

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-59/32 (28. 10. 59)

G. Sacerdoti: UN MAGNETE PER UNA CAMERA A DIFFUSIONE.

Nota interna: n° 19
28 Ottobre 1959

G. Sacerdoti^(x): UN MAGNETE PER UNA CAMERA A DIFFUSIONE.

Introduzione

In questo articolo si descrive il magnete^(xx) per la camera a diffusione del gruppo dell'Università di Genova che lavora presso i Laboratori di Frascati^(xxx).

La camera a diffusione è uno strumento che permette di rivelare la traccia di particelle cariche. Un gradiente di temperatura tra il tetto e il pavimento della camera entro cui vi è un gas in presenza di un liquido, crea una zona ove si ha vapore soprassaturo e quindi sensibile a particelle ionizzanti: le particelle che vi passano lasciano una traccia visibile se sufficientemente illuminata.

Come è noto particelle cariche vengono deflesse da un campo magnetico e il momento delle particelle è proporzionale al prodotto del campo magnetico normale alla traiettoria e al suo raggio di curvatura.

Immergendo quindi la camera a diffusione entro un magnete si può quindi sapere il momento della particella rivelata dal-

(x) - dei Laboratori Nazionali di Frascati del C.N.R.N.

(xx) - Il magnete è stato interamente progettato dai Lab. di Frascati: la bobina e l'impianto di raffreddamento, nonché l'apparecchiature per le misure magnetiche, è stato realizzato interamente presso i Laboratori.

(xxx) - Prof. Gigli, Dr. Argan, etc.

la traccia.

Nel nostro caso il volume utile della camera a diffusione è un cilindro di 60 cm di diametro ed alto 8 cm. In questa regione il campo magnetico deve avere un'intensità di circa 10.000 gauss e la uniformità deve essere contenuta entro qualche per cento.

In fig. 1 si possono vedere le dimensioni della camera a diffusione. Dalla parte superiore della camera a diffusione si prendono fotografie e perciò deve essere lasciata un'apertura nel giogo superiore per poter introdurre la macchina fotografica,

Il progetto del magnete è stato eseguito in base ai dati ora esposti.

----- Caratteristiche del magnete.- -----

Il magnete (fig. 2-3(foto)) è stato progettato col criterio di rendere il più elastico possibile il funzionamento: infatti è possibile aumentare la distanza tra le semibobine da 24 a 41 cm (vedi fig. 4). Per questo ciascuna semibobina, con il proprio sistema di raffreddamento, è un tutt'unico con il giogo corrispondente. E' possibile sistemare un'espansione polare in modo da rinforzare il campo (a scapito dell'uniformità), è possibile sistemare anelli di "guardia" del campo per migliorare l'uniformità e, levata una parte del giogo, estrarre la parte superiore della camera a diffusione senza smontare il magnete.

Il magnete può essere usato sia con il campo magnetico verticale sia orizzontale.

Da ogni giogo è possibile estrarre la parte centrale per lasciare libero un foro delle stesse dimensioni del foro della bobina.

La bobina è costituita da due semibobine (in parallelo) ciascuna costituita da 20 strati, accoppiati a due a due, con 20 conduttori ciascuno; si hanno in totale 800 spire. La sezione del conduttore è di mm 18 x 18 con un foro centrale di $\varnothing = 9$ mm per l'H₂O di raffreddamento. L'isolamento della bobina è costituito da

uno strato mezzo sovrapposto di vetro mica; tra uno strato e l'altro vi è tela di vetro e gli strati sono legati due a due con nastro di tela vetro e sono impregnati in vernice isolante tipo 39 della Monti e Martini. Le semibobine sono bloccate da due piastroni: quello vicino ai gioghi è di ferro, quello prospiciente al gap è invece di acciaio inossidabile amagnetico per non disturbare il campo.

La temperatura massima a cui può giungere il tutto è 120 - 130° C. La temperatura è controllata da 10 termoresistori sistemati nella bobina.

Il sistema di raffreddamento è costituito da 40 circuiti in parallelo. I collettori dell'acqua ed i fori della bobina sono collegati da due tipi di tubi di gomma: all'entrata abbiamo alta pressione e bassa temperatura e la gomma usata è del tipo Q liveto; all'uscita la pressione è bassa e la temperatura è alta e la gomma usata è del tipo Calore.

L'attacco del tubo di gomma con il collettore dell'acqua e con i terminali del conduttore di rame forato è indicato in fig.5 e si è dimostrato molto adatto allo scopo.

L'impianto idraulico è stato provato per 24 ore a 12 atmosfere senza presentare perdite.

Come abbiamo già detto, poichè le spire di riferimento tra gioghi e colonne sono molto alte, è possibile aumentare l'intraferro sistemando spessori di ferro tra giogo e colonna (vedi fig. 4).

La distanza tra gli anelli di guardia di cui si è parlato prima, è regolabile, compatibilmente con le esigenze di ingombri che si hanno, mediante tre viti calanti.

I dati nominali del magnete sono i seguenti:

Altezza dell'intraferro	118 cm
Diametro interno della bobina	73 cm
Distanza tra le bobine	24 cm
N° di spire di ogni semibobina	400
Peso del ferro	21 tonn

Peso del rame	7 tonn
Peso del magnete	31 tonn
Campo nominale	1,05 Wb/m ²
Corrente (semibobine in parallelo)	3000 Amperes
Tensione	180 Volts
Tensione di prova verso massa	1400 Volts per l'
Temperatura della bobina	70° C
Portata H ₂ O	3 lt/sec
Pressione H ₂ O	4 atm

In realtà i valori nominali rappresentano valori largamente superabili perchè la resistenza meccanica e il dimensionamento del ferro permettono. Si può aumentare il campo:

- a) aumentando la corrente fino ad un fattore 1,5 (si può ottenere ciò aumentando la pressione e quindi la portata dell'acqua e la temperatura di esercizio). Con questa corrente si dovrebbe arricchire a circa 15.000 gauss.
- b) sistemando un polo nella parte centrale di un giogo del magnete: con questo polo^(x) si può raggiungere un campo non uniforme ma di intensità pari a circa 17.000 gauss. Il polo è in dotazione del magnete. In tale caso, per ragioni prudenziali, è bene togliere le spine di riferimento giogo superiore colonna e mettere distanziatori tra le bobine, poichè, data la dissimmetria del campo, la bobina dalla parte opposta all'espansione polare, ed il giogo a cui è ancorata, è molto sollecitata.
- c) aumentando la corrente come in a) e mettendo il polo come in b).

Misure magnetiche.

Sono state eseguite misure magnetiche in fase di progetto su un modello 1/5 del naturale. Queste misure ci hanno permesso di dimensionare gli anelli di guardia.

(x) - Questo polo in dotazione del magnete giunge a filo della piastra di acciaio inox della bobina ed ha un diametro di 70 cm.

Sul vero sono state eseguite due tipi di misure magnetiche:

- a) curva campo nel centro del gap in funzione della corrente di eccitazione;
- b) uniformità del campo magnetico nella zona utile per la camera a diffusione.

La curva del campo in funzione della corrente è stata rilevata con un flussometro del tipo Dicke. Si è notato che è piccola l'influenza della saturazione nel ferro: infatti a 10,500 gauss le amperspire assorbite dal ferro sono minori dell'1% dell'amperspire totali.

Le misure di uniformità sono state eseguite con apparecchiature appositamente preparate in laboratorio per lo scopo. La sonda usata è una sonda di Hall della Siemens e il circuito elettrico per l'alimentazione è indicato in fig. 6.

Nel circuito è stata prevista la possibilità di tagliare il campo al di sotto di un certo valore per poter amplificare maggiormente il segnale e vedere, ove interessa, la curva del campo con maggior precisione. La tensione di uscita della sonda comanda l'asse X di un registratore a due coordinate tipo Moseley.

La sonda è mossa automaticamente su di una guida (fig. 7) mediante un motorino elettrico comandato a distanza. Il motore muove anche un potenziometro che serve a dare all'autograf l'informazione della posizione della sonda. Quando il carrello che porta la sonda arriva al termine della corsa inverte automaticamente il moto, e ritornato alla posizione iniziale si ferma.

Per individuare la posizione della sonda rispetto alla bobina si è sistemata una piastra di plexiglass sulla quale sono incorporati dei fili di ferro di 1 mm, in posizioni note rispetto alla bobina. I fili di ferro perturbano il campo, e la sonda, al passaggio sotto ai fili, raccoglie un segnale che viene rilevato sui grafici dell'autograf.

Alcuni risultati delle misure magnetiche sono riportati nelle fig. 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

Nelle misure di uniformità si è rilevato il campo a 3 azimut del magnete (A, B, C - vedi fig. 8) ed a 3 altezze del gap (+ 0 -, vedi fig. 9) con anelli di guardia (vedi fig. 9) in posizione e dimensioni diverse.

Come si vede, con gli anelli prossimi al gap si ottiene buona uniformità sia azimutale che in altezza (fig. 10 e fig. 11) e precisamente entro un diametro di 60 cm l'uniformità è del 3,5% ed entro un diametro di 50 cm è dell'1,7%.

Senza anelli correttivi (figg. 12 e 13) si ha invece una situazione cattiva (entro un diametro di 60 cm la uniformità è del 5,5% ed entro un diametro di 50 cm è del 3,5%).

Con gli anelli distanti dal gap (e questo si dovrà fare per questioni di ingombri, vedi figg. 14 e 15) si ha una situazione intermedia tra il primo e il secondo caso e precisamente entro un diametro di 60 cm l'uniformità è del 3,8% ed entro un diametro di 50 cm è del 2,4%.

Passando da 3,500 a 7,500 gauss di campo non si riscontrano effetti di saturazione negli anelli e pertanto rimane invariata l'uniformità.

Possiamo così sicuramente suggerire che è utile sistemare gli anelli, anche di piccole dimensioni, in prossimità del gap.

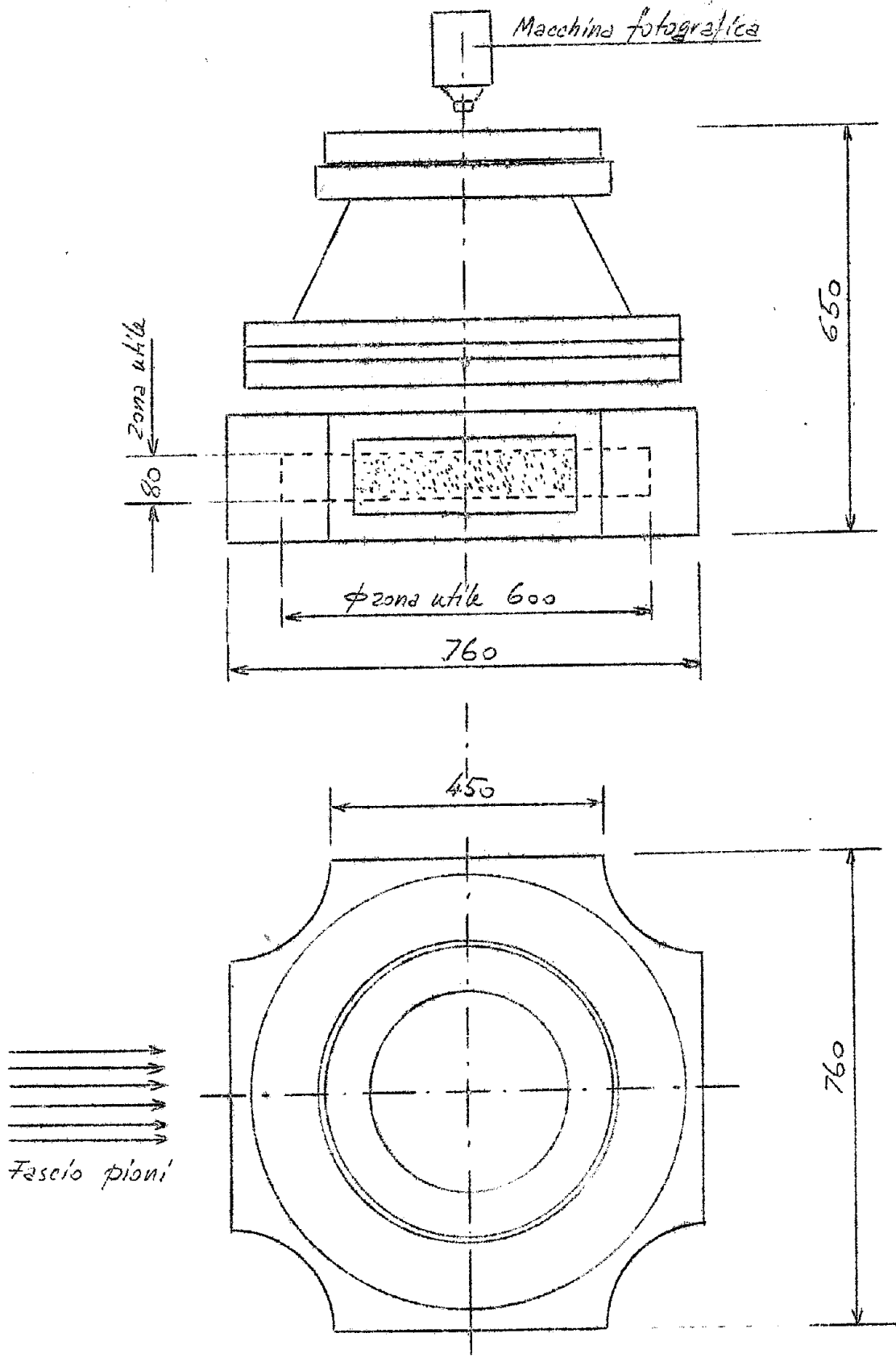


FIG. 1
 Camera a diffusione

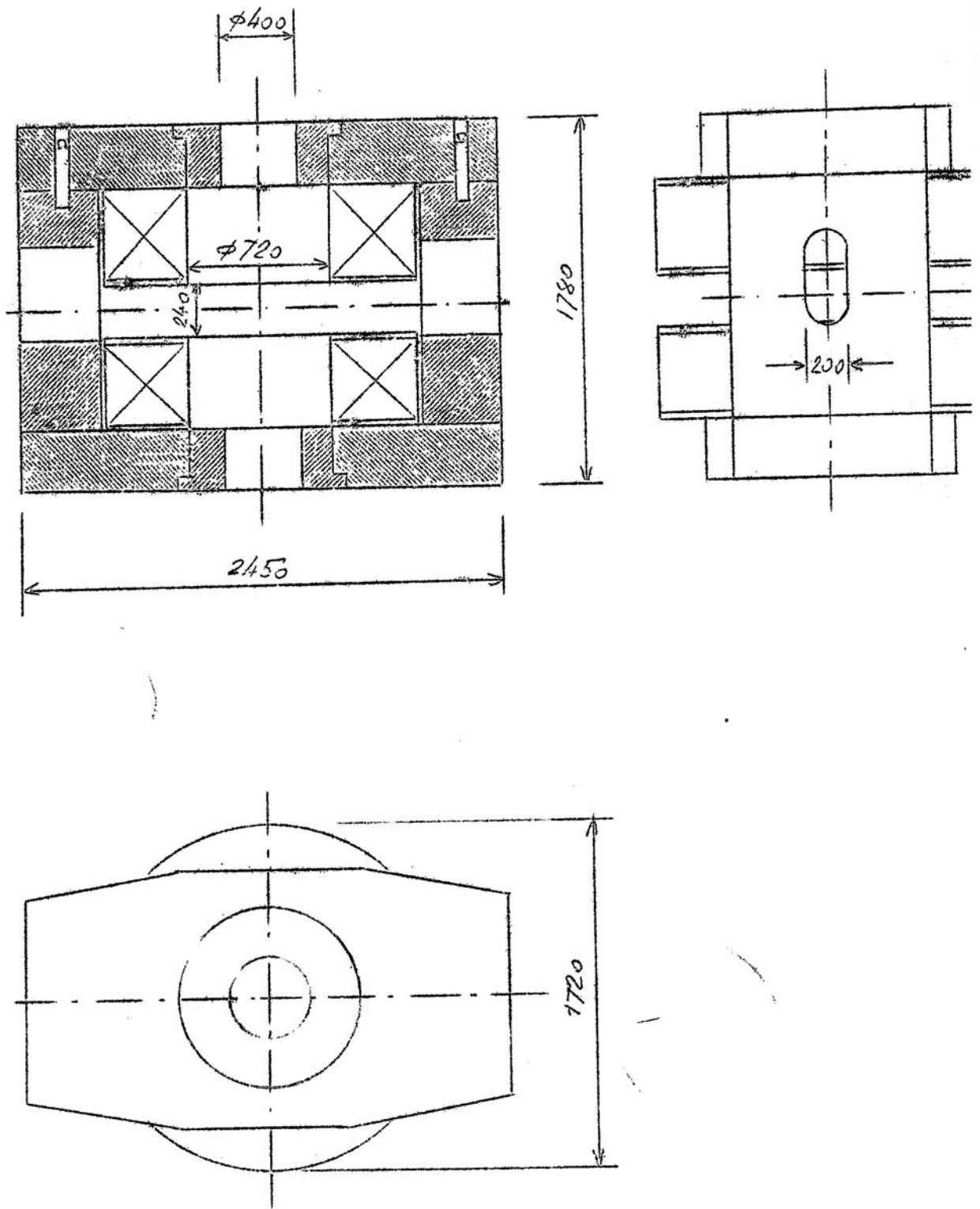


FIG. 2

Magnete per camera a diffusione

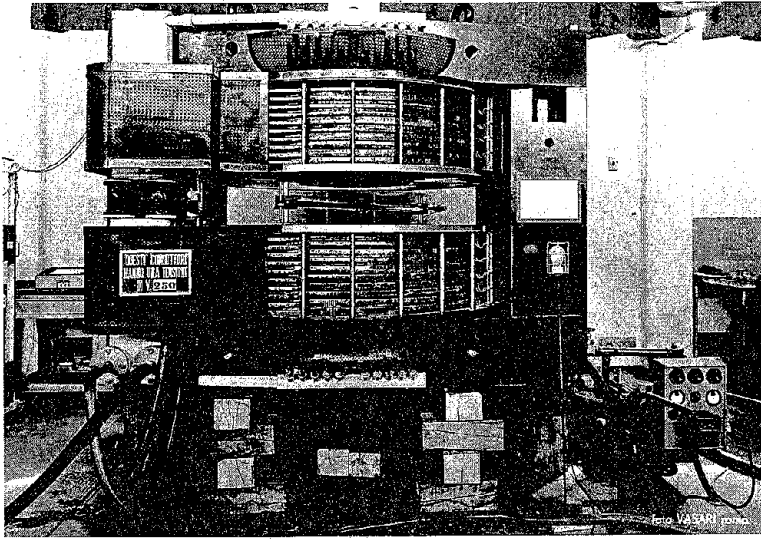


FIG. 3

Foto magnetica per camera a diffrazione con
coordinatometro in funzione. -

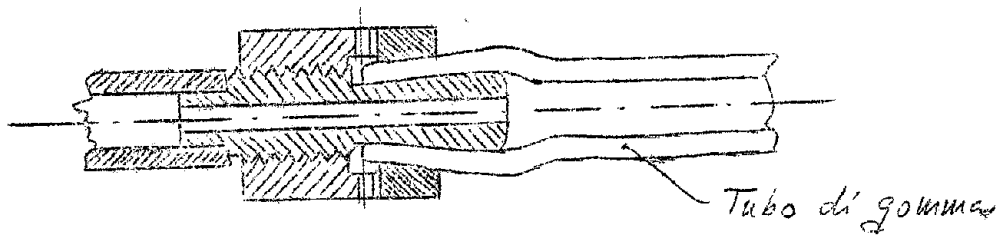


FIG. 5

Attacco tubi gomma ai collettori dell' H_2O

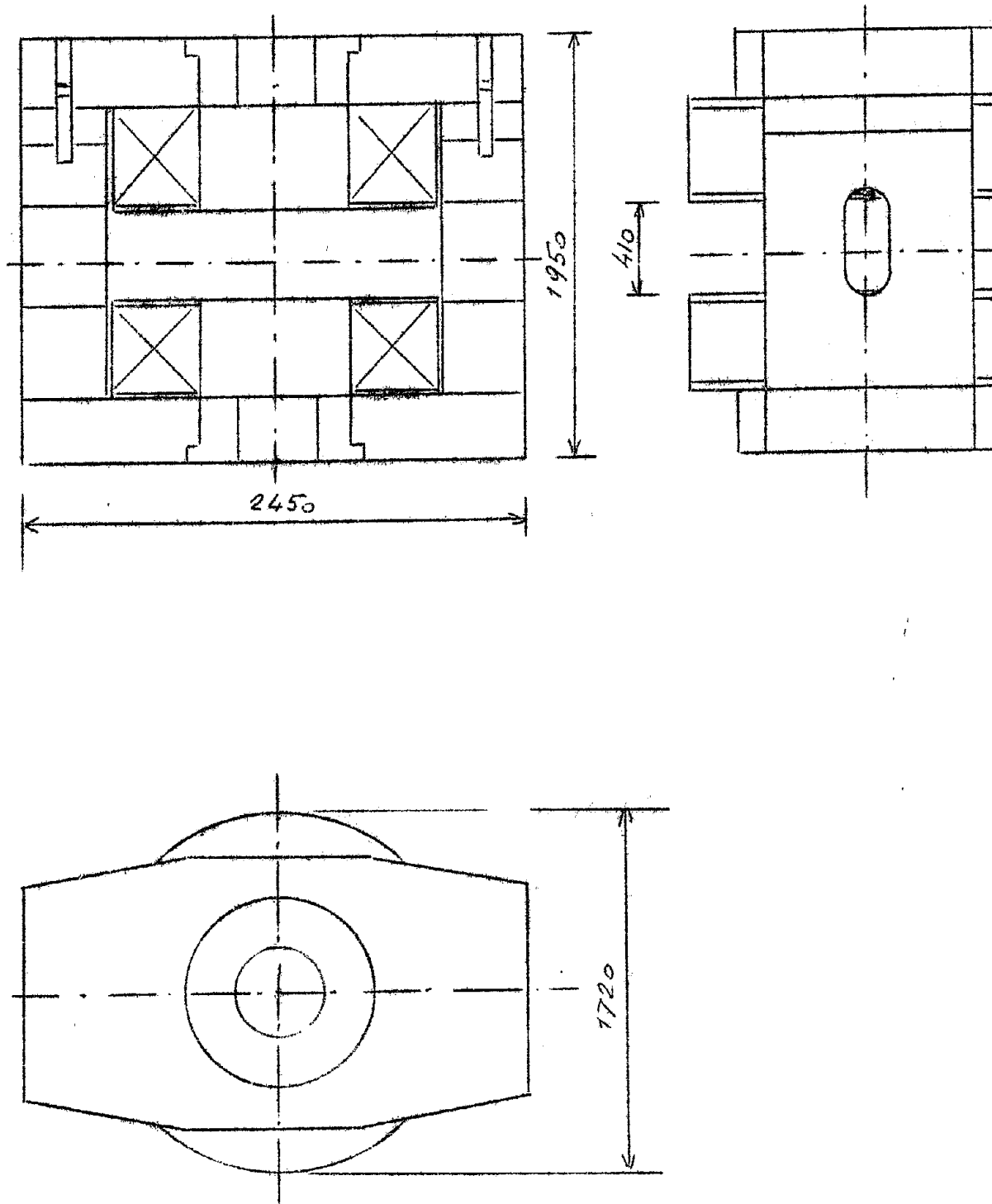


FIG. 4

Magnete con intro.ferro aumentato

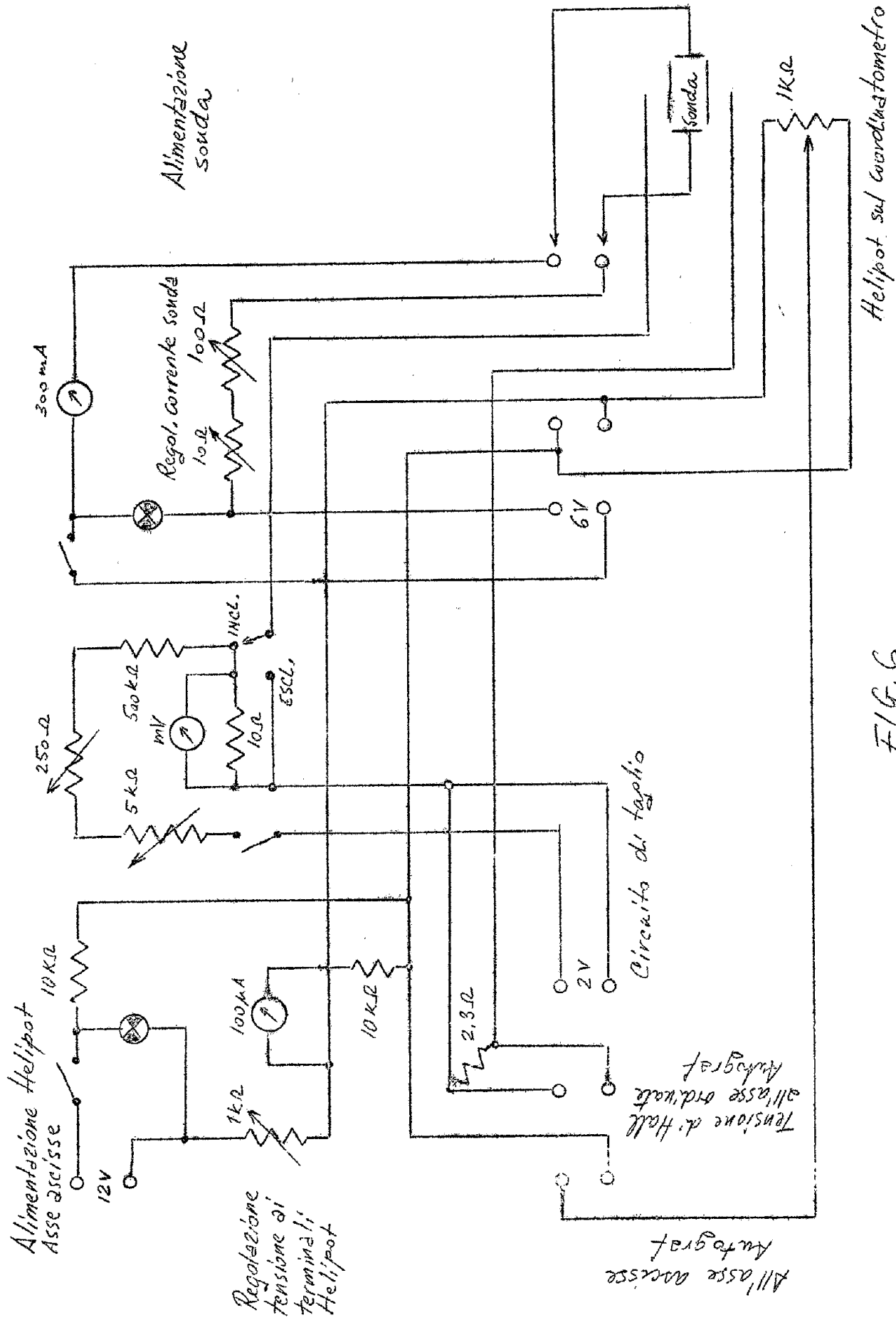


FIG. 6

CIRCUITO PER MISURE DI CAMPO CON SONDA DI HALL

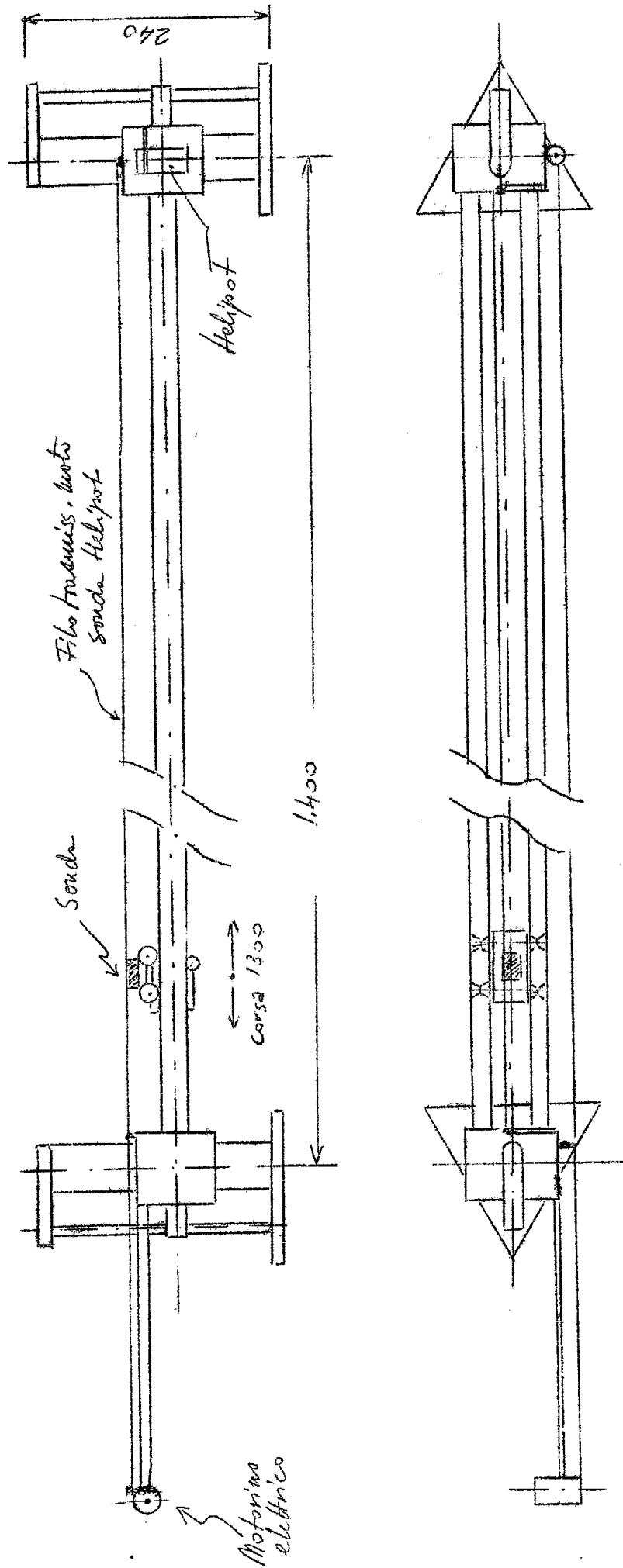


FIG. 7
 Coordinatometro per sonda di Hall

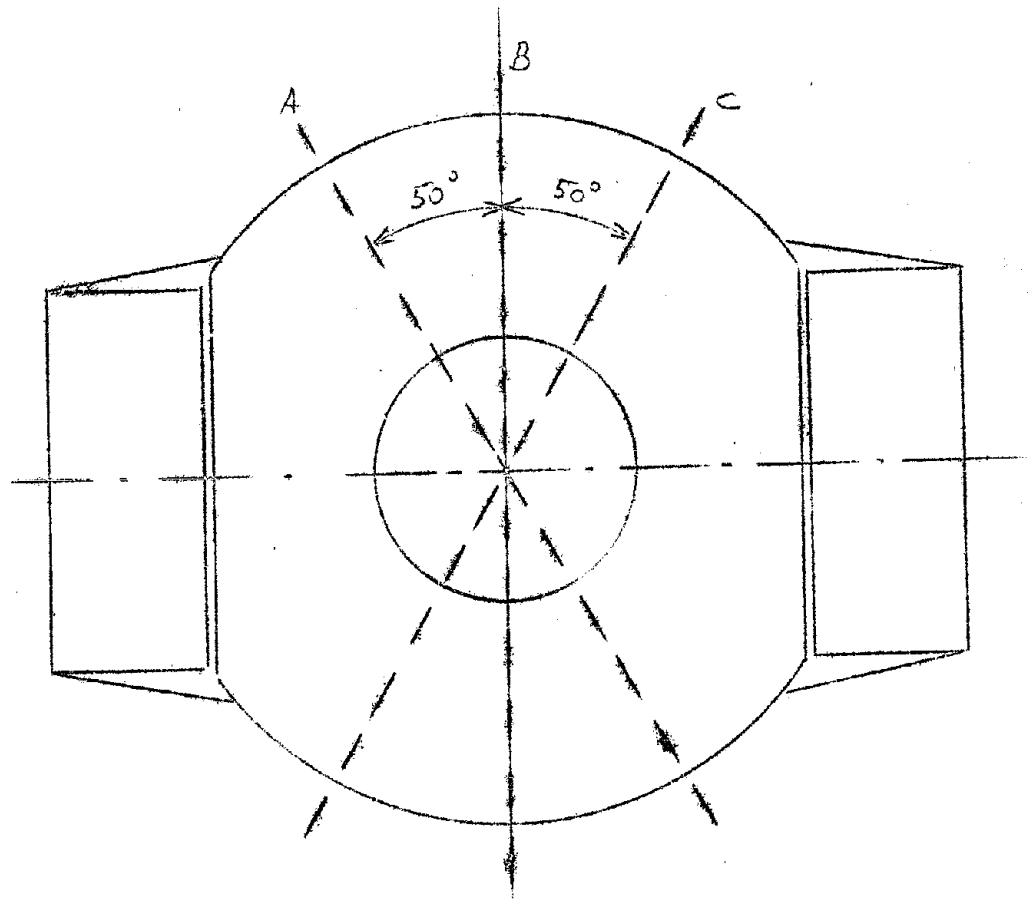


FIG. 8

Posizione dei tre armati a cui sono state
eseguite le misure di campo

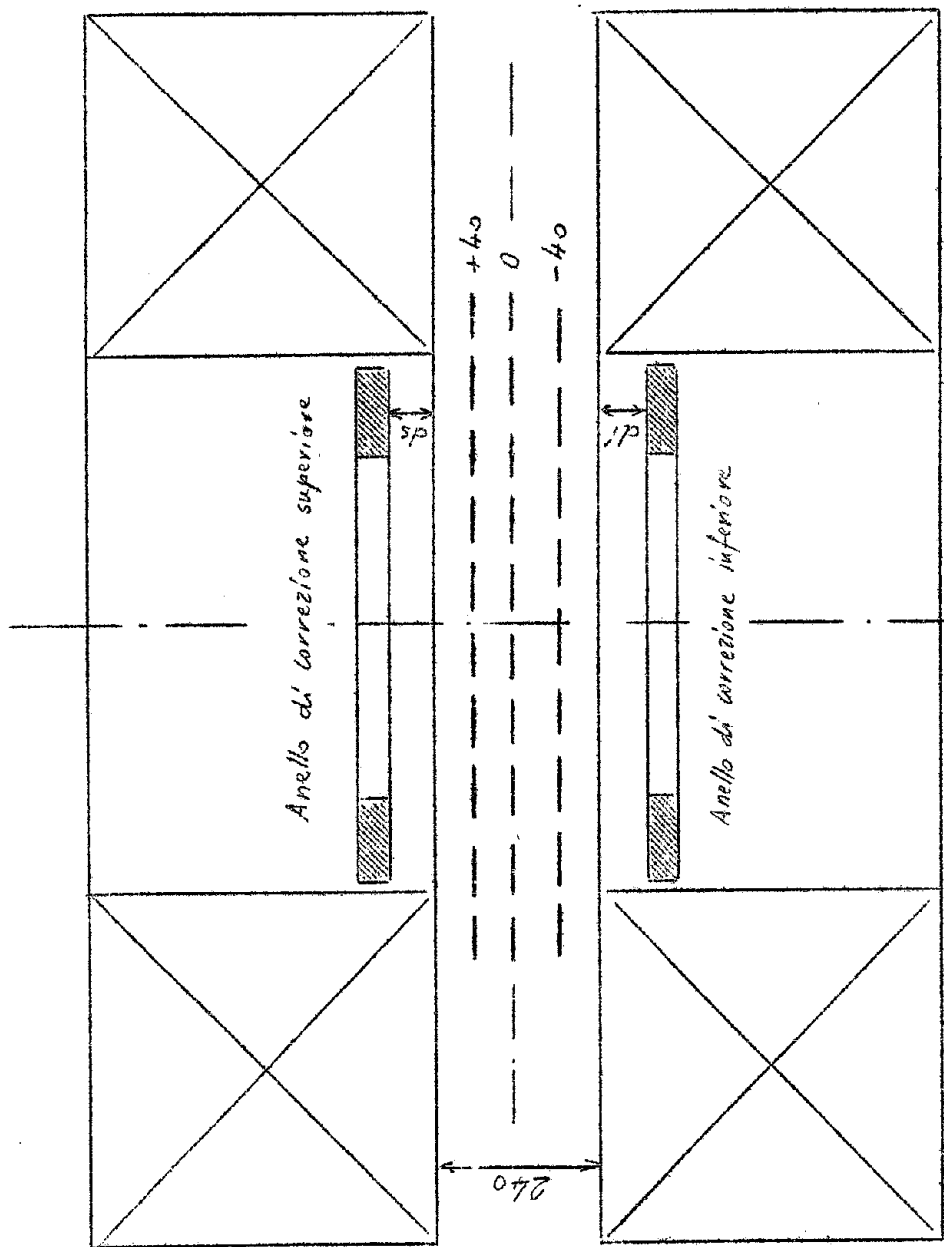


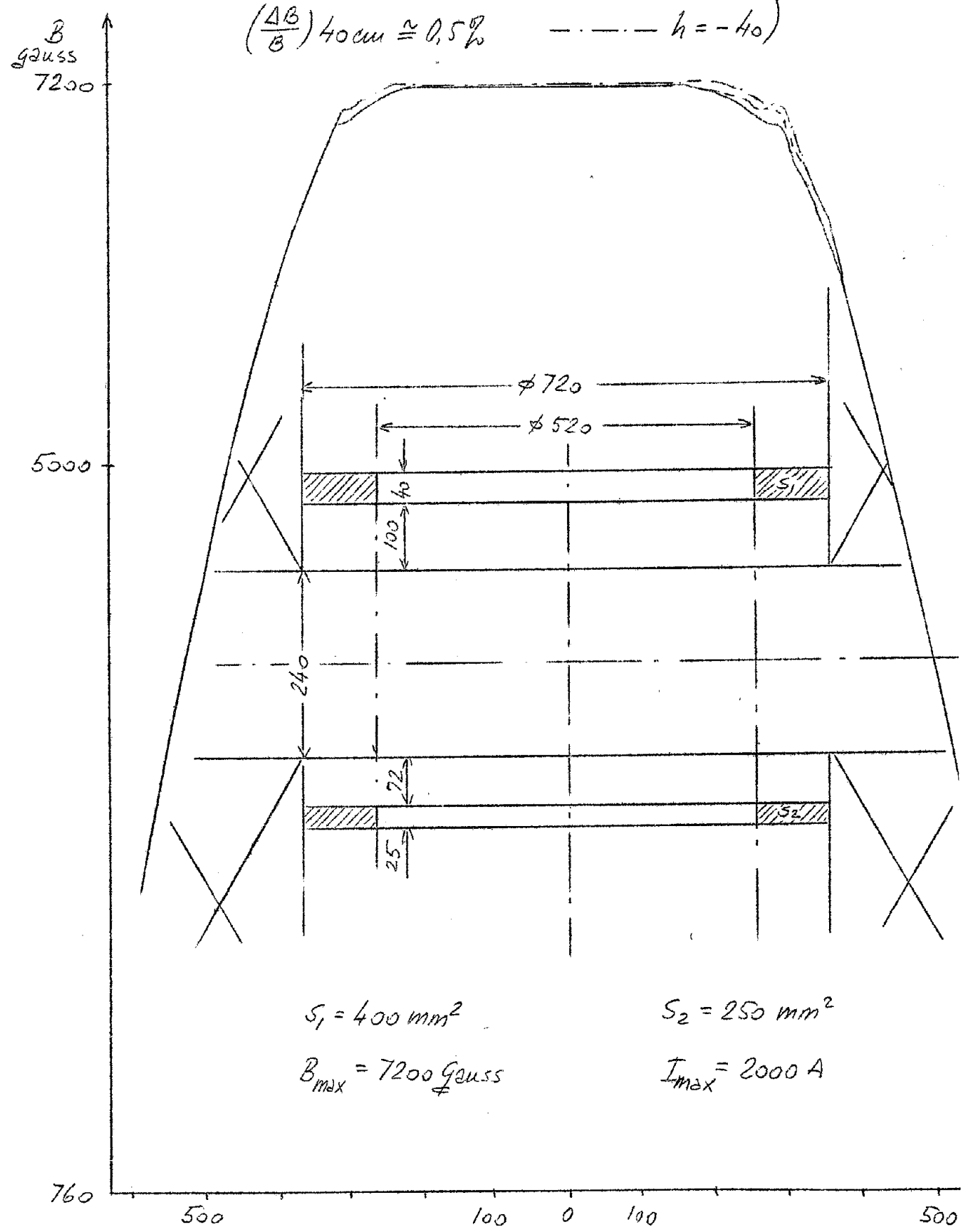
FIG. 9
 Altezza del traveferro a cui sono state eseguite
 le misure del campo

$$\left(\frac{\Delta B}{B}\right) 60 \text{ cm} \approx 3,5\% \quad \text{----- } h = +40$$

$$\left(\frac{\Delta B}{B}\right) 50 \text{ cm} \approx 1,7\% \quad \text{----- } h = 0$$

$$\left(\frac{\Delta B}{B}\right) 40 \text{ cm} \approx 0,5\% \quad \text{----- } h = -40$$

} in posizione B



$$S_1 = 400 \text{ mm}^2$$

$$S_2 = 250 \text{ mm}^2$$

$$B_{\text{max}} = 7200 \text{ Gauss}$$

$$I_{\text{max}} = 2000 \text{ A}$$

FIG. 10

$$\left(\frac{\Delta B}{B}\right)_{60\text{cm}} \approx 3.5\%$$

$$\left(\frac{\Delta B}{B}\right)_{50\text{cm}} \approx 1.7\%$$

$$\left(\frac{\Delta B}{B}\right)_{40\text{cm}} \approx 0.5\%$$

----- $h = +40$
 _____ $h = 0$
 - - - - - $h = -40$

} in position B

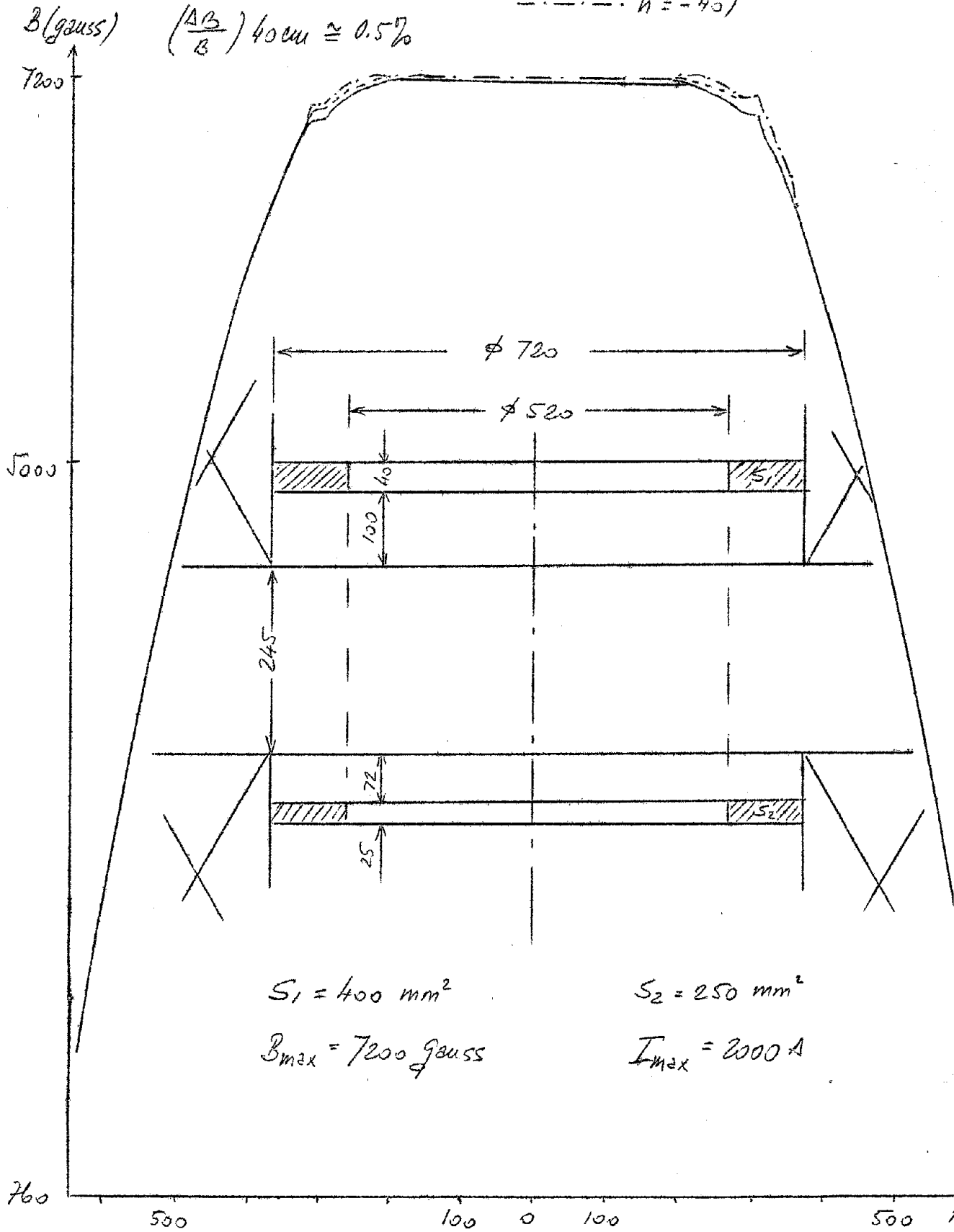


FIG. 11

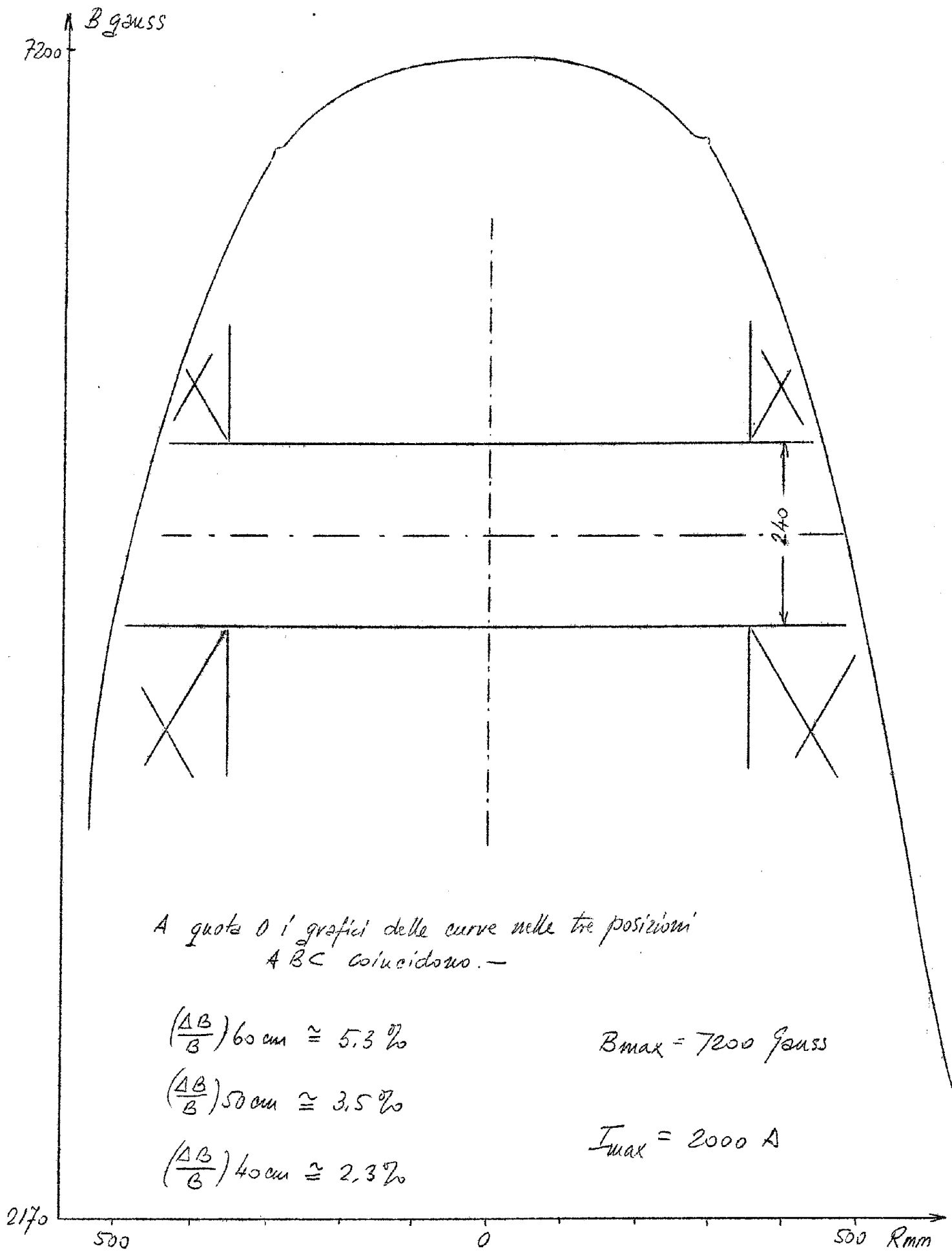


FIG. 12

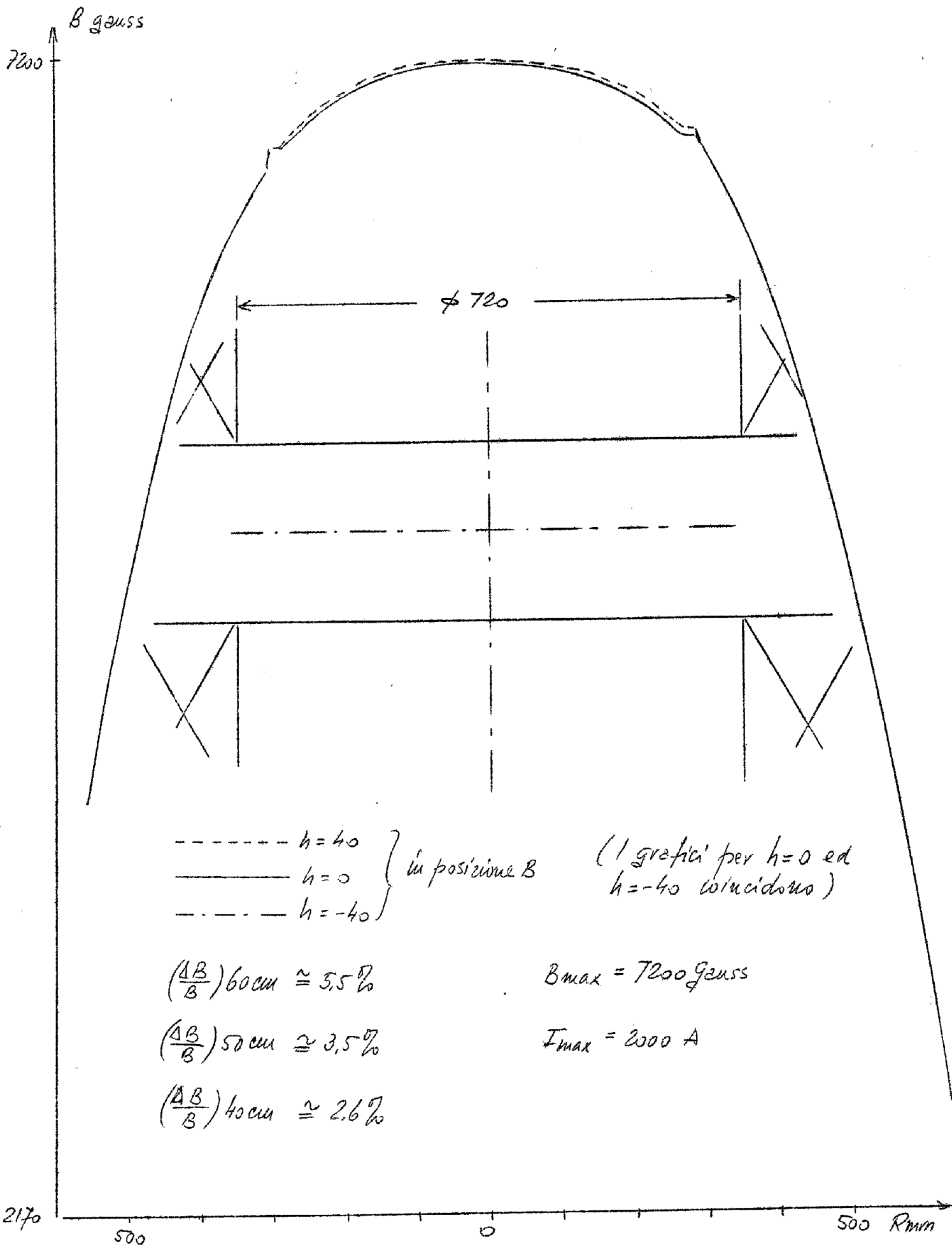


FIG. 13

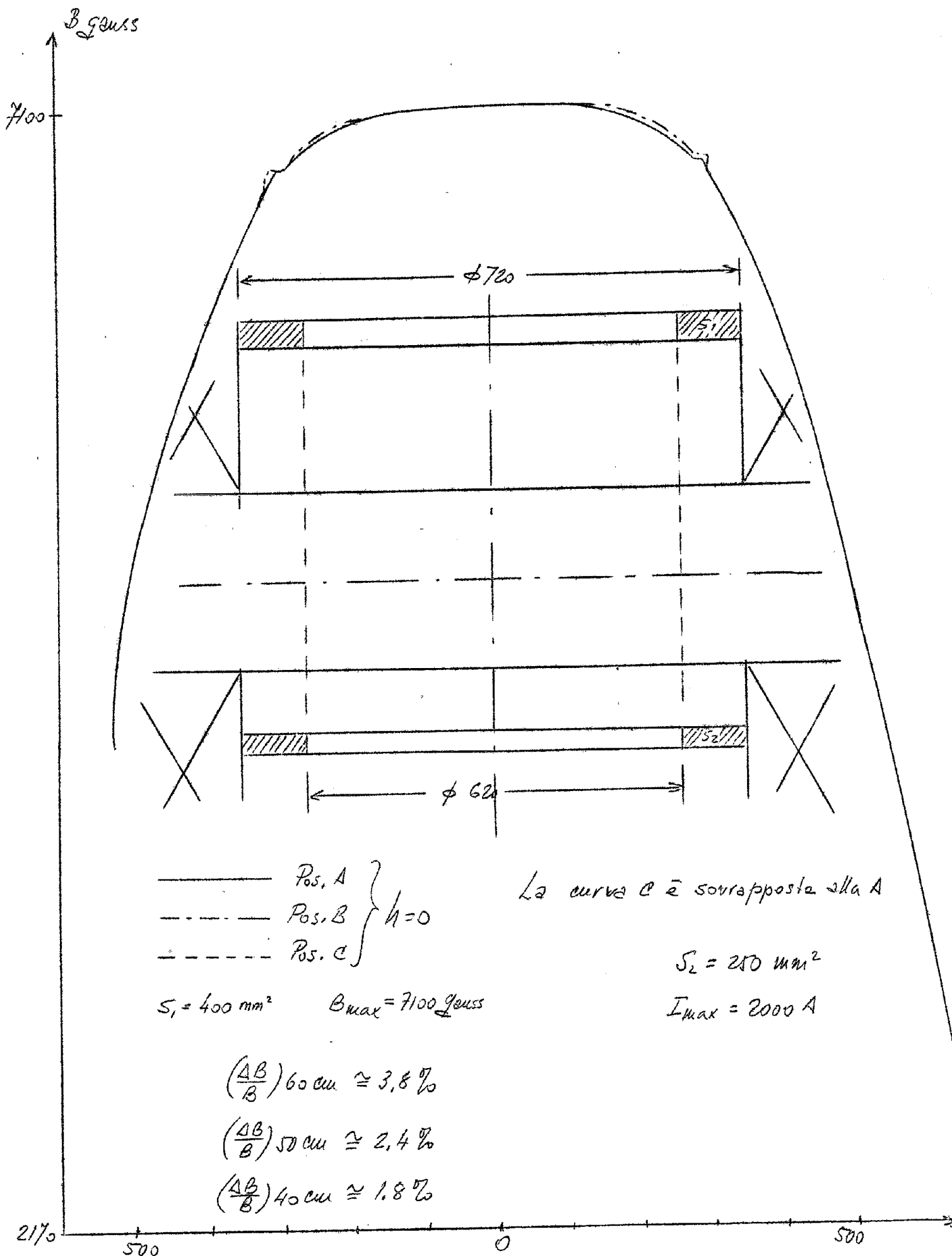


FIG. 14

- - - - - $h = +40$
 - - - - - $h = 0$
 ———— $h = -40$

} in posizione B

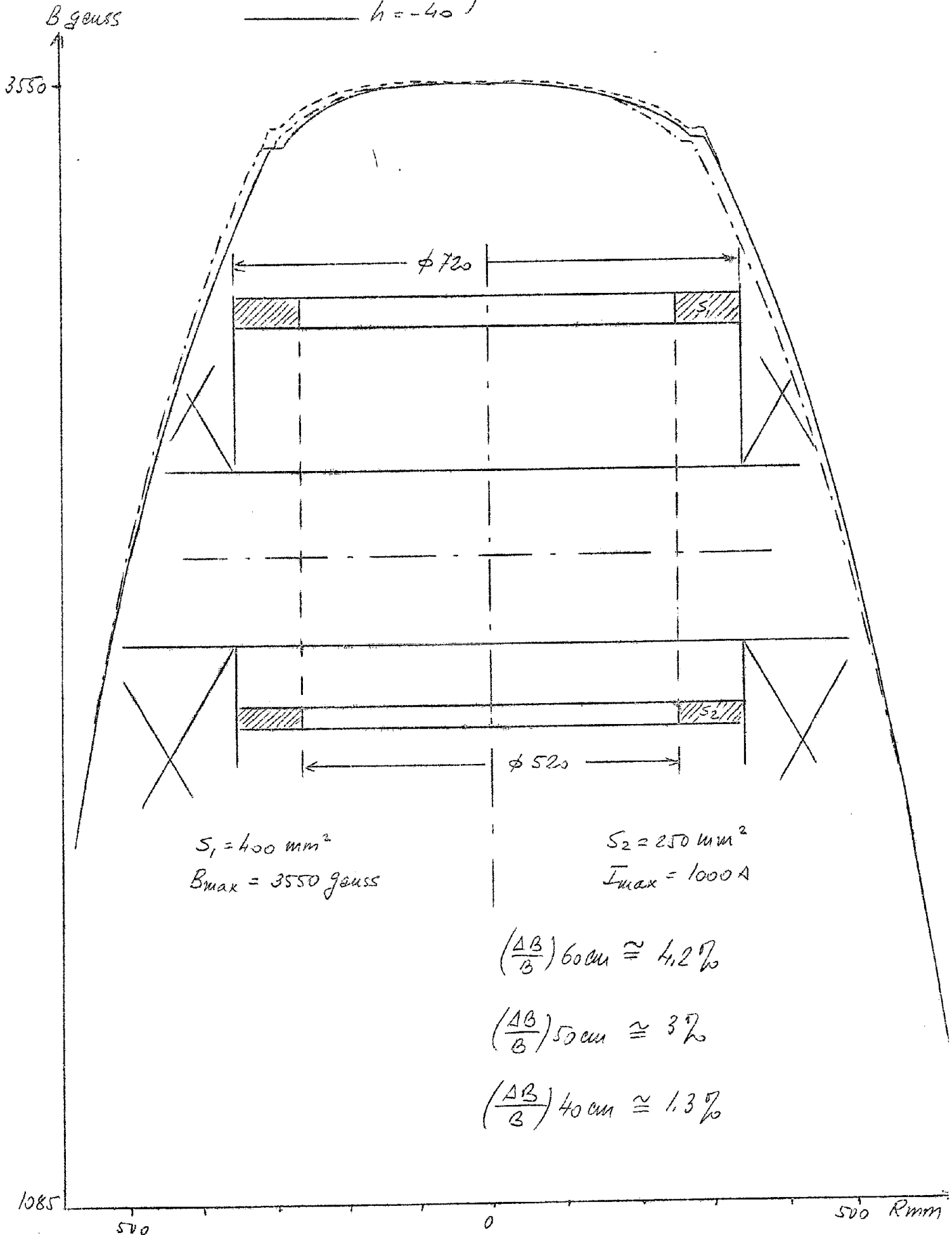


FIG. 15