

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-63/85 (1963)

C. Dardini, I. F. Quercia: ANALIZZATORE DI AMPIEZZA DI IMPULSI,
A 20 CANALI TRANSISTORIZZATO CON DECODIFICAZIONE.

Estratto da: Rendiconti della LXIV Riunione annuale AEI, Stresa 1963.

93/1963 - Analizzatore di ampiezza di impulsi, a 20 canali transistorizzato con decodificazione

C. DARDINI - I. F. QUERCIA (*)

Si descrive il principio di funzionamento, l'idea base e i singoli circuiti di un analizzatore d'ampiezza a 20 canali completamente transistorizzato, avente tempo morto di 3 μ s.

1. - INTRODUZIONE.

Il principio di funzionamento di un analizzatore di ampiezza di impulsi, funzionante mediante codificazione con linea di ritardo, è stato già descritto (1). Un analizzatore a 20 canali è stato costruito nei nostri laboratori qualche tempo fa e descritto alla Conferenza Internazionale della Strumentazione per Fisica delle alte energie

di Berkeley del 1960 (2). Nel presente articolo si descrive un analizzatore a 20 canali transistorizzato, con tempo morto di 3 μ s, che analizza direttamente gli impulsi negativi rapidi provenienti eventualmente dall'anodo di un fotomoltiplicatore connesso con un rivelatore di particelle.

Per convenienza del lettore ripetiamo brevemente l'idea base del circuito.

Un impulso proveniente dall'anodo di un fotomoltiplicatore è iniettato in una linea di ritardo aperta; in

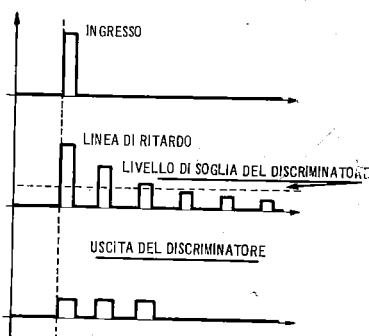


Fig. 1. - Principio di funzionamento dell'analizzatore.

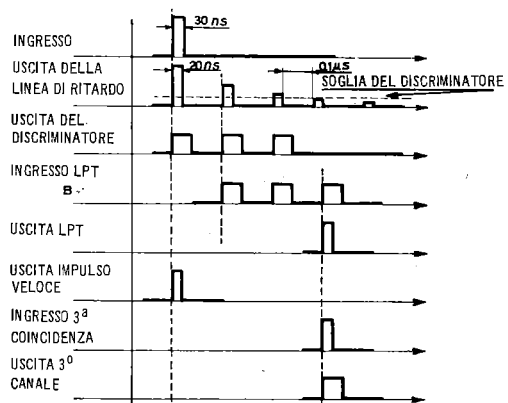


Fig. 3. - Forme d'onda idealizzate.

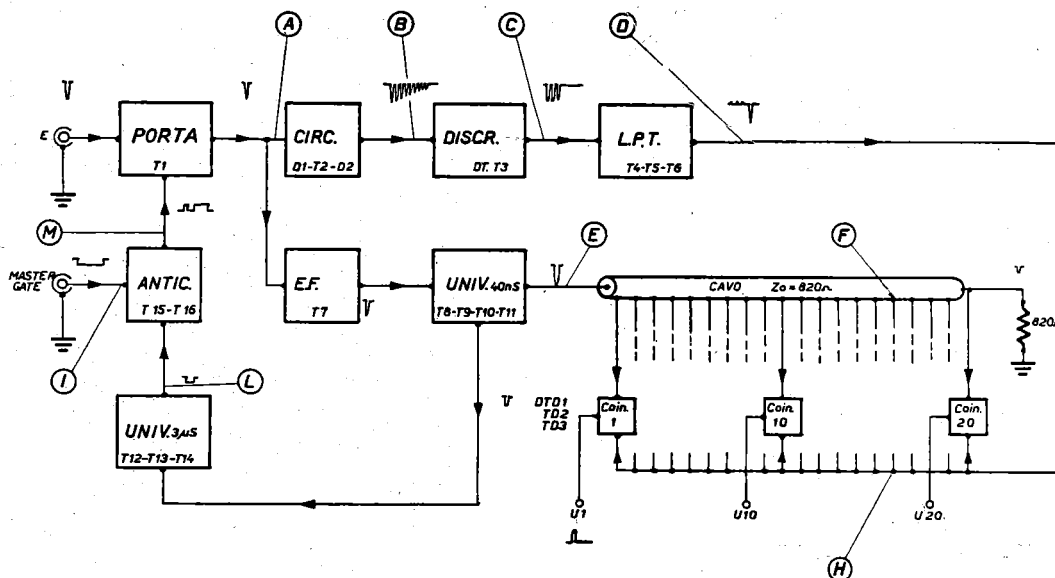


Fig. 2. - Circuito a blocchi dell'analizzatore.

(*) P.I. C. DARDINI e Prof. Ing. I. F. QUERCIA, Laboratori Nazionali del C.N.E.N. - Frascati.

(1) A. ALBERIGI, C. BERNARDINI, I. F. QUERCIA: « Nucl. Instr. Methods », 5, 201 (1958).

(2) C. INFANTE, I. F. QUERCIA, C. SOLIMANI: « Proc. of an Intern. Conf. on Instrum. for High Energy Physics ». Lawrence Lab. Univ. of California - Berkeley, 1960.

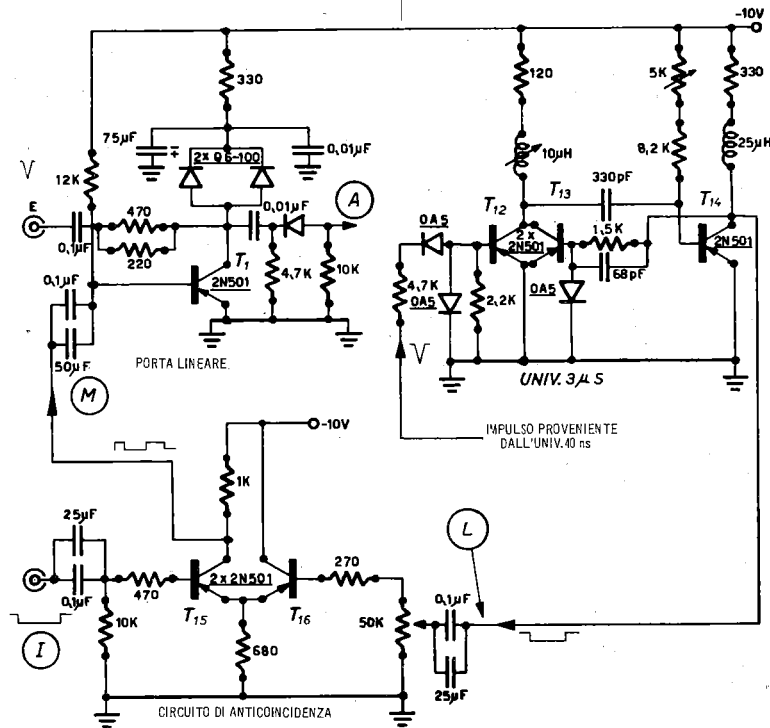


Fig. 4. - Circuito porta lineare.

questo modo si hanno delle riflessioni multiple, che producono un treno di impulsi egualmente spazati nel tempo e la cui ampiezza è decrescente per effetto della attenuazione della linea. Il treno di impulsi è inviato all'ingresso di un discriminatore integrale veloce: il numero di impulsi che escono dal discriminatore dipende

dall'ampiezza dell'impulso originale. Un circuito decodificatore fornisce un impulso da uno dei 20 canali di uscita a seconda del numero di impulsi del discriminatore. La larghezza dei canali di analisi di ampiezza risulta molto stabile poichè è determinata dall'attenuazione caratteristica della linea.

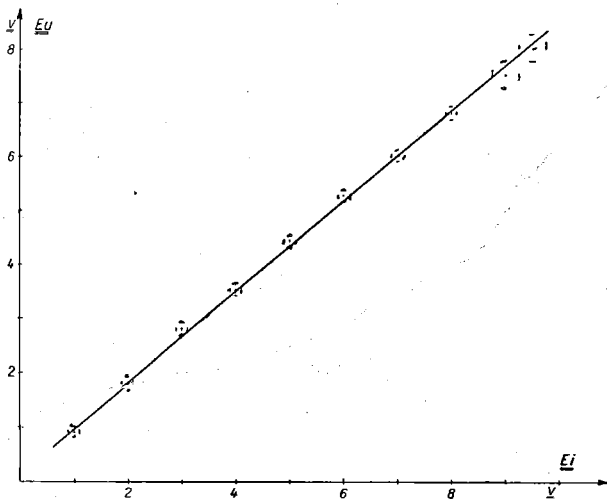


Fig. 5. - Linearità del circuito porta.

2. - CIRCUITO A BLOCCHI DELL'ANALIZZATORE D'AMPIEZZA.

Il circuito a blocchi dell'analizzatore è mostrato in fig. 2 e le forme d'onda idealizzate in fig. 3.

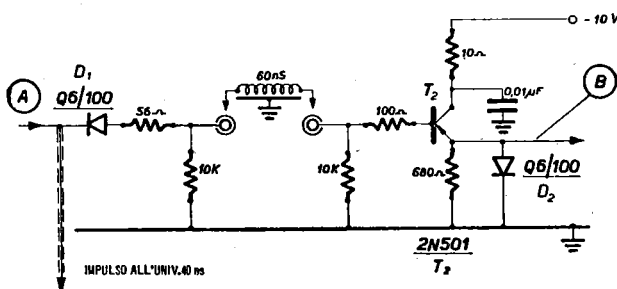


Fig. 6. - Circolatore a linea di ritardo.

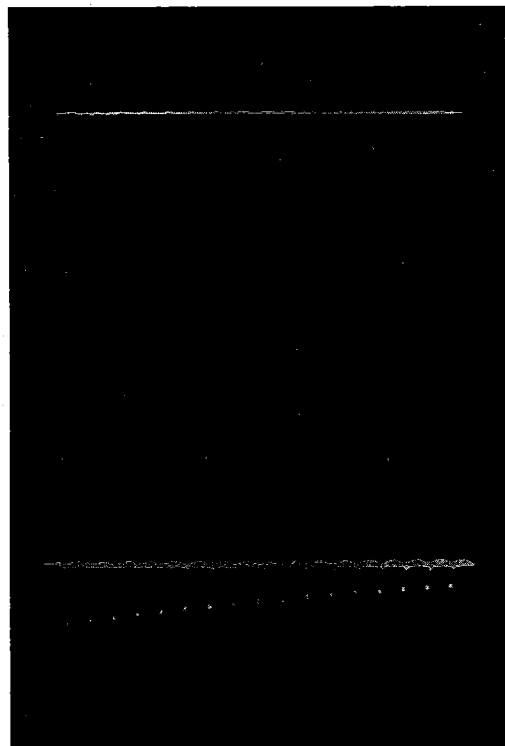


Fig. 7. - Fotografia del treno di impulsi.

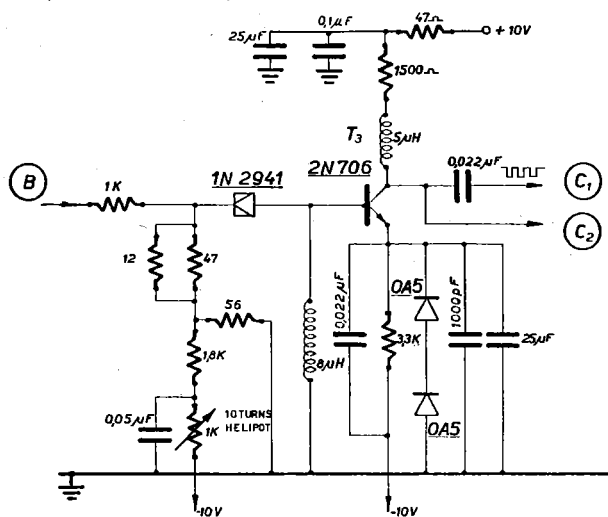


Fig. 8. - Circuito del discriminatore.

Esaminiamo il circuito a blocchi: l'impulso negativo in ingresso (*E*) passa attraverso una porta e di qui si suddivide; da una parte tramite un emitter follower (E.F.) inserisce un univibratore veloce (*UNIV*); dall'altra parte è iniettato in una linea di ritardo di circolazione (*CIRC*) dove si forma il treno di impulsi decrescenti. In (*B*) il treno di impulsi decrescente in ampiezza, va all'ingresso del discriminatore veloce a diodo tunnel (*DISCR*) che lascia passare un numero di impulsi del treno in ingresso variabile a seconda della posizione della sua soglia di discriminazione e dell'ampiezza dell'impulso iniziale. Gli impulsi in uscita dal discriminatore (*C*) vanno ad un circuito che ne fa passare solo l'ultimo (*LPT*), questo circuito è una anticoincidenza ritardata. La posizione nel tempo di questo ultimo impulso è comparata con l'impulso al tempo zero di riferimento prodotto dall'univibratore rapido, iniettato in una linea di ritardo avente $Z_0 = 820 \Omega$. La decodificazione è ottenuta prelevando il segnale da 20 punti

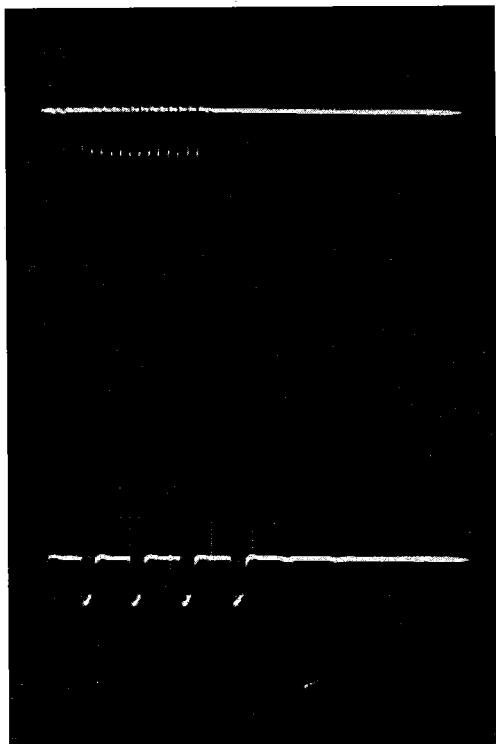


Fig. 9. - Fotografia degli impulsi in uscita del discriminatore.

egualmente distanziati dalla linea da 820Ω e iniettandoli in 20 circuiti di coincidenza a diodi tunnel (coin. $1 \div 20$). In questo modo ogni circuito di coincidenza corrisponde ad un dato ritardo fra l'ultimo impulso e l'impulso di riferimento al tempo zero, quindi ad un determinato intervallo di ampiezza dell'impulso di ingresso da analizzare.

Altri circuiti sono stati aggiunti all'apparecchio per migliorarne le prestazioni. Un circuito di paralisi chiude la porta d'ingresso per i $3 \mu s$ successivi all'arrivo di ogni impulso analizzato, allo scopo di prevenire l'iniezione di più impulsi durante il tempo di analisi. L'impulso di paralisi è ottenuto da un univibratore (*UNIV*, $3 \mu s$), che è fatto scattare dall'univibratore rapido, e alimenta la porta (*M*) attraverso un circuito di anticoincidenza (*ANTIC*). Il compito del circuito di anticoincidenza è di lasciare che la porta possa essere aperta dall'impulso di un «master gate», fatto partire da un impulso esterno (sincronizzato p. es. con il fascio di raggi gamma di una macchina acceleratrice). In questo modo l'analisi di impulsi accidentali può essere ridotta.

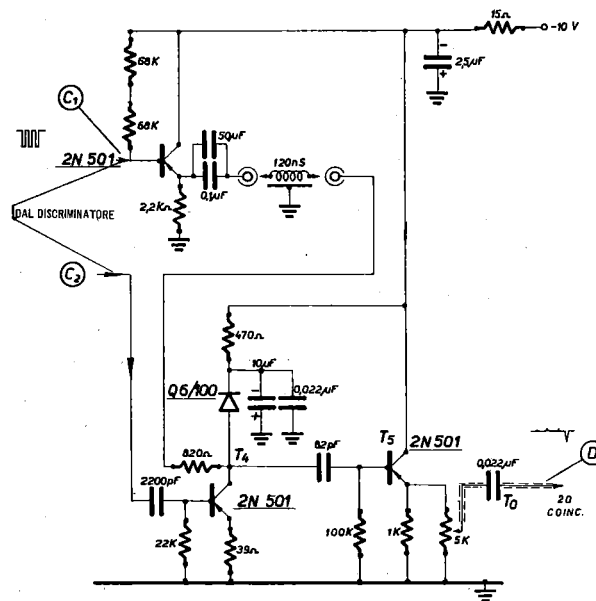


Fig. 10. - L. P. T.

3. - DESCRIZIONE DEI CIRCUITI.

a) La porta lineare e circuito di paralisi sono mostrati in fig. 4.

Gli impulsi in ingresso provenienti da *E* attraverso una resistenza da 150Ω sono cortocircuitati verso massa del transistor T_1 e dal diodo del suo collettore, entrambi conducenti una forte corrente. Quando sulla base del transistor, da *M* arriva un impulso positivo di circa 1 V, il transistor si spegne, il corto circuito è quindi rimosso e gli impulsi negativi appaiono alla uscita *A*.

Il tempo di apertura di questa porta è mostrato in fig. 5.

L'impulso positivo che deve aprire la porta è ottenuto dal circuito di anticoincidenza mandando un impulso negativo all'ingresso *I*. Se in coincidenza con il segnale negativo in *I*, un segnale negativo è mandato all'ingresso *L* dell'anticoincidenza, nessun impulso si ottiene nel punto *M*, e la porta rimane chiusa.

Gli impulsi negativi che tengono chiusa la porta provengono da un univibratore di $3 \mu s$, che è comandato ogni volta che un impulso è analizzato dal multicanale. In questo modo si evita la circolazione simultanea di due differenti impulsi da analizzare.

b) Circolatore a linea di ritardo. (Fig. 6).

Gli impulsi negativi provenienti dalla porta aventi impedenza d'uscita di $\sim 125 \Omega$, sono inviati in una linea di ritardo attraverso un diodo D , e una resistenza da 50Ω . La linea di ritardo è formata da circa 10 m di cavo coassiale tipo Felten e Guillome da 60Ω di impedenza caratteristica (tipo 2, 3/10). Gli impulsi accendono il diodo D_1 , si propagano lungo la linea, vedono l'alta impedenza d'ingresso dell'emitter follower T_2 e si riflettono della stessa polarità verso l'ingresso.

impulsi negativi, tranne l'ultimo che viene a trovarsi ritardato di 120 ns dall'ultimo degli impulsi in base.

Gli impulsi negativi, ampi 2 V, in uscita dal circuito LPT sono inviati attraverso un emitter follower (D) T_5 all'ingresso di 20 circuiti di coincidenza.

e) Univibratore rapido. (Fig. 11).

Il compito di questo circuito è quello di fornire un impulso di riferimento di tempo zero all'ingresso della

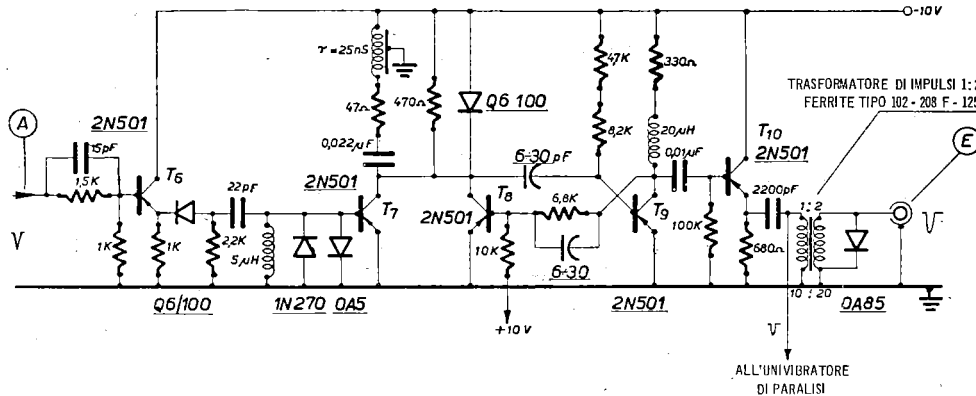


Fig. 11. - Univibratore veloce.

Giunti all'ingresso della linea vedono la elevata resistenza inversa del diodo e sono riflessi di nuovo indietro con la stessa polarità. In questo modo un treno di impulsi egualmente spaziatosi di 120 ns e d'ampiezza decrescente si presenta sulla base del T_2 . Tali impulsi passano dall'emitter follower T_2 al discriminatore che segue (B).

Una fotografia del treno d'impulsi è mostrata in fig. 7.

c) Discriminatore. (Fig. 8).

È un circuito rapido a diodo tunnel sviluppato nei nostri laboratori ⁽³⁾. La corrente di polarizzazione del diodo tunnel è controllata da un potenziometro 10 giri tipo Helipot da 1 k Ω che consente di variare la soglia da 0 a 1,8 V. Lo scatto di corrente del diodo tunnel sviluppa un impulso di 0,3 V ai capi dell'induttanza da 8 μ H, impulso ampio sufficientemente per accendere il transistor T_3 . Gli impulsi di ampiezza e forma costante (2 V negativi; larghezza 40 ns) formati sul collettore di T_3 , sono iniettati nel circuito successivo: LPT (C).

Con la polarizzazione del diodo tunnel al massimo, impulsi di ampiezza da 4 a 14 V possono essere analizzati nei 20 canali. In queste condizioni l'incertezza di soglia è 10 mV. Il tempo morto del discriminatore è 50 ns.

Diodi tunnel molto più rapidi, ora in commercio, possono migliorare le prestazioni di questo semplice circuito. In fig. 9 si vede un treno di impulsi uscente dal discriminatore.

d) L.P.T. (Fig. 10).

Il compito di questo circuito è di fornire un impulso ad un tempo fisso dopo l'ultimo di un treno d'impulsi che iniettato nel suo ingresso.

Il treno di impulsi negativi di 2 V, in uscita dal discriminatore, è inviato sulla base (C_2) del transistor T_4 . Lo stesso treno d'impulsi ritardato di un tempo = 120 ns è iniettato attraverso una resistenza di 820Ω sul collettore dello stesso T_4 . Tutti gli impulsi del treno sono cancellati dalla presenza sulla base del T_4 di im-

linea di decodificazione. (E vedi fig. 2). Questo impulso deve essere largo 40 ns, negativo, ed ampio a sufficienza per compensare all'attenuazione che subisce nella linea di decodificazione. L'univibratore (T_7, T_8, T_9) è del tipo convenzionale con costante di tempo RC. Una linea di corto circuito ($Z_0 = 820 \Omega$) sul collettore di T_7 assicura una durata fissa di 40 ns dell'impulso.

Un impulso ampio 10 V è ottenuto sulla base di T_{10} . Un trasformatore d'impulso con rapporto di trasformazione 1:2, alimentato dall'emitter follower T_{10} porta a 19 V l'ampiezza dell'impulso.

L'impulso in uscita dall'emitter follower T_{10} è usato anche per comandare l'univibratore di 3 μ s di paralisi.

f) Circuiti di coincidenza. (Fig. 12).

L'impulso dell'univibratore che dà il tempo zero, so-

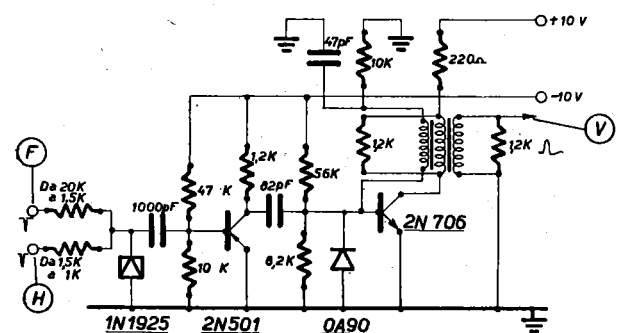


Fig. 12. - Circuito di coincidenza.

pra descritto, viene inviato in una linea di decodificazione di 820Ω di impedenza caratteristica. Questa linea ha 20 uscite egualmente distanziate in modo da fornire sulle successive uscite impulsi distanziati di 120 ns. Ognuna di queste uscite alimenta uno dei due ingressi delle coincidenze doppie. Tutti gli altri ingressi delle 20 coincidenze sono alimentati in parallelo degli impulsi provenienti dall'LPT.

⁽³⁾ C. INFANTE, F. PANDARESE: « Tunnel diode fast discriminators » (unpublished).

La decodificazione della posizione nel tempo rispetto al tempo zero è ottenuta dallo scatto di una delle 20 coincidenze. Le uscite dei circuiti di coincidenza comandano direttamente altrettante scale di conteggio.

La coincidenza è fatta dal diodo tunnel (1 N 1925) nel quale gli impulsi sono inviati attraverso due resistenze. Quando il diodo tunnel scatta, un impulso negativo di 0,3 V è fornito al successivo transistor che lo amplifica. L'impulso amplificato ed invertito, fa scattare a sua volta un oscillatore bloccato (2 N 706) che produce un impulso di 0,2 μ s di durata ampio 7 V, capace di pilotare le scale di conteggio.

CONCLUSIONI.

Le caratteristiche di questo particolare tipo di analizzatore sono state già discusse (1, 2). Le prestazioni di questa versione transistorizzata dell'analizzatore sono molto simili a quelle già descritte per l'apparato a valvole. Crediamo che possa in particolare interessare, del presente apparato, l'applicazione di circuiti rapidi, usanti semiconduttori: diodi tunnel, transistor rapidi, e diodi.

Desideriamo qui ringraziare l'Ing. A. Carlucci il quale durante il suo lavoro di preparazione per la tesi di laurea, ha contribuito alla discussione e lo sviluppo dei circuiti impiegati in questo apparato.