

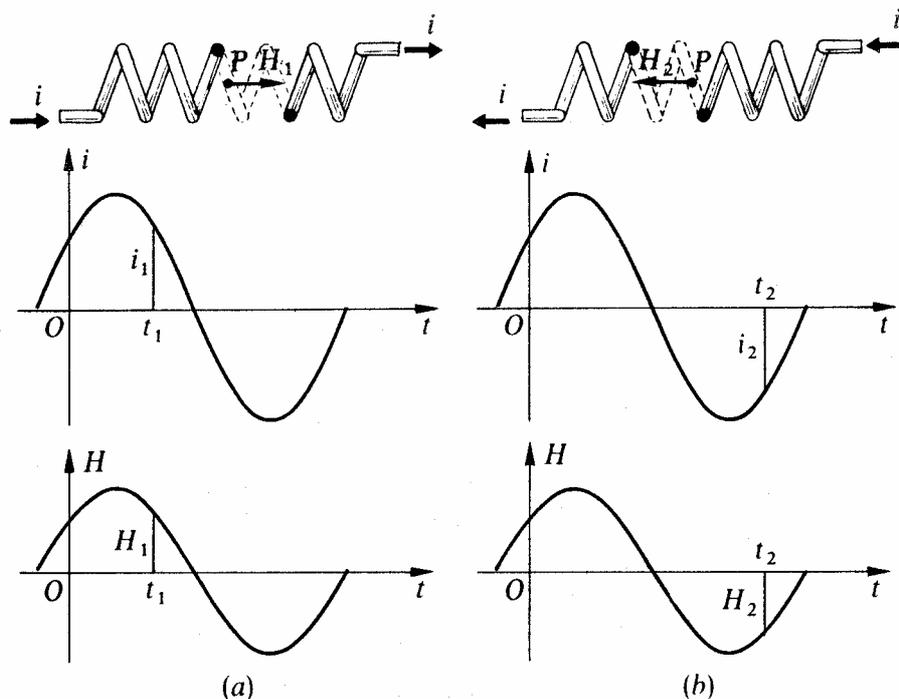
# CAMPI MAGNETICI ROTANTI

Una fra le più importanti proprietà delle correnti trifasi é quella di generare, se circolanti in un appropriato avvolgimento, un campo magnetico rotante.

Si intende con " **campo magnetico rotante** " un campo magnetico di intensità costante, la cui direzione ruota in un piano con moto uniforme; ciò del tutto simile a quello che può essere ottenuto con la rotazione di un magnete attorno al proprio asse.

Prima di esaminare le caratteristiche e le proprietà dei campi magnetici rotanti facciamo alcune osservazioni sui campi magnetici dovuti a correnti monofasi:

- Consideriamo un campo magnetico generato da una bobina ad asse rettilineo:

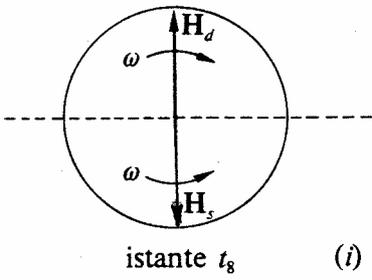
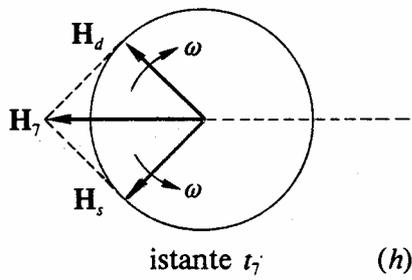
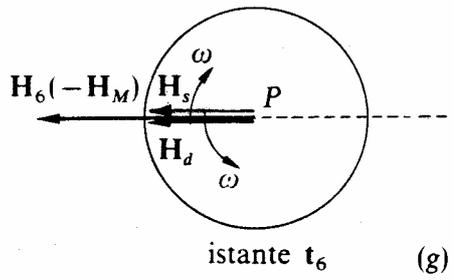
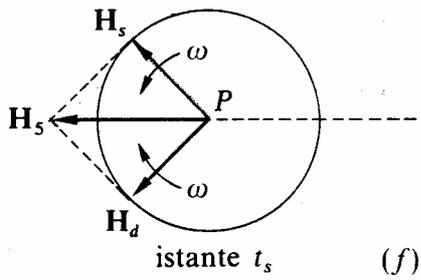
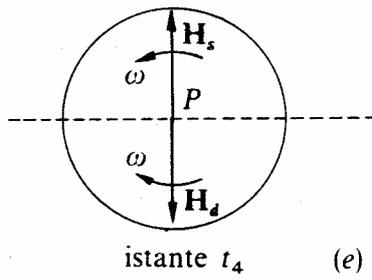
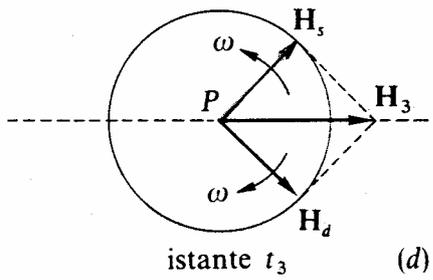
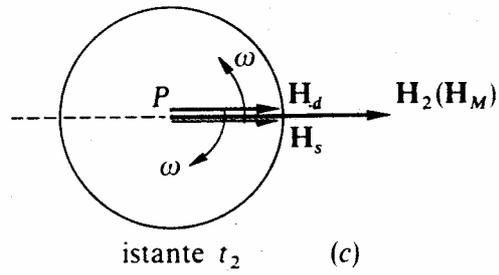
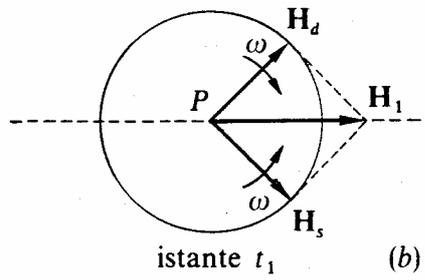
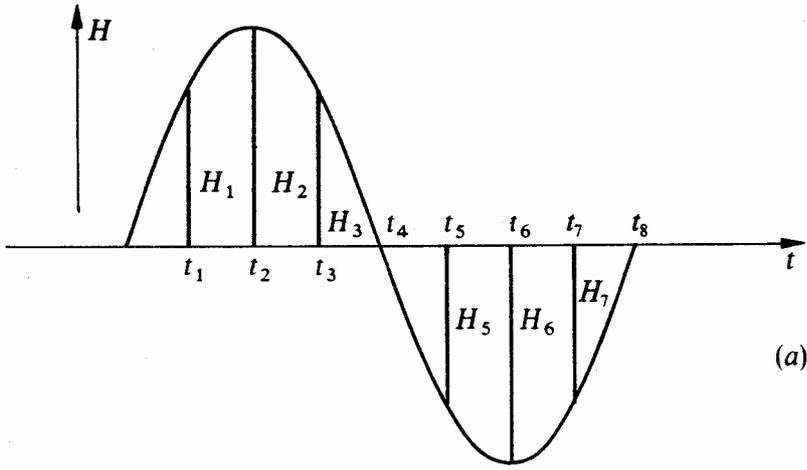


Alimentiamola, per ipotesi, con una corrente sinusoidale, quale potrebbe essere la corrente di una fase di un circuito trifase. Prendiamo un punto P interno alla bobina e posto sul suo asse, il vettore campo magnetico  $\vec{H}$  presenterà in tal punto sempre la stessa direzione, coincidente come si sa con l' asse della bobina, ma la sua ampiezza seguirà quella della corrente ( $H \equiv NI / l$ ).

Quando la corrente inverte il senso di circolazione nella bobina (semiperiodo negativo ) anche H inverte il suo verso.

In pratica il vettore  $\vec{H}$  non ruota ma é alternativo: infatti  $H = H_M \sin(\omega t + \varphi)$  e così pure la  $I = I_M \sin(\omega t + \varphi)$ . Tuttavia si dimostra che questo vettore alternativo, la cui direzione nello spazio resta immutabile ( essa infatti é tangente alla linea di forza nel punto considerato ), può essere considerato costituito in ogni istante da 2 vettori ( campi magnetici ) rotanti , aventi ampiezza costante uguale alla metà del valore massimo raggiunto dal vettore alternativo e caratterizzati da velocità di rotazione pure costante, tale da far compiere loro un giro nel tempo corrispondente ad un periodo della corrente alternata di alimentazione.

I versi di rotazione di questi due vettori sono invece fra loro contrari cioè uno destrogiro ed uno sinistrogiro. Analizziamo questo fatto in figura:



Da ciò si dimostra come un vettore di ampiezza costante  $\bar{H}_d$  rotante destrogiro con velocità angolare  $+\omega$  ed un vettore pure di ampiezza costante  $\bar{H}_s$  sinistrogiro, con velocità costante  $-\omega$  siano le componenti di un vettore fisso nello spazio però di ampiezza variabile nel tempo secondo la legge sinusoidale. Inoltre dalla figura si nota come sia **necessaria** la condizione:  $\bar{H}_d = \bar{H}_s = \bar{H}_M/2$ .

Concludendo si può affermare che un qualsiasi circuito percorso da corrente alternata crea attorno a se un campo magnetico alternato il quale, in ogni punto, può essere considerato equivalente a due campi magnetici di intensità costante e rotanti in verso opposto.

## CAMPI ROTANTI TRIFASI:

Per ottenere un solo campo magnetico rotante occorre disporre di tre bobine uguali, aventi posizioni simmetriche, i cui assi siano disposti fra loro a  $120^\circ$  l'uno dall'altro e i cui avvolgimenti siano percorsi da un sistema trifase simmetrico di correnti cioè :

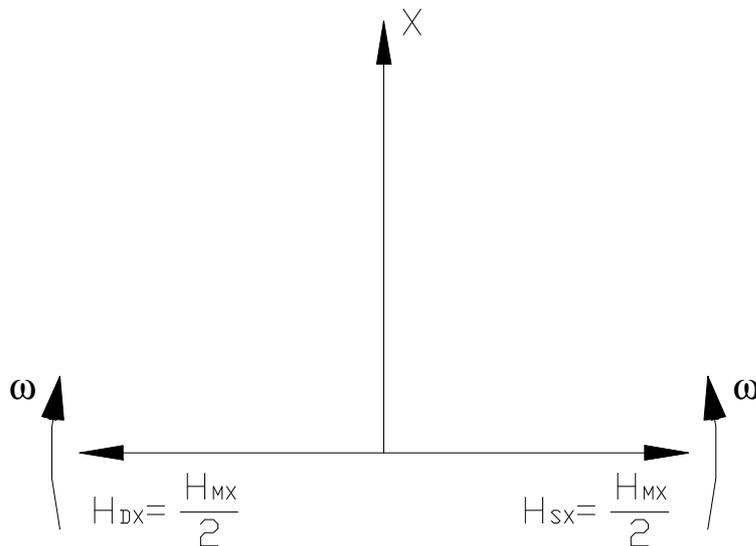
$$i_x = I_{MX} \sin \omega t \quad \Rightarrow \quad H_X = H_{MX} \sin \omega t$$

$$i_y = I_{MY} \sin (\omega t - 120^\circ) \quad \Rightarrow \quad H_Y = H_{MY} \sin (\omega t - 120^\circ)$$

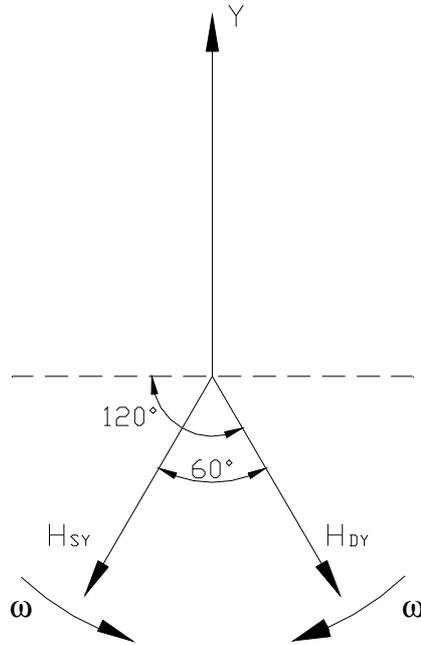
$$i_z = I_{MZ} \sin (\omega t - 240^\circ) \quad \Rightarrow \quad H_Z = H_{MZ} \sin (\omega t - 240^\circ)$$

**Se le tre correnti sono uguali lo saranno anche i campi in modulo ma sfasati fra loro.**

Partiamo dall'istante  $t = 0$  e quindi  $\sin \omega t = 0$  e consideriamo singolarmente i tre campi:

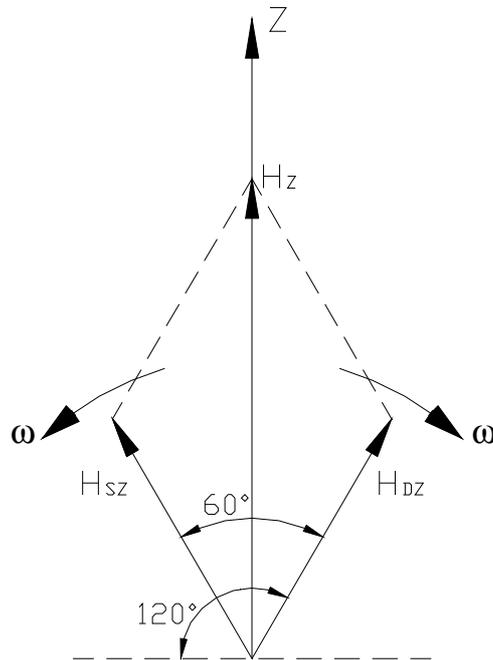


La prima corrente, percorrendo l'avvolgimento, crea un campo alterno  $H_X$  diretto lungo l'asse x e nell'istante  $t = 0$  questo campo si annulla e sta per iniziare un semiperiodo positivo.



$$\text{sen}(-120) = \text{sen } 60$$

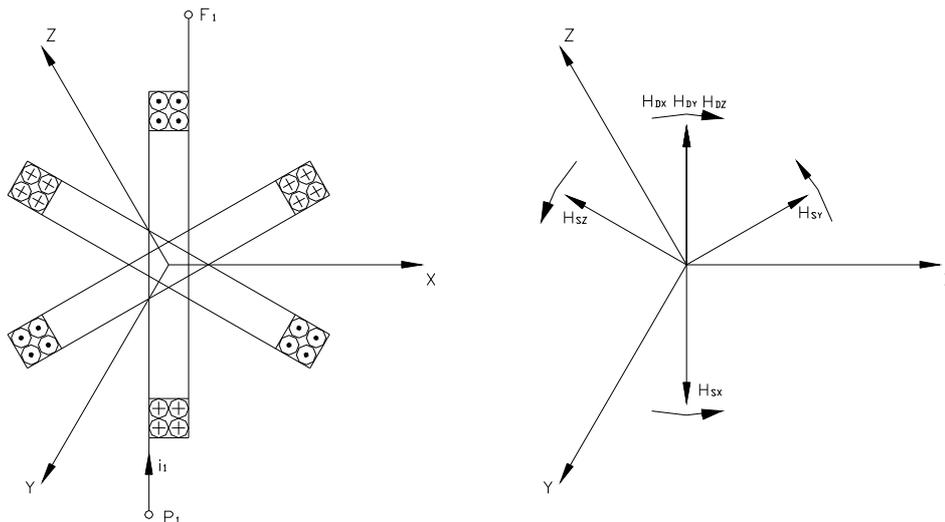
La seconda corrente, sfasata di un terzo ( 1/3) di periodo in ritardo crea un campo magnetico lungo l' asse y; nell' istante t=0 le sue componenti si trovano spostate di 120° dalla posizione che esse devono raggiungere perché si inizi il primo semiperiodo positivo.



La terza corrente é sfasata di 120° in anticipo sulla prima e crea un campo  $H_z$  diretto lungo l' asse z; nell' istante  $t = 0$  le sue componenti hanno oltrepassato di 120° la posizione da cui si inizia il semiperiodo positivo.

Come già detto le bobine devono essere sfasate di 120° fra loro.

Bisogna ora sovrapporre i tre sistemi visti ( x y z ) facendo in modo che siano disposti come in figura:



Dalla figura vedo che questo campo ha un certo numero di componenti destrorse in fase fra loro e componenti sinistrorse che costituiscono un campo con risultante zero. Pertanto:

$H_{tot} = H_{DX} + H_{DY} + H_{DZ}$  ; però ricordando che  $H_D = 1/2 H_{max}$  risulta pure:

$$H_{tot} = \frac{3}{2} H_{max}$$

Pertanto il campo magnetico risultante ruota nel senso destrorso cioè da x a y a z. Il campo totale  $H_{tot}$  ruota sempre dalla fase in anticipo alla fase in ritardo o più semplicemente ruota nel senso dei ritardi.

I tre avvolgimenti generano dunque, se percorsi da correnti di uguale ampiezza e di uguale frequenza ma sfasate fra loro ciclicamente di  $1/3$  di periodo, un campo magnetico rotante d'intensità costante che vale  $3/2$  dell'intensità massima  $H_M$  raggiunta dal campo magnetico prodotto da un singolo avvolgimento; il campo ruota con velocità angolare uniforme  $\omega = 2 \pi f$  (supposta costante la frequenza della corrente) così che esso compie un giro completo in un periodo ( $T = 1/f$ ).

D'altronde la direzione del vettore campo magnetico rotante si troverà a passare per l'asse di quella bobina nell'istante in cui la corrente ivi circolante raggiunge il massimo valore, poichè in quell'istante particolare la direzione della componente destrorsa del campo da essa prodotto coincide con l'asse della bobina.

### Concludendo :

Se tre correnti alternate di uguale frequenza ed uguale valore efficace ma sfasate l'una rispetto all'altra di  $1/3$  di periodo, percorrono tre avvolgimenti identici e con gli assi incidenti fra loro sotto uno stesso angolo di  $120^\circ$ , si genera un campo magnetico rotante, di ampiezza costante pari a  $3/2$  del valore massimo di ciascuno dei tre campi alterni, il quale ruota con velocità uniforme compiendo un giro ad ogni periodo.

In generale i tre avvolgimenti si collegano a stella o a triangolo per alimentarli con una linea trifase a tre fili.