

COMITATO NAZIONALE PER L'ENERGIA NUCLEARE
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-73/69
21 Dicembre 1973

G. Casu, G. Nicoletti e M. Salvatori: OTTIMIZZAZIONE DEL
SEGNALE MAGNETOSTRITTIVO PER LA LETTURA DI CAMERE
A SCINTILLA DI GRANDI DIMENSIONI;

LNF-73/69
21 Dicembre 1973

G. Casu, G. Nicoletti e M. Salvatori: OTTIMIZZAZIONE DEL SEGNALE MAGNETOSTRITTIVO PER LA LETTURA DI CAMERE A SCINTILLA DI GRANDI DIMENSIONI.

E' attualmente in fase di realizzazione un apparato sperimentale per lo studio della reazione $e^+e^- \rightarrow B\bar{B}$ presso Adone⁽¹⁾. La ricostruzione cinematica delle traiettorie del protone e dell'antiprotone è affidata ad un sistema di otto camere a scintilla con lettura magnetostrittiva. Come è noto la lettura della posizione della scintilla si realizza ponendo un filo ferro-magnetico (nichel, nichel-cobalto, ferro-cobalto e altre leghe affini) a stretto contatto con i fili della camera in modo che il campo magnetico generato dalla corrente della scintilla che fluisce in uno qualunque dei fili della camera sia accoppiato con il filo ferro-magnetico. Nel filo magnetostrittivo, l'impulso magnetico ricevuto produce una deformazione meccanica locale. Questa si sposta sul filo magnetostrittivo, con la velocità del suono, verso le sue due estremità; ad una di queste è posta una piccola bobina. L'arrivo dell'impulso della deformazione modifica lo stato di magnetizzazione dell'elemento di filo posto all'interno della bobina producendo una variazione di flusso e, conseguentemente, un impulso di tensione di qualche mV di ampiezza.

La forma geometrica delle camere a scintilla è cilindrica con asse parallelo alla linea del fascio. Ciascun cilindro è realizzato da due metà di forma semicilindrica; i raggi variano fra 240 mm e 380 mm, mentre le dimensioni longitudinali sono 1400 mm per le 4 camere interne e 1700 mm per le 4 esterne⁽²⁾. I piani di fili sono rea

2.

lizzati con lastre di circuito stampato dello spessore di 0.5 mm; il passo dei fili è di 1 mm.

Ogni camera a scintille fornisce due parametri del punto di impatto della particella su di essa: le camere esterne forniscono i parametri z ed l ; le due interne, rispettivamente, z , u ed l , v , dai quali si ottengono le coordinate (x, y, z) . Per maggiori dettagli si veda la Fig. 1.

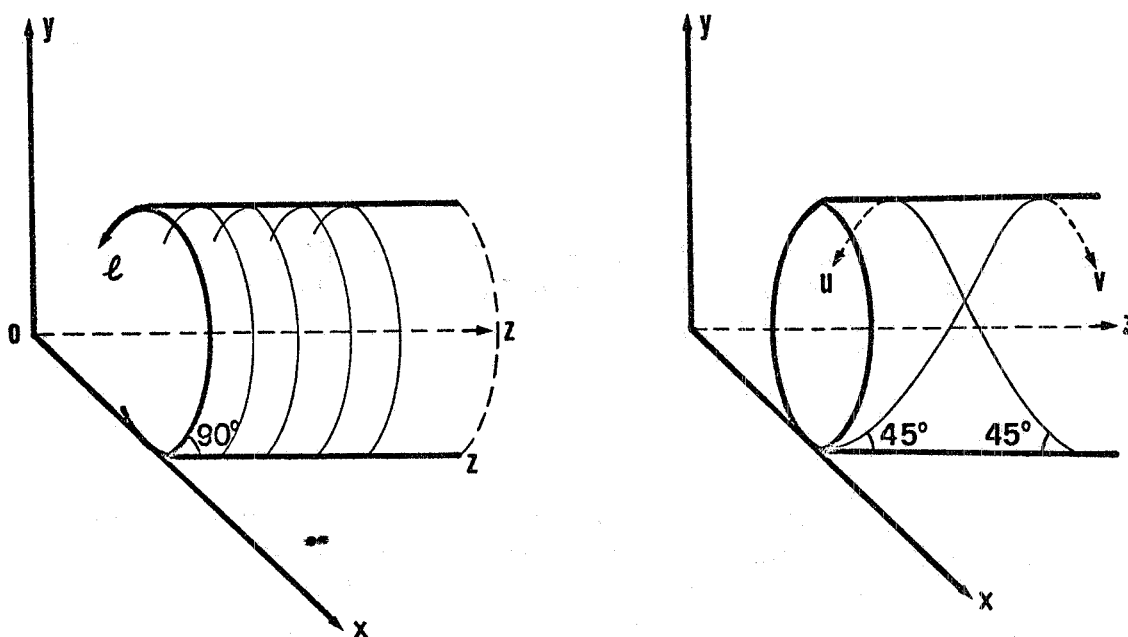


FIG. 1

SCELTA DEL FILO MAGNETOSTRITTIVO -

Per la lettura del segnale magnetostrittivo di un piano delle camere a scintilla, a causa di particolari esigenze di carattere meccanico, sono richiesti uno o due fili magnetostrittivi e quindi per ogni camera si hanno tre o quattro fili magnetostrittivi. Data la struttura particolare e le dimensioni delle camere i suddetti fili hanno lunghezze da ≈ 1 m a ≈ 3 m e il loro percorso non sempre può essere rettilineo. Tali fili, sempre per esigenze di carattere meccanico, sono poggiati sulla superficie esterna dei piatti stampati, ad una distanza, quindi di circa 0.5 mm dai fili della camera. A causa di questa distanza e della lunghezza stessa dei fili m. s. (da 1 a 3 m) ci siamo trovati di fronte all'esigenza di ottimizzare i bassi valori dei segnali della bobina (\approx qualche mV). Questa ottimizzazione è ottenuta come compromesso tra ampiezza del segnale e attenuazione dello stesso lungo il filo.

Le prove sono state eseguite con i seguenti tipi di filo magnetostrittivo:

- a) filo ricotto (soft) della Vacuum-Schmelze; sezione 0.10 mm ϕ ;
- b) filo semitemperato (1/2 hard) della Wilbur B. Driver Co.; sezione 0.12 mm ϕ ;
- c) filo temperato (hard); sezione 0.20 mm ϕ .

Tutti e tre i tipi sono leghe di Fe-Co 50%.

Per esaminare le caratteristiche dei tre tipi di filo e trovare quale di essi si adatti meglio alle nostre esigenze abbiamo effettuato alcune prove con il montaggio sperimentale mostrato in fig. 2. Il segnale della bobina di pick-up (filo 0.03mm ϕ , n spire = 100, con diametro interno di 0.2 mm) viene trasferito con cavo Lemo ($z_0 = 50 \Omega$) ed analizzato all'oscilloscopio Tek. 547 con plug 1A1 adattando l'ingresso a 50Ω . L'impulso di corrente nella bobina di scrittura viene fornito da una unità Tyratron (Fig. 3) comandata da un generatore di impulsi a bassa frequenza.

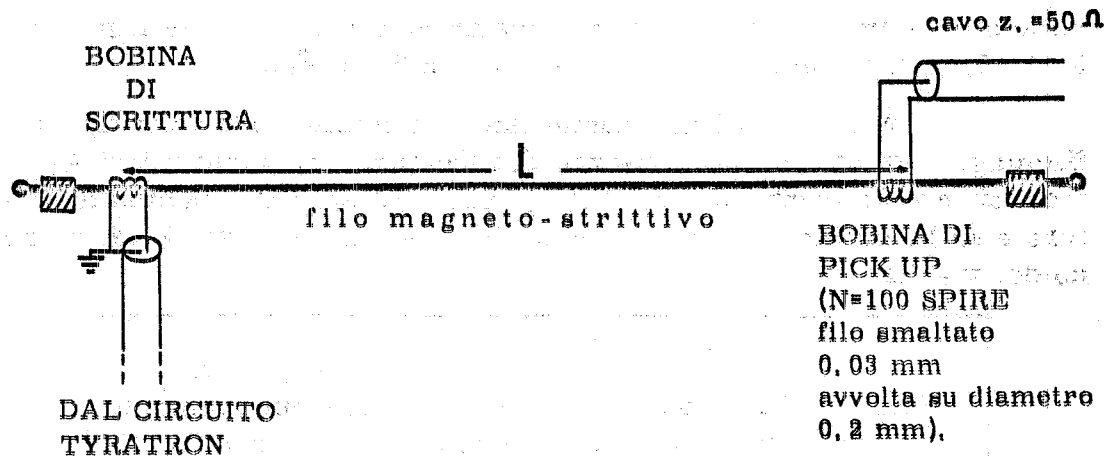


FIG. 2

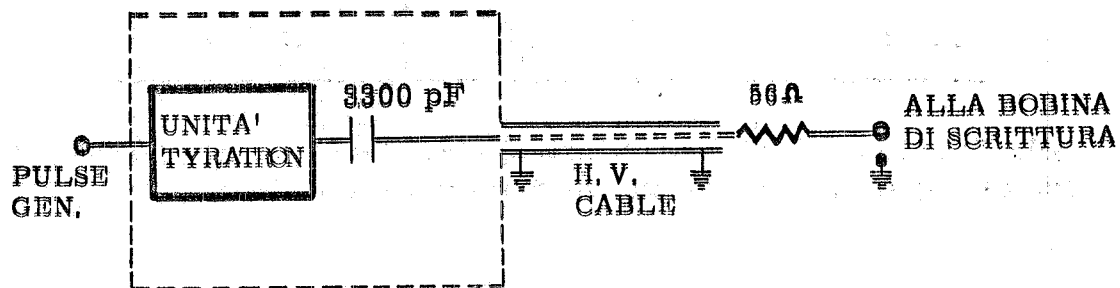


FIG. 3

4.

I risultati delle prove eseguite mostrano che il filo di tipo a) fornisce segnali di ampiezza relativamente alta quando la lunghezza L è ≤ 50 cm, e di conseguenza l'impulso sonico compie un piccolo percorso, ma l'attenuazione diventa importante quando L supera i 50 cm, risultando la lunghezza λ di dimezzamento pari a ≈ 70 cm.

I fili di tipo b) e c) al contrario mostrano un'attenuazione molto limitata, ma segnali elettrici generalmente più piccoli. In base a questi risultati è preferibile per $L \geq 100$ cm, usare i fili di tipo b) o c), amplificando opportunamente i segnali di pick-up.

E' tuttavia possibile ottenere dai fili di tipo b) e c) dei segnali mediamente più alti, mantenendo inalterata la loro caratteristica di bassa attenuazione, stemperandoli nell'intorno della bobina. Questo procedimento si riduce a scaldare con una fiamma libera per qualche decina di secondi la frazione di filo magnetostrittivo su cui andrà sistemata la bobina di pick-up⁽³⁾.

Usando questo procedimento abbiamo eseguito delle prove comparative sui tre tipi di filo magnetostrittivo. Nelle figure 4, 5, 6, 7, 8 si possono vedere i risultati delle misure.

Nella Tabella seguente sono riportate, per i tre tipi di filomagnetostrittivo, le ampiezze dei segnali magnetostrittivi A_M ricavati con la bobina di scrittura posta a 10 cm dalla bobina di lettura e la lunghezza di dimezzamento del segnale stesso λ di ciascuno dei tre fili:

Filo	A_M (mV)		Lunghezza λ di dimezzamento (cm)
	Filo non trattato	Filo stemperato	
tipo a)	15	--	100 ± 10
tipo b)	11	36	180 ± 10
tipo c)	11	40	210 ± 20

Dalla Tabella si conclude che i fili di tipo b) e c) soddisfano le nostre richieste in quanto forniscono segnali elevati e uniformi.

EFFETTI DELLA TEMPERATURA SULLA VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DEL SEGNALE -

A completamento di questa serie di tests sui fili m. s. abbiamo effettuato due misure: la prima per determinare la velocità di propagazione dell'impulso sonico e, la seconda, la sua variazione in funzione della temperatura⁽⁴⁾.

Il filo su cui abbiamo effettuato le prove è del tipo b) stemperato nell'intorno della bobina.

La velocità di propagazione è stata determinata alla temperatura di $21,4^{\circ}\text{C}$ ponendo a distanze determinate tre fili di scrittura: il primo a circa 15 cm dalla bobina di rivelazione, il secondo a 20 cm dal primo e i successivi a 40 cm e 70 cm (dal primo).

I fili di scrittura sono realizzati da cavo di rame del diametro di 0,5 mm adagiato ortogonalmente al filo m. s. che è isolato elettricamente da esso mediante un foglio di mylar dello spessore di 0,1 mm.

I fili sono alimentati in serie.

La misura dei tempi è effettuata tramite l'oscilloscopio Tek 547.

Lo schema dell'apparato di misura è illustrato nella fig. 13.

La fig. 14 mostra i segnali d'uscita della bobina di rivelazione ottenuti dai fiduciali I, II, III, IV.

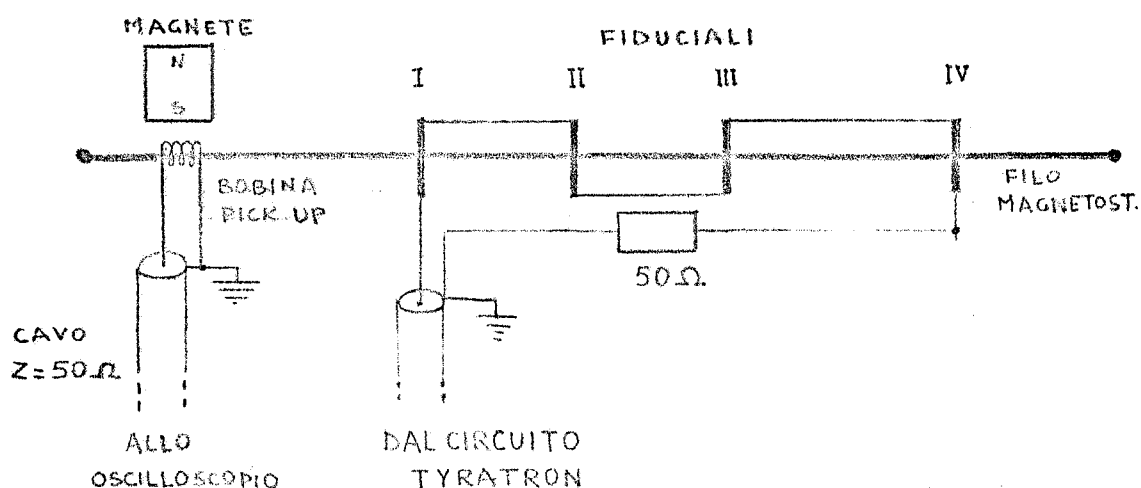


FIG. 13

Il valore della velocità alla temperatura di $21,4^{\circ}\text{C}$ è risultato essere 5188 ± 64 m/s.

Tale valore è stato ricavato come media aritmetica fra le velocità ottenute negli intervalli I e II, II e III, III e IV, I e III, I e IV e attribuendo come errore la semidispersione massima dei risultati parziali.

Il riscaldamento è ottenuto facendo scorrere nel filo m. s. una corrente elettrica; la variazione della temperatura è ottenuta variando l'intensità di questa corrente.

Per verificare che le variazioni del segnale m. s. non dipendono dal campo magnetico generato dalla corrente elettrica, abbiamo usato sia corrente alternata che continua: non si sono apprezzate sostanziali differenze nei due casi.

La temperatura del filo è stata misurata a circa 10 cm dalla bobina con una sonda termometrica in dotazione all'oscilloscopio Tek. tipo 7904.

Il valore della temperatura è presentato sullo schermo dell'oscilloscopio (vedi figg. 15 a, b, c, d, e).

L'allungamento del filo m. s., variando la sua temperatura di circa 20°C , è risultato essere di circa 2 mm.

I risultati della misura sono illustrati nel grafico di figura 16.

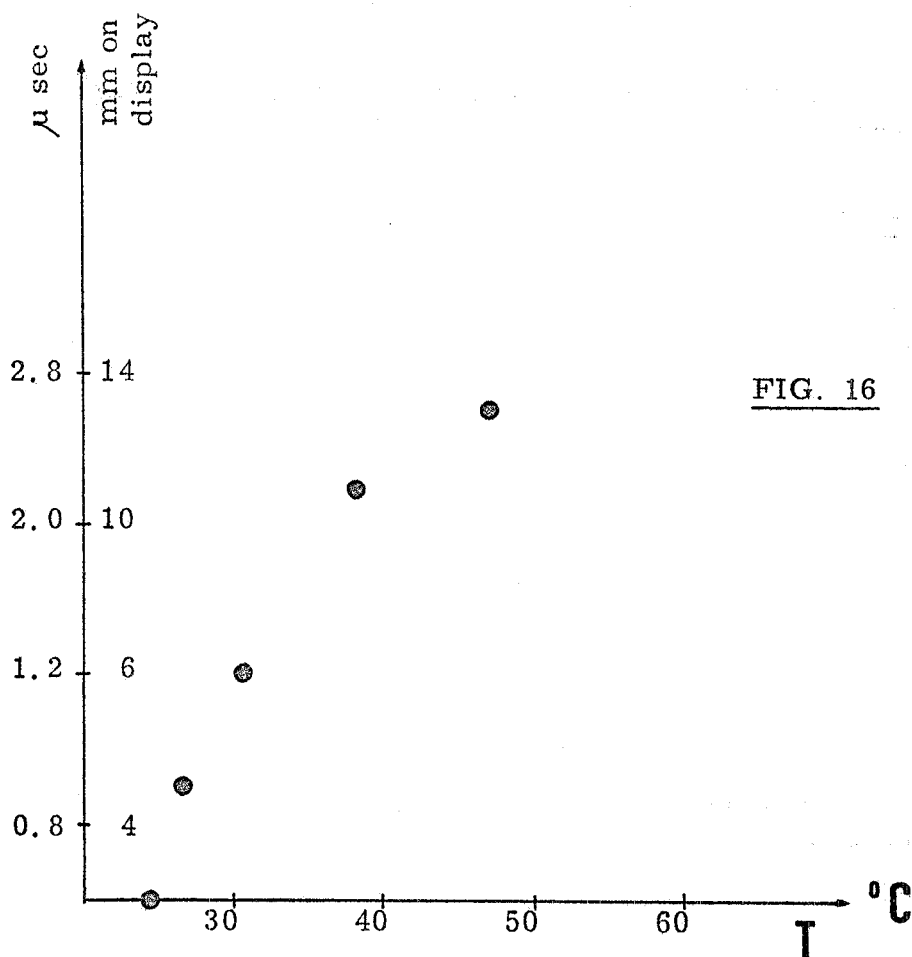


FIG. 16

BIBLIOGRAFIA -

- (1) - M. Ambrosio et al., Frascati Report LNF-72/89 (1972).
- (2) - G. Casu, Tesi di Laurea presso l'Università di Roma (1973).
- (3) - V. Bönnner et al., Nuclear Instr. and Meth. 96, 601 (1971).
- (4) - G. Giannelli e al., Nuclear Instr. and Meth. 47, 151 (1967).

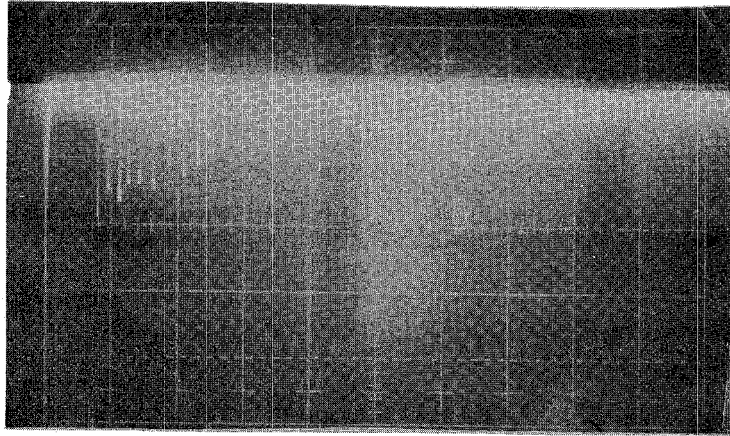


FIG. 4 - Segnali in uscita dalla bobina di pickup facendo uso del filo di tipo a)

La misura è stata eseguita spostando la bobina di scrittura lungo il filo m. s. a intervalli di circa 2 cm l'uno dall'altro.

La scala dell'asse verticale è 10 mV./div. e quella orizzontale 25 μ sec/div.

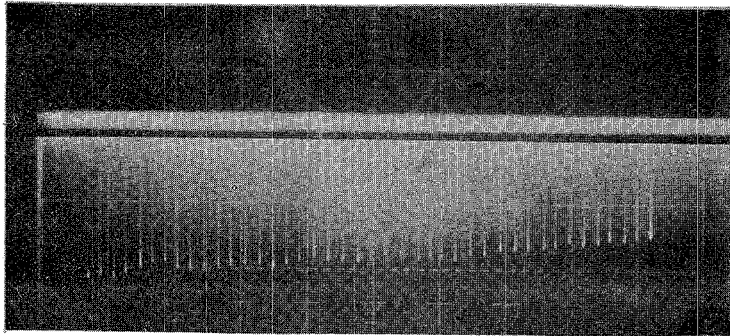


FIG. 5 - Segnali in uscita dalla bobina, facendo uso del filo di tipo b non stemperato. La tecnica di misura è la stessa della figura 4. La scala verticale è 5 mV/div. e quella orizzontale è 25 μ sec/div.

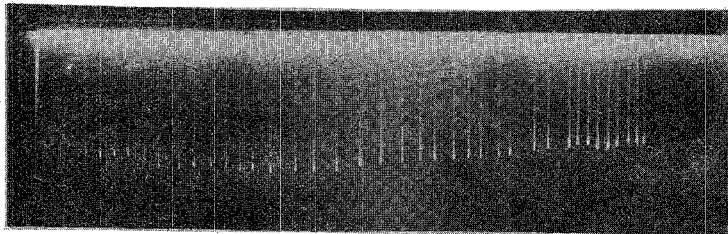


FIG. 6 - Segnali in uscita dalla bobina facendo uso del filo di tipo b stemperato. La scala verticale è 20 mV/div. e quella orizzontale è 25 μ sec/div.

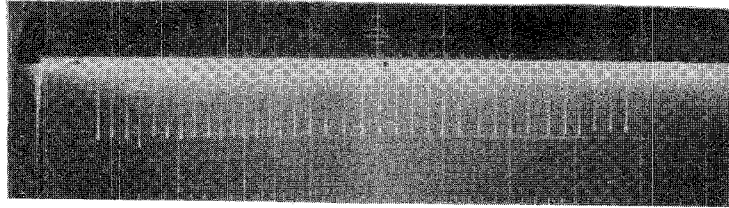


FIG. 7 - Segnali ottenuti con filo di tipo C non stemperato. La scala verticale è 10 mV/div. e quella orizzontale 25 μ sec/div.

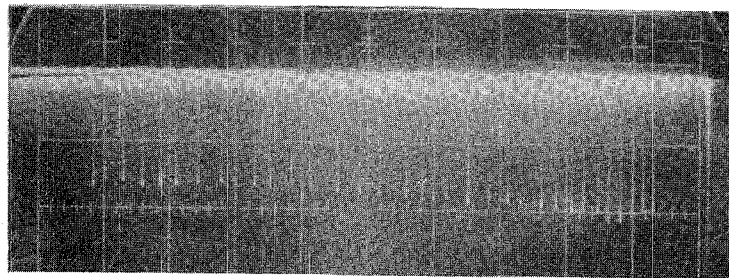


FIG. 8 - Segnali ottenuti con filo di tipo C stemperato. La scala verticale è 20 mV/div. e quella orizzontale 25 μ sec/div.

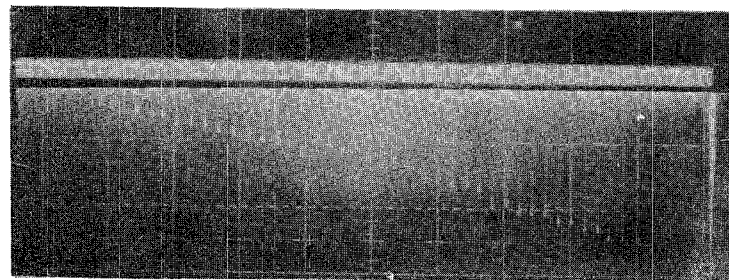


FIG. 9 - Segnali ottenuti con il filo di tipo b non stemperato inserito nella guaina di teflon. La scala verticale è 5 mV/div., la scala orizzontale 25 μ sec/div.

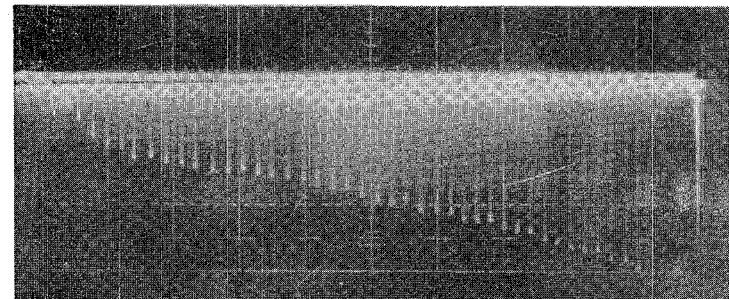


FIG. 10 - Segnali ottenuti con il filo di tipo b stemperato inserito nella guaina di teflon. La scala verticale è 10 mV/div. e quella orizzontale 25 μ sec/div.

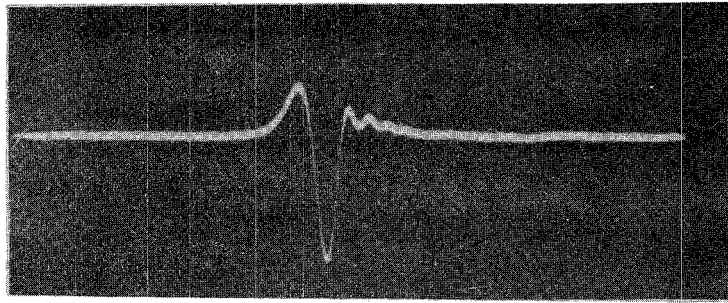


FIG. 11 - Segnale ottenuto con il filo di tipo b stemperato senza ri vestimento. La distanza tra bobina di scrittura e bobina di pick-up è circa 1 m. la scala verticale è 5 mV/div e quella orizzontale 1 μ sec/div.

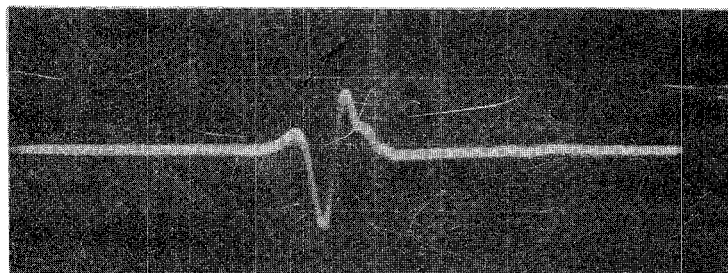


FIG. 12 - Segnale ottenuto dopo aver inserito il filo nella guaina di teflon. Verticale 5 mV/div. Orizzontale 1 μ sec/div.

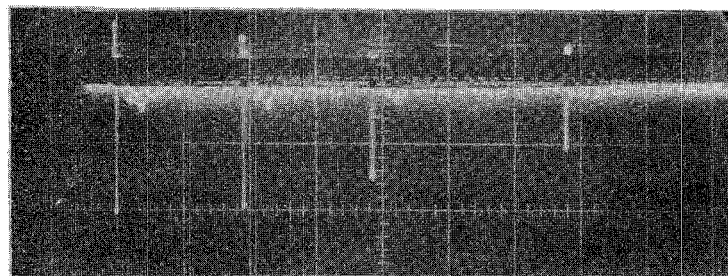


FIG. 14 - Segnali di uscita della bobina di rivelazione ottenuti dai fili di scrittura I, II, III e IV.
 - temperatura 21,4°C
 Scale
 - Verticale 10 mV/cm
 - Orizzontale 20 sec/cm

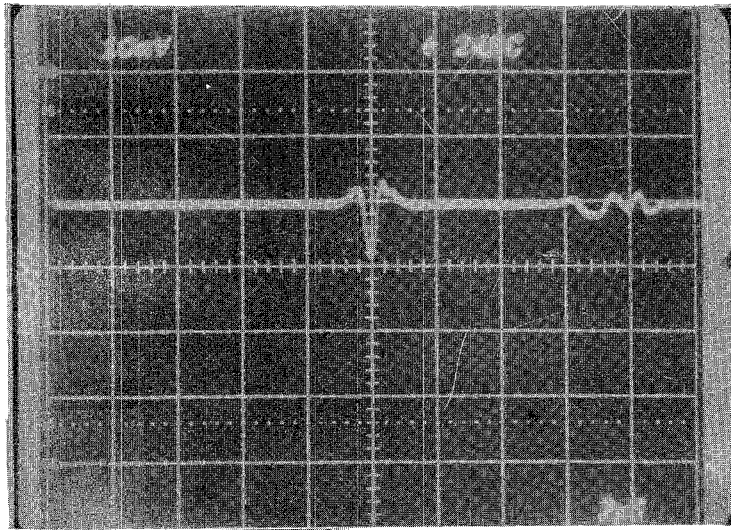


FIG. 15 a)

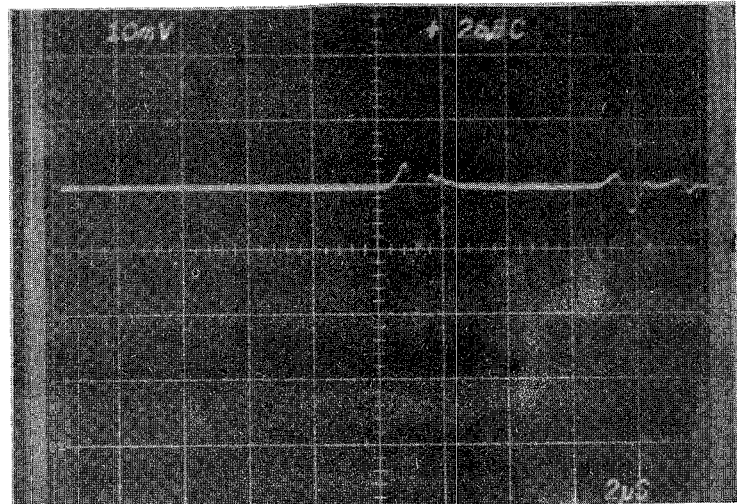


FIG. 15 b)

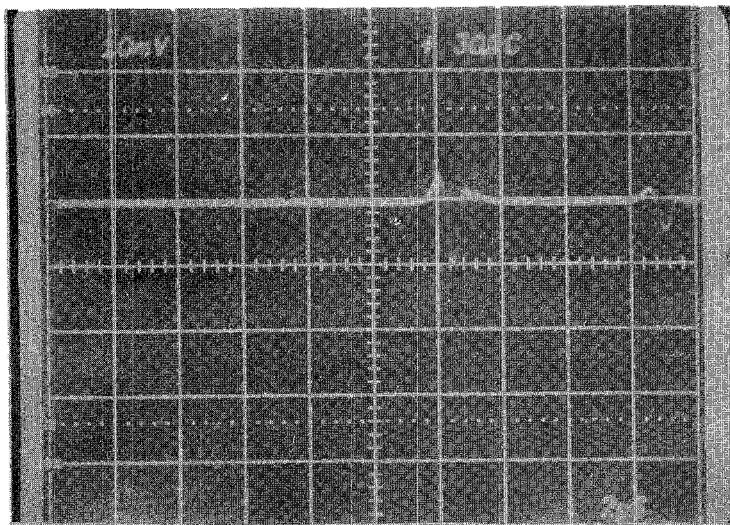


FIG. 15 c)

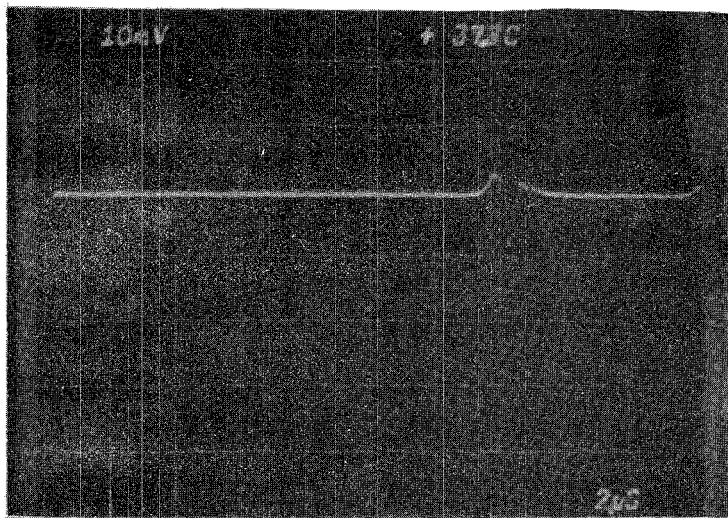


FIG. 15 d)

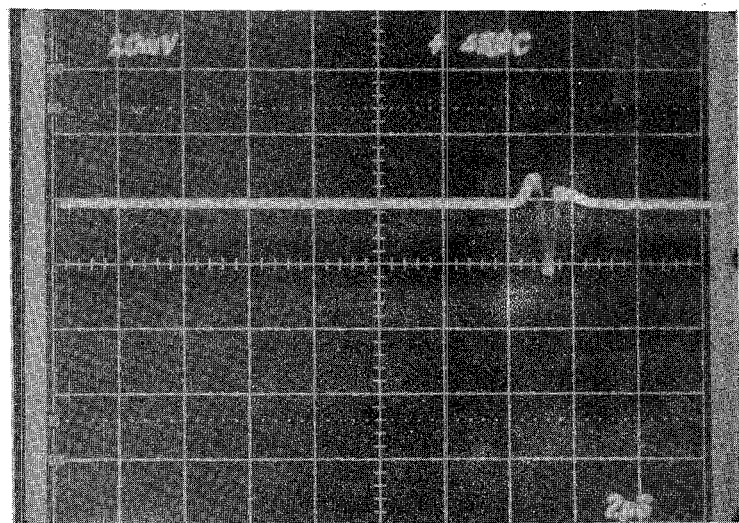


FIG. 15 e)

FIG. 15 - Segnali ottenuti con il filo di tipo b stemperato. La distanza tra la bobina di scrittura e quella di pick-up è circa 1 m. In altro a destra si legge il valore della temperatura.