

Alberto Felici

## I 'PUNTINI SULLE M'

20 July 2004

Nell'eseguire il bilancio delle tensioni in un circuito elettrico nel quale si ha una forza elettromotrice mutuamente indotta è a volte utile tenere subito "da conto" del segno algebrico del coefficiente di mutua induzione  $M$ . Ciò per poter fare considerazioni già qualitativamente corrette sulle grandezze elettriche in gioco, ancor prima di averne introdotto i valori numerici, semplicemente osservando lo schema circuitale.

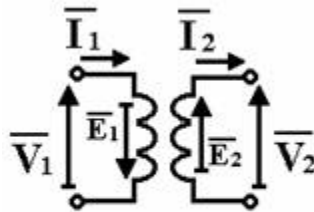


fig. 1

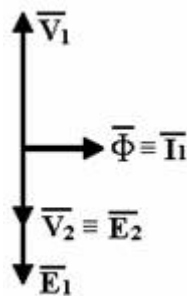


fig. 2

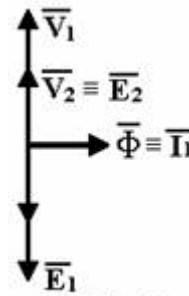


fig. 3

Ad esempio riferendosi ad un trasformatore monofase ideale e a vuoto poter dire se le tensioni ai morsetti di ingresso e di uscita (rispettivamente  $\overline{V}_1$  e  $\overline{V}_2$ , definite come in fig.1) risultano in fase o in opposizione di fase; se infatti si ha la situazione di fig.1, dove i versi positivi per le tensioni e le correnti sono scelti con le convenzioni rispettivamente dell'utilizzatore al primario e del generatore al secondario, non si può da tale schema dire se il diagramma vettoriale corrispondente sia quello di fig. 2 o di fig.3.

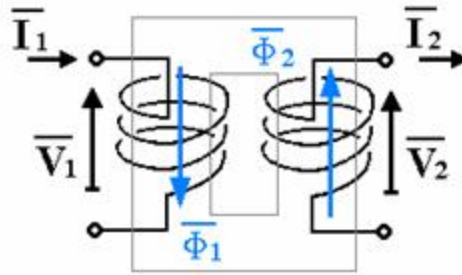


fig. 4a

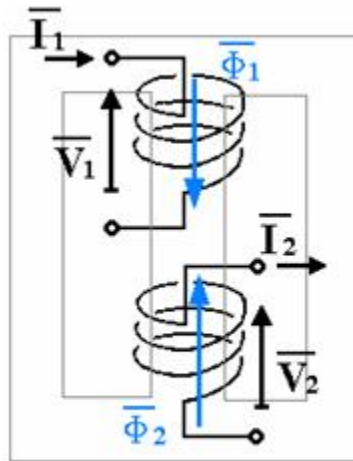


fig. 4b

Il problema potrebbe risolversi usando la definizione di "*coefficiente di mutua induzione*" ma sarebbe necessario conoscere sia la "forma", cioè come sono stati avvolti i conduttori per realizzare le varie spire, ad es. in verso "destrorso" o "sinistrorso", che la "disposizione spaziale relativa" degli avvolgimenti. Infatti si potrebbero avere, fissati sempre come in fig. 1 i versi positivi di correnti e tensioni, le situazioni di fig. 4a e 4b (la  $\bar{I}_2$  a vuoto è sì nulla, ma niente impedisce di fissarne un verso come positivo).

In tali figure si considerano gli effetti di una diversa "disposizione spaziale relativa", ovvero si considerano avvolgimenti mutuamente accoppiati identici (la corrente avanzando "gira" in senso orario) ma disposti nello spazio in maniere diverse. Con la regola "della mano destra" si vede come nel caso di fig. 4a i flussi prodotti dallo scorrere delle correnti nei versi scelti come positivi siano concordi ( $\bar{\Phi}_i$  è il flusso prodotto dall'avvolgimento "i"), mentre nel caso di fig. 4b siano discordi e quindi come il coefficiente M, andando ad applicare la definizione, risulti nel primo caso positivo e nel secondo negativo; in base a ciò le tensioni  $\bar{V}_1$  e  $\bar{V}_2$ , per come sono fissate, saranno rispettivamente in fase e in opposizione di fase.

Considerazioni analoghe possono farsi con medesime "disposizioni spaziali relative" ma avvolgimenti "realizzati diversamente", come si deduce osservando la fig. 5a e la fig. 5b .

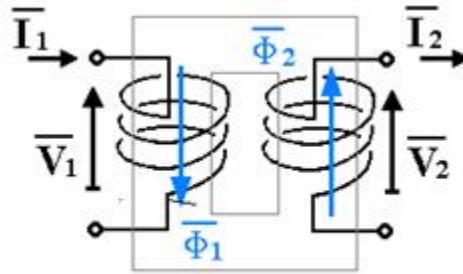


fig. 5a

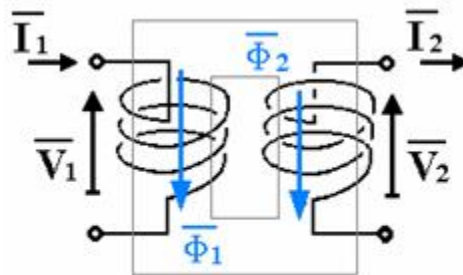


fig. 5b

La conclusione è che in sostanza è sufficiente sapere in che "caso" ci si trovi (cioè nel caso delle figure "a" o in quello delle figure "b"), senza conoscere di preciso come sono stati avvolti e montati gli avvolgimenti, è perciò sufficiente (ma necessario!) utilizzare una convenzione circuitale tipo quella cosiddetta "del puntino". Secondo questa dei puntini neri posti ad una estremità di ciascuno degli avvolgimenti accoppiati indicano i morsetti corrispondenti, nel senso che il valore di  $M$  risulta positivo se la corrente in entrambi gli avvolgimenti entra nel morsetto contraddistinto dal puntino, negativo in caso contrario.

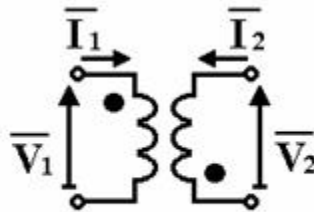


fig. 6

La fig. 1 così com'è è quindi incompleta, ciò che andrebbe fatto è aggiungere "i puntini" sugli avvolgimenti primario e secondario essendo questi mutuamente

accoppiati. Se lo si facesse come in fig. 6 sarebbe subito possibile osservare che il relativo diagramma vettoriale qualitativamente corretto è quello di fig. 2 e se lo si facesse come in fig. 7 si avrebbe invece quello di fig. 3 .

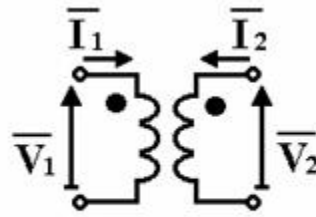
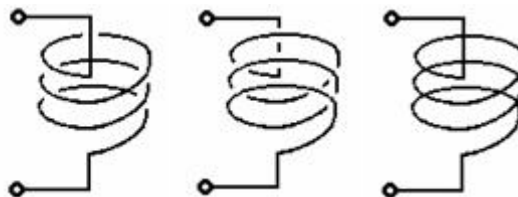


fig. 7

Nello studio dei trasformatori possono nascere confusioni osservando i diagrammi vettoriali se non si ricorre a convenzioni del genere (o se non si esplicita in altro modo il segno considerato per  $M$ ); osservando i diagrammi riportati su due diversi testi di macchine elettriche (vedi per esempio: OLIVIERI L.-RAVELLI E., Fondamenti di elettrotecnica ed elettronica, Cedam, Padova, 1992, e PEZZI M., Macchine elettriche, Zanichelli, Bologna, 1990) relativi ad una medesima "fissata di versi" sia di tensioni che di correnti (ovvero proprio come in fig. 1), si vede come già i diagrammi vettoriali riferiti al caso ideale a vuoto abbiano vettori delle forze elettromotrici indotte a secondario  $\vec{E}_2$  in un caso all'opposto dell'altro (essi sono proprio come quelli delle fig. 2 e 3).

Un discorso diverso da quello condotto, ma col quale è facile fare ulteriore confusione al fine di trovare una spiegazione alla "discordanza" osservata, è invece quello relativo allo scegliere di rappresentare ai capi di un induttanza (tipo quelle degli avvolgimenti primario e secondario) la cosiddetta forze elettromotrici indotte  $\vec{E}_i$  invece che semplicemente la caduta di tensione  $\vec{V}_i$ , essendo però questi solo due diversi modi per indicare la stessa differenza di potenziale.

Infine si osservino i disegni utilizzati per rappresentare avvolgimenti avvolti in modi diversi, in essi è fondamentale l'utilizzo del "trattino bianco":



In poche parole è in base a quali trattini si cancellano che si ottiene una rappresentazione per avvolgimenti "destrorsi" e "sinistrorsi"; senza "trattino bianco"

un avvolgimento a spirale lo si può vedere in tutti e due i modi, ed ha quindi la valenza solo di un simbolo circuitale e non di un "disegno costruttivo" .