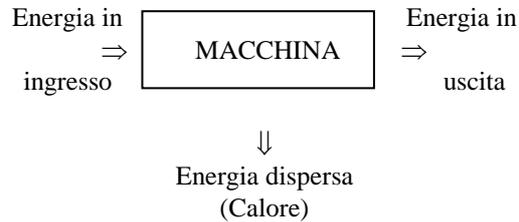


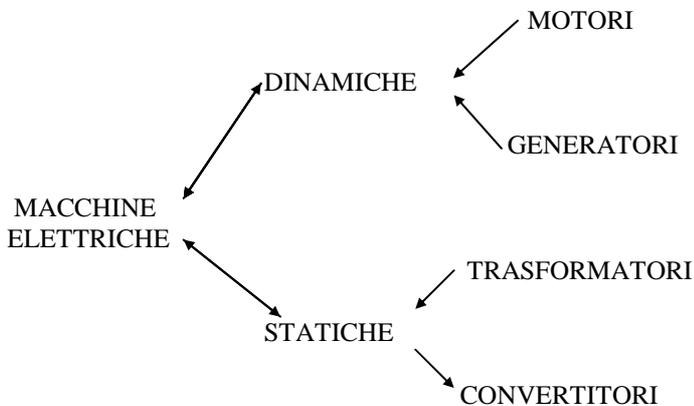
GENERALITA' SULLE MACCHINE ELETTRICHE

Una macchina è un'organo che assorbe energia di un determinato tipo e la trasforma in energia di un altro tipo.



Questa trasformazione non è esente da fenomeni di attrito per cui l'energia che si ottiene in uscita è minore di quella che viene fornita all'ingresso.

La differenza fra queste due energie costituisce l'energia dispersa nell'ambiente circostante sotto forma di calore, la cui entità definisce il rendimento della macchina.



La macchina elettrica è quella macchina che coinvolge la corrente elettrica negli scambi di energia fra ingresso e uscita.

Le macchine elettriche si dividono in macchine statiche e dinamiche.

Le macchine dinamiche sono macchine nelle quali vi sono parti meccaniche in movimento (motori elettrici e alternatori).

Le macchine statiche sono le macchine che non hanno nessuna parte meccanica in movimento (trasformatori).

Il funzionamento delle macchine elettriche è legato alla circolazione di correnti in conduttori perché solo così avvengono gli scambi di energia.

Le macchine elettriche sono fondamentalmente costituite da tre categorie di materiali :

- **materiali isolanti** per supportare i materiali conduttori entro i quali corrono le correnti;
- **materiali conduttori** necessari per far circolare le correnti;
- **materiali ferromagnetici** cioè materiali entro i quali si fanno circolare i flussi magnetici per avere alte induzioni con ridotte forze magnetomotrici.

La qualità di una macchina elettrica è individuata dai seguenti parametri:

1. Qualità dell'isolamento;
2. Rendimento della macchina;
3. Qualità di tutti i componenti la macchina.

L'isolamento è la parte vitale della macchina elettrica. Se vi sono sovraccarichi o anomalie di funzionamento il maggior sviluppo di calore interessa sia i conduttori che gli isolanti. E' comunque l'isolante a mostrare prima i suoi limiti, avendo temperature critiche di molto inferiori a quelle delle del conduttore.

Lo scambio di energia dissipata dalla macchina all'ambiente circostante avviene sostanzialmente in due fasi:

- **Fase di accumulo** (fase transitoria che avviene in tempi brevi);
- **Fase di dispersione per irraggiamento, conduzione e convezione** (fase stazionaria che avviene in tempi lunghi).

Le macchine elettriche vengono definite in base alla *classe di isolamento*, caratteristica sempre riportata nei dati di targa.

Nei riguardi delle macchine, il valore della temperatura di funzionamento è di grande importanza perché è da essa che dipende l'efficienza della macchina stessa. E' per questo che le norme C.E.I. stabiliscono i valori delle temperature massime che non debbono essere superate dagli avvolgimenti rispetto ad una temperatura ambiente convenzionale.

Le temperature convenzionali di ambiente sono fissate dalle norme in 40° C per l'aria e 25° C per l'acqua, quando quest' ultima rappresenta il mezzo usato quale scambiatore di calore (ad esempio nei trasformatori a raffreddamento forzato con circolazione d'acqua).

In funzione delle temperature massime di funzionamento ammesse dalle predette norme, i diversi isolamenti degli avvolgimenti delle macchine elettriche risultano classificati come segue :

CLASSE	Y	A	E	B	F	H	C
Temp.(°C)	90	105	120	130	155	180	> 180

ENERGIA E POTENZA

Un dispositivo capace di trasformare una qualsiasi forma di energia in un'altra prende il nome di *macchina* : la potenza **P** rappresenta l' energia **W** trasformata nell'unità di tempo **t**

$$P = \frac{W}{t}$$

Nel **Sistema Internazionale** l'energia viene misurata in Joule e la potenza in Watt. Una macchina ha la potenza di un watt quando trasforma l'energia di un Joule in un secondo.

L'energia e la corrispondente potenza si presentano sotto diverse forme : meccanica, termica, idraulica, elettrica, etc. In ogni caso sono espresse come prodotto di due grandezze, come risulta da quanto segue.

ENERGIA MECCANICA IN UN MOTO DI TRASLAZIONE.

L'energia trasformata è data dal prodotto della forza per lo spostamento

$$W = F \times s$$

La potenza corrispondente è data da

$$P = F \frac{s}{t} = F \times v$$

dove **W** è l'energia espressa in Joule, **P** la potenza espressa in Watt, **F** la forza in Newton, **s** lo spostamento in metri e **v** la velocità in metri al secondo.

ENERGIA MECCANICA IN UN MOTO DI ROTAZIONE.

L'energia trasformata corrisponde al prodotto della coppia C per lo spostamento angolare θ .

$$W = C \times \theta$$

La potenza risulta

$$P = C \frac{\theta}{t} = C \times \omega$$

dove la coppia C è misurata in N x m, lo spostamento angolare θ in radianti e la velocità angolare ω in rad/s.

ENERGIA ELETTRICA.

L'energia trasformata corrisponde al prodotto

$$W = V \times Q$$

La potenza risulta :

$$P = V \times \frac{Q}{t} = V \times I$$

dove Q è la carica espressa in coulomb.

ENERGIA IDRAULICA.

L'energia trasformata risulta

$$W = p \times v$$

e la potenza

$$P = \frac{W}{t} = p \times \frac{v}{t} = p \times q$$

dove p è la pressione espressa in N/m², q la portata in m³/s e v il volume in m³.
Osserviamo che la potenza nelle varie espressioni è sempre ottenuta come prodotto tra due fattori, dei quali uno compare anche nell'espressione dell'energia.

Si definisce **macchina** un sistema fisico capace di variare i due fattori che costituiscono l'espressione della potenza.

E' una macchina il dispositivo che trasforma potenza meccanica in elettrica o viceversa: ai morsetti elettrici la potenza è presente come prodotto tra la tensione e la corrente, mentre all'albero è presente come prodotto tra coppia e velocità angolare; nel caso ideale

$$V \times I = C \times \omega$$

E' una macchina anche il dispositivo che si limita a modificare il valore dei due parametri lasciandone inalterata la natura, come ad esempio una coppia di ruote dentate che trasferisce la stessa potenza meccanica da un albero in rotazione con coppia C_1 e velocità angolare ω_1 ad un altro caratterizzato da C_2 e ω_2 :

$$P_1 = C_1 \times \omega_1 = C_2 \times \omega_2 = P_2$$

Se nella trasformazione almeno una potenza è di tipo elettrico, il dispositivo prende il nome di **macchina elettrica**.

PERDITE E RENDIMENTO NELLA MACCHINA ELETTRICA

Durante il funzionamento di una macchina elettrica sono presenti :

la **potenza di ingresso P_i** che entra nella macchina e che deve essere trasformata;

la **potenza di uscita P_u** detta anche potenza utile;

la **potenza persa o perdite P_p** che non viene utilizzata, ma si dissipa in calore all'interno della macchina.

Per il principio di conservazione dell'energia si deve avere :

$$P_i = P_p + P_u$$

Nella macchina ideale le perdite sono nulle e la potenza di uscita coincide con quella di ingresso. Nella macchina reale sono sempre presenti perdite, che rendono la potenza in uscita minore di quella in ingresso: si definisce **rendimento** e si indica con η il rapporto

$$\eta = \frac{P_u}{P_i}$$

Il rendimento è una grandezza *adimensionale* e il suo valore è sempre compreso tra uno e zero. Un rendimento elevato permette una riduzione dello spreco di energia con sensibile vantaggio economico nell'esercizio di macchine di grande potenza e inoltre riduce la produzione di calore all'interno della macchina.

*Si definisce **potenza nominale o di targa** la massima potenza che una macchina può erogare con continuità senza superare la temperatura sopportabile dai materiali che la costituiscono.*

Volendo ricavare elevata potenza nominale da macchine di dimensioni contenute è necessario ridurre al massimo la produzione di calore dovuto alle perdite.

Le macchine elettriche sono fondamentalmente costituite da un circuito magnetico e da avvolgimenti in filo di rame percorsi da corrente e le loro perdite possono essere suddivise in due categorie :

- **Perdite P_0 costanti al variare della potenza in uscita**, dovute a perdite nel ferro (per isteresi e correnti parassite) e a perdite meccaniche (attriti sui cuscinetti e perdite per ventilazione), queste ultime presenti solamente nelle macchine rotanti;
- **Perdite P_j variabili con la potenza in uscita**, costituite essenzialmente dalle perdite per effetto Joule negli avvolgimenti percorsi da corrente, proporzionali al quadrato della corrente.

Le perdite magnetiche si riducono con un maggiore dimensionamento dei circuiti magnetici e con l'utilizzo di materiali più pregiati; le perdite per effetto Joule vengono ridotte con l'impiego di un maggiore volume di rame.
