



# La Macchina di Wimshurst

La macchina di Wimshurst è un generatore di tensione continua. Fa parte di una classe di generatori che sfruttano l'induzione elettrostatica. La macchina è in grado di generare tensioni continue dell'ordine di diverse decine di migliaia di Volt. Le correnti che la macchina è in grado di erogare non superano qualche frazione di milliAmpere.

La macchina è stata inventata da James Wimshurst (1832 - 1903), inventore, ingegnere e armatore britannico, nel 1883.

## Struttura

La macchina di Wimshurst è composta di:

- Due dischi di materiale isolante che ruotano in senso opposto, sulla superficie dei quali sono inseriti dei settori di materiale conduttore. I dischi sono impernati sullo stesso asse e posti in moto da una coppia di cinghie, avvolte in modo da generare la contro-rotazione e azionate da un'unica manovella;
- Due contatti elettrici che sfiorano i settori conduttori su entrambe i dischi, collegando settori opposti di ciascun disco;
- Due insiemi di punte che fronteggiano i due dischi;
- Due bottiglie di Leida (condensatori), ciascuna connessa con uno degli insiemi di punte;
- Due sfere per la generazione della scintilla (spinterometro) connesse alle due bottiglie di Leida.

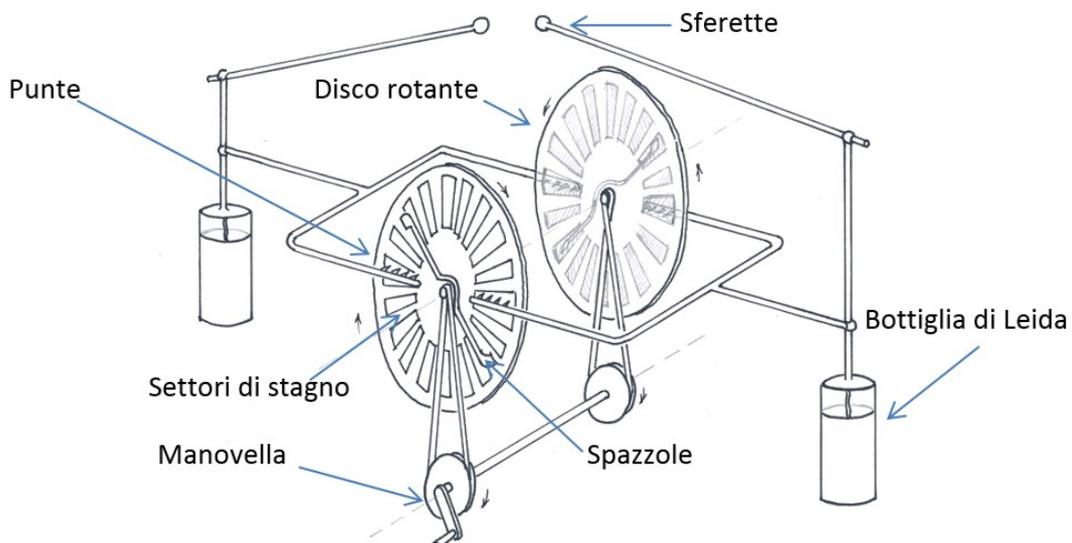
## Scopo

La macchina di Wimshurst ha come scopo la generazione di alta tensione continua stabile. La macchina è stata impiegata per la produzione di raggi catodici, raggi X e altri impieghi di laboratorio.

I generatori disponibili sino all'epoca della introduzione della macchina di Wimshurst non erano in grado di erogare tensione continua ai valori e con la stabilità che la macchina offre.

## Input / Output

La macchina ha come input l'energia meccanica introdotta nel sistema dall'operatore azionando la manovella che, tramite le cinghie, mette in rotazione le due piastre. In output, la macchina produce energia elettrica, che può venire raccolta collegando i capi di un circuito in corrente continua ai terminali delle due bottiglie di Leida. Inoltre, viene prodotta energia termica e meccanica associata alla scintilla che può venire fatta scoccare tra le sferette dello spinterometro.



## Processi

La macchina di Wimshurst prevede due processi fondamentali:

- l'avviamento, durante il quale la macchina passa da uno stato di neutralità e di assenza di movimento ad uno stato in cui i dischi sono in movimento, i settori vengono caricati elettricamente in funzione della loro posizione relativa ai contatti e alle punte e le bottiglie di Leida vengono caricate e raggiungono la tensione che dà origine alla scarica elettrica;
- Il funzionamento a regime, in cui il moto dei dischi e il profilo di carica dei settori è stabile mentre le bottiglie di Leida subiscono un processo costante di carica e scarica attraverso lo spinterometro.

## Controlli

I processi che avvengono nella macchina di Wimshurst possono essere controllati attraverso:

- La velocità di rotazione della manovella, che determina la rapidità della fase di avviamento;
- La distanza tra le sfere dello spinterometro, che determina il voltaggio tra le punte al momento della scarica.

## Principi di funzionamento

La macchina di Wimshurst appartiene alla categoria delle macchine ad induzione. Il principio chiave del suo funzionamento è la induzione elettrostatica. In particolare, la macchina di Wimshurst impiega un processo che fu introdotto da Volta attraverso un dispositivo da lui inventato, l'elettroforo perpetuo.

Accanto a questo, vengono impiegati anche due altri fenomeni fondamentali:

- Il cosiddetto *potere delle punte*, la capacità che conduttori a punta hanno di strappare cariche ad un corpo carico vicino. Alla base di questo fenomeno vi è il *Teorema di Coulomb* (1);

- La capacità di accumulare carica elettrica attraverso l'impiego di condensatori, in particolare utilizzando un semplice apparecchio chiamato *bottiglia di Leida*.

## Modalità di funzionamento

Prima di operare si dovrebbe portare la macchina in uno stato di neutralità elettrica scaricando i condensatori. Inoltre occorre impostare la posizione dei bracci dello spinterometro affinché le sfere dello spinterometro si trovino ad una distanza che determina la tensione alla scarica.

Si calcoli che la scintilla scocca tra le sfere dello spinterometro ad una tensione pari a circa 3000 Volt per ogni millimetro di distanza tra le sfere (rigidità dielettrica dell'aria).

Nella macchina di Wimshurst, il funzionamento prevede una sequenza di due fasi:

- Avviamento: per far funzionare la macchina occorre che l'operatore agisca sulla manovella che produce il movimento dei dischi. In questa fase la macchina amplifica per induzione le piccole cariche sempre presenti sui settori metallici dei dischi rotanti. L'induzione avviene tra settori corrispondenti sui due dischi. Le cariche indotte sui settori di uno stesso disco momentaneamente collegati dalle spazzole vengono separate durante il movimento del disco e poi raccolte dai pettini.
- Ciclo vero e proprio: esso viene ripetuto indefinitamente e conduce ad un profilo permanente di carica indotta sui settori. La carica viene raccolta dai pettini, che la convogliano nelle bottiglie di Leida. Quando la carica accumulata nelle bottiglie di Leida raggiunge un valore di tensione pari alla tensione di rottura dell'aria tra le sfere dello spinterometro, scocca una scintilla che scarica la macchina. Successivamente il ciclo di carica riprende sino ad una nuova scarica, e così via.

---

(1) Le cariche elettriche che si trovano su di un corpo conduttore si dispongono sulla sua superficie. Il campo elettrico presente sulla superficie del conduttore è direttamente proporzionale alla densità superficiale di carica elettrica (Teorema di Coulomb). All'equilibrio, la densità di carica in un punto della superficie del conduttore è inversamente proporzionale al raggio di curvatura della superficie in quel punto. Perciò, nei pressi di superfici appuntite, dove il raggio di curvatura è molto piccolo, il campo elettrico può diventare molto intenso. L'intensità del campo può raggiungere valori tali da rimuovere cariche da corpi circostanti o dalla punta conduttrice. Le punte di un corpo conduttore permettono perciò di muovere cariche elettriche tra corpi diversi.