CIRCUITI MUTUAMENTE ACCOPPIATI

Il trasformatore cambia il rapporto tensione corrente mantenendo trascurabili le perdite di potenza: in questo moddo la potenza elettrica può essere prodotta, trasmessa e utilizzata su larga scala.

Ma cosa si intende per circuiti mutuamente accoppiati? (integra con patera)

Sia data una generica superfice S orlata dalla curva C, l’orientazione della normale n a s e quella della curva C sono associate dalla regola della vite destrorsa, che avanza in direzione di n quando ruota in senso concorde al verso assunto positivo per C.

Si definisce flusso di induzione attraverso la superfice S l’integrale

Auto e mutua induzione

* In assenza di altre sorgenti, si può immaginare il campo di induzione B dovuto ad una corrente I (supponendola circolante attraverso un conduttore filiforme).
* In un mezzo lienare, omogeneo e isotropo ( quale il vuoto, ad esempio), il campo di induzione è, inoltre proporzionale alla corrente.

Sussiste in particolare una relazione di proporzionalità fra la corrente I e il flsusso di unduzione concatenato con la linea che rappresenta il circuito entro il quale circola lacorrente:

Con coefficiente di autoinduzione o autoinduttanza del cirucuito.

Si considerino ora due circuiti orientati filiformi, . Si supponfa che solo il primo sia sede di una corrente

Si dirà che i due cruito dono mutuamente accoppiati e almeno una parte delle linee di induzione del campo prodotto dalla corrente nel circuito si concatenano anche con il secondo circuito

Si indichi con il flusso ocncatenanto con per il campo prodotto dalla circolante in

Analogamente alla definizione del coefficiente di autoinduzione, si introduce il coefficiente di muotua induzione del primo circuito sul secondo:

A differenza di ha segno che dipende dal segno del flusso mutuamente concatenato legato alle orientazioni, arbitrarie, dei due circuiti: in generale potra essere positivo, negativo o nullo, in quest’ultimo caso i circuiti si dicono disaccoppiati.

In maniera analoga, alimentando questa volta solo il ciruito con una corrente si può definire il flusso di mutua induzione di su e si definisce il relativo coefficete di mutua induzione:

SI VERIFICA FACILMENTE CHE VERIFICALO

E il mutuo accoppiamento tra circuiti è completamente caratterizzato da un’unica induttanza mutua

INDUZIONE ELETTROMAGNETICA

Nello spazio tridimensionale, è un qualunque percorso chiuso concatenato con un flusso di induzione variabile nel tempo, la tensione indotta lungo dipende dalla rapidità di variazione di

La legge di faraday afferma che una variazione di campo magnetico induce un campo elettrico che sussite nello spazio indipendentemente dal fatto che nella porzione di spazio considerato esista o meno un fulo conduttore.

Quando il percorso è identificato con un vero e proprio conduttore, alla forza elettromotrice indotta si associa la circolazione di una corrente indotta.

LA LEGGE DI FARADAY è ALLA BASE DEL FUNZIONAMENTO DELLA MAGGIOR PARTE DELLE MACCHINE ELETTRICHE.

Ci si limiti a considerare un circuito elettrico chiuso, con il quale si concatena un flusso di induzione variabile nel tempo, il circuito diventerà così sede di una forza elettromotrice distribuita di segno tale che la corrente che la fa circolare tende a neutralizzare la causa che l’ha generata, cioè la stessa variazione di flusso, pertanto la legge di Lenz sancisce che:

Si ocnsideri ora una corrente variabile nel tempo che percorra un circuito elettromagneticamente isolato di geometria qualsiasi e autoinduttanza ; il fluisso autoconcatenato con , anche esso dunque variabile nel tempo, sarà ancora legatp alla corrente attraverso il coefficiente di autoinduzione

La variabilità del flusso concatenano perciò, determina la comparsa di una fem autoidotta che, nel caso di costante, può essere espresso come:

RETI EQUIVALENTI PER CIRCUITI MUTUAMENTE ACCOPPIATI

Si considerino ora due circuiti orientati mutuamente accoppiati fissi nello spazio, contrassegnati come 1 e 2 precorsi da due correnti variabili nel tempo, rispettivamente

I due circuiti possono essere caratterizzati attraverso i rispettivi coefficienti di autoinduzione ed e il coefficiente di mutua induzione , questo supposto positivo.

Il flusso concatenato di ognuo di essi vale:

Relazione caratteristica del doppio bipolo:

si vuole però determinare la relazione funzionale che lega le quattro gradndezze fondamentali (tensione e corrente per entrambi i circuiti) ai terminali, quello che si vuole trovare è cioè un sistema di 2 equazioni in cui si esprime un legame tra due delle quattro grandezze, in funzione delle altre due.

Supponiamo così che il doppio bipolo sia puramente resistivo, cosicchè il legame sia (dalla definizione) algebrico lineare.

Se si suppone di alimentare il doppio bipolo con due generatori di corrente la lienarità della rete consente di esprimere le due tensioni in funzione delle due correnti per mezzo di due semplici relazioni nelle quali il controbuto d ciascuna delle correnti impresse è formalmente valutato attraverso un opportuno coefficiente di peso

MECCHINE ELETTRICHE

Le macchine elettriche vengono tradizionalmente divise in due gruppi, le macchine statiche e quelle rotanti.

Le macchine statiche sono prive di parti in movimento, modificano il valoe della tensione o della corrente alternate fortinte in ingresso mantenendo pressocchè inalterato il valore di potenza, a questa categoria appartiene il trasformatore.

Nelle macchine rotanti è invece presente una parte che ruota attorno ad un asse, queste di classificano a loro volta in

* Sincrone, se operano in regime sinusoidale con velocità di rotazione costante;
* Asincrone se funzionano, sempre in regime sinusoidale, ma con una velocità di rotazione dipendente dal campo magetico interno alla macchina e variabile con il carico.
* A corrente continua, se opera in regime stazionario: in questo caso l’energia viene fornita o prodotta in corrente continua.

Foto p 7

DOPPIO BIPOLO MUTUO INDUTTORE

LA potenza assorbita dal doppio bipolo è

L’energia magnetica associata a questa potenza è, per definizione:

E dunque

E la variazione di energia magnetica si mos tra così nella forma di un differenziale esatto, lineare in e e questo implica necessariamente inoltre come

Infatti:

Per cui, quando gli induttori sono vicini tra loro c’è un termine di interazione

E l’energia magnetica totale associata a due circuiti sarà così:

E la condizione tra i coefficenti di mutua induzione vale:

D'altronde sia:

Per cui il termine tra parentesi quadra dev’essere positivo, e o sarà sicuramente se le sue radici non sono reali e distinte, ovvero:

Si definisce coefficenti di accoppiamento:

Ma il coeeficente di mutua induzione può non essere positivi, in dipendenza diei diversi riferimenti adotttati, per cui:

Si ha accopiamento perfetto per:

IL TRASFORMATORE IDEALE: APPROCCIO CIRCUITALE

Il traformatore, macchina elettrica statica, non è altro che un doppio bipolo induttore utilizzato per trasformare/variare i parametri di intresso (tensioe e ecorrente) rispetto a quelli di uscita, mantentndo costante la potenza elettrica apparente.

Si considerio ora due circuiti orientati mutuamente accoppiati, fissi nello spazio, con positivo e in convenzione dell’utilizzatore:

In regime sinusoidale permanete, attraverso il metodo simbolico, si giunge a:

Suppendno accoppiamente perfetto rapporto di trasformazione.

Dividendo membro a membro si ottiene

Ricordando che

Ricavando adesso dallo sotesso sistem fasoriale la corrente si ottiene

Il termine viene detto corrente magnetizzante, trascurabile per molto grande o pulsazione elevata.

Il legame tra la corrente del circuito primario e quella nel circuito secondario di riduce allora alla proporzionalità

Per cui la corrente primaria risulta sia in opposizione di fase che scalata rispetto alla secondaria.

Si possono a questo punto esplicitare due importanti proprietà del trasformatore ideale:

1. Trasparenza alla potenze

Il trasformatore ideale assorbe potenza attiva e reattiva nulle. Infatti:

1. Trasformazione delle impedenze

L’impedenza applicata alla porta secondara può essere espressa come rapporto tra e attraverso le relazioni caratteristiche del trasformatore ideale:

Di conse p16