

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF - 53/42
10.9.1953.

C. Canarutto: PROGETTO DI UN MAGNETE PER MISURE DI
CAMPO MAGNETICO.-

M/17

10/9/953

M/17 Magnete 324

PROGETTO DI UN MAGNETE PER MISURE DI CAMPO MAGNETICO

Si vuole costruire un magnete alimentabile in c.c. ed c.a. per generare nell'interferro compreso tra le due espansioni polari un campo magnetico di valor massimo possibilmente uguale ad 1 Wb/m^2 . Si vuole ancora che l'interferro abbia una altezza di 4 cm. e che il rapporto tra le dimensioni p ed a sia almeno uguale a 4. (vedi fig.).

Per l'alimentazione del magnete in c.c. si dispone di una batteria di accumulatori da 120 V e 40 A. Si ammette un flusso disperso dell'ordine del 50% di quello utile. Si dispone di lamierini dalle seguenti dimensioni:

$$s = 0,5 \text{ mm} \quad (\text{spessore})$$

$$a = 60 \text{ mm}$$

$$c = 28 \text{ mm} = c_1$$

$$h = 170 \text{ mm}$$

$$d = 40 \text{ mm}$$

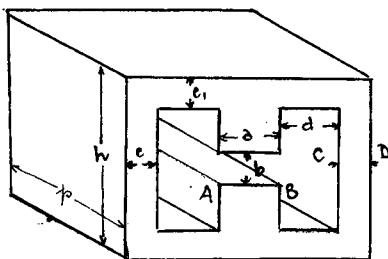


FIG. 1

Se si vuole che in corrispondenza di A B si abbia una densità di flusso di 1 Wb/m^2 , con le ipotesi fatte, sarà in corrispondenza di C D una densità di flusso uguale a

$$\frac{1 \text{ Wb}}{\text{m}^2} \frac{c_0}{2 \cdot 28} \cdot 1,5 = 1,62 \text{ Wb/m}^2$$

densità ancora accettabile (se pure prossima al limite per questa qualità di lamierini).

Si scrive in prima approssimazione:

$$\mu_0 \frac{NI}{b} = B$$

ossia:

$$NI = \frac{1 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{4\pi} \cdot 10^7 = \frac{10^5}{\pi} = 3,19 \cdot 10^4 \text{ A spire}$$

inoltre in c.c.

$$V = RI = s \frac{N l_1}{F} F C \quad (1)$$

con

$$s = (1/55) \cdot 10^{-6} \text{ } \Omega \text{ m}$$

l_1 = lunghezza spira media = 620 mm (tenendo conto delle dimensioni della sezione del ferro \rightarrow 28x240)

F = sezione ~~xxxx~~ di un conduttore di rame

σ = densità corrente

Ricordando la:

$$NI = \frac{10^5}{\pi} \approx 31.900 \text{ A spire}$$

essendo la sezione usufruibile per il rame data da

$$\cancel{0,5 \cdot 2,4} \quad 0,5 \cdot 2,40 \cdot 110 = 4400 \text{ mm}^2$$

si ha: $\sigma = 7,25 \text{ A/mm}^2$

Quindi dalla (1)

$$V = s N l_1 \sigma = \frac{1}{55} N \cdot 0,620 \cdot 7,25 = 0,0817 N$$

$$N = \frac{120}{81,7} \cdot 10^3 = 1460 \text{ spire}$$

$$I = \frac{31.500}{1460} = 21,5 \text{ A}$$

$$F = \frac{21,5}{7,25} \approx 3 \text{ mm}^2$$

$$\phi = 1,94 \text{ mm}$$

Assumiamo $\phi = 2 \text{ mm}$; $F = 3,14 \text{ mm}^2$

Ingombro rame per bobine:

$$F N/2 = 3,14 \times 730 \text{ spire} = 2300 \text{ mm}^2$$

Lunghezza totale filo rame

$$1460 \times 0,62 \rightarrow 900 \text{ m}$$

$$L = \frac{\phi N}{I} = \frac{1460 \cdot 108 \cdot 10^{-4}}{21,5} = \frac{157,680}{21,5} = 0,733 \text{ H}$$

A 50 Hz si ha:

$$\omega L = 2\pi \times 50 \times 0,73 = 230 \text{ } \Omega$$

Si ha ancora per la resistenza:

$$R_s = s \frac{N l_1}{F} = \frac{1}{55} \frac{900}{3,14} = 5,2 \text{ } \Omega$$

Tensione alternata necessaria per ottenere 1 Wb/m² max. :

$$(j\omega L + R)I = (112 + j 4945)V_{max.}$$

Quindi occorrerebbe prevedere un isolamento di gran lunga superiore a quello realizzabile nello spazio a disposizione.

Per ridurre la tensione alternata di alimentazione del magnete divideremo l'eccitazione del magnete in sei gruppi ciascuno di 240 spire.

La corrente che percorre ciascun conduttore ha sempre valor massimo 21,5 A (15,3A valore efficace).

Sarà $V = \omega LI$ con L induttanza che appare ai morsetti di ciascun gruppo di 240 spire.

~~XXXXXXXX~~ Si ha per definire L : $N\phi = LI$

$$\phi = 1,62 \text{ Wb/m}^2 \cdot 2,8 \cdot 24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 108 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} \quad L = \frac{240 \cdot 108 \cdot 10^{-4}}{21,5} = 0,1220 \text{ H}$$

e quindi:

$$V = 314 \cdot 0,122 \cdot 15,31 = 590 \text{ V efficaci}$$

Induttanza che si vede all'esterne con 6 circuiti in parallelo:

$$L_1 = (1/6) 0,122 \text{ H} = 0,0206 \text{ H}$$

Se si vuole alimentare il magnete in un circuito antirisparante in modo tale da dover fornire dall'esterno la sola potenza attiva dispersa si ha che la capacità C da mettere in parallelo al magnete deve essere data da :

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{4\pi^2 2500 \cdot 0,0206} = \frac{1}{10^5 \cdot 206 \cdot 10^{-4}} = \frac{1}{2060} = 0,48 \cdot 10^{-3} = 480 \mu\text{F}$$

Energia immagazzinata massima:

$$G \frac{1}{2} LI^2 = 6 \frac{1}{2} \cdot 0,122 (21,5)^2 = 170 \text{ J}$$
$$\omega \cdot 170 = 314 \cdot 170 = 55000 \text{ V efficaci}$$

Alcuni dati riassuntivi

Interferro	4 cm
Spessore magnete	24 cm
Numero di spire	6x240

Sezione filo di rame 3,14 mm²
Diametro filo rame 2 mm
Lunghezza rame 900 m
Peso rame 2,5 Kg

Alimentazione in c.c. per IWb/m^2

$$V = 112 \text{ V} ; \quad R = 5,21 \text{ Ohm}$$

$$I = 21,5 \text{ A}$$

Potenza perduta:

$$W = 5,21 (21,5)^2 = 2,4 \text{ kW}$$


Alimentazione in c.a.

$$V = 590 \text{ V efficaci}$$

$$L = 0,122 \text{ H}$$

$$I_{\text{max.}} = 21,5 \text{ A}$$

$$I_{\text{eff.}} = 15,3 \text{ A}$$



A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'C. A. B.', is positioned above a horizontal line with a small dot in the center.