

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF - 53/38  
4.8.1953.

G. Sacerdoti: ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLA SAGOMATURA  
DEI POLI IN RELAZIONE ALLE CONSEGUENZE ECONOMICHE DA  
ESSA DERIVANTI.-

RELAZIONE 9

ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLA SAGOMATURA DEI POLI, IN RELAZIONE ALLE CONSEGUENZE ECONOMICHE DA ESSA DERIVANTI -

## a- Introduzione.

Nel progetto di un magnete di un sincrotrone, il poter diminuire la sezione del ferro <sup>nella gap</sup> ~~va~~ parità di altezza della gap, porta come conseguenza oltre ad un risparmio ovvio del ferro anche ad un risparmio equivalente nel banco dei condensatori (diminuisce l'energia immagazzinata).

Data l'altezza della gap, in base alle <sup>probabili</sup> ~~ipotetiche~~ oscillazioni verticali delle particelle che vengono accelerate, è determinato il numero di ampespire. Data anche la densità di corrente è determinata allora la sezione del rame.

La larghezza della gap è determinata dalle oscillazioni orizzontali delle particelle accelerate, che sono particolarmente ampie nella fase dell'iniezione e in periodo immediatamente successivo. Poi a causa dell'aumentare della massa relativistica (parleremo nel caso che <sup>le</sup> particelle siano <sup>degli</sup> ~~elettroni~~) si ha una diminuzione sensibile dell'ampiezza di oscillazione sia verticale che orizzontale.

Quindi, come era esposto nell'articolo Experiments on the design of Synchrotron Magnets (Parkyson, Physical Review 1947 pag. 734), è stato proposto un mezzo per far fare sì che l'intraferro sia largo in principio (quando B è basso), vicino all'iniezione e che diventi poi stretto quando B aumenta, ~~cioè quando~~ la sua larghezza viene <sup>da</sup> ad essere quasi legata linearmente all'energia immagazzinata, cosicché si ha intraferro sufficientemente grande nel periodo che occorre averlo, e l'energia immagazzinata viene ridotta con riferimento al caso in cui l'intraferro sufficiente in principio per contenere le oscillazioni delle particelle, rimanga della medesima larghezza quando B raggiunge il massimo.

All'uopo nell'art. citato veniva proposto una sagomatura del polo del tipo di Fig. I

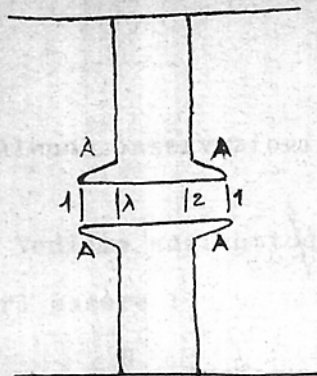
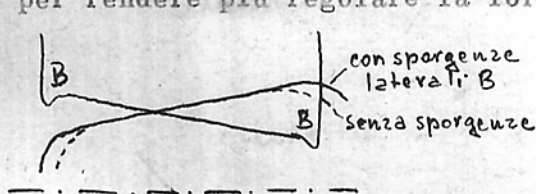


Fig. 1

Le alucce A del polo che si trovano in corrispondenza all'antraferro si saturano all'aumentare di B e si ha una riduzione della larghezza dell'intraferro da II-I a 2-2 (Fig. 1)

Sempre nello stesso articolo veniva mostrato una sagomatura opportuna del polo per rendere più regolare la forma del campo (Fig. 2)



Da altro canto per rendere B (induzione) uniforme nel ferro la forma più razionale (vedi Wilson) è di sagomare i poli a trapezio (Fig. 3) per via dei flussi dispersi.



Fig. 2

Per

Per

Da queste considerazioni appare come la forma più adatta dei poli si la indicata Fig. 4

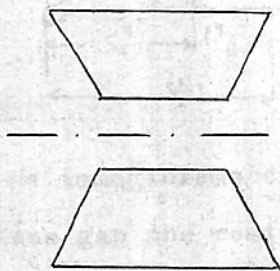


Fig. 3

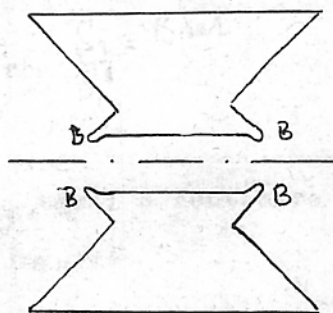


Fig. 4

Infatti si ha che all'inizio la Gap è grande: la B (induzione) è nel ferro tutt'altro che uniforme, ma essendo lontana dalla saturazione non ha importanza.

Poi si satura le linguette A. Si cade allora nel caso della fig. 3 le alucce A diventando come ariete fuori della linguetta si ha una uniforme andamento di B nel ferro, e quindi una razionale utilizzazione di quest'ultimo. La gap è diminuita in larghezza: l'energia immagazzinata per  $B_{max}$  è molto ridotta: ridotto il ferro e i condensatori.

b) Alcune osservazioni sul comportamento delle alucce A (Fig.4)

Vediamo anzitutto come e quando le alucce A si saturano (Vedi simboli di Fig.5)

Dovrà essere :

$$B_{\text{intraferro}} S_2' = B_{\text{interno}} S_I' \quad S_1'', S_1' = \text{sezione per un metro di sincrotrone (vedi Fig.5)}$$

$$B_{\text{intraferro}} S_2'' = B_{\text{interno}} S_I''$$

$B_{\text{intraferro}}$

diventerà saturo quando

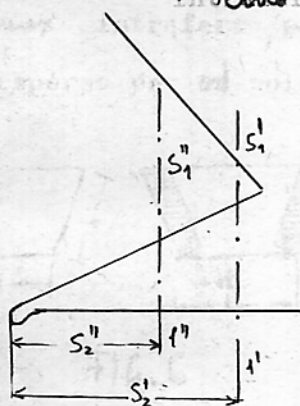


FIG.5

$$B_{\text{intraferro}} \frac{S_2}{S_1} = B_{\text{sat}}$$

$$B_{\text{intraferro}} \frac{S_2'}{S_1'} = B_{\text{sat}}$$

Se immaginiamo che, quando  $B_{\text{intraferro}} = B_{I'}$  basti a contenere le oscillazioni una gap che cominci in  $I'$  allora possiamo imporre

$$\frac{B_{I'} S_2'}{B_{\text{sat}}} = S_1' \quad \text{Si ha così il valore di } S_1'$$

analogamente per la valvolare la sezione  $S_I''$ .

Naturalmente i valori  $B_{I'}$  e  $B_{I''}$  ci possono essere forniti come ordine di grandezza del gruppo teorico.

Però le alette non possono essere troppo estese perchè potrebbe il cambiamento d'induttanza di cui sono causa perturbare l'andamento nel tempo del campo magnetico. Poca influenza avrebbero o quasi sui valori dei campi dispersi <sup>quando si raggiunge B</sup> alla fine se esse sono sottili. Se invece il loro spessore fosse apprezzabile rispetto al valore della grossezza del polo potrebbero aumentare a parità di convergenza del polo il flusso disperso. L'alimentazione potrebbe essere perturbata e forse si dovrebbe per non richiedere troppa potenza reattiva dal generatore renderla la capacità variabile con interruttori (La potenza però del banco dei condensatori risulterebbe sempre ridotta).

Questo se le alette sono di dimensioni valevoli.

Quindi in un progetto di un polo così sagomato bisogna tener presente queste osservazioni.

c) Osservazioni sulla economia dell'impianto -

Vediamo in un esempio in un calcolo molto di massima quale è il risparmio nell'energia immagazzinata e quindi nei condensatori e nel ferro. Deve essere la gap all'iniezione larga I e possa, quando  $B_{intraferro}$  raggiunge  $I/10$   $B_{max}$  intraferro, possa ridursi la larghezza della gap a 0,6 Sia il flusso disperso per un polo (di Fig.6) di 0,5 il flusso utile.

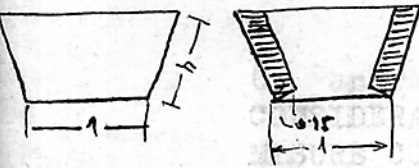


FIG. 6

Per le ragioni dette prima assumiamo due alucce di 0,15 per polo. Sia  $\phi_1$  il flusso utile del caso di Fig. 6 senza alucce. Risulta ora  $0,7 \phi_1 + I/10 \cdot 0,3 \phi_1$  il flusso nella gap.

Il flusso totale nel secondo caso risulterà (quando vi siano le alucce) =  $0,7 \phi_1 + \frac{10,3}{10} \phi_1 + 0,5 \phi_1 = 1,23 \phi_1$   
" " " " primo " " (" non " " ") =  $\phi_1 + 0,5 \phi_1 = 1,5 \phi_1$

Cioè si risparmia un peso <sup>percentuale</sup> ~~quale~~ nel ferro =  $\frac{1,50 - 1,23}{1,5} \cdot 100$

L'energia risparmiata nei condensatori verrà ad essere ridotta circa nella <sup>stessa</sup> maniera, in modo però più forte: per un calcolo preciso bisognerebbe vedere la distribuzione del flusso disperso; perchè però queste considerazioni abbiano valore bisogna ricorrere all'esperienza: .

d) Sommario

In a) si è mostrato quali relazioni ci siano tra la sagomatura dei poli e i vantaggi di una buona sagomatura dei boli <sup>e l'energia immagazzinata magnetica</sup>

In b) si sono mostrati alcuni inconvenienti e una traccia del calcolo delle alucce dei poli di cui in a).

In c) viene mostrata il risparmio sul costo del ferro e dei condensatori derivante dalla sagomatura dei poli proposti in a)

Giuseppe Scardola