**ALTERNATORE - ANGOLO DI FASE INIZIALE**

In classe abbiamo studiato il comportamento di una bobina di area S ruotante all’interno di un campo magnetico B. Abbiamo visto che il **flusso di** [**(B)**] segue la legge:

**(B) = B⋅S⋅Nspire⋅cos(ϑ) (1a)**

con ϑ l’anglo fra B e l’asse della bobina.

Per comodità si usa indicare il coef. del coseno con il termine **ampiezza** (**A**). Così facendo, scrivo l’eq. (1a) come:

**(B) = A⋅cos(ϑ) (1b)**

con ϑ l’anglo fra B e l’asse della bobina.

**Angolo di partenza non nullo**

In classe abbiamo studiato il caso di un alternatore che ruota con velocità angolare costante ω e che parte con angolo iniziale nullo, cioè con l’asse della bobina esattamente parallelo a B. In questo caso abbiamo visto che possiamo scrivere l’equazione oraria dell’angolo ϑ come:

**ϑ = ω⋅t (2)**

Sostituendo l’eq. (2) nell’eq. (1b) ottengo:

**(B) = A.cos(ω⋅t) (3)** sfruttando la legge  = -’(B) ottengo:

** = fo⋅sen(ω⋅t) (4)** [fo=A⋅ω]

**Angolo di partenza non nullo**

Come già detto, le eq. (3) e (4) valgono se la bobina parte con anglo iniziale nullo. Cosa accade se invece l’angolo di partenza è diverso da zero, cioè se essa parte con l‘asse non esattamente parallelo a B? Scopriamolo usando… le leggi della **trigonometria**!

Chiamiamo **ϕ0** **l’angolo iniziale della bobina**: tale angolo iniziale, per motivi che vedremo fra un istate, si chiama **fase iniziale**. Devo cambiare l’eq. oraria (2) tenendo conto che adesso l’angolo parte dal valore ϕ0 (cioè: ϑ = ϕ0 quando t=0):

**ϑ = ω⋅t** **+ ϕ0  (5)**

Adesso devo sostituire l’eq. (5) nell’eq. (1b):

**(B) = A⋅cos(ω⋅t + ϕ0) (6)** sfruttando la legge  = -’(B) ottengo:

** = fo⋅sen(ω⋅t +** **ϕ0) (7)**

Notate che le equazioni sono esattamente le stesse di quello ricavate con l’angolo nullo: l’unica differenza è che ho aggiunto la fase iniziale ϕ0 nell’argomento.

Nota che il valore della fase adesso è: **fase = ω⋅t + ϕ0**

Nota anche che il valore della fase iniziale (cioè, quando t=0) è: **fase iniziale = ϕ0** : questo è il motivo per il quale l’angolo ϕ0 si chiama **fase iniziale**.

**Tre angoli speciali**

Se la fase iniziale è **90°** , **180°** , **270° (-90°)** posso trasformare le eq. (6) e (7) usando le **leggi trigonometriche** che avete studiato al quarto anno.

Il flusso e la f.e.m. per i singoli angoli ϕ0sono scritti nella Tabella sottostante, colonna di sinistra: le trasformazioni trigonometriche associate all’angolo 0 sono scritte nella colonna di centro: il risultato è scritto nella colonna di destra.

|  |
| --- |
| **ϕ0 = +π/2 (+90°)** |
| Flusso e f.e.m. | Trasformazione trigonometrica | Risultato finale |
| (B) = A⋅cos(ω⋅t + π/2)  | cos(ω⋅t + π/2) = -sen(ω⋅t) | **(B) = -A⋅sen(ω⋅t)** |
|  = fo⋅sen(ω⋅t + π/2)  | sen(ω⋅t +π/2) = cos(ω⋅t) | ** = fo⋅cos(ω⋅t)** |
| **ϕ0 = +π (+180°)** |
| Flusso e f.e.m. | Trasformazione trigonometrica | Risultato finale |
| (B) = A⋅cos(ω⋅t + π)  | **cos(ω⋅t + π) = -cos(ω⋅t)** | **(B) = -A.cos(ω⋅t)** |
|  = fo⋅sen(ω⋅t + π)  | **sen(ω⋅t + π) = -sen(ω⋅t)** | ** = -fo⋅sen(ω⋅t)** |
| **ϕ0 = +** $\frac{3}{2}$**π / -** $\frac{1}{2}$**π (+270°/-90°)** |
| Flusso e f.e.m. | Trasformazione trigonometrica | Risultato finale |
| (B) = A⋅cos(ω⋅t + $\frac{3}{2}$π)  | cos(ω⋅t + $\frac{3}{2}$π) = sen(ω⋅t) | **(B) = A⋅sen(ω⋅t)** |
|  = fo⋅sen(ω⋅t + $\frac{3}{2}$π)  | sen(ω⋅t + $\frac{3}{2}$π) = -cos(ω⋅t) | ** = -fo⋅cos(ω⋅t)** |

Nota che: **per le fasi iniziali +90° e +270° (-90°) il seno si è trasformato in coseno e viceversa**! Questo spiega perché talvolta nei problemi il flusso e la f.e.m. vengono talvolta espressi in seno o in coseno: tutto dipende dalla fase iniziale considerata.

**Angoli iniziali generici**

Se l’angolo iniziale non è fra i tre indicati sopra, è ancora possibile trasformare le equazioni (6) e (7) usando le **formule trigonometriche di addizione/sottrazione**. Esse sono:

cos(ω⋅t + 0) = cos(ω⋅t)⋅cos(0) – sen(ω⋅t)⋅sen(0)

sen(ω⋅t + 0) = sen(ω⋅t)⋅cos(0) + cos(ω⋅t)⋅sen(0)

Sostituendole nelle eq. (6) e (7) otteniamo:

**(B) = A⋅cos(0)⋅cos(ω⋅t) - A⋅sen(0)⋅sen(ω⋅t) (8)**

** = fo⋅cos(0)⋅sen(ω⋅t) + fo⋅sen(0)⋅cos(ω⋅t) (9)**

Nota che le eq. (8) e (9) mostrano che **l’aggiunta di una fase iniziale generica 0 fa sì che** **il flusso e la f.e.m. siano scomponibili con una somma algebrica di seno e coseno**, ognuno con la propria ampiezza dipendente dal valore di 0. In pratica questa scomposizione è fisicamente poco sfruttata: all’opposto, nel caso in cui una certa grandezza fosse espressa come somma di un seno e di un coseno spesso si usano le formule di addizione/sottrazione inverse (che voi probabilmente non avete studiato) per esprimerla con un’equazione analoga all’eq. (6) o (7).

E’ possibile visualizzare l’andamento di (B) e della f.e.m. al variare della fase iniziale 0 usando il foglio di Excel posto nel sito “FISICA FACILE”, link “[Excel Alternatore](https://digilander.libero.it/amaccioni1/Documenti/2018_2019/Grafico%20Flusso%20e%20fem%20per%20un%20Alternatore.xls)”.