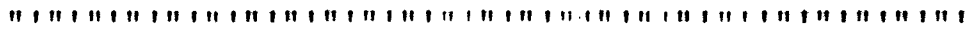


Laboratori Nazionali di Frascati

LNF - 53/9  
23.4.1953.

APPUNTI SULLA DISCUSSIONE TENUTA NEI LOCALI DELL'ISTITUTO DI FISICA IL 23 APRILE 1953 SULLA COSTRUZIONE DEL MAGNETE, CON LA PARTECIPAZIONE DEL PROF. SOMEDA.-

Appunti sulla discussione tenuta nei locali dell'Istituto di Fisica il 23/4/1953 sulla costruzione del magnete, con la partecipazione del Chiar.mo Prof. Someda.



Da un punto di vista assolutamente generale, viene rilevato che la costruzione del magnete non presenta difficoltà di ordine superiore. Occorre però ben chiarire quali sono le caratteristiche che vengono richieste al magnete stesso, e specialmente le caratteristiche dell'interferro.

Il Prof. Someda suggerisce di fare le espansioni polari separate dal corpo del magnete da un ~~interferro~~ interferro variabile in funzione della legge che si vuole ottenere per l'intensità B del campo magnetico nella gap.

Questa soluzione presenta il vantaggio, rispetto a quella che vuole profilata la scarpa polare, di una maggior facilità costruttiva per i poli stessi, specialmente sensibile nel caso di poli costruiti con lamierini circonferenzialmente disposti. Inoltre negli interferri supplementari così disposti possono vantaggiosamente venir collocati i "correcting coils" i cui flussi, dispersi in tal modo, non alterano la ~~esposizione~~ <sup>conformazione</sup> del campo nella gap.

Per ottenere la variazione di B in funzione del raggio, come richiesto nella legge  $B = B_0 \left( \frac{r_0}{r} \right)^n$ , il Prof. Someda accenna ad una possibile soluzione con lamierini circonferenzialmente disposti e distanziati non uniformemente, ma con legge opportuna, l'uno dall'altro. Si osserva però che in tal modo si verrebbe ad incrementare la componente radiale del campo magnetico nel ferro stesso con conseguente aumento di correnti parassite.

Si accenna alla soluzione della ciambella ricavata direttamente tra le espansioni polari opportunamente unite tra loro nella circonferenza interna ed in quella esterna dei profili polari con strati di lamierino.

Il vantaggio, se la soluzione fosse possibile, sarebbe indubbiamente quello di aver risolto il problema delle ciambelle e, se i lamierini interno ed esterno fossero opportunamente calcolati, anche quello della variazione della pendenza del campo magnetico in funzione del tempo in corrispondenza dell'iniezione.

Da un'analisi di larga massima sembra però di dover scartare questa soluzione, specialmente in vista delle difficoltà che essa sembra presentare per la realizzazione del vuoto. Viene infatti rilevato dal Prof. Bernardini come il problema della tenuta sia facilmente risolvibile nel caso di materiali per i quali si possano prevedere, al massimo, pochi fori di fuga anche se eventualmnte relativamente grandi, mentre la situazione può divenire "infernale" nel caso (che sembra prospettarsi con le soluzioni accennate) di prevedibili numerosissimi piccoli fori.

Dal punto di vista meccanico la struttura del magnete a C trapezoidale sembra abbastanza complessa e di difficile realizzazione. Il problema meccanico potrebbe essere più facilmente risolto se nella banda interna del traferro si potesse prevedere un sostegno che scaricasse meccanicamente la parte superiore del C su quella inferiore. Naturalmente resta sempre possibile, sebbene più complesso e quindi più costoso, l'ancoraggio in altro modo del C stesso.

Il Prof. Someda suggerisce l'impiego della soluzione così detta ad H con polo unito, che risulta più solida dal punto di vista meccanico, e di più facile costruzione rispetto a quella a C. Il Prof. Someda suggerisce

ancora che la soluzione ad M potrebbe venire realizzata con l'M stesso di viso in due pezzi simmetricamente uguali, facilmente montabili e smontabili. L'unica cpntroindicazione di notevole importanza che viene rilevata per la costruzione dell'M è quella che la ciambella in tal modo non risulterà facilmente accessibile. Ciò è specialmente preoccupante per la misurazione del campo magnetico della gap, nonché per il prelevamento diretto del raggio di elettroni.

Ancora il Prof. Someda richiama l'attenzione sul fatto che è possibile pensare ad una soluzione, per il disegno dell'interferro, con prodotti del tipo del Silufer caratterizzati da una permeabilità magnetica  $\mu_r$  dell'ordine del centinaio di unità. Viene rilevato come questi materiali siano praticamente immuni da perdite per correnti parassite. Il vantaggio particolarmente sensibile che si potrebbe ottenere con questi materiali è che il profilo dell'espansione polare risulti ingrandito e quindi è realizzabile per questo una precisione di lavorazione maggiore. Il fatto che questi materiali siano particolarmente fragili non deve preoccupare, in quanto è possibile pensare a soluzioni che li scarichino da ogni sollecitazione meccanica. La Philips è specializzata nella fornitura di questi materiali.

Per quanto riguarda le varie possibilità di variare le pendenze del campo magnetico in funzione del tempo dell'iniezione, vengono prospettate varie soluzioni a ferro saturabile. In particolare si suggerisce di usare del materiale del tipo mumetal che si batura a basso numero di amperspire/cm magnetizzate.

Per quanto riguarda il circuito di rame per l'eccitazione del magnete, viene rilevata la necessità di eccitare ciascun quadrante per conto proprio per la presenza dei risuonatori tra quadrante e quadrante che impediscono la realizzazione di un unico avvolgimento circolare. Si rievola l'opportunità che gli avvolgimenti siano per quanto possibile vicini alle estremità polari per ridurre i flussi dispersi e quindi il peso del ferro e rame.

Si esamina successivamente il problema della densità di corrente nei conduttori per l'eccitazione. Si osserva come essenzialmente il problema sia di natura economica. Infatti le esperienze condotte dal Prof. Someda permettono di stabilire che con densità di corrente dell'ordine di 60 A/mm<sup>2</sup> con opportuno raffreddamento ad acqua, si può procedere sicuramente con sovratemperatures non superiori ai 25°C. Senza arrivare ai valori massimi sperimentali ora accennati, si può ritenere che con densità di corrente dello ordine dei 20A/mm<sup>2</sup> si può lavorare senza superare delle temperature di 5°C.

Il problema quindi non è di natura tecnica ma economica, in quanto aumentando la densità di corrente, si riduce con legge lineare il peso del rame, ma si aumenta, ancora con legge lineare, l'energia dissipata per effetto Joule. Un semplice calcolo condotto sugli elementi precedentemente stabiliti, sulla base di una densità di corrente di 3,5A/mm<sup>2</sup>, conduce ad un costo di rame di circa L. 9.000.000, mentre la spesa di esercizio per anno, prevedendo un utilizzo del Sincrotrone da 3.000 ore/anno, è di L. 6.000.000 per anno.

Un raddoppio della densità di corrente ridurrebbe le spese di costruzione per il rame a L. 4.500.000, mentre l'esercizio annuo ammonterebbe a L. 12.000.000. Da tutto questo si può rilevare come non sia opportuno elevare sensibilmente la densità di corrente nel rame al di sopra del valore previsto.

Quanto al sistema di alimentazione occorre preventivamente ben chiari

re quali sono gli scarti ammissibili di frequenza e quale la prontezza di regolazione richiesta al variare della stessa. Questo dato è ancora incerto; secondo Salvini non è escluso che convenga una precisione del 2 - 4 %.

Il Prof. Someda richiama l'attenzione sulla possibile soluzione con motore asincrono, con rifasatore di correnti di ~~rotore~~ Scherbius, e generatore sincrono. Viene assicurato che la Brown-Boveri fabbrica motori Scherbius. Rimane aperta anche la possibilità di ottenere gli stessi anche dalle FF.SS. le quali però dispongono generalmente di gruppi da  $2 \div 3.000$  KW a frequenza di  $16 \frac{2}{3}$  Hz.

Per le misure del campo magnetico viene proposto un sistema di due sonde collegate in serie ed in opposizione di fase, delle quali una fissa in un punto di riferimento e l'altra mobile. Alimentato il magnete in corrente alternata, il circuito comprendente le sonde e facente capo alle placchette verticali di un oscillografo viene percorso da una corrente piccolissima, (per la grande resistenza d'ingresso dell'oscillografo) proporzionale alla ~~resistenza~~ differenza delle derivate rispetto al tempo dei flussi concatenati con le due bobine sonda.

Per la misura del campo magnetico si possono usare proficuamente anche gli analizzatori di armoniche, nonchè si possono considerare le figure di Lissajous da leggersi nell'oscillografo alimentato alle placchette verticali ed orizzontali con le due bobine sonda rese indipendenti l'una dall'altra.

Il Dott. Querzoli suggerisce di studiare i metodi già usati per le misure dei campi magnetici negli spettrografi da raggi  $\beta$ .

Sembra logico lo studio del campo magnetico secondo il seguente programma:

- a) Studio teorico.
- b) Vasca elettrolitica.
- c) Primo modello.
- d) Secondo modello.

Ove lo studio e le misure secondo a), b) e c) possono venire condotte parallelamente, mentre il secondo modello dovrebbe tenere già conto di tutte le esperienze e suggerimenti ottenuti attraverso i tre metodi precedenti.

Si rileva che il modello a scala  $1/3$  verrà presumibilmente a costare circa L. 500.000.

Viene suggerito ancora di fare misure preventive sul comportamento di strati di lamierino ortogonalmente disposti, per le quali prove il Prof. Someda metterebbe gentilmente a disposizione i magneti relativi.

Per le misure degli effetti delle correnti parassite sembra conveniente sperimentare a frequenze dell'ordine di  $200 \div 300$  Hz.

XX