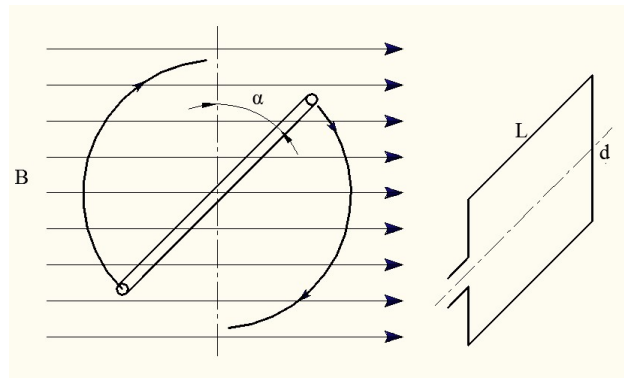


## Principio di funzionamento

La dinamo è una macchina elettrica rotante, che converte l'energia meccanica, ricevuta da un motore di trascinamento, in energia elettrica, con tensione e corrente unidirezionali e possibilmente costanti nel tempo. La dinamo è ormai superata dai convertitori statici che hanno ingombri, costi e rendimenti migliori. La macchina, come si vedrà, può passare con continuità dalla funzione di motore a quella di generatore, con interessanti applicazioni rigenerative.

Lo statore è un magnete o un elettromagnete, il rotore è posto in movimento dalla coppia motrice che ci fornisce la energia meccanica in ingresso. Sugli avvolgimenti del rotore otteniamo la energia elettrica in uscita prelevata da contatti striscianti (spazzole).

Si supponga che una spira aperta di forma rettangolare, di lunghezza  $L$  e diametro  $d$ , venga posta in rotazione con *velocità angolare*  $\omega$  costante all'interno di un campo magnetico di induzione  $B$  costante, con linee di forza perpendicolari all'asse della spira. Il movimento della spira presuppone che sulla stessa agisca una coppia motrice meccanica, in grado di produrne la rotazione



$$\phi_M = BS$$

è il flusso di induzione massimo concatenato con la spira di superficie  $S=Ld$

$$E_S = \phi_M \omega \sin \alpha = \phi_M \omega \sin(\omega t)$$

Come operare per ottenere invece una sorgente di tensione non alternativa, ma unidirezionale e possibilmente costante, cioè un generatore di c.c.? Il problema fu risolto da Pacinotti, con l'avvolgimento indotto ad anello. Per comprenderne l'impiego, si sostituiscano i due anelli della fig.1 con due semi-anelli, isolati fra loro, come è indicato in fig.2.

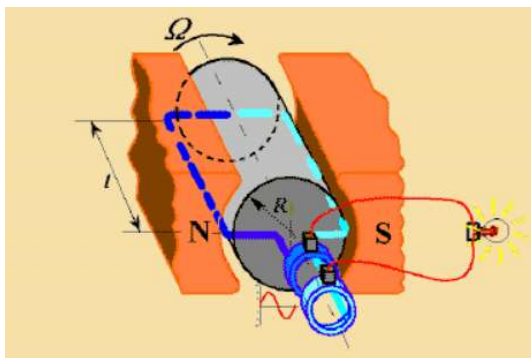


Fig. 1

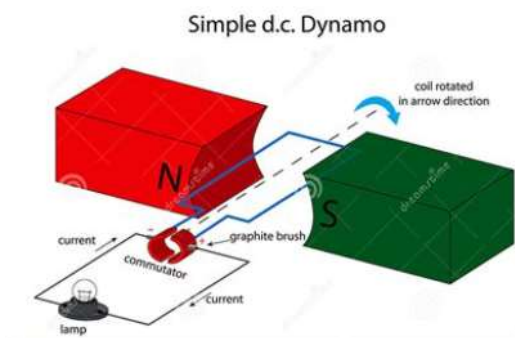
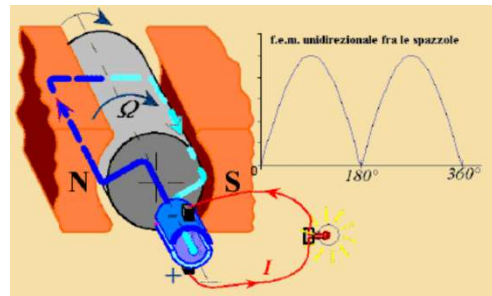


Fig.2

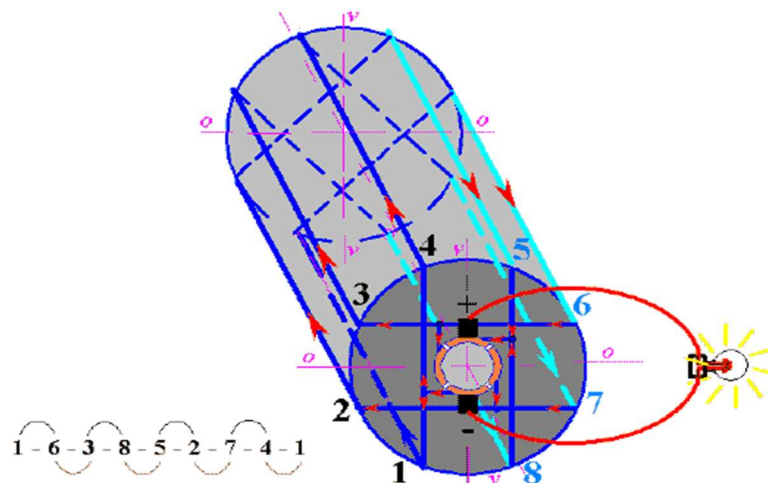
Gli estremi della spira rotante sono saldati ai due settori, su cui poggiano le due spazzole fisse. Tramite le spazzole si alimenta l'utilizzatore (una lampada ad incandescenza, nel nostro caso).

Ad ogni mezzo giro la f.e.m. che si preleva è variabile, ma **unidirezionale**: i due semi-anelli fungono da raddrizzatore meccanico, cioè si rovescia la parte negativa della semionda.



Per ottenere una f.e.m. sempre unidirezionale, ma il più possibile costante, basta aumentare il numero dei conduttori distribuiti sulla circonferenza dell'indotto e, conseguentemente, il numero di settori del raddrizzatore. L'insieme di questi settori, in rame, costituisce l'organo meccanico più complesso della macchina: viene detto collettore a lamelle.

Senza esaminare qui le successive evoluzioni dell'anello originale di Pacinotti, si pensi alla soluzione di fig.4. I conduttori sono collocati sulle generatrici del cilindro. Sulla parte anteriore e posteriore avvengono i collegamenti fra i conduttori.



**Figura 4) Indotto a tamburo che schematizza l'impiego di 8 conduttori attivi. Il verso delle correnti è riferito alla rotazione in senso orario dell'indotto, nel campo induttore prodotto da una coppia di poli collocata come nelle figure precedenti.**

Riteniamo che la forma d'onda delle f.e.m. generate nei singoli conduttori sia di tipo sinusoidale. In realtà questa condizione non è nemmeno necessaria in questa macchina (a differenza invece dell'alternatore), ma ci consente di associare ad ognuna della f.e.m. indotte, un vettore, dalla cui posizione si deduce la sinusoide corrispondente, con relativo sfasamento.

Lo *sfasamento* dipende dalla *posizione* dei conduttori utilizzati: essendo diverse le posizioni, è diverso anche l'istante in cui la f.e.m. di ogni conduttore sarà massima oppure nulla.

Il verso delle f.e.m. indotte dalle variazioni di flusso, in ciascun conduttore attivo, si determina con la regoletta pratica della *mano destra* (pollice-velocità, indice-induzione, medio-fem).

Ogni conduttore è sede di f.e.m. di tipo sinusoidale, con valore massimo che si raggiunge quando passa nella posizione dell'asse *o-o*.

Il valore nullo di f.e.m. si raggiunge invece quando i conduttori transitano sull'asse verticale *v-v* di figura. L'asse verticale viene detto **asse neutro**, perché lì i conduttori, muovendosi tangenzialmente al campo, non sono soggetti a taglio di flusso. Ed è in questa posizione, di tensione nulla e di inversione del senso della corrente, che si preleva la f.e.m. risultante fra le spazzole.

La figura 4 indica un modo apparentemente strano nell'eseguire i collegamenti fra i conduttori attivi disposti sulle generatrici del cilindro rotante.

Una successione apparentemente logica potrebbe pensarsi ottenibile collegando successivamente, in serie, i conduttori 1-2-3-4 e 5-6-7-8. In realtà, con la disposizione dell'avvolgimento a tamburo, si collega il conduttore 1 con il conduttore opposto al 2, mediante un collegamento frontale posteriore, in modo da raccogliere la somma vettoriale più alta possibile delle rispettive f.e.m.. Nella parte frontale anteriore, dal lato del collettore, si collegano i conduttori 6 e 3 fra loro e con una lamella.

La restante successione è rappresentata e scritta in fig.4, in cui sono evidenziati i collegamenti frontali anteriori e posteriori. Questi collegamenti servono ad assicurare la continuità del circuito, ma non sono conduttori attivi, perché non tagliano il flusso utile.

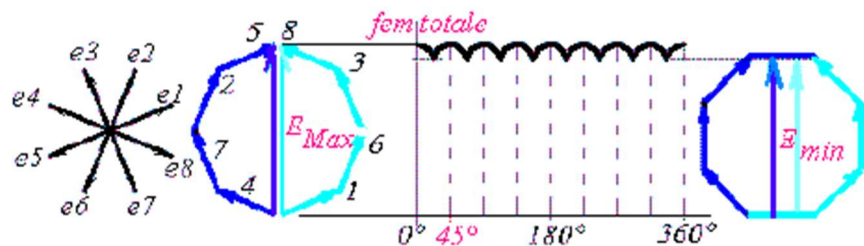
Con il collegamento visto sopra e limitato, per semplicità, a soli otto conduttori attivi, si ottengono due vie in parallelo.

Nella fig.5 sono rappresentati i vettori corrispondenti alle singole f.e.m. . A sinistra i vettori associati alle singole sinusoidi corrispondono alla posizione dei conduttori disegnata in fig.4. La somma delle f.e.m. in una via interna ( $e_1+e_6+e_3+e_8$ ) coincide con l'analoga sommatoria dell'altra via interna ( $e_4+e_7+e_2+e_5$ ). Fra la spazzola positiva e quella negativa si raccoglie la risultante vettoriale  $E_{Max}$ , che in questa posizione del rotore è massima. Quando il rotore ruota di  $22,5^\circ$  (1/16 di giro) la risultante vettoriale delle f.e.m. raggiunge il valore minimo  $E_{min}$  (i vettori a destra nella fig.5).

Si deduce quindi che la f.e.m. totale, disponibile ai capi delle spazzole, varia di poco fra questi due valori, ma non può ancora ritenersi sufficientemente continua.

Dovrebbe risultare però chiaro che l'aumento del numero di conduttori sull'indotto e il corrispondente aumento delle lamelle del collettore, porta ad una f.e.m. risultante le cui variazioni temporali diventano inapprezzabili per le applicazioni e la macchina si può dire che genera tensione continua, cioè costante nel tempo.

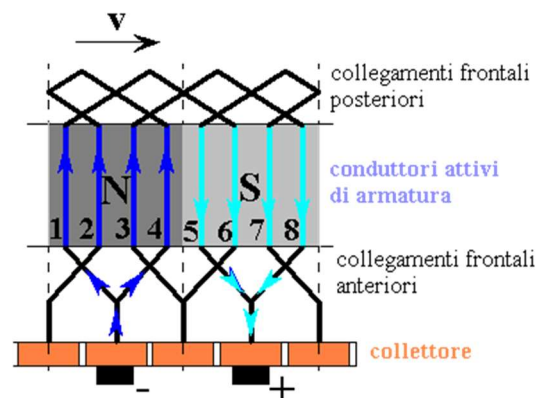
Figura 5) Andamento temporale della f.e.m. risultante, indotta in una dinamo con 8 conduttori attivi disposti sulla parte rotante della macchina.



Disposizione su un piano delle parti essenziali della macchina a corrente continua. I conduttori tagliano, a velocità costante  $v$ , le linee del campo magnetico prodotte dalla coppia fissa di poli N-S.

In fig. sono visibili, in altro modo, i percorsi della corrente nelle due vie interne dell'avvolgimento. Quando un conduttore passa sull'asse neutro, che separa il polo N dal polo S, il conduttore stesso non è sottoposto a variazioni di flusso e si ha l'inversione della corrente.

Le spazzole vanno collocate nel piano di divisione dei poli, detto *piano di commutazione*, o *interpolare* o *piano delle spazzole*.



Costruttivamente sulla parte fissa della macchina, costituita da un anello di acciaio o ghisa, sono montati i poli N e S, il cui flusso è prodotto da appositi avvolgimenti detti di eccitazione. La corrente di eccitazione è una corrente continua, il cui valore può essere variato per modificare il flusso prodotto dalle espansioni polari.

L'indotto o armatura, è costituito dai conduttori, disposti generalmente in matasse.

Il collettore è formato da lamelle trapezoidali in rame, isolate con mica. Il collettore viene ancorato sul supporto rotante e, mediante forcelle ad esso collegate, si esegue la saldatura fra i collegamenti frontali dell'avvolgimento indotto e il collettore stesso.

L'albero e il circuito magnetico di indotto vengono laminati per poter ridurre le correnti parassite o di Foucault conseguenti al taglio del flusso.

La carcassa dello statore non viene laminata, poiché, pur costituendo il percorso di richiusura del flusso, non è sottoposta a variazioni, essendo costante il flusso di eccitazione.

