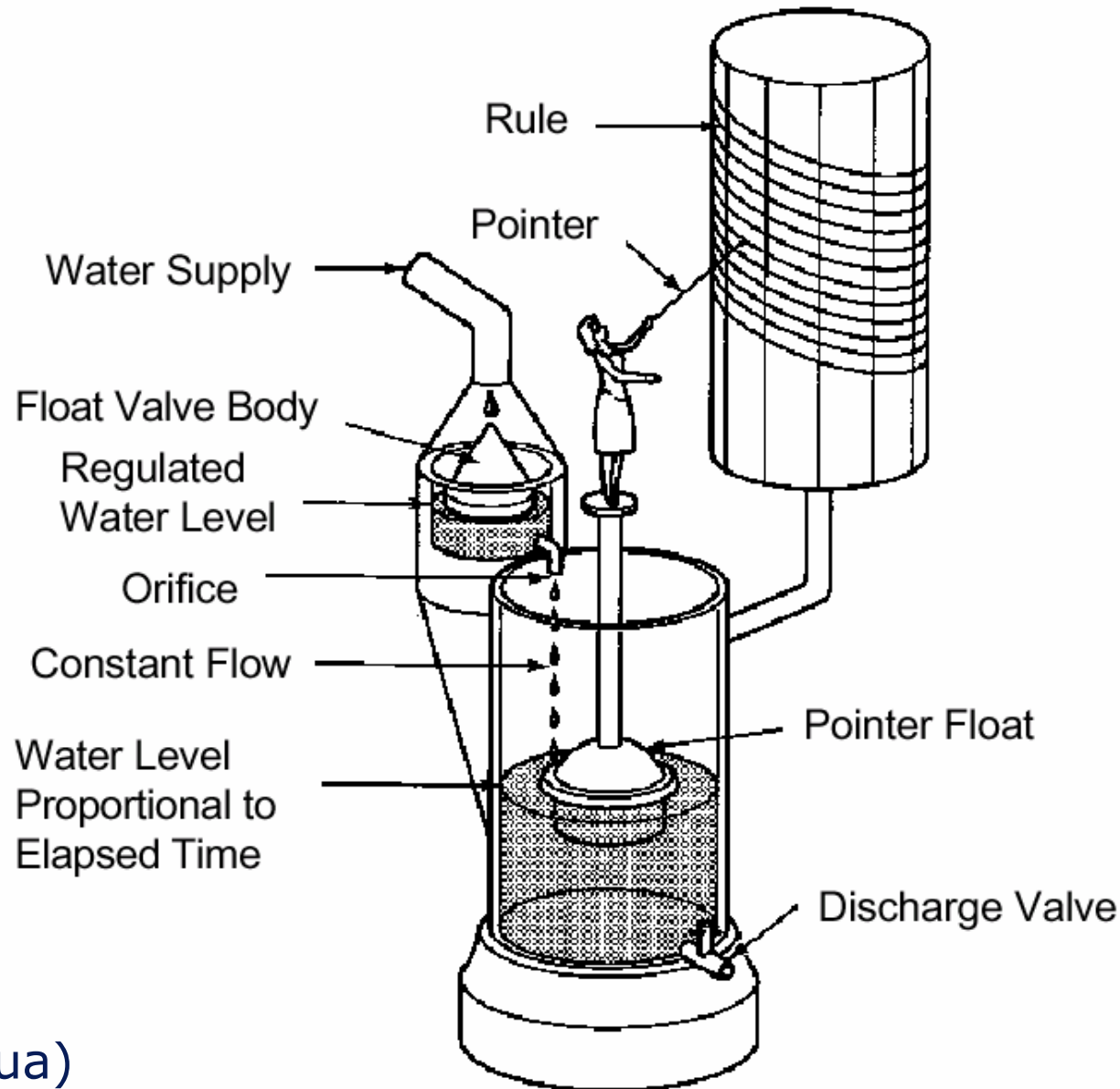
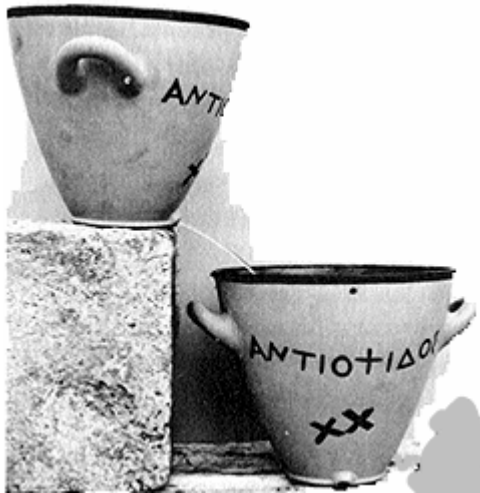


STORIA DEL CONTROLLO A CONTROREAZIONE

- Sviluppi fondamentali della storia umana che hanno condizionato lo studio e lo sviluppo dei sistemi di controllo
 - Misura accurata del tempo (Greci e Arabi) 300AC→1258DC (*caduta di Bagdad in mano Mongola*)
 - Orologi ad acqua
 - Regolatori del livello dell'olio nelle lampade
 - La rivoluzione industriale (Inghilterra dal 1745 ma anche nel 1600)
 - Mulini a vento e ad acqua
 - Temperatura delle fornaci
 - Motore a vapore
 - Le comunicazioni di massa e le guerre mondiali (1910→1945)
 - Telecomunicazioni (1920-30 Bell Telephone Laboratories)
 - Controllo delle navi (giroscopio 1910, PID 1922)
 - Sistemi di puntamento d'arma automatici (servomeccanismi e Radar)
 - L'era del computer e dell'esplorazione spaziale
 - Sputnik 1957
 - Microprocessori

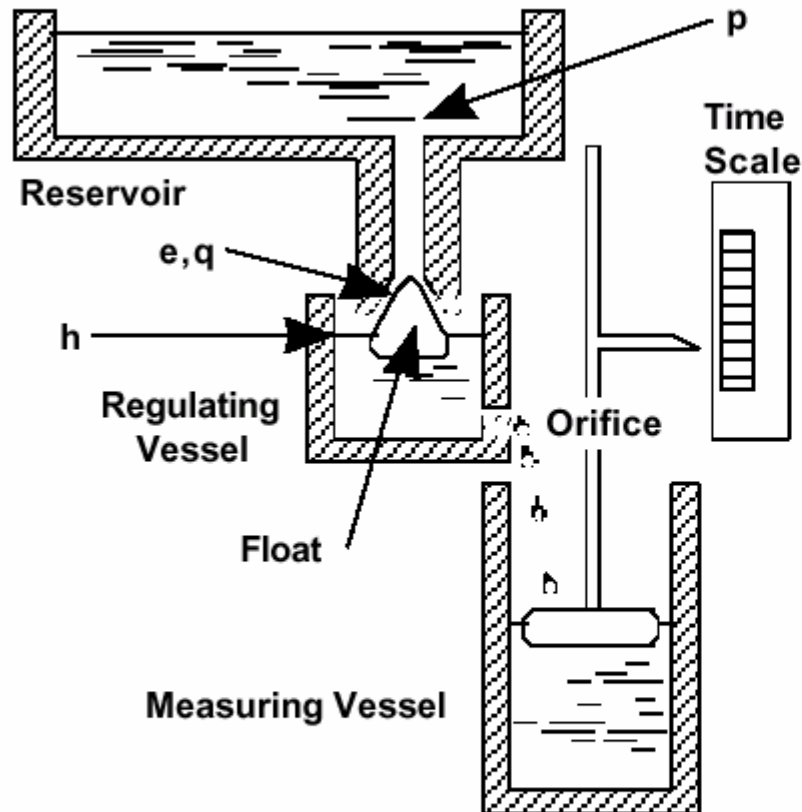
OROLOGIO AD ACQUA DI KTESIBIOS (270 AC)

- Alessandria: terzo secolo prima di Cristo (270 AC)
- La controreazione è usata per mantenere costante il livello dell'acqua, e quindi la pressione, nel primo serbatoio

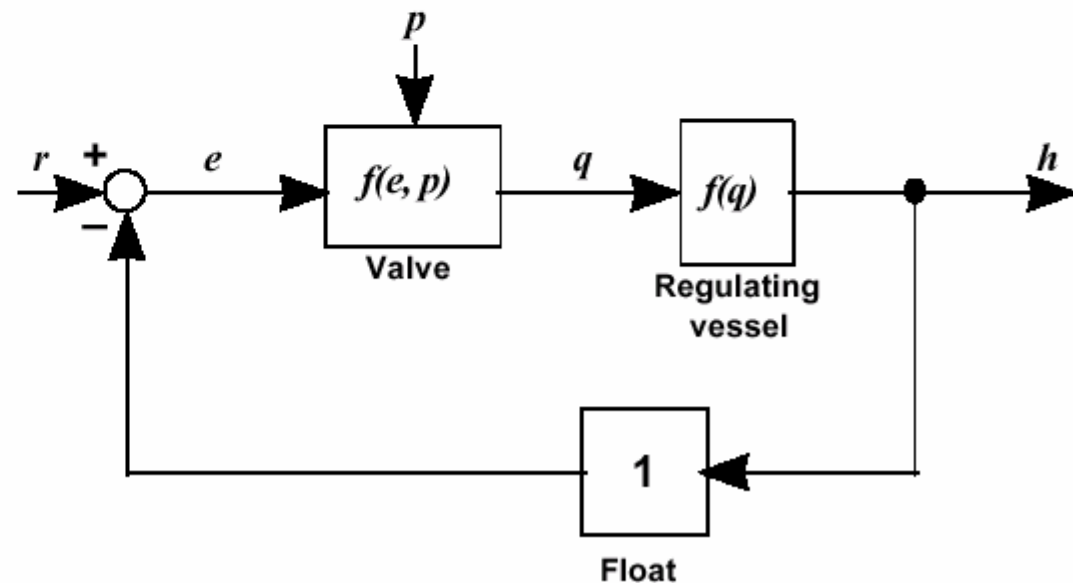


- Klepsydra (ladra d'acqua)

OROLOGIO AD ACQUA DI KTESIBIOS (270 AC)



- r = desired level (position of float when valve is closed)
- h = actual level
- e = valve opening
- p = water supply pressure
- q = flow rate of water entering regulating vessel

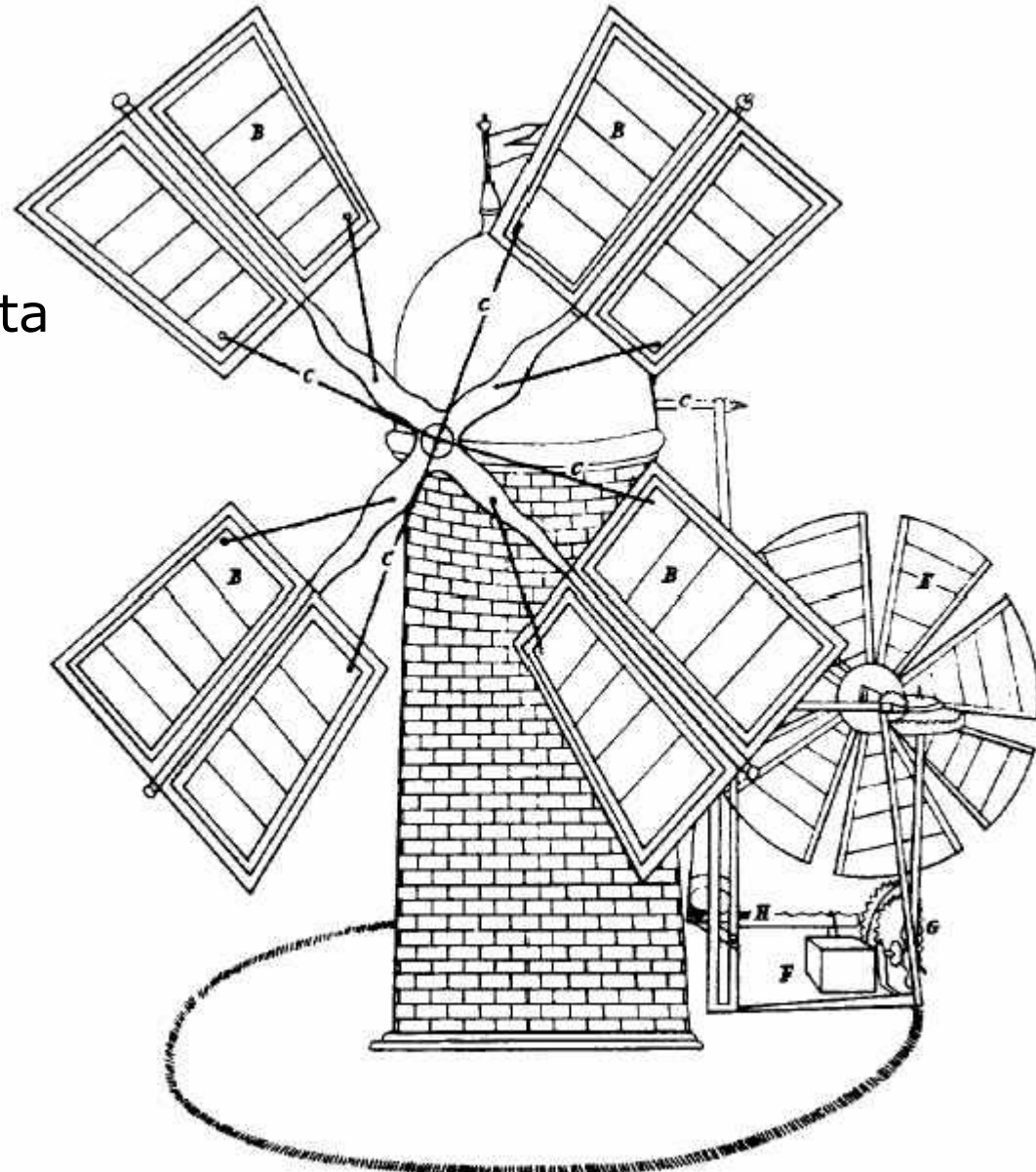
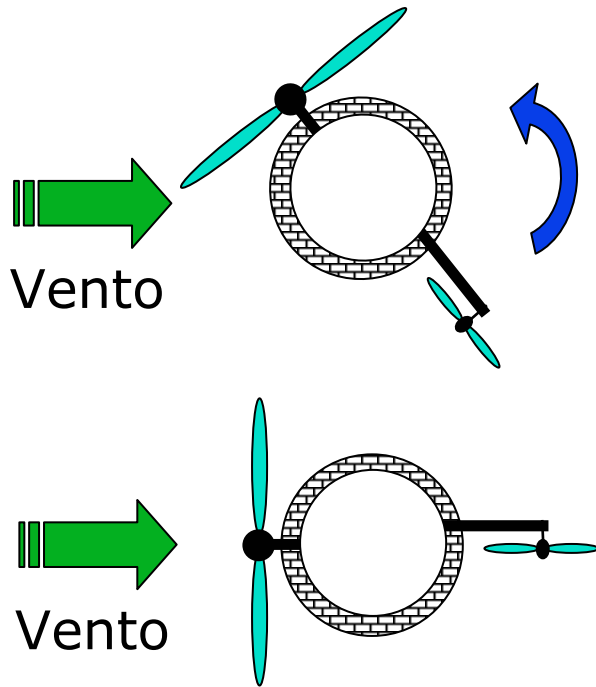


L'AUTOMAZIONE NEI MULINI A VENTO E AD ACQUA

- Mill-hopper (1588) (tramoggia)
- Uno dei primi dispositivi a controreazione.
- Il suo scopo era quello di **distribuire il grano alla pietra di macinazione in quantità proporzionale alla velocità di rotazione dell'asse del mulino**
- Fattori come la velocità del flusso di grano, la sua durezza, la pressione della pietra e la forza impressa dall'asse del mulino, interagivano tra di loro a determinare la quantità di grano fornita alla macina.
- Nella sua pur primitiva realizzazione (**quattro sobbalzi a giro che facevano cadere il grano**) si dimostrò molto efficiente
- All'uomo, comunque, era richiesto di ottimizzare il processo regolando il flusso dell'acqua o la pressione del vento e aggiustando la distanza tra le pietre

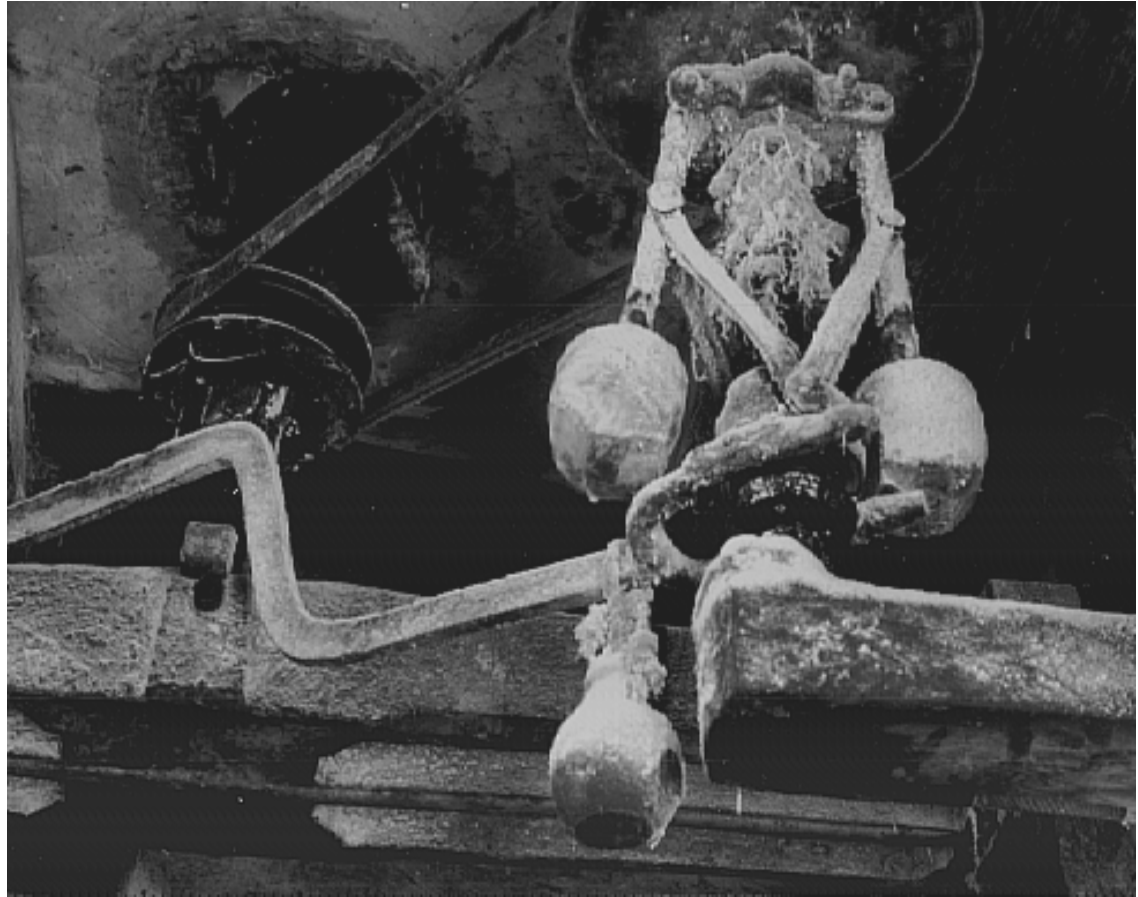
SISTEMA AUTOMATICO DI PUNTAMENTO

- E. Lee 1745
- Sistema di puntamento automatico del mulino nella direzione del vento
- La seconda ruota era posta a 90° rispetto a quella principale

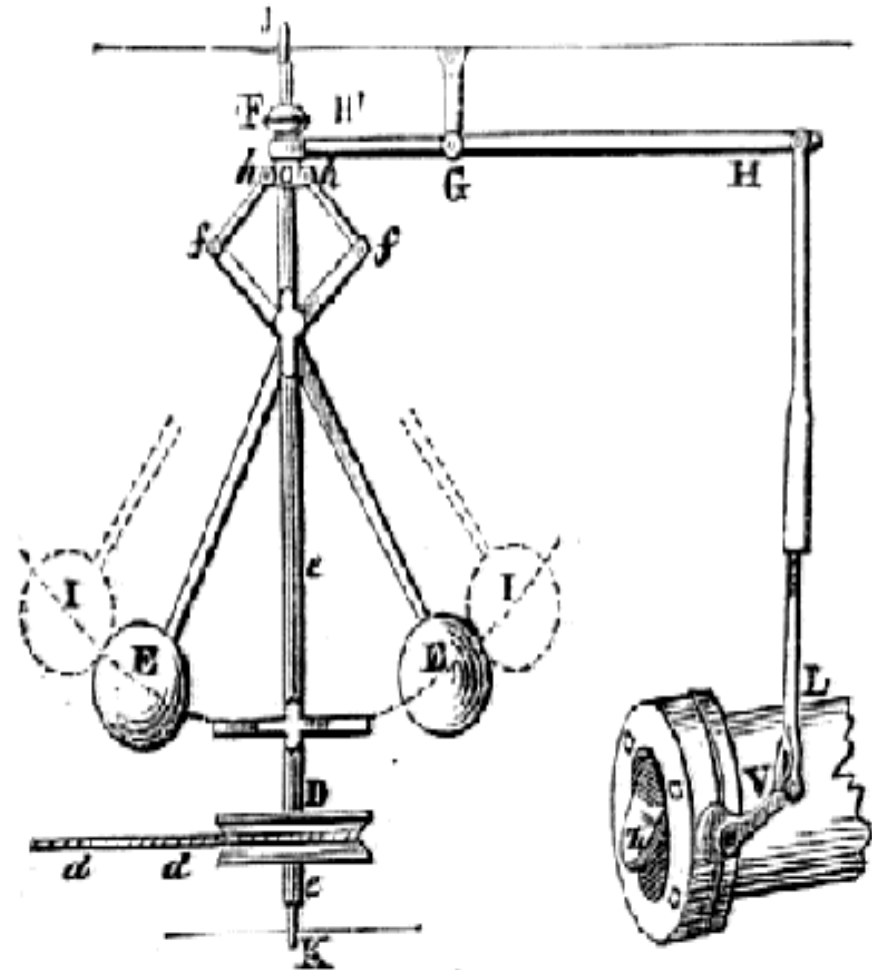


REGOLAZIONE AUTOMATICA DELLA DISTANZA

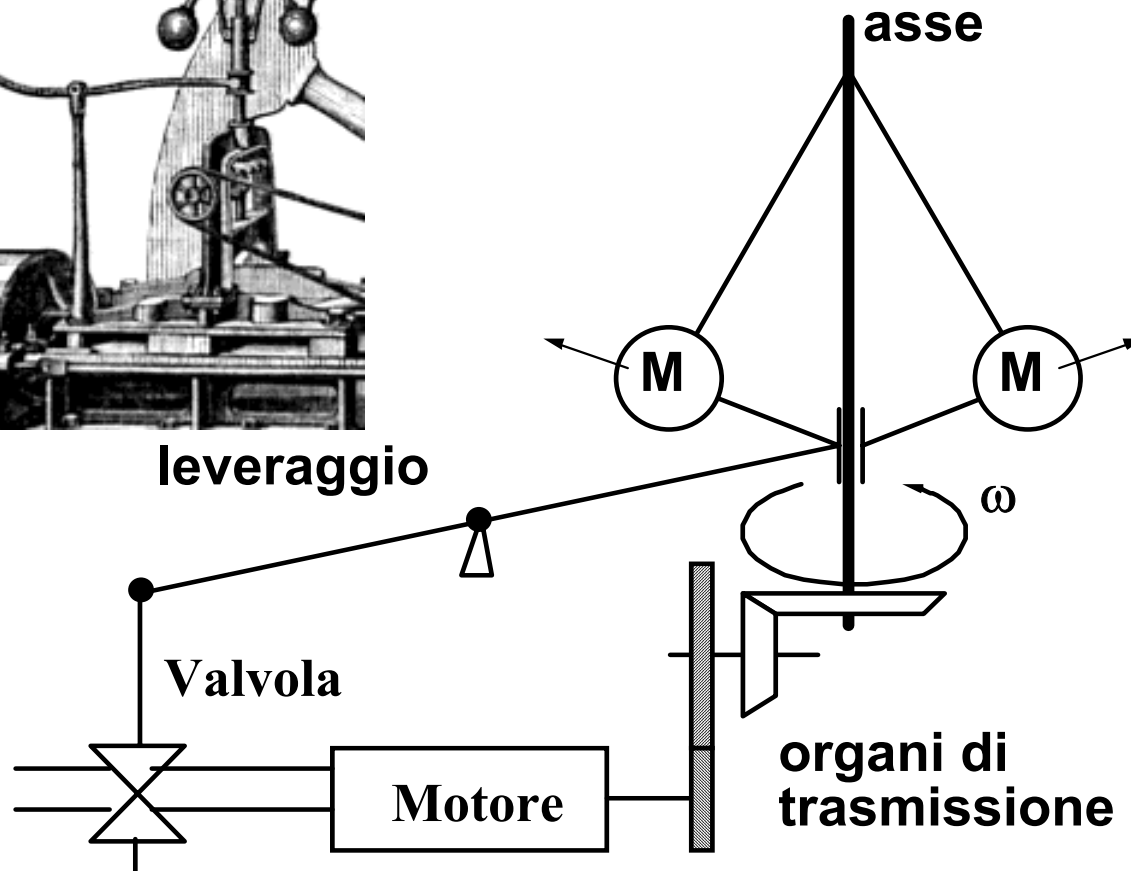
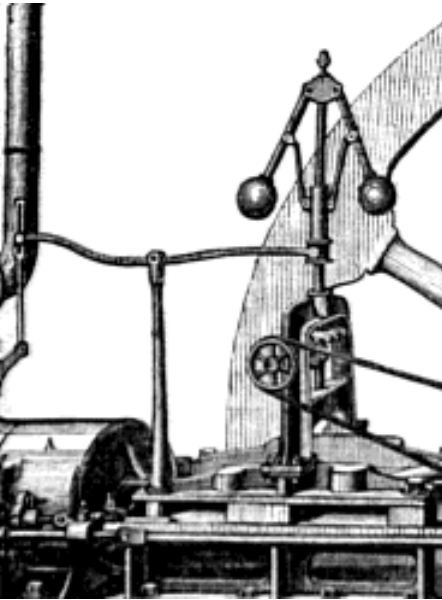
- Automatismo in un mulino a vento del 1700
- Questo ingegnoso **dispositivo centrifugo** regolava in modo automatico la distanza tra le due macine, distanza che tendeva a cambiare in seguito ad ogni variazione di velocità del mulino. Il mugnaio, prima, doveva fare la regolazione manualmente, per mezzo di una leva.



- Governor (1788)
- L'applicazione di questo congegno alla **macchina a vapore** riveste una grande importanza nella storia della tecnica perchè esso fu il capostipite di una numerosissima famiglia di apparecchi automatici di controllo, tutti indispensabili per il corretto funzionamento degli impianti. Questo "governor" faceva accelerare la macchina se rallentava per il troppo carico o la faceva rallentare dopo una accelerazione dovuta a diminuzione di carico



REGOLATORE DI WATT



più veloce gira l'asse,

più le masse sono spinte dalla forza centrifuga,

più la valvola si chiuderà,

meno vapore alimenterà il motore,

meno velocemente girerà l'asse!

Come scegliere i parametri (M, rapp. di trasm.)?
Occorre un **modello dinamico matematico**.

SVILUPPO TEORICO E TECNOLOGICO

- Sviluppo del calcolo differenziale
 - Newton (1642-1727), Leibniz (1646-1716)
- Studio del moto di sistemi dinamici con equazioni differenziali
 - Lagrange (1736-1813), Hamilton (1805-1865)
- Studio matematico del sistema di puntamento di un telescopio
 - Airy (1840)
- Analisi del comportamento del regolatore di Watt mediante linearizzazione
 - Maxwell (**1868**)
- Analisi dei sistemi di controllo lineari
 - Approccio in frequenza (Nyquist 1932, Bode 1938, Nichols 1947)
- Studio della stabilità dei sistemi non lineari
 - Analisi nel tempo (Lyapunov 1892 ma riscoperto nel **1960**)
- Preistoria < **1868** (tecnologia meccanica)
- Età primitiva 1868-1900 (tecnologia meccanica)
- Età classica 1900-1960 (tecnologia elettronica analogica ed approccio in frequenza)
- Età moderna 1960-oggi (tecnologia elettronica digitale ed approccio nel tempo)