

LNF-62/58

P. De Feo, G. Pasotti, G. Sacerdoti: RISULTATI PRELIMINARI
DI BOBINE SUPERCONDUTTRICI.

Nota interna: n° 148
11 Luglio 1962

LNF-62/58

Nota interna: n° 148
11 Luglio 1962

P. de Fco, G. Pasotti, G. Sacerdoti: RISULTATI PRELIMINARI DI BOBINE SUPERCONDUTTRICI.

INTRODUZIONE

Nella costruzione di magneti superconduttori bisogna affrontare alcuni problemi che non sono ancora stati risolti, da un punto di vista tecnico, nella forma migliore. Tra questi ricordiamo:

- 1) contatti tra materiali superconduttori e materiali non superconduttori;
- 2) contatti tra superconduttori e superconduttori;
- 3) interruttori (termici e magnetici - v. § 1) .

Nella costruzione di questi magneti bisogna tener presente che vi sono differenze nel comportamento tra spezzoni e bobine dello stesso filo: infatti la corrente critica, a parità di campo magnetico, è maggiore negli spezzoni che nelle bobine. Di questa differenza non si è ancora trovata un'esauriente spiegazione.

Riportiamo in queste pagine alcuni risultati sperimentali da noi ottenuti.

§ 1 - INTERRUTTORE TERMICO

E' stato costruito e provato un interruttore di tipo termico il cui schema è illustrato in fig. 1. Nella figura si vede:

- la bobina D, costituita da filo di Nb Zr 25% del diametro di 0,25 mm;
- il ramo AC, costituito dallo stesso filo della bobina D, il cui scopo è di cortocircuitare la bobina stessa onde poter staccare le barre di adduzione lasciando il magnete eccitato. I contatti AC tra bobine e cavallotto sono ottenuti avvolgendo tra di loro i due capi del filo di Nb Zr e serrandoli tra due piastrine di rame di purezza $> 99,9\%$;
- la bobinetta B di filo di costantana, avvolta attorno ad un tratto lungo 5 mm del ramo AC. Questa è immersa in un blocchetto di perspex che ha lo scopo di isolarla termicamente dall'elio.

Inizialmente la bobina B scalda il cavallotto e taglia la superconduttività nel tratto AC. Attraverso i contatti A¹C¹ passa la corrente di alimentazione. Raggiunta la corrente desiderata nella bobina D si interrompe la corrente nel filo di costantana e si attende il tempo necessario perchè il cavallotto AC ridiscenda sotto T_c (circa 1 minuto). A questo punto si toglie la alimentazione esterna e la corrente rimane cortocircuitata in ABCD.

Nelle prove eseguite abbiamo controllato, misurando il campo nella bobina D, che la corrente durante questa operazione non subisce variazioni.

Nella bobina con cui abbiamo provato sperimentalmente l'interruttore, il campo ottenuto era $B = 1700$ gauss e la corrente nel ramo ABCD era $I = 20$ A; la resistenza della spirale di costantana era circa 80 ohm e la potenza assorbita dalla spirale di costantana era di 0,13 W (corrispondente ad una corrente di 40 mA).

§ 2 - CONTATTI

Sono state eseguite molte prove sui contatti tra le barre di rame di adduzione della corrente ed il filo superconduttore.

I contatti che hanno dato i migliori risultati sono stati nell'ordine:

a) Contatti di rame a pressione (v. fig. 2)

Con questi contatti siamo riusciti a far passare in un filo di Nb Zr al 25% del diametro di 0,25 mm, una corrente massima continua di 140 A corrispondente ad una densità di corrente $j = 2800 \text{ A/mm}^2$. Il filo era avvolto a spirale con passo di 1 mm su di un supporto del diametro di 5 mm per un totale di 9 spire: il filo era pertanto immerso in un campo di circa 1500 gauss.

La purezza del rame usato per le piastrine era 99,9%.

Il filo di Nb Zr prima di essere inserito tra le piastrine di rame era stato accuratamente pulito con carta abrasiva.

b) Contatti di argento

Lungo un cilindretto di argento di altezza pari a 10 cm e del diametro di 3 mm è stata incisa una scanalatura nella quale si è inserito un filo di Nb Zr al 25% del diametro di 0,25 mm. Il tutto è stato poi laminato sufficientemente per bloccare il filo superconduttore entro la barretta.

Con tali contatti la massima corrente continua superconduttrice è stata di 110 A pari ad una densità di corrente di 2200 A/mm^2 .

Anche in questo caso, come in quelli seguenti, prima di essere inserito tra i contatti, naturalmente il filo era stato pulito con cura.

c) Contatti di Nb

Si è proceduto come nel punto 2) su di un cilindretto di Nb puro al 99% lungo 2 cm e del diametro di

5 mm. La corrente sopportata dal filo con tali contatti è stata di 52 A, pari a 1050 A/mm^2 . Questa però non è la massima corrente sopportabile dai contatti: essa rappresenta infatti la massima corrente erogabile dall'alimentatore di cui disponevamo durante l'esecuzione della prova; il filo a 52 A era ancora superconduttore.

d) Contatti di rame e fusione di indio (v. fig. 3)

Il filo di Nb Zr al 25% del diametro di 0,5 mm era strettamente avvolto su di un cilindretto di rame (purezza 99,9%); attorno a tale cilindretto si è fuso uno spessore di circa 3 mm di indio (purezza 99,9995%) che, avendo un coefficiente di dilatazione maggiore di quello del rame, alla temperatura dell'elio serra fortemente il filo di Nb Zr contro il cilindretto di rame stesso. L'efficienza del contatto era anche dovuta alla discreta conducibilità elettrica dell'indio (circa $1/5$ di quella del rame).

Con tali contatti siamo riusciti a far passare nel filo suddetto una corrente continua massima di 180 A pari ad una densità di corrente di circa 900 A/mm^2 .

§ 3 - BOBINE

Nella costruzione di queste bobine abbiamo seguito il criterio di sezionarle radialmente in due parti per tentare di utilizzare meglio il filo di Nb Zr^(x). Dopo diverse bobine di piccole dimensioni abbiamo costruito due bobine i cui risultati sono particolarmente soddisfacenti:

(x) - La bobine esterna, trovandosi immersa in un campo magnetico minore può sopportare una corrente maggiore di quella interna soggetta a campo più alto.

Bobina A (v. fig. 8)

- Dimensioni : v. fig. 4
- Filo Nb Zr 25% : diametro 0,25 mm
- Contatti : v. fig. 5 (il rame tra cui viene serrato il filo di Nb Zr è rame puro da analisi)
- Distanziatura fra le spire di Nb Zr : assialmente un filo di rame smaltato da 0,12 mm; radialmente mylar da mm 0,1
- Lunghezza di filo : sezione esterna circa 390 m; sezione impiegato : sezione interna circa 110 m
- Numero di spire : sezione esterna 2990; sezione interna 1886

Risultati bobina A

- $I_{int}^{(x)} = 28$ A (con $I_{est} = 0$) $B = 19500$ gauss (misurato)
- $I_{est}^{(x)} = 16$ A (con $I_{int} = 0$) $B = 13400$ " "
- $I_{int} = 20$ A $I_{est} = 10$ A $B = 22000$ " (calcolato dai risultati precedenti)

Bobina B (v. fig. 8)

- Dimensioni : v. fig. 6
- Filo Nb Zr 25% : diametro 0,25 mm
- Contatti : v. fig. 5
- Distanziatura fra le spire di Nb Zr : assialmente nulla (le spire erano no accostate ed il solo isolamento era costituito dall'ossido presente sulla superficie del filo); radialmente fogli di rame spessore 0,05 mm

(x) - Questi valori devono intendersi i valori massimi raggiunti perchè in effetti non erano ripetibili; in quella interna la corrente massima oscillava tra 26 + 28 A; in quella esterna tra 0,5 + 16 A.

- Lunghezza di filo : sezione esterna circa 450 m; se
impiegato : zione interna circa 110 m
- Numero di spire : sezione esterna 4020; sezione
interna 2665

Risultati bobina B (v. fig. 7)

- $I_{int}^{(x)} = 26$ A (con $I_{est} = 0$) $B = 27000$ gauss (misu-
rato)
- $I_{est}^{(x)} = 11,6$ A (con $I_{int} = 0$) $B = 11600$ " "
- $I_{int} = 24$ A $I_{est} = 11$ A $B = 36000$ " "

Tutte le misure da noi riportate sono affette da un errore di $\pm 1\%$.

Come si può vedere, la corrente che sopporta la sezione esterna delle bobine è inferiore a quella interna contrariamente a quanto ci si dovrebbe aspettare (v. nota pg. 4). Riteniamo che tale incongruenza sia dovuta alle diverse lunghezze di filo costituenti i due strati delle bobine; questo è in accordo con quanto verificato in altri laboratori di ricerca.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo il Sig. A. Catitti per il sostanziale aiuto datoci nella progettazione di tutte le parti meccaniche di cui ci siamo dovuti servire per le prove di cui sopra.

(x) - Questa è la corrente massima raggiunta: infatti quella interna oscillava tra 24 e 26 A e quella esterna tra 7 e 11,6 A.

Bibliografia

- 1) - R.H. Kropschot and V. Arp: Superconducting magnets
- Preprint submitted to "Cryogenics"
- 2) - J.E. Kunzler: Superconductivity in high magnetic
fields at high current densities - Revs. Modern
Phys. 33, 501 (1961)
- 3) - S.H. Autler: Superconducting electromagnets - Rev.
Sci. Instr. 31, 369 (1960)
- 4) - P.R. Aron, H.P. Hernandez, H.C. Hitchcock: Recent
superconductivity tests and studies - U.C.R.L. 9819
15 Agosto 1961

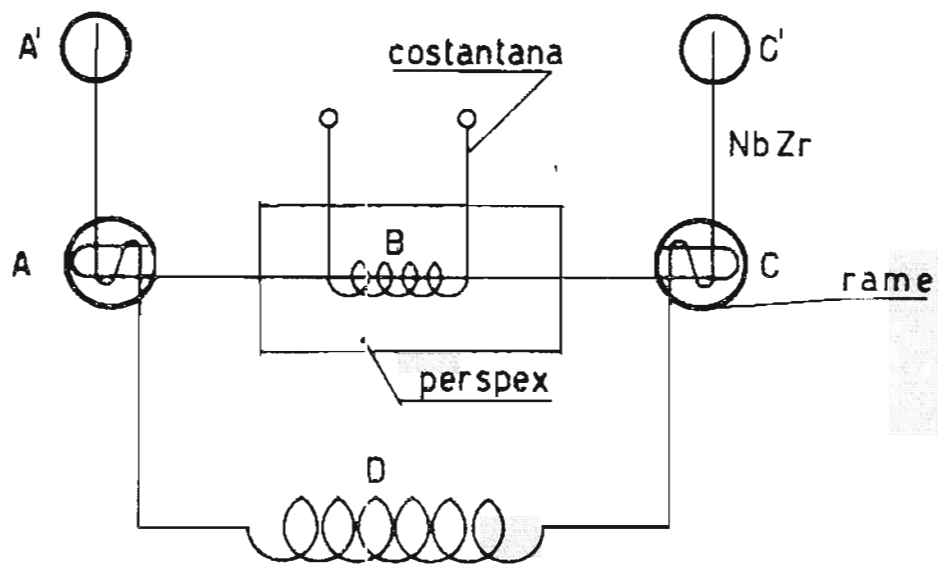


FIG. 1

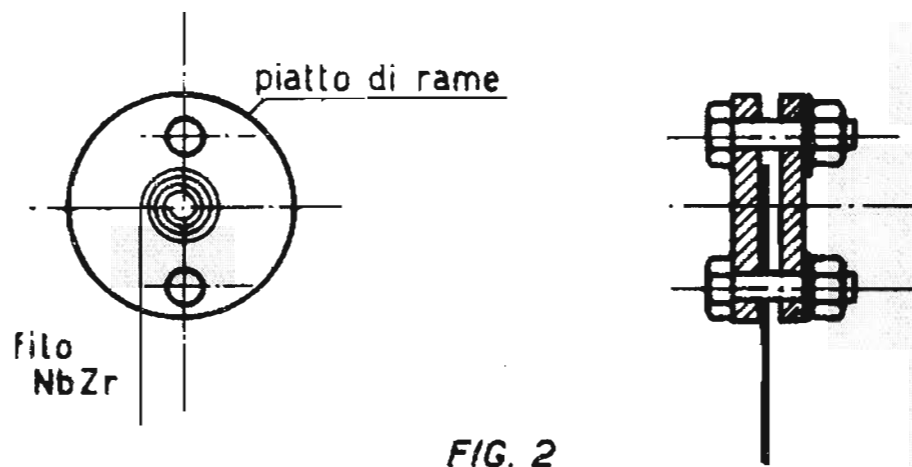


FIG. 2

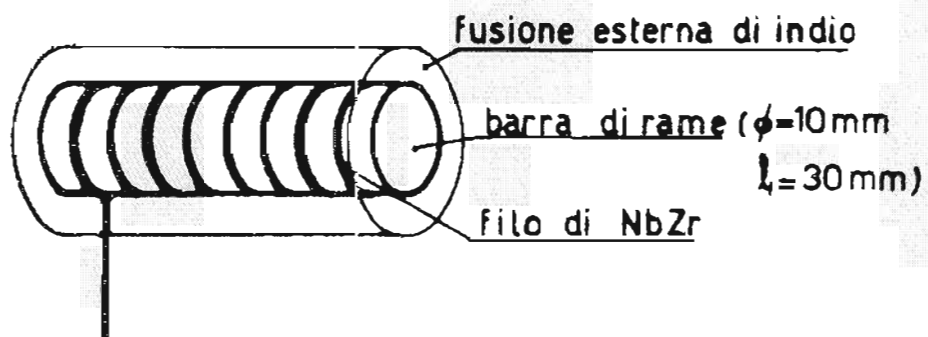


FIG. 3

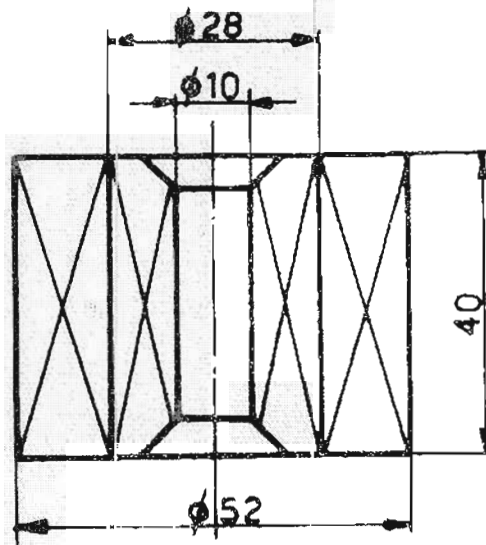


FIG. 4

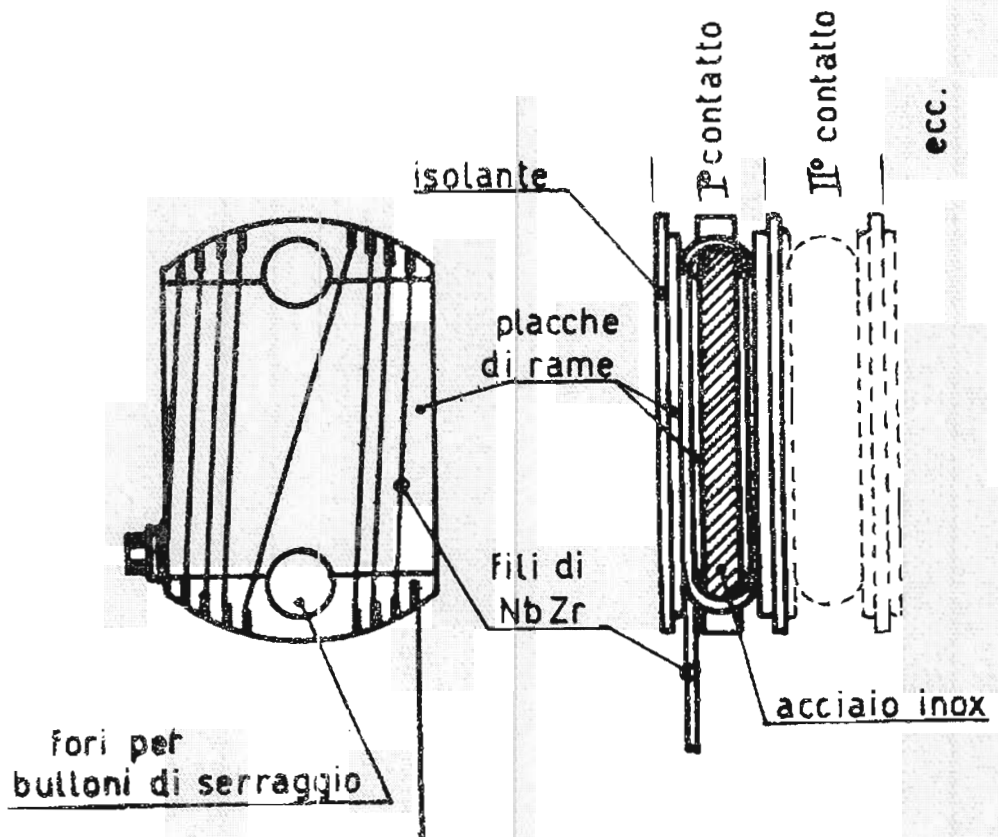


FIG. 5

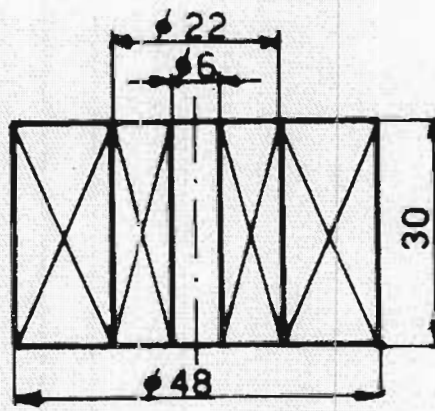


FIG. 6

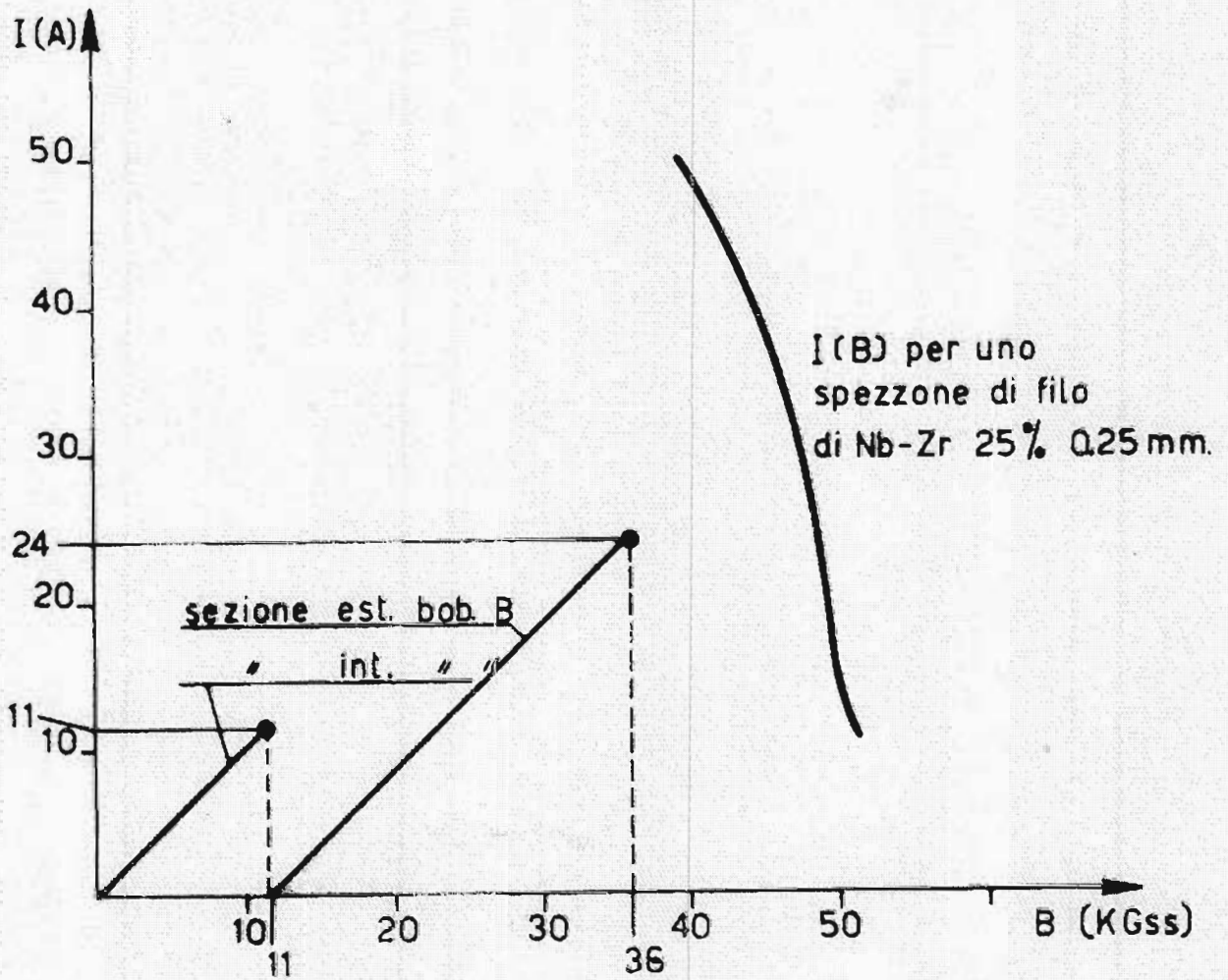
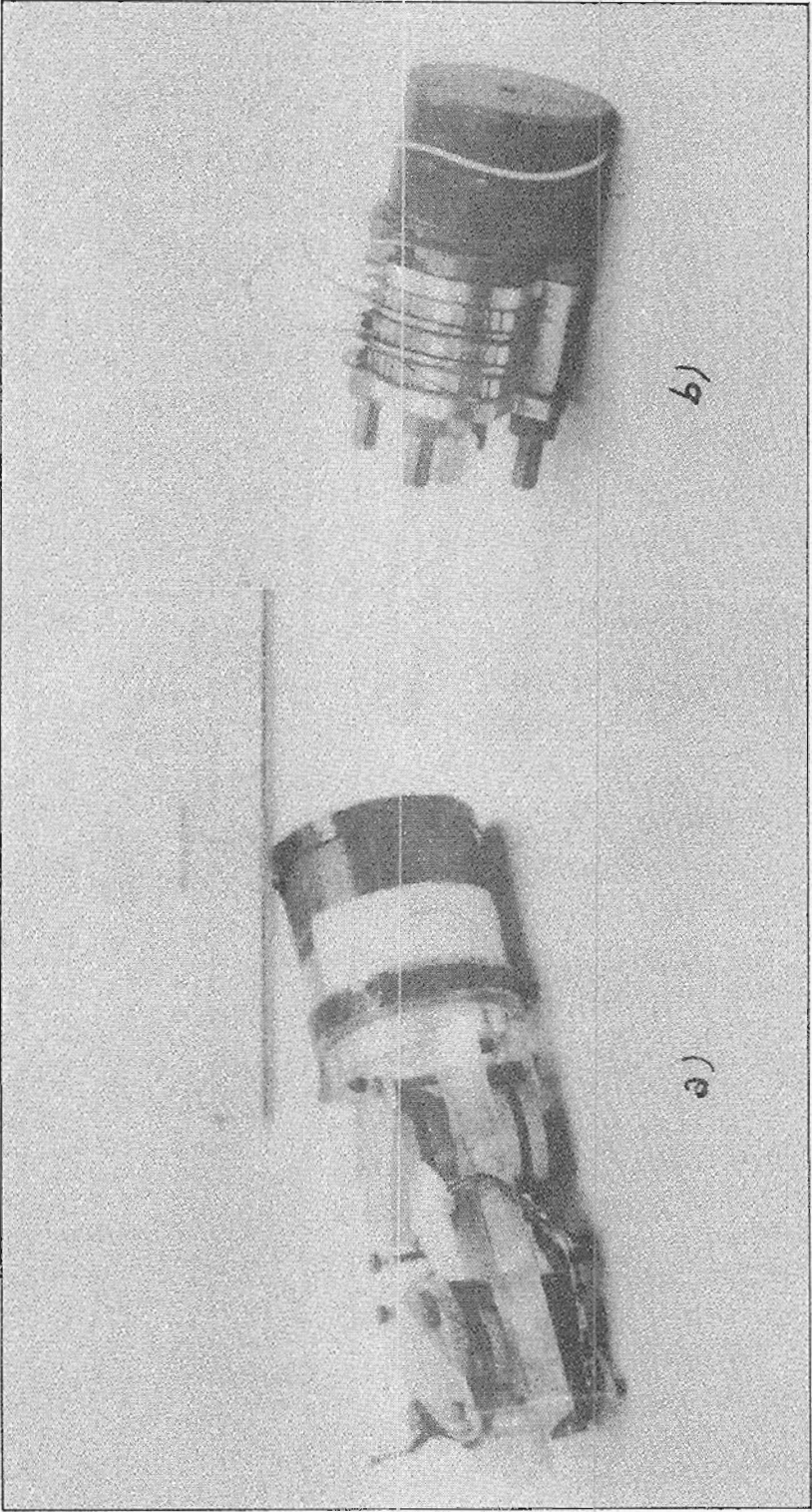


FIG. 7



Recenti pubblicazioni

- LNF-62/52 - R. Habel e T. Letardi: Convertitore di immagine monostadio a focalizzazione magnetica.
- LNF-62/53 - M.L. Corazza, M. Ladu, M. Pelliccioni, E. Rotondi: Sulla risposta delle camere di ionizzazione per γ in flussi pulsati di alta intensità.
- LNF-62/54 - C. Bernardini: The Z-distribution of an electron in a storage ring.
- LNF-62/55 - G. Moneti, V. Montelatici: A liquid deuterium target refrigerated by liquid hydrogen (Nucl. Instrument 15, 207 (1962)).
- LNF-62/56 - G. Bologna: Calcoli di sezioni d'urto per bremsstrahlung in cristalli.
- LNF-62/57 - G.V. Silvestrini: Adair argument and θ° spin.
- LNF-62/58 - P. De Feo, G. Pasotti, G. Sacerdoti: Risultati preliminari di bobine superconduttrici.
- LNF-62/59 - R. Querzoli e V. Silvestrini: Studio cinematografico del processo $\gamma + p \rightarrow p + 2 \pi^0$.
- LNF-62/60 - M. Ladu, A. Palma, M. Pelliccioni, E. Rotondi: Misure con camere di ionizzazione in materiale equivalente al tessuto umano.
- LNF-62/61 - M. Conte and E. Ganssauge: Some calculations concerning the measurement of the polarization of μ -mesons, using møller scattering in the magnetized iron plates of a spark chamber.
- LNF-62/62 - C. Mencuccini, R. Querzoli, G. Salvini, and V. Silvestrini: A first evidence of a radiative decay mode of the intermediate pion resonance ($M \sim 500$ MeV).