Laboratori Nazionali di Frascati

LNF - 53/46
17.9.1953.

G. Sacerdoti: ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI SPESSORI DELLA METALLIZZAZIONE DELLA DONUT IN RELAZIONE AL LE CORRENTI PARASSITE NEL CASO DI UNA ECCITAZIONE DEL TIPO BIAS.-

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI SPESSORI DELLA METALLIZZAZIONE DELLA DONUT IN RELAZIONE ALLE CORRENTI PARASSITE NEL CASO DI UNA ECCITAZIONE DEL TIPO BIAS.-

In una nota precendente avevo esaminato gli effetti delle correnti parassite sulla deformazione del campo nella gap di un sincrotrone nel caso di eccitazione solo alternata.

In quella nota avevo trovato la relazione seguente che lega B (campo magnetico) ai varii parametri da cui dipende

$$B(x) = \frac{B_0}{2}\left[e^{(1+j)\sqrt{\frac{\omega\mu_0\delta}{2\rho h}}\,x} + e^{-(1+j)\sqrt{\frac{\omega\mu_0\delta}{2\rho h}}\,x} \right] \qquad (1)$$

j = unità complessa

B_0 = campo nel punto mediano della gap

δ = spessore della metallizzazione

μ_0 = permeabilità magnetica nel vuoto

ω = frequenza della corrente di eccitazione

x = coordinata generica del punto della gap, preso come origine il punto mediano O

ρ = resistività del materiale metallizzante

d = coordinata del bordo esterno della gap

h = altezza della gap.

La formula (1) può essere semplificata sviluppando in serie i termini tra parentesi e diventa:

$$B(x) = B_0\left[1 + j\,\frac{\omega\mu_0\delta}{\rho h}\,x^2\right] \qquad (2)$$

L'angolo φ di sfasamento tra il campo ai bordi e quello al centro sarà dato approssimativamente da:

$$\varphi \cong \operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega\mu_0\delta}{\rho h}\,d^2 \qquad (3)$$

Per questo angolo noi possiamo stabilire delle limitazioni ponendo dei vincoli alla deformazione del campo all'iniezione.

La formula (3) ci darà pure l'angolo di sfasamento della componente alternata nel caso di eccitazione Bias.

Con l'eccitazione solo alternata si potevano ottenere le limitazioni per l'angolo φ nel modo seguente:

$B_o(t) = B_o \operatorname{sen} \omega t \qquad \varphi = \frac{\omega \mu_o \delta}{\rho h} d^2$

$B_d(t) = B_o \operatorname{sen}(\omega t + \varphi)$

$$\frac{|B_d(t_i) - B_o(t_i)|}{|B_d(t)|} < k \qquad (4) \qquad t_i = \text{tempo di iniezione}.$$

K è dato, se n $\left[B = B_o\left(\frac{r_o}{r}\right)^n\right]$ deve essere realizzato con una precisione del 2 ÷ 3% ($\frac{\Delta n}{n} \simeq \Delta n$ $n \simeq 1$), da una espressione del tipo: $\frac{\Delta r}{r} \frac{1}{50} =$

$= \frac{d}{r} \frac{1}{50}$ ove r = raggio del sincrotrone

Ma è per $\omega t + \varphi < 90$ e $\omega t > 0$ e $\varphi > 0$

$B_d(t) - B_o(t) < \varphi B_o \cos \omega t \qquad (4')$

$B_d(t) > B_o(t) \qquad 4''$

Da cui se è vera la (5) a maggior ragione è soddisfatta la (4).

$$\frac{\varphi}{\operatorname{tg} \omega t} < \frac{d}{r} \frac{1}{50} \qquad (5)$$

La (5) si può anche scrivere:

$$\frac{\omega \mu_o \delta}{\rho h} d^2 < \operatorname{tg} \omega t \frac{d}{r} \frac{1}{50} \qquad \frac{\delta}{\rho} < \operatorname{tg} \omega t \frac{1}{r} \frac{1}{50} \frac{h}{\omega \mu_o d}$$

Se ωt è piccolo $\quad \frac{\delta}{\rho} < \frac{1}{r} \frac{1}{50} \frac{h}{\omega \mu_o \delta} \omega t \qquad (5')$

Di ωt sappiamo il valore perche deve risultare $B_o \omega t \simeq B_{iniezione}$.

da cui determiniamo immediatamente la tolleranza per $\frac{\delta}{\rho}$ e, dato il materiale metallizzante (ρ) determiniamo la tolleranza per δ. $\frac{\delta}{\rho} < \frac{1}{2} \frac{1}{50} \frac{h}{\omega \mu_o d} \frac{B_i}{B_o}$ $(5'')$

Nel caso dell'eccitazione bias avremo analogamente:

$B_o(t) = \frac{B_o}{2}(1 - \cos \omega t)$

$B_d(t) = \frac{B_o}{2}(1 - \cos(\omega t + \varphi))$

Dovrà essere

$$\frac{|B_d(t) - B_o(t)|}{|B_d|} < k \qquad (6)$$

ove $k = \frac{d}{r} \frac{1}{50}$ se n deve essere realizzato al 2÷3%

Ma risulterà per $\omega t+\varphi<90$ e $\omega t>0$ e $\varphi>0$

$$|B_d(t)-B_0(t)|<\frac{B_0}{2}\operatorname{sen}\omega t$$

$$B_d(t)>B_0(t)$$

Da cui se è soddisfatta la (7) anche la (6) verrà soddisfatta

$$\frac{\operatorname{sen}\omega t}{1-\cos\omega t}\varphi<k \qquad (7)$$

$$\frac{\operatorname{sen}\omega t\,\varphi}{2\operatorname{sen}^2\frac{\omega t}{2}}<k \qquad \frac{\operatorname{sen}\omega t}{2\operatorname{sen}^2\frac{\omega t}{2}}\frac{\omega\delta\mu_0 d^2}{\varrho h}<\frac{d}{\pi}\frac{1}{50}$$

Se ωt è piccolo risulterà

$$\frac{\omega t}{(\omega t)^2/2}\frac{\omega d\delta\mu_0}{h}<\frac{1}{\pi}\frac{1}{50} \qquad \frac{\delta}{\varrho}<\frac{1}{\pi}\frac{1}{50}\frac{h}{\omega d\mu_0}\frac{\omega t}{2} \qquad (7')$$

Ma

$$\frac{2B_0}{2}\operatorname{sen}^2\frac{\omega t}{2}=B_{iniezione} \qquad B_0\left(\frac{\omega t}{2}\right)^2=B_{iniezione}$$

$$\omega t=2\sqrt{\frac{B_i}{B_0}}$$

Da cui la 7' si risolve nella 7"

$$\frac{\delta}{\varrho}<\frac{1}{\pi}\frac{1}{50}\frac{h}{\omega d\mu_0}\sqrt{\frac{B_i}{B_0}} \qquad (7'')$$

Confrontando la 7" con la 5"

$$\frac{\delta}{\varrho}<\frac{1}{\pi}\frac{1}{50}\frac{h}{\omega\mu_0 d}\frac{B_i}{B_0} \qquad (5'')$$

Possiamo vedere che si ha un notevole miglioramento nella tolleranza nella metallizzazione nel caso di eccitazione bias rispetta a quella alternata. Infatti se $\frac{B_i}{B_0}\simeq\frac{40}{10'000}=\frac{1}{250}$ a parità di altri parametri all'iniezione δ può risultare nel caso di eccitazione Bias $\sqrt{250}$ più grande che nel caso di eccitazione alternata solamente. Le perturbazioni dovute all'isteresi però aumentano.-

Sommario: In questa nota è stato esaminato con cura il miglioramento della deformazione del campo quando si passa da eccitazione alternata ad eccitazione bias, in prossimità dell'iniezione.-

Giancarlo Sacerdoti

14- Settembre -1953

— o —