

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-59/7 (5. 2. 59)

M. Conte, G Sacerdoti: PROGETTO DEL MAGNETE PER LA CAMERA
A DIFFUSIONE DEL GRUPPO GENOVA.

Nota interna: n° 11
5 Febbraio 1959

M. Conte, G.C. Sacerdoti: PROGETTO DEL MAGNETE PER LA CAMERA A DIF
FUSIONE DEL GRUPPO DI GENOVA.

1) Descrizione del magnete

Il magnete per la camera a diffusione (C.D.) deve avere un intraferro sufficiente ad ospitare la C.D. stessa (fig. 1 a) e a creare un campo magnetico il più possibile uniforme entro una zona utile di diametro $\phi = 600$ mm e altezza $a = 100$ mm.

Le dimensioni del magnete che è ormai in fase di avanza-
ta costruzione sono riportate in fig. 2.

Sono stati previsti due poli inferiori in modo da poter ottenere due intraferri diversi (fig. 3a, fig. 3b) : nel caso a) si ha un campo magnetico più basso, a parità di amperspire, che nel caso b; in quest'ultimo caso si ha una minore uniformità del campo ma si può raggiungere un campo magnetico più alto.

Si è prevista la possibilità di alzare, mediante martinetti idraulici, il giogo superiore insieme alla bobina con una corsa prevista di 160 mm.

Nella tabella I sono riassunti i dati caratteristici del magnete relativi alla soluzione di fig. 3a.

2) Misure magnetiche: Introduzione

Si è affrontato il problema di rendere il campo più uni-

forme possibile entro la zona utile (cfr. § 1) sperimentando su di un modello⁽⁺⁾, scala 1 : 5, del magnete originale, appositamente costruito (cfr : fig. 4).

Il peso di questo modello è ragionevolmente basso (83 Kg. = 70 Kg. di rame + 13 Kg. di ferro) perchè, essendosi ritenuto sufficiente raggiungere valori di 1000 Gauss nell'intraferro del modello, si è potuto ridurre lo spessore dei gioghi e delle colonne a qualche millimetro.

Questo valore di 1000 Gauss permette di trascurare il magnetismo residuo e rende agevole la misura del campo.

Per ottenere tale valore del campo è sufficiente una corrente di 10 Ampere con una tensione di 20 Volts.

Le misure magnetiche sono state effettuate usando:

- a) flussometro di Dicke (cfr: relazione MO2) con due bobine in op-
posizione per misure di gradienti e con una bobina Pye per misure
di valori assoluti.
- b) Sonda Hall ⁽⁺⁾.

Il primo strumento ha sensibilità e precisione maggiori del secondo. Però è poco adatto per la costruzione di mappe del campo poichè richiede una sperimentazione troppo lunga; comunque è indispensabile per le misure di valori assoluti, per le curve di magnetizzazione e per le mappe del campo magnetico residuo; in questo

(+) - Il modello è costituito di ferro comune mentre il magnete o-
riginale è costituito di acciaio T 11 S della Terni.

⁽⁺⁾ - Questo apparecchio consta di 3 parti:

- 1) La sonda Hall propriamente detta (della Siemens): una placchetta di arseniuro di iodo montata sul braccio di un coordinatometro.
- 2) Il circuito asservito alla sonda (cfr. fig. 5), atto a trasferire la tensione Hall e gli spostamenti del coordinatometro a un oppor-
tuno apparecchio di misura.
- 3) L'apparecchio di misura: Autograf Model 3 della Moseley Co. Pasa-
dena California.

ultimo caso è necessaria infatti una sensibilità maggiore di quella che si ha con il circuito asservito alla sonda Hall. Questo strumento è più grossolano del precedente, ma rende più rapida l'esecuzione delle misure e permette una registrazione automatica degli andamenti cercati.

§ 3) Misure magnetiche : risultati ottenuti

Con il modello senza polo e senza correzioni (cfr: fig.2) si sono ottenuti i risultati illustrati da fig. 6^(x). In tale figura sono rappresentati gli andamenti del campo in funzione della distanza dal centro dell'intraferro a tre diverse quote

- a) quota corrispondente all'estremo inferiore della zona utile della C.D.
- b) quota corrispondente al centro della zona utile della C.D.
- c) quota corrispondente all'estremo superiore della zona utile della C.D.

Si è pensato di correggere la disuniformità radiale del campo, che compare chiaramente nei grafici, con la messa in opera di coppie di anelli di ferro aventi diversi spessori S, disposte simmetricamente rispetto al piano mediano della gap, come copare in fig. 1 b.

Nella figura 7 sono rappresentati gli andamenti del campo con una coppia di anelli dalle seguenti dimensioni:

(x) - Si osservi che due punti simmetrici di una curva qualsiasi, non hanno quasi mai la stessa ordinata, come invece dovrebbero avere; questa lieve dissimetria è dovuta al non perfetto parallelismo delle bobine e a qualche piccolo spostamento delle stesse rispetto all'asse di simmetria della gap e ad errori di misura.

Inconvenienti di questo genere sono da escludere per il magnete originale in quanto è possibile eseguire la messa a punto di ogni sua parte con una maggiore precisione. Facciamo altresì notare che non abbiamo registrato alcuna differenza tra misure eseguite con e senza un modello scala 1 : 5 C.D. inserito nel modello del magnete: da ciò segue che l'acciaio di cui è costituito il modello della C.D. e la C.D. stessa è effettivamente antimagnetico.

$$\phi_{est} = 144 \text{ mm}; \quad \phi_{int} = 104 \text{ mm}; \quad S = 15 \text{ mm}$$

corrispondente nell'originale a:

$$\phi_{est} = 720 \text{ mm}; \quad \phi_{int} = 520 \text{ mm}; \quad S = 75 \text{ mm}$$

In questa disposizione la distanza h (cfr. fig. 1 b) tra gli anelli e la piastra di ottone era la minima compatibile con l'ingombro della C.D., precisamente 36 mm (180 mm nell'originale).

Abbiamo eseguito misure con diversi valori di h e dai grafici ottenuti con la sonda Hall abbiamo dedotto indicazioni sulle massime variazioni percentuali ($\Delta \%$) del campo entro la zona utile della C.D., in funzione del suo diametro ϕ , di h e dello spessore S degli anelli.

$$(S = 5, 10, 15 \text{ mm corrispondenti nell'originale a } 25, 50, 75 \text{ mm})$$

Nelle figure 8a, 8b, 8c abbiamo riportato l'andamento del $\Delta \%$ in funzione di h e con ϕ come parametro.

$$(S = 5, 10, 15 \text{ mm corrispondenti nell'originale a } 25, 50, 75 \text{ mm})$$

Nelle figure 9a, 9b, 9c abbiamo riportato l'andamento del $\Delta \%$ in funzione di ϕ e con h come parametro.

La curva tratteggiata di fig. 9a rappresenta l'andamento del $\Delta \%$ in assenza degli anelli.

Appare chiaro che il beneficio provocato dalla presenza degli anelli è sensibile, mentre non si migliorano notevolmente le cose aumentando il loro spessore.

La fig. 10 rappresenta gli andamenti del campo in presenza del polo come da fig. 3b.

E' evidente come la presenza del polo provochi forti disuniformità del campo lungo il raggio e, soprattutto, lungo la quota.

Riportiamo anche in fig. 11 i migliori grafici sperimentali ottenuti: quelli con gli anelli disposti a filo delle piastre di ottone; però questa sistemazione è evidentemente incompatibile con l'attuale ingombro della C.D.

§ 4) Conclusione

Con una sistemazione di una coppia di anelli posti alla distanza minima compatibile con l'ingombro della C.D. si è potuto portare l'uniformità del campo dal 5,2% al 3,2% entro una zona utile di altezza 20 mm (100 mm nell'originale) e diametro 100 mm (500 mm nell'originale), e dal 7,8% al 5,5% entro una zona utile di altezza 100 mm e diametro 120 mm (600 mm nell'originale).

Tutte le variazioni percentuali ricavate dalle misure e seguite sul modello sono pessimistiche in quanto abbiamo scelto sempre le ordinate più sfavorevoli (cfr: nota § 3).

Pensiamo che nelle progettazioni future di complessi C.D. magneti, acciò tener presente la possibilità di disporre gli anelli di correzione a filo delle piastre di sostegno alle bobine, vale a dire nel modo descritto a proposito dei grafici di fig. 11.

TABELLA I

altezza traferro	1.180 mm
altezza utile	80 mm
diametro utile	570 mm
informatà di campo nella zona utile	$\pm 2 \%$
campo magnetico	10.000 gauss
distanza tra le bobine (circa)	220 mm
corrente totale (2 bobine in parallelo)	3.000 A
tensione alimentazione	170 V
potenza dissipata	500 kW
portata H ₂ O di raffreddamento	Q = 2,5 lt/sec
pressione prevista	P = 8 atm
peso ferro	21.000 kg
peso rame	7.000 kg
peso totale magnete (circa)	30.000 kg

Legenda figure:

- Fig. 1 - a) Magnete originale con camera a diffusione;
b) Magnete originale con camera a diffusione e anelli di correzione (scala 1 : 20).
- Fig. 2 - Magnete originale (scala 1 : 28,5).
- Fig. 3 - Magnete originale con i poli (scala 1 : 28,5).
- Fig. 4 - Modello del magnete (scala 1 : 5,7).
- Fig. 5 - Schema apparato per sonda Hall.
- Fig. 6 - Andamenti del campo in funzione della distanza dal centro dell'intraferro del modello senza polo e senza anelli di correzione.
a) quota corrispondente all'estremo inferiore della C.D. (10 mm sotto al centro dell'intraferro del modello);
b) quota corrispondente al centro della C.D. (coincide col centro dell'intraferro del modello);
c) quota corrispondente all'estremo superiore della C.D. (10 mm sopra al centro dell'intraferro).
- Fig. 7 - Andamenti del campo in funzione della distanza dal centro dell'intraferro del modello senza polo e con anelli di correzione posti a 36 mm dalla piastra di sostegno delle bobine.
a), b), c) come sopra.
- Fig. 8 - Andamenti della variazione percentuale massima ($\Delta\%$) del campo misurato nell'intraferro del modello del magnete originale in funzione della distanza h tra gli anelli di correzione e le piastre di sostegno alle bobine, aventi come parametro il diametro ϕ della zona esplorata. Moltiplicando i valori di h e ϕ per un fattore 5 si ottengono dati valevoli per il magnete originale.
- Fig. 9 - Andamenti della variazione percentuale massima ($\Delta\%$) del campo misurato nell'intraferro del modello del magnete originale in funzione del diametro ϕ della zona esplorata, avente come parametro la distanza h tra gli anelli di correzione e le piastre di sostegno alle bobine. Moltiplicando i valori di h e ϕ per un fattore 5 si ottengono dati valevoli per il magnete originale.
- Fig.10 - Andamenti del campo in funzione della distanza dal centro dell'intraferro del modello con un polo di altezza 146 mm e senza anelli di correzione.
a), b), c) come fig. 6.
- Fig.11 - Andamenti del campo in funzione della distanza dal centro dell'intraferro del modello senza polo e con anelli di correzione posti a filo delle piastre di sostegno delle bobine.
a), b), c) come fig. 6.

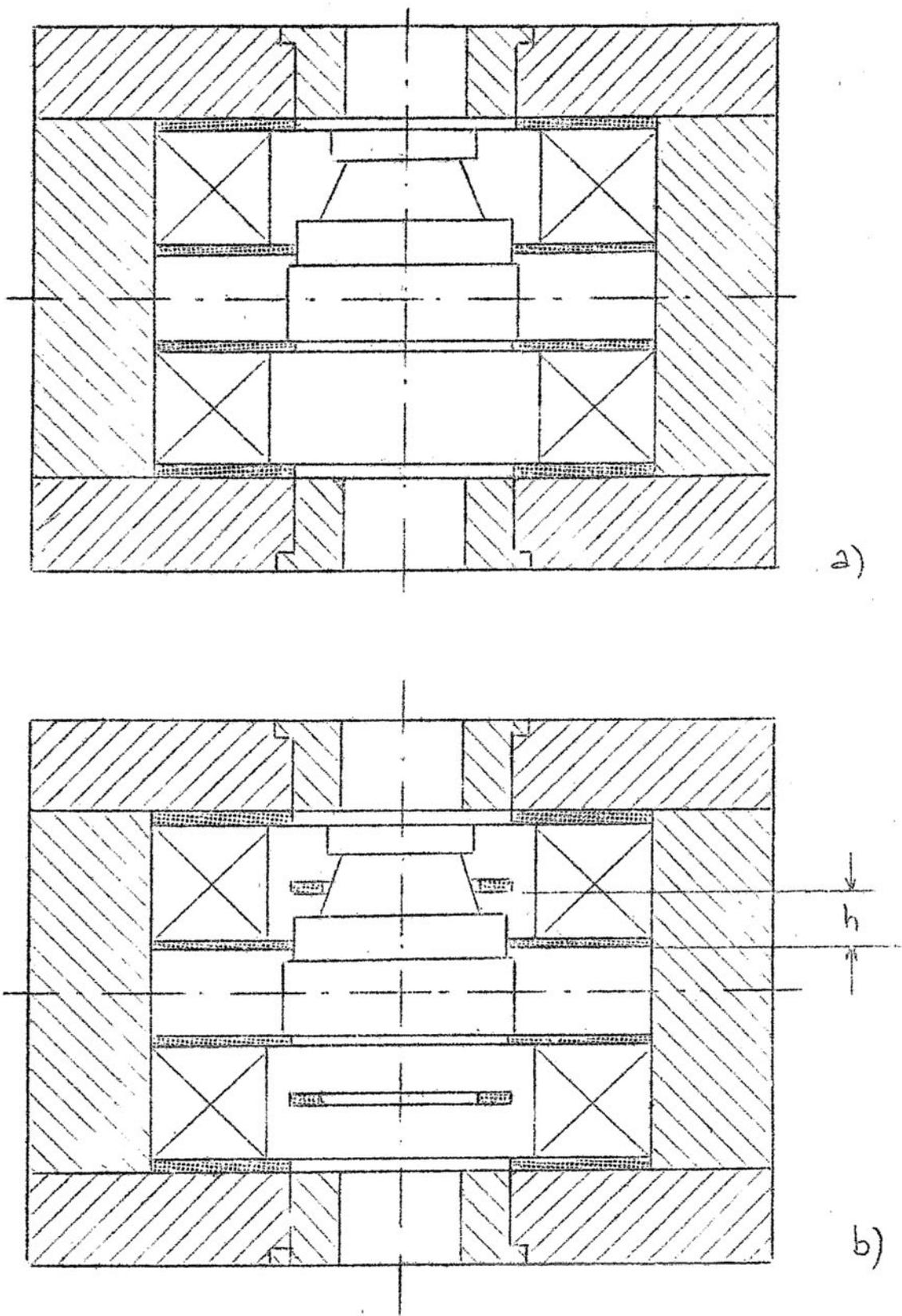


FIG. 1

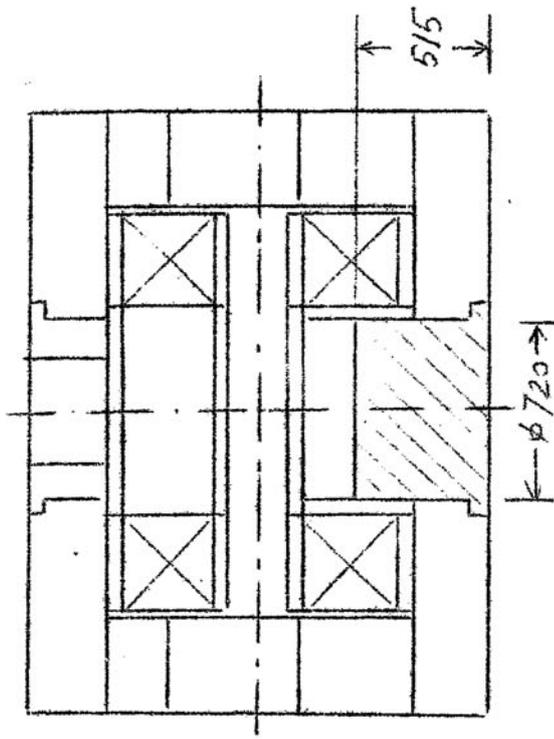


FIG. 3a)

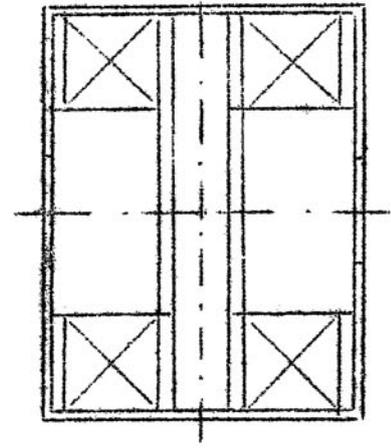


FIG. 4

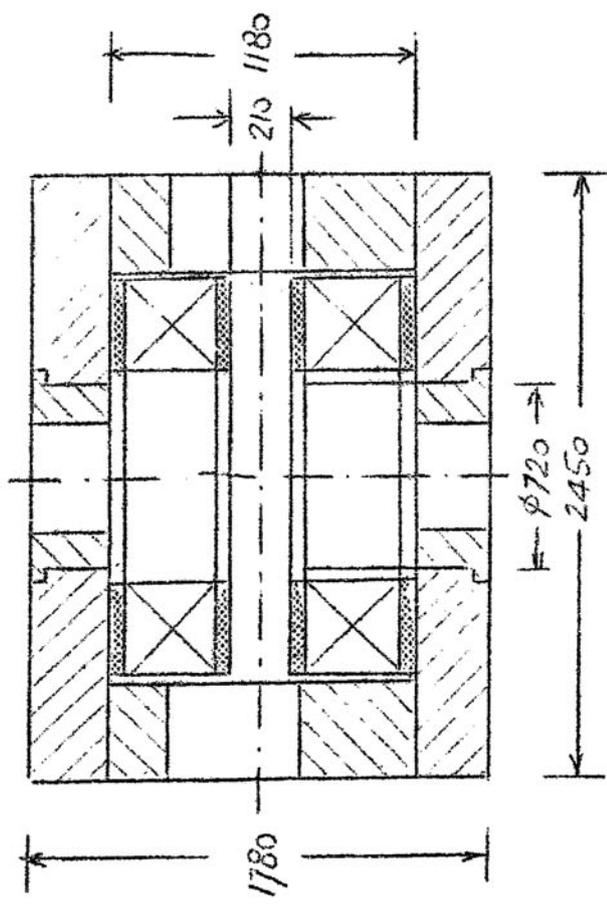


FIG. 2

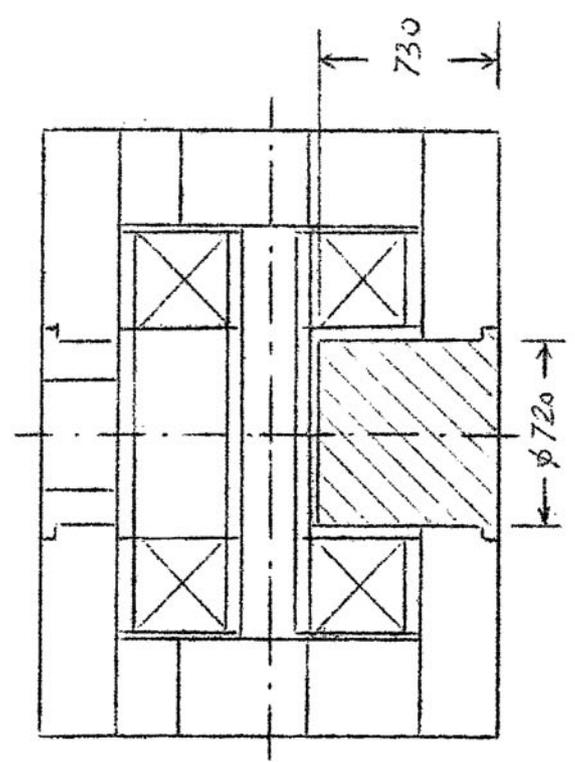


FIG. 3b)

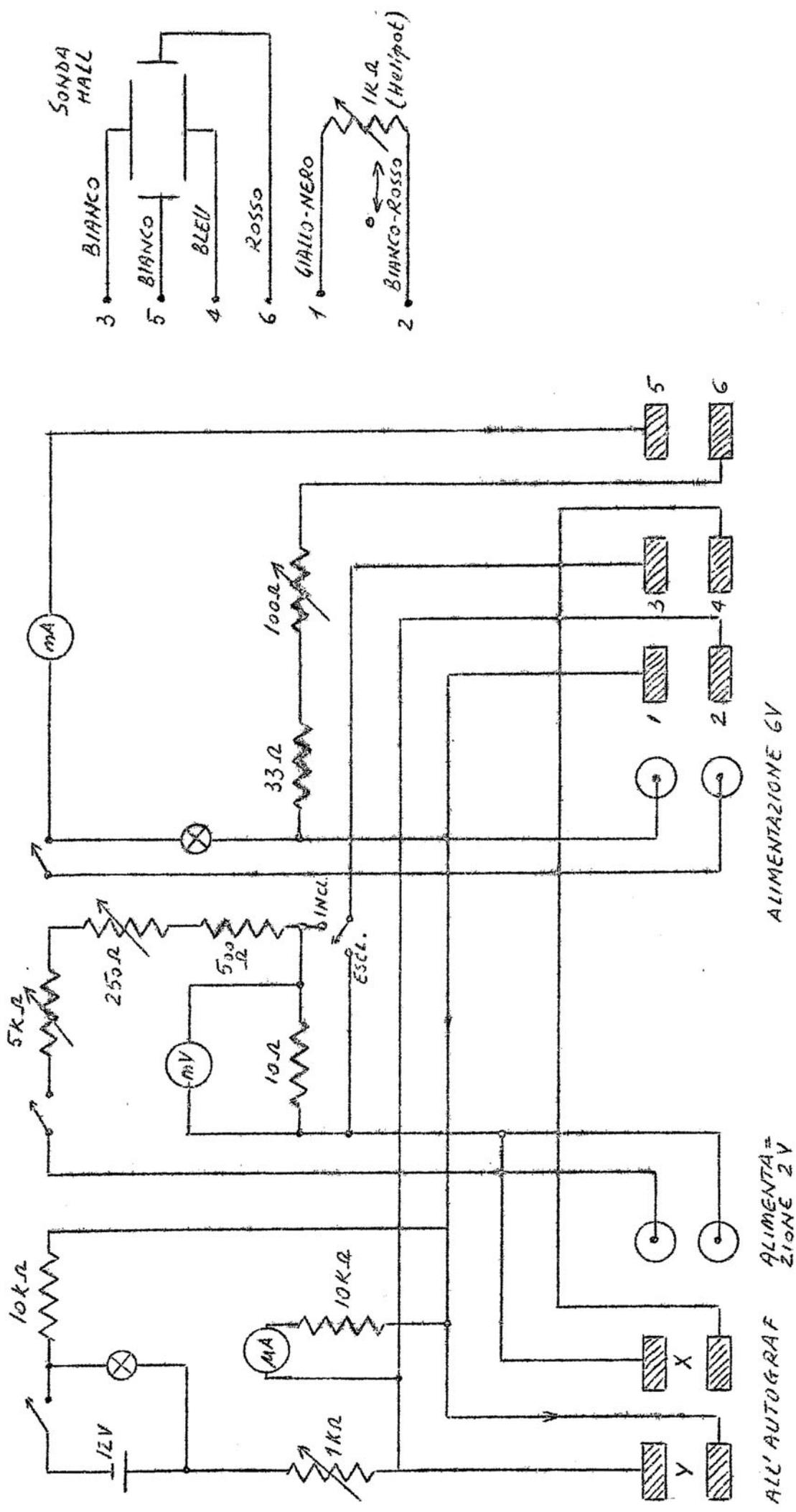


FIG. 5

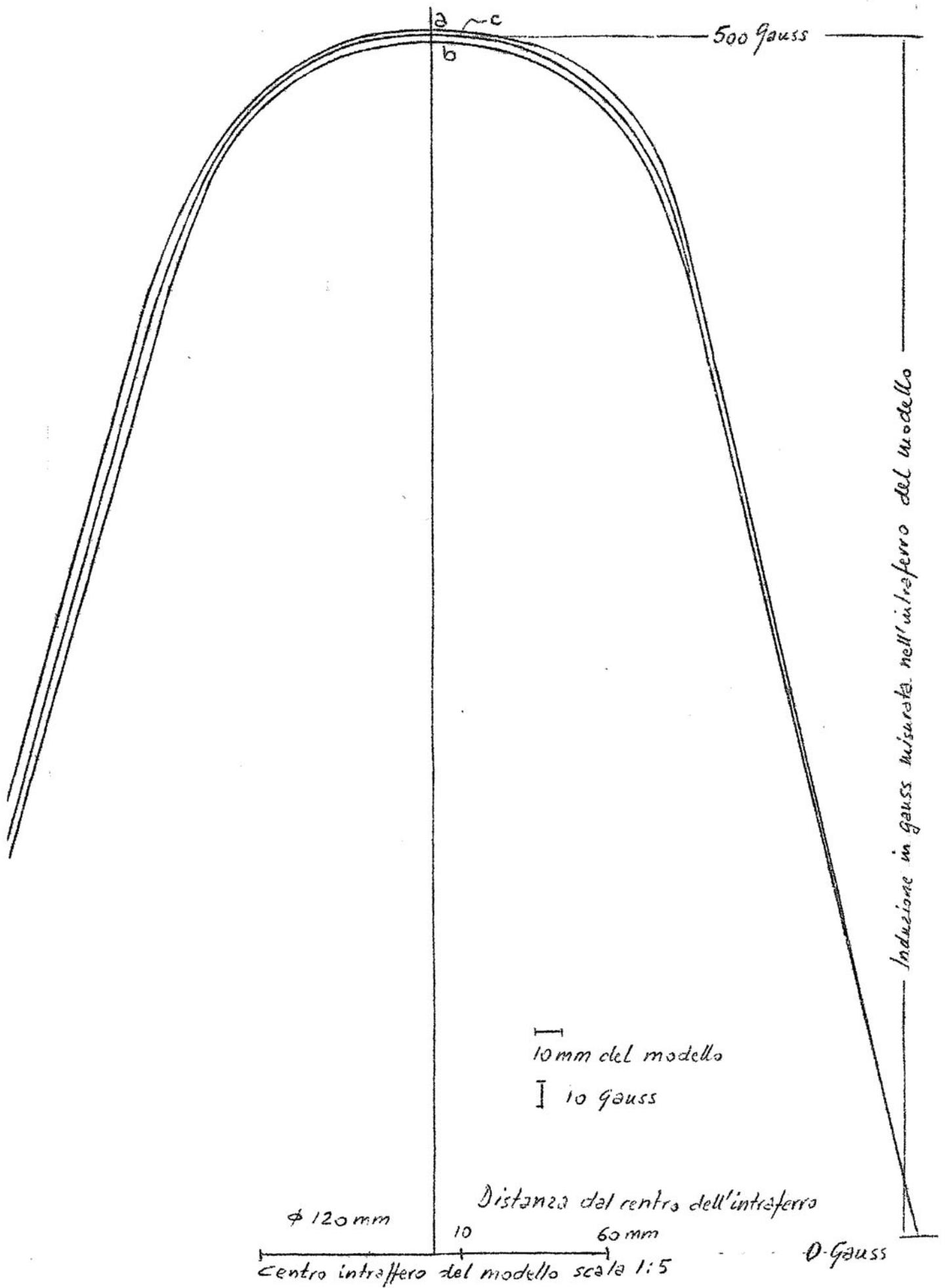


FIG. 6

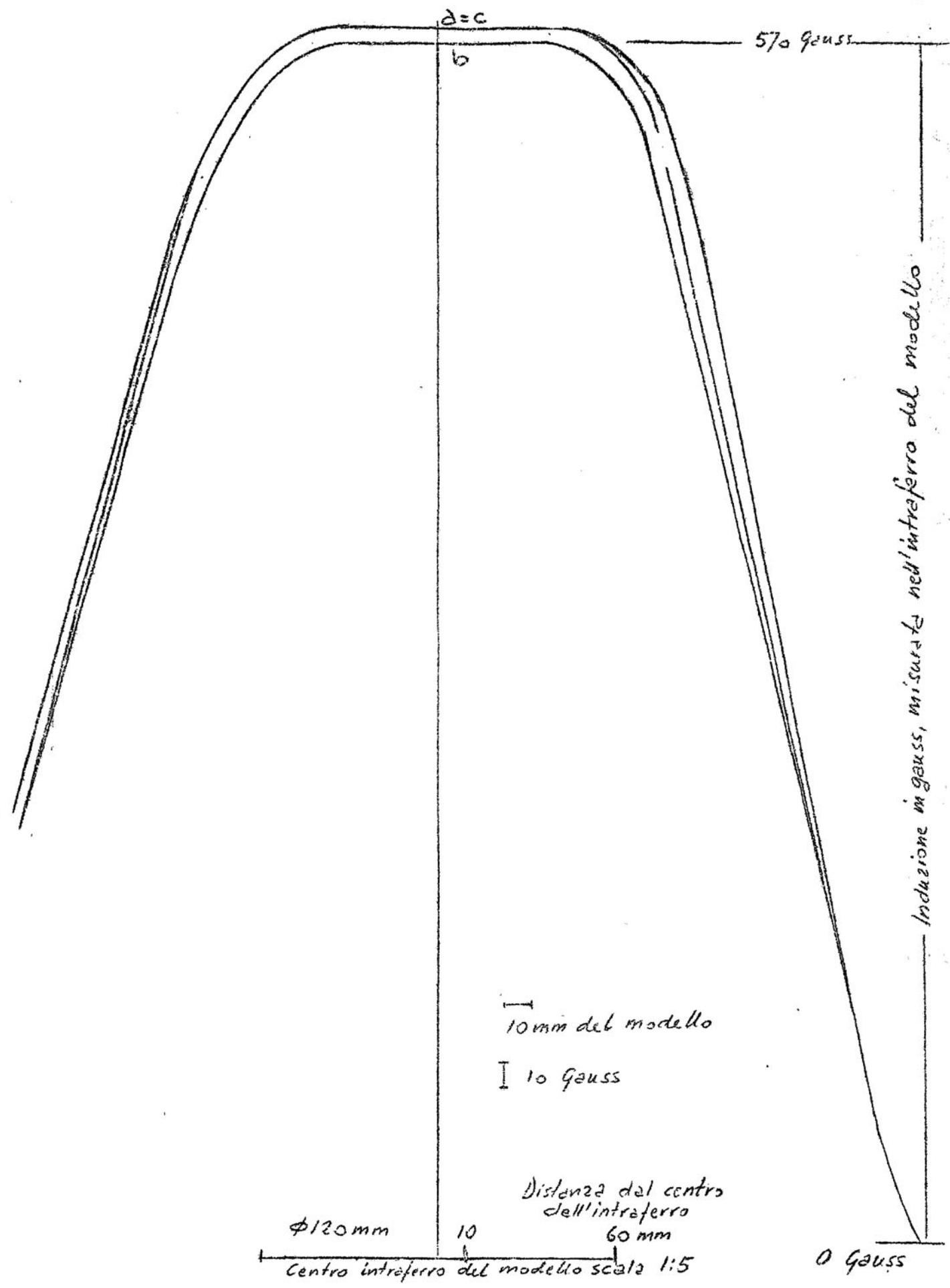


FIG. 7

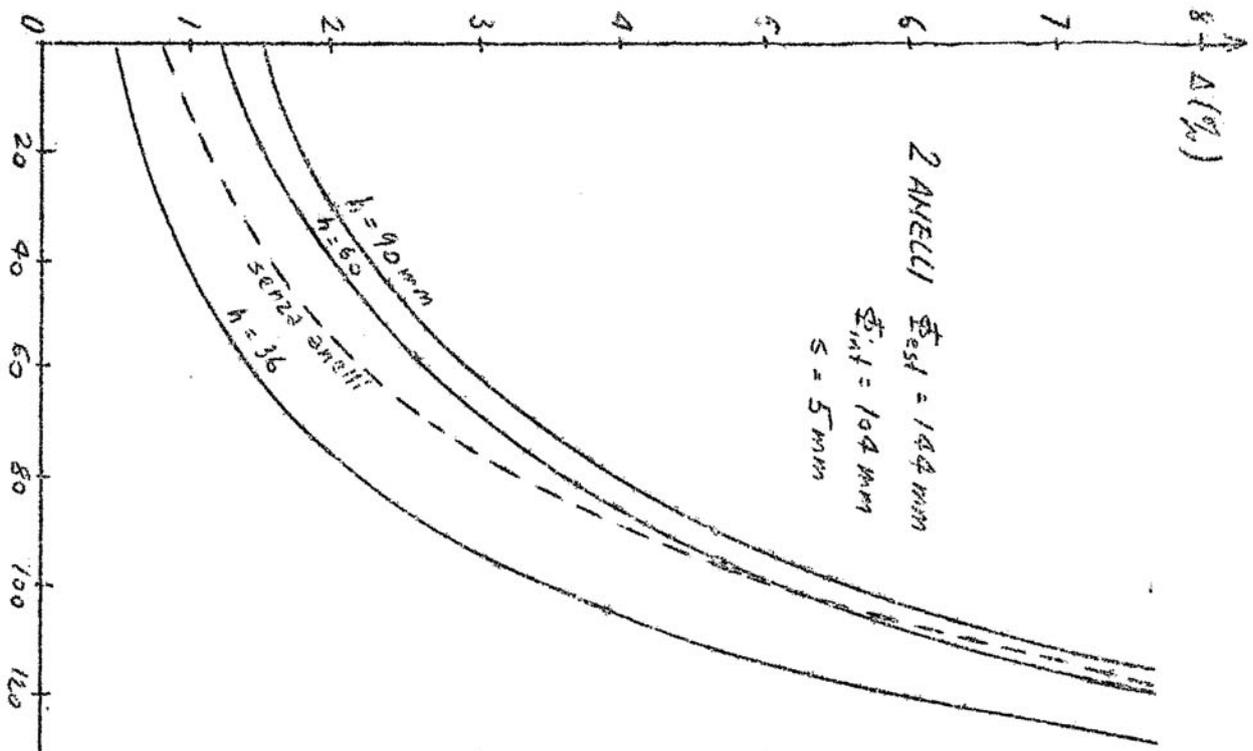


FIG. 9a)

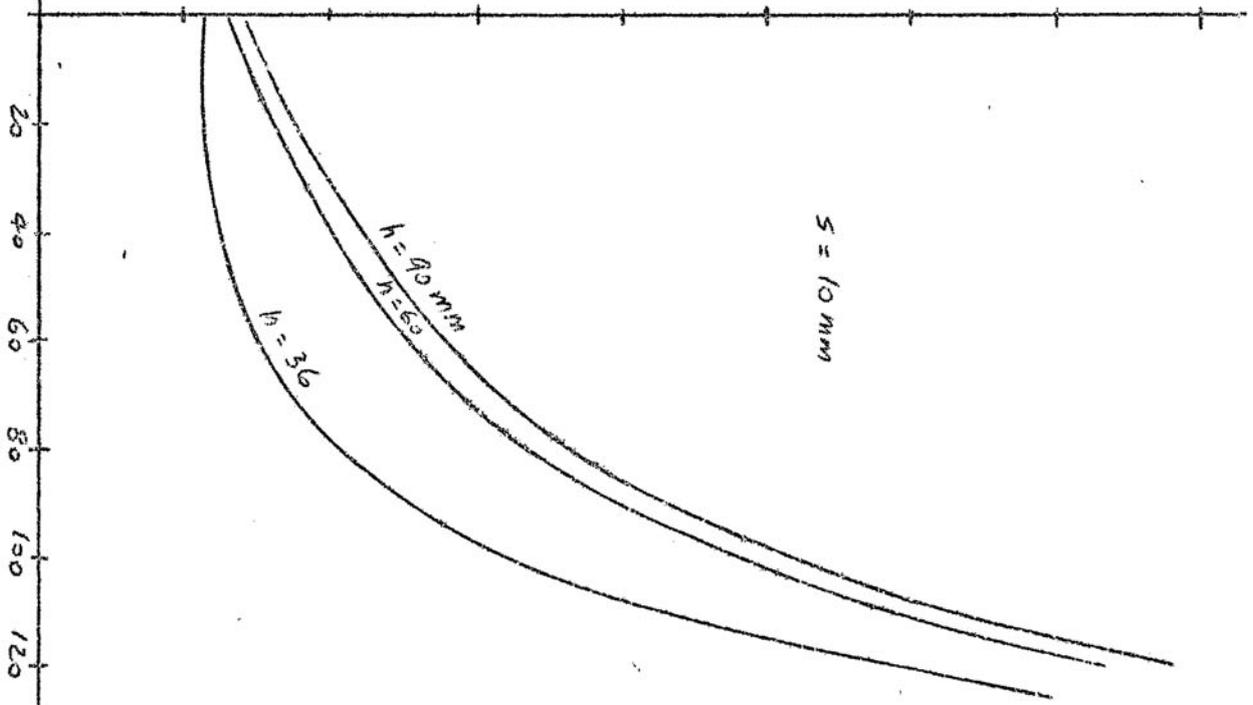


FIG. 9b)

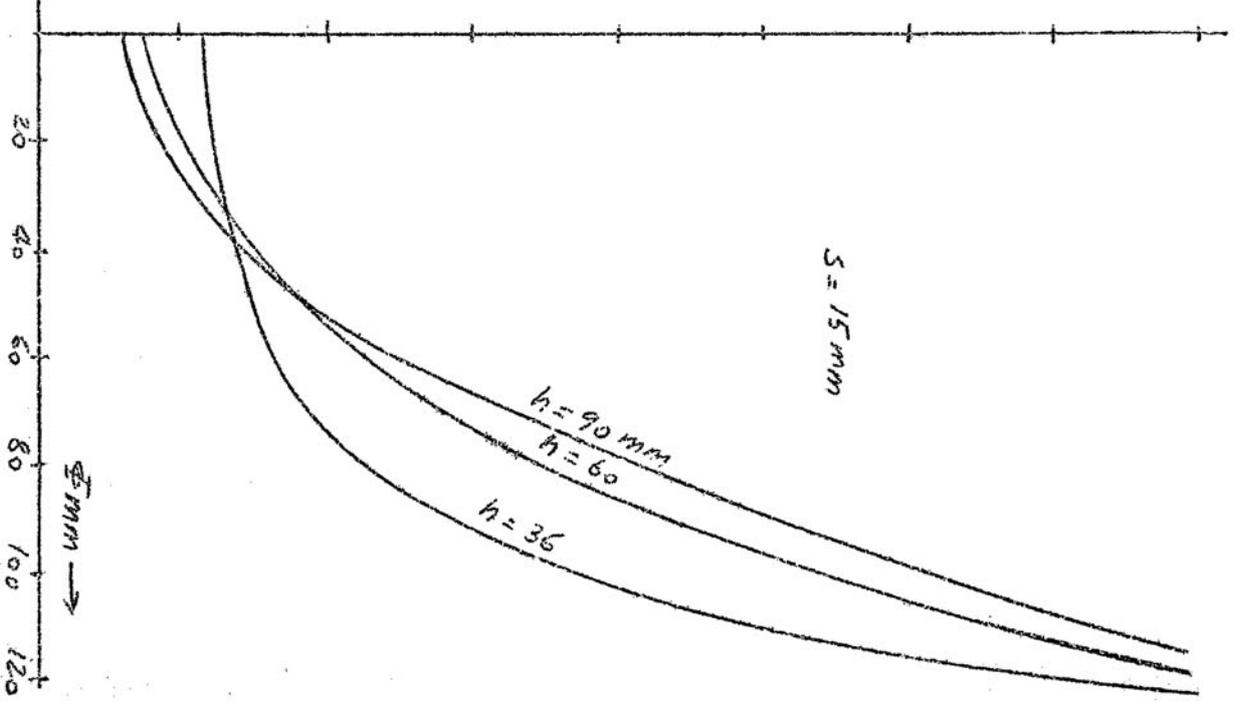
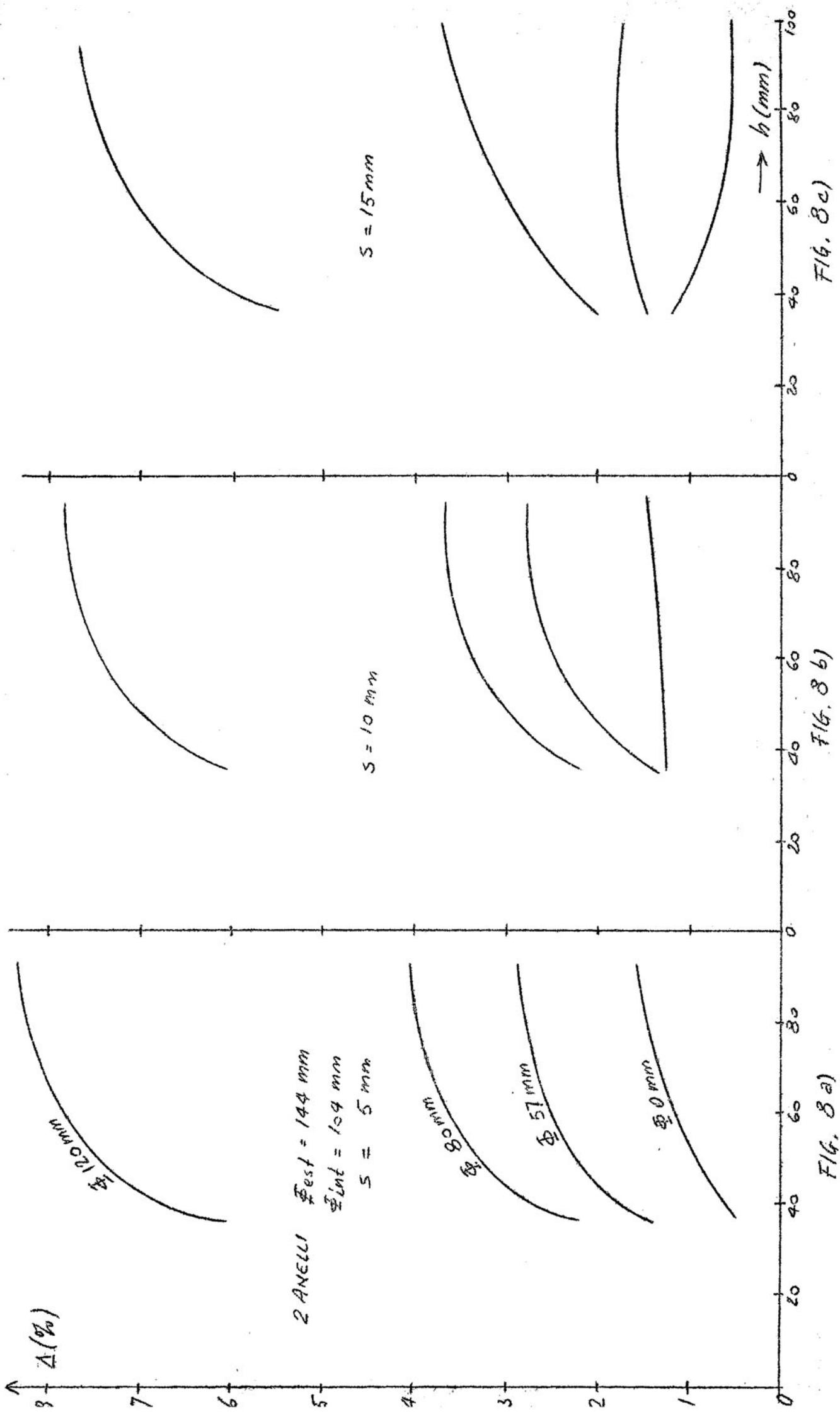


FIG. 9c)

$\Phi \text{ mm} \rightarrow$
 0 20 40 60 80 100 120



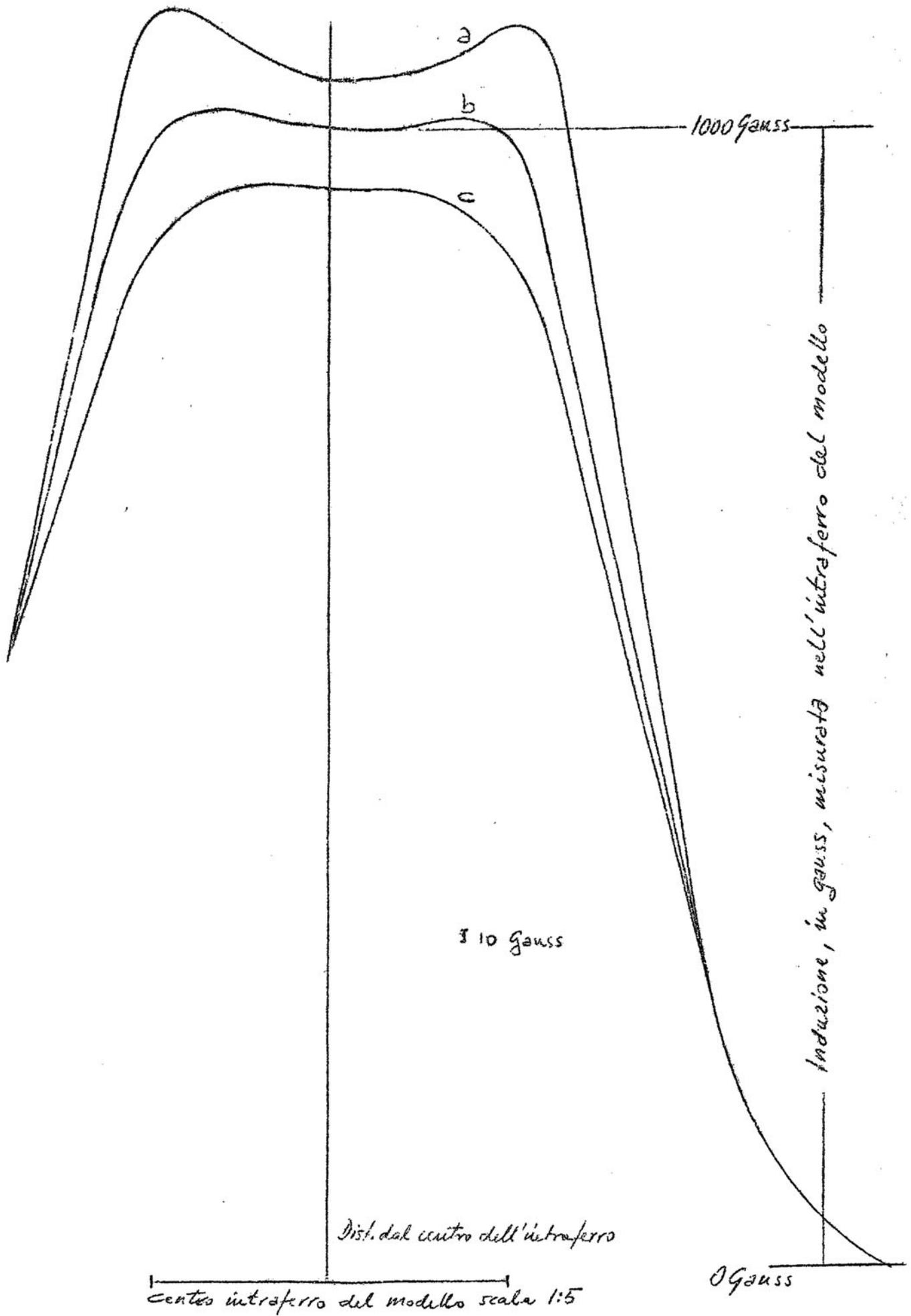


FIG. 10

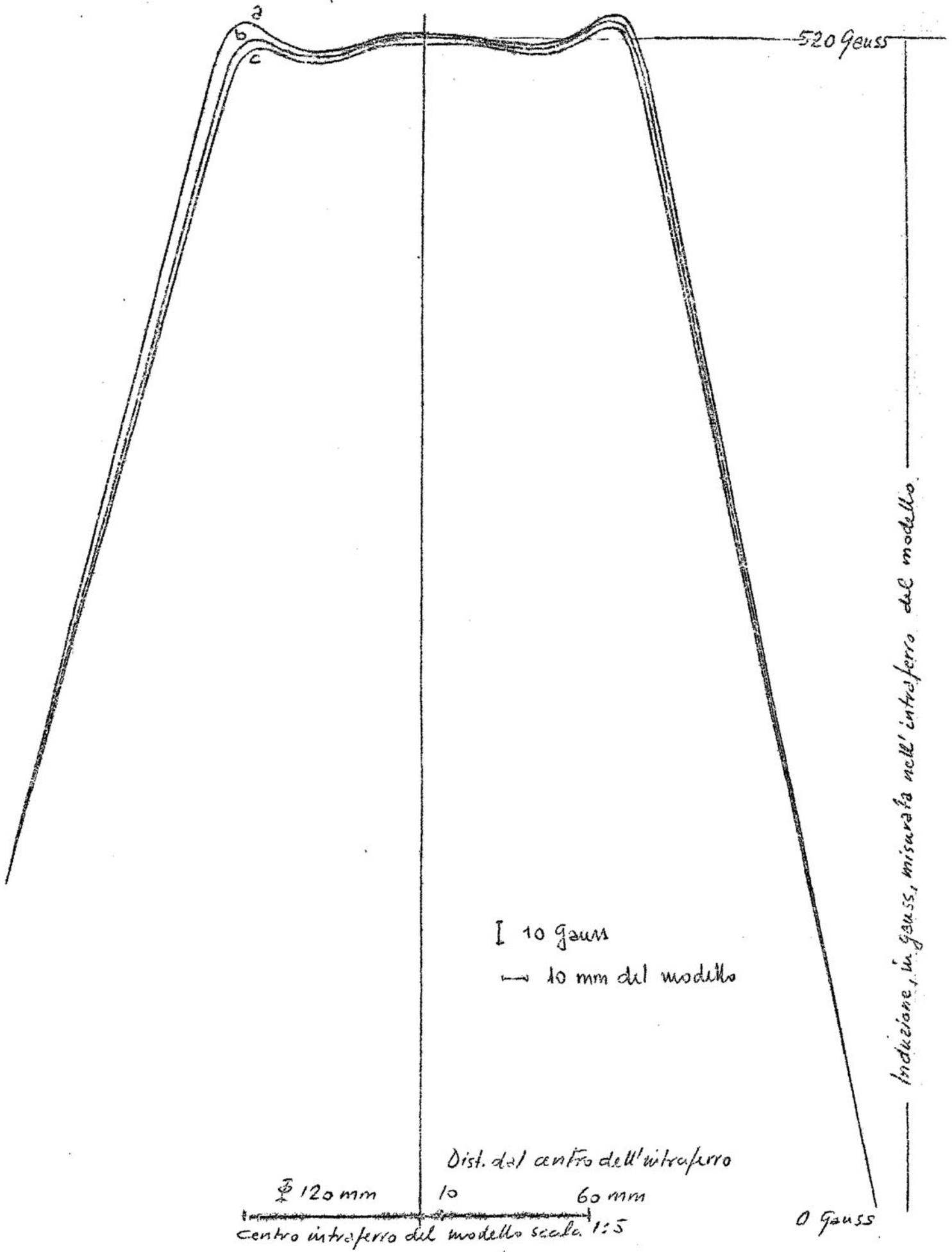


FIG. 11