

Registratore di impulsi a doppia memoria

MARCO FRANK, AURELIA DANIELE SARGENTINI e ALFREDO BACCHELLI (*)

Laboratori di Elettronica

Riassunto. — Viene descritto un apparato atto a contare e registrare automaticamente numeri di impulsi. Il comando di registrazione può avvenire in dipendenza di un evento esterno oppure ad intervalli di tempo prefissati. La novità dell'apparato, rispetto ad altri tipi realizzati precedentemente, consiste nella soppressione del tempo morto ottenuta elettronicamente.

Summary. (*A double memory pulse counter*). — An apparatus for automatically counting and recording numbers of pulses is described. Recording is actuated by an external pulse or by a built-in timer. This apparatus differs from the others previously built in that it has no dead time, which has been avoided by an electronic method. The apparatus has two equal scalers, one does the counting, and the number of counts, memorized on the other, is read out and recorded by means of an electric typewriter. The functions of the scalers are alternated. For the reading-out and recording of the counting it is possible to use a pulse corresponding to an external event, or one at pre-set time intervals. The precision of timing is obtained by means of a crystal oscillator. The apparatus is built entirely with solid state integrated circuits.

L'automatizzazione delle misure e la tendenza a trasformare le misure da analogiche in digitali, hanno in questi ultimi anni reso più importante la realizzazione di apparati atti a contare impulsi elettrici e a registrare a comando il numero di impulsi contato (HAMMER & STROM, 1965).

Nel 1955 fu progettato (FRANK, 1956; CHAIN *et al.*, 1956; FRANK, 1958-a; b; 1959) presso questi laboratori, un tipo di registratore elettronico di numeri di impulsi, particolarmente adatto per la tecnica radiocromatografica.

Successivamente, questo apparato è stato riprogettato con circuiti logici integrati e recentemente è stato studiato un nuovo apparato; una descrizione sommaria di quest'ultimo è stata pubblicata precedentemente (DANIELE SARGENTINI, FRANK & BACCHELLI, 1966). Questo ha, rispetto ai tipi

(*) Ospite dei Laboratori di Elettronica.

commerciali esistenti, realizzati dalla Hewlett-Packard (HEWLETT-PACKARD JOURNAL, 1957; 1958), dalla Pakard di Chicago (U.S.A.), dalla Gauging Systems Ltd. di Baldok (G.B.), dalla Nuclear Enterprises Ltd. (G.B.) e da altre, presenta la particolarità di non avere tempo morto, cioè un tempo in cui il conteggio è sospeso per consentire la lettura e la registrazione del conteggio effettuato precedentemente. L'eliminazione del tempo morto è resa possibile dalla concezione generale dell'apparato comprendente due canali di conteggio identici, dei quali alternativamente l'uno effettua il conteggio mentre i dati, precedentemente memorizzati nell'altro canale, vengono letti e registrati. In realtà è possibile realizzare facilmente dei sistemi di conteggio apparentemente senza tempo morto scattando fotografie a un numeratore meccanico (FRANK, 1956) o elettronico. Però in questo caso, il tempo morto corrispondente almeno al tempo di esposizione è dell'ordine di $1/100$ di sec. e non è assolutamente confrontabile con il tempo di commutazione di questo apparato che è di pochi nano secondi.

La registrazione del conteggio effettuato può avvenire sia su comando di un impulso prodotto da un evento esterno, sia ad intervalli di tempo prefissati mediante un temporizzatore interno.

FUNZIONAMENTO DELL'APPARATO

Lo schema a blocchi dell'apparato è mostrato nella Fig. 1 ed il funzionamento generale è illustrato nella Fig. 2.

Il conteggio viene effettuato dalle quattro decadi D-1, D-2, D-3, D-4 e alternativamente dalle decadi D-1', D-2', D-3', D-4'. La decodificazione è effettuata mediante gruppi di porte G-1, G-2, G-3, G-4 e rispettivamente G-1', G-2', G-3', G-4'. Da ciascun gruppo di decodificazione escono dieci conduttori dei quali solamente uno, corrispondente al numero contato, porta l'informazione ed è al livello logico «1». Ciò avviene soltanto durante il tempo in cui la porta corrispondente viene abilitata dall'impulso proveniente dal generatore della sequenza dei segnali per la lettura. I segnali vengono inviati attraverso i conduttori m, c, d, u, ed m', c', d', u'. Mediante un commutatore (SW-1) si può comandare la registrazione del conteggio a mezzo di un impulso prodotto da un evento esterno, applicato all'ingresso J-2, oppure a mezzo di impulsi ad intervalli di tempo prefissati. Tali intervalli di tempo sono ottenuti partendo dall'oscillatore a quarzo a 10 Kc/s (Q) seguito da un divisore per 10^4 (D-5). Gli impulsi di comando possono essere demoltiplicati per un numero intero qualsiasi compreso tra uno e 99 mediante un divisore a numero predeterminato di impulsi (D-7) e può essere inserito o meno un ulteriore stadio di divisione decadico per 10 (D-6).

Dal temporizzatore esce un impulso di comando che va sia al flip-flop JK FF-1, sia al generatore della sequenza degli impulsi di lettura (L). Anche i tem-

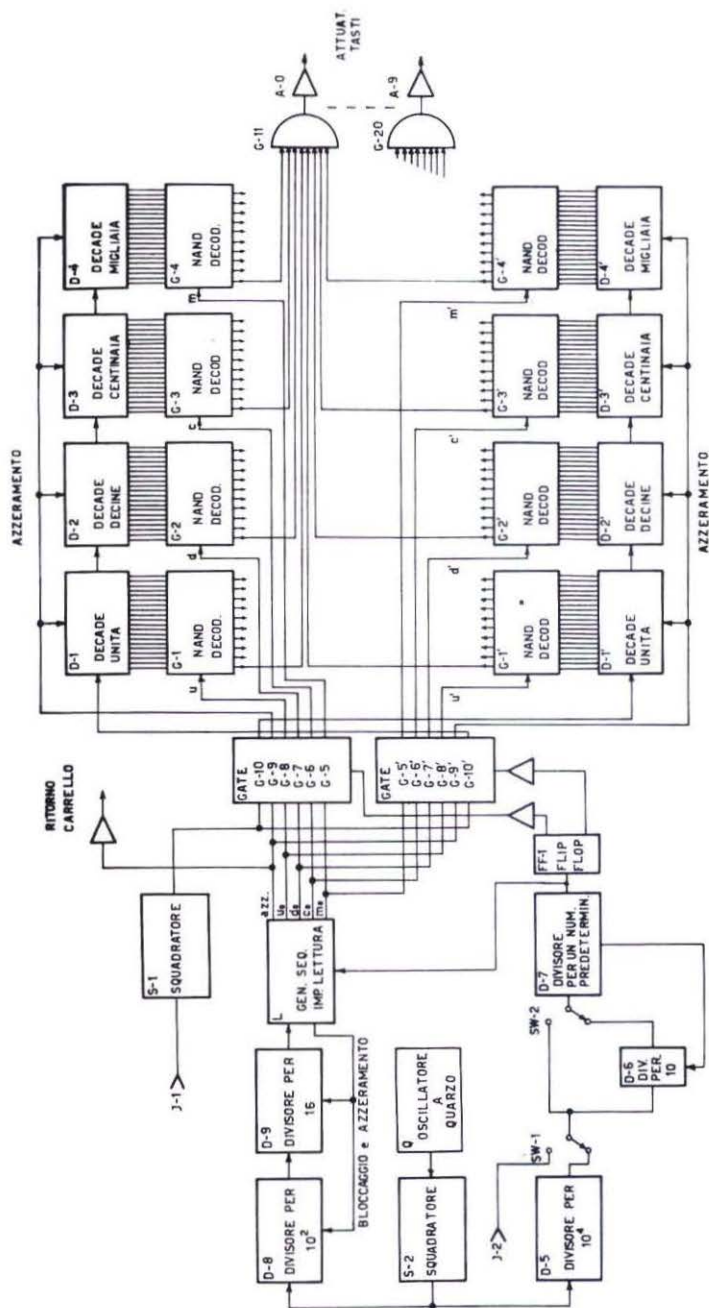


Fig. 1. — Schema a blocchi dell'apparato. Il canale di conteggio D-1, ..., D-4 funziona alternativamente al canale D-1', ..., D-4'. Il commutatore SW-1 consente di comandare la lettura tramite un evento esterno inviato a J-2, oppure ad intervalli di tempo prefissati (riprodotto da: DANIELE SARGENTINI, FRANK & BACCHELLI, 1966).

pi della sequenza sono stabilizzati mediante l'oscillatore a quarzo seguito da un divisore per 10^2 (D-8) e da uno per 16 (D-9). Le uscite del flip-flop FF-1 aprono alternativamente uno dei due gruppi di porte G-5, ..., G-10, G-5', ..., G-10'.

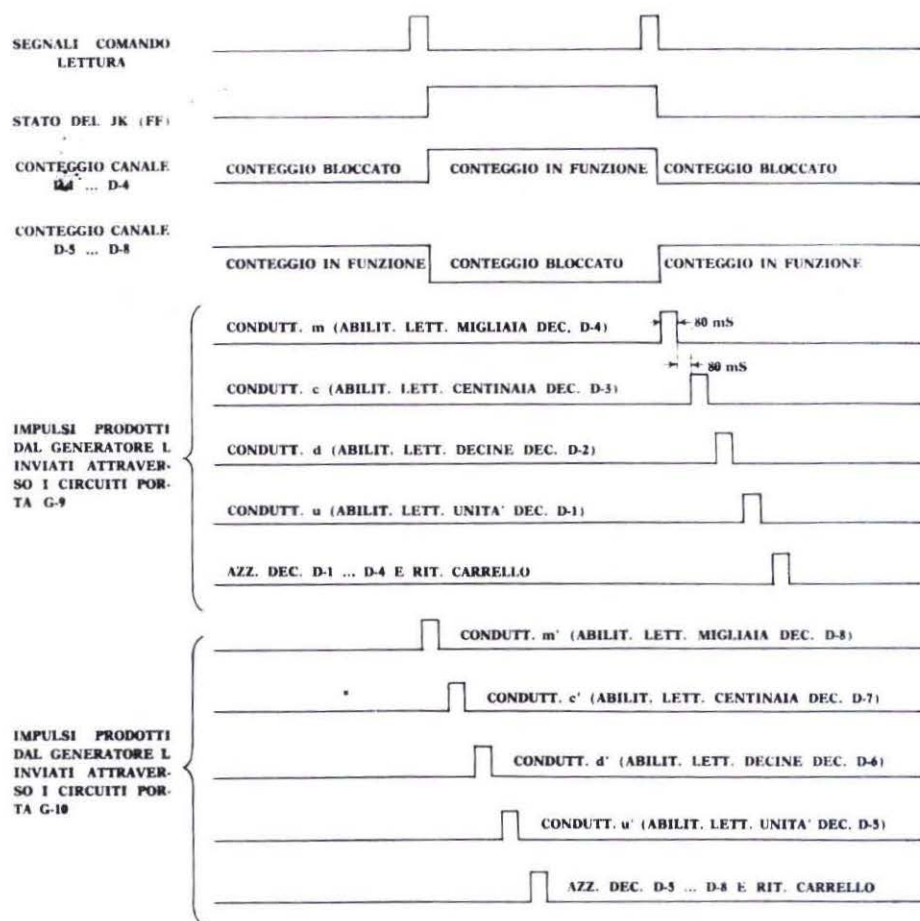


Fig. 2. — Schema del funzionamento dell'apparato. Vengono mostrati il susseguirsi nel tempo e la durata degli impulsi sui vari conduttori (riprodotto da: DANIELE SARGENTINI FRANK & BACCHELLI, 1966).

Supponiamo che ad un certo momento il flip-flop sia in uno stato tale che il gruppo G-5, ..., G-10 sia aperto e il gruppo G-5', ..., G-10' sia chiuso. In tale situazione gli impulsi da contare e registrare che provengono dall'ingresso J-1, dopo essere stati formati dallo squadratore S-1, attraversano la porta G-10 e arrivano alla scaletta costituita dalle decadi D-1', ..., D-4'. Contemporaneamente il generatore della sequenza degli impulsi della lettura inizia la sequenza stessa inviando un primo impulso sul conduttore m, poi su

quello c, ecc.... aprendo successivamente nell'ordine, i gruppi di porte NAND G-4, G-3, G-2, G-1.

Da ognuno degli otto gruppi di porte di decodificazione partono dieci conduttori corrispondenti alle cifre delle migliaia (da G-4 per un canale di conteggio, da G-4' per l'altro canale), delle centinaia (da G-3 e G-3') ecc. Tutti i conduttori che rappresentano la medesima cifra (0, 1,...9) degli otto gruppi di porte di decodificazione (NAND) vengono inviati ad una delle dieci porte NOR (G-11, ..., G-20) che li raccolgono e li inviano, attraverso opportuni amplificatori di potenza (A-0, ..., A-9) ad elettromagneti operanti sulla tastiera dei numeri di una macchina da scrivere elettrica.

CANALI DI CONTEGGIO

Come si è detto, gli impulsi da contare vengono inviati attraverso un opportuno squadratore (S-2), all'uno o all'altro canale di conteggio alternativamente. Lo scambio è effettuato dal sistema di commutazione dei canali, che sarà esaminato in seguito. In Fig. 3 sono mostrati i canali di conteggio ognuno dei quali è costituito da quattro decadi, in modo da poter contare e memorizzare numeri fino a 9999. Ciascuna decade è realizzata mediante 5 flip-flop JK ($F_{\mu}L - 926$). La decodificazione è effettuata mediante 5 doppie porte NAND a tre ingressi ($F_{\mu}L - 915$): più precisamente, dei tre ingressi di ciascuna porta, due sono utilizzati per la decodificazione, mentre il terzo è connesso ad uno dei conduttori m, c, d, u, oppure m', c', d', u'. Questo ingresso è normalmente al livello logico « 1 » e scende al livello « 0 » in corrispondenza del segnale di abilitazione della lettura. Da ogni canale di conteggio escono quindi 40 conduttori dei quali dieci sono le cifre da 0 a 9 delle migliaia, dieci delle centinaia, e così via.

Poichè i canali di conteggio sono due, si hanno in definitiva 80 conduttori, che vengono riuniti in dieci gruppi di otto. I conduttori di ciascun gruppo sono relativi alla stessa cifra (tra 0 e 9) e sono inviati da una porta NOR a otto ingressi, costituita da due porte $F_{\mu}L-927$, disposti con i collettori in parallelo ed un'unica resistenza di carico. Si hanno quindi in definitiva dieci conduttori che rappresentano le cifre che devono essere stampate, comprese tra 0 e 9: il loro ordine è quello delle migliaia, delle centinaia, ecc., e la loro registrazione è indipendente dal canale sul quale sono state memorizzate.

I 10 conduttori, attraverso opportuni amplificatori (A-0, ..., A-9) vengono inviati poi agli attuatori dei tasti di una macchina da scrivere elettrica.

TEMPORIZZATORE

Il quinto impulso, proveniente dal generatore di sequenza L, produce sia l'azzeramento della scaletta i cui numeri sono stati registrati, sia il ritorno del carrello della macchina da scrivere elettrica.

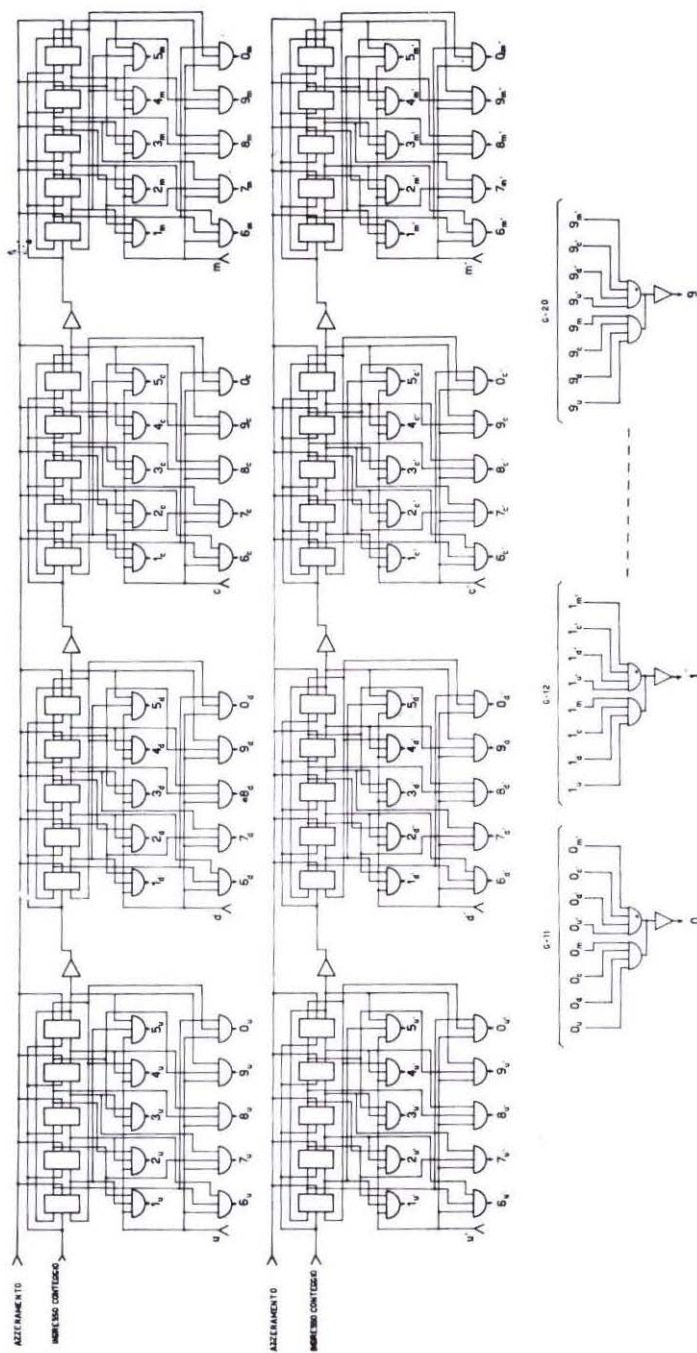


Fig. 3. — Canali di conteggio. Ogni canale è costituito da quattro decadi, ogni decade ha la propria decodificazione. Possono essere memorizzati numeri fino a 9999.

interviene entro un tempo di 10^{-4} sec, dato il valore della frequenza del quarzo. Il divisore per un numero predeterminato di impulsi compresi tra 1 e 99 (D-7) è costituito da due decadi ciascuna realizzata con 5 flip-flop JK (F μ L-926).

Le matrici di decodificazione sono state eliminate (MARINO, 1965) e sostituite dalle connessioni dei commutatori SW-3 e SW-4: con questi si prestabilisce il numero per il quale il sistema deve dividere la frequenza degli impulsi; di conseguenza viene prestabilito l'intervallo di tempo per il quale viene effettuata la registrazione. Le uscite dei commutatori vanno da una porta NAND a quattro ingressi G-16 (F μ L-907).

Quando si è raggiunto il numero di secondi predeterminato, l'uscita della porta diviene « 1 » e inverte lo stato del flip-flop FF-2 costituito dalle due sezioni di un elemento F μ L-914. In seguito a ciò, l'uscita del flip-flop diviene « 0 » e abilita l'entrata e-1 della porta AND G-17 (F μ L-914), nonché, attraverso il separatore B-1 (F μ L-900), vengono azzerati (e mantenuti tali) tutti gli elementi di conteggio del temporizzatore, con esclusione del gruppo D-5 delle prime quattro decadi. Le commutazioni ora descritte avvengono in corrispondenza del secondo fronte dell'ultimo impulso che ha determinato il compimento del conteggio. Tale fronte, osservato all'uscita del separatore B-2, è un fronte negativo, cioè corrisponde al passaggio dallo stato « 1 » allo stato « 0 ». A tale fronte corrisponde il passaggio all'« 1 » del secondo ingresso e-2 della porta G-17. Alla successiva commutazione del segnale uscente dal divisore D-5 tutte e due le entrate della porta NAND G-17 divengono « 0 » e quindi l'uscita diviene « 1 », il flip-flop FF-1 si commuta e ricomincia il conteggio. Il segnale di uscita della porta G-17 costituisce il segnale di uscita del temporizzatore.

Supponiamo ora che si desideri utilizzare per il comando della lettura un evento esterno. In tal caso il segnale esterno sarà portato al connettore J-2 ed il commutatore SW-1 dovrà essere spostato nella posizione opportuna.

Se si desidera che ogni impulso in entrata determini la lettura, i commutatori del temporizzatore corrispondenti alle decine e alle unità devono essere posti rispettivamente nelle posizioni 0 e 1, e la decade D-6 deve essere esclusa.

GENERATORE DELLA SEQUENZA DEGLI IMPULSI DI LETTURA E COMMUTATORE DEI CANALI DI CONTEGGIO

In Fig. 5 è riportato lo schema del generatore.

La frequenza dell'oscillatore a quarzo viene demoltiplicata per 10^2 attraverso il demoltiplicatore D-8 costituito da due decadi FC μ L-958 e successivamente viene divisa per 16 dal demoltiplicatore D-9 costituito da quattro JK F μ L-926. All'uscita di questi si ottiene un'onda quadra il cui periodo è di 160 ms, che viene inviata attraverso i separatori B-3 e B-4 (F μ L-900), ad un divisore per 8 (D-10) costituito da quattro JK F μ L-926. Le forme d'onda che chiariscono il funzionamento del generatore della se-

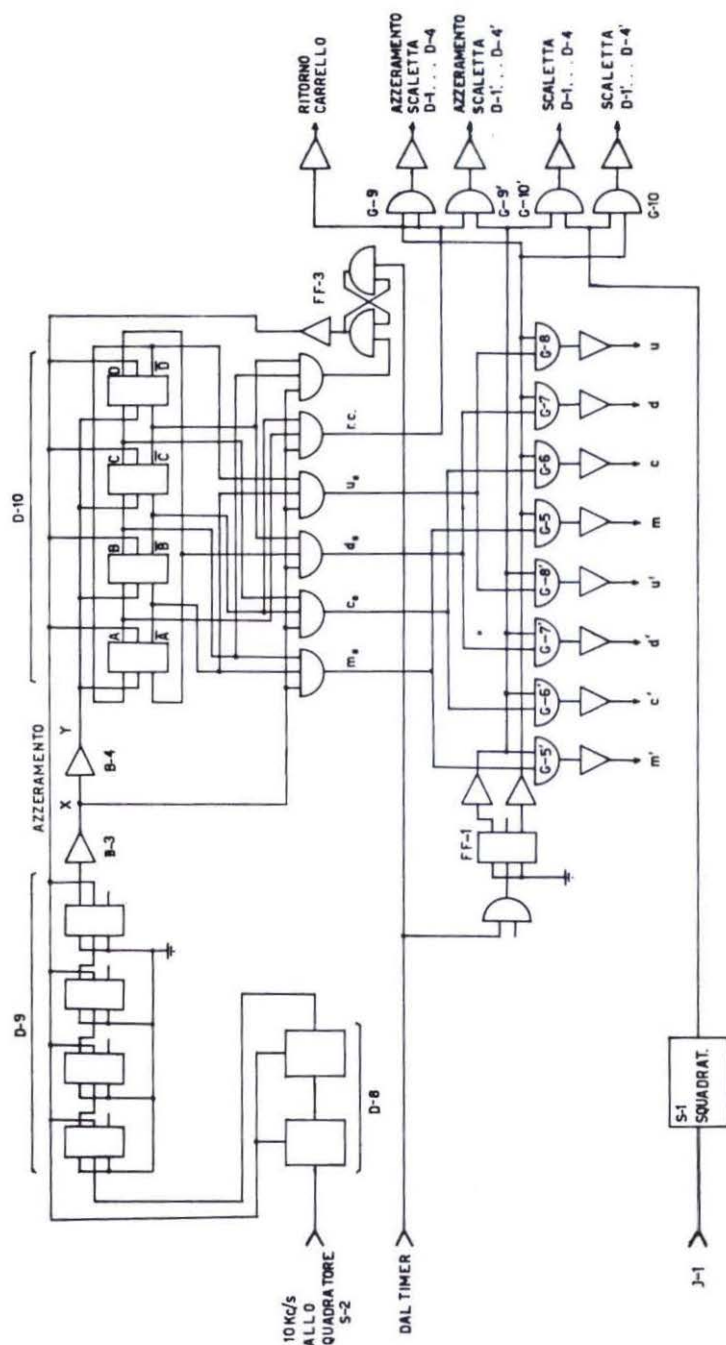


Fig. 5. — Generatore sequenza impulsi di lettura e commutatore canali. Gli impulsi m, c, d, u ed m', c', d', u' forniscono i segnali di lettura delle migliaia, centinaia, decine e unità di ciascun canale di conteggio.

quenza degli impulsi sono illustrate nella Fig. 6. Le forme d'onda X e Y sono osservate rispettivamente all'entrata e all'uscita del separatore B-4;

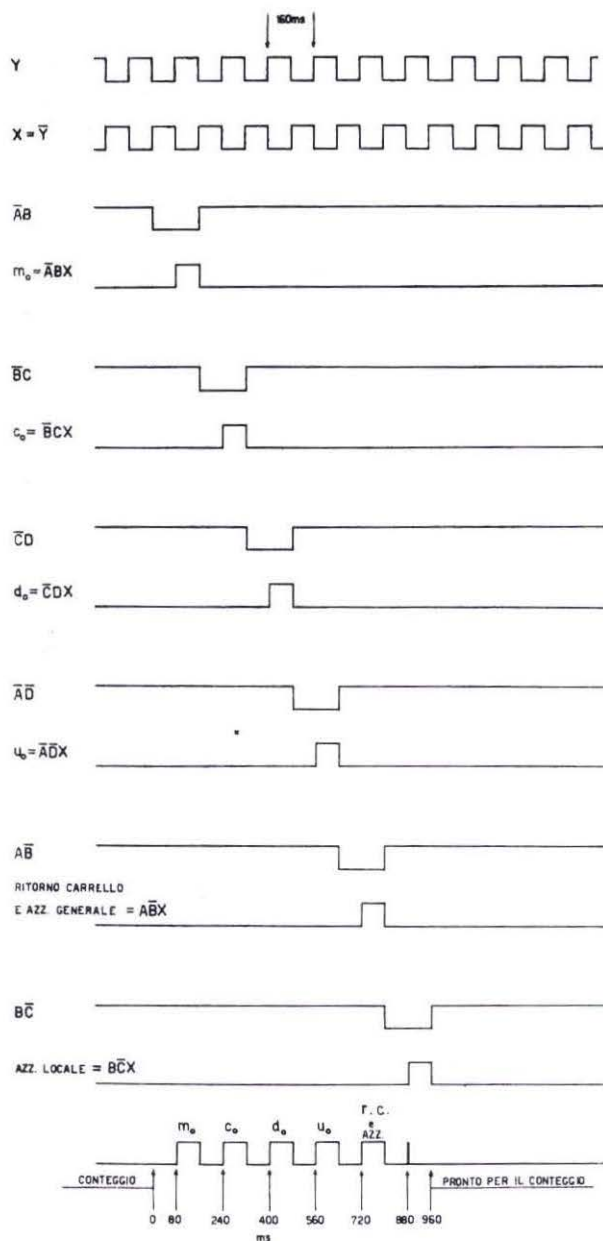


Fig. 6. — Sequenza degli impulsi di lettura. Con riferimento alla Fig. 4, in particolare al divisore D-10, vengono mostrate le forme d'onda che chiariscono il funzionamento del generatore della sequenza.

A e $\bar{A}$, B e $\bar{B}$ ecc. sono le uscite dei vari JK. Gli impulsi uscenti da cinque porte NAND ($F_{\mu}L-915$), inviati sui conduttori m, c, d, u (o, alternativamente, m', c', d', u') e sul conduttore rc (ritorno carrello) forniscono i segnali di lettura della cifra delle migliaia, di quella delle centinaia, delle decine, delle unità, e l'impulso per il ritorno del carrello.

Infine, dalla sesta porta esce un impulso che commuta il flip-flop FF-3 (costituito dalle due sezioni di un elemento $F_{\mu}L-914$) ed il generatore della sequenza degli impulsi viene azzerato e resta bloccato fino ad un nuovo comando.

È da notare che nel caso in cui il comando della lettura sia esterno e quindi non sia sincronizzato con l'oscillatore a quarzo, tra il suddetto impulso di comando e la fase opportuna della forma d'onda prodotta dall'oscillatore a quarzo, può intercorrere un certo intervallo di tempo ma questo, come si è visto, non può superare 10^{-4} secondi.

Il commutatore dei canali (Fig. 6) è costituito dal flip-flop FF-1 e dai gruppi di porte G-5, ..., G-10 e G-5', ..., G-10'.

Il flip-flop FF-1 è comandato dal temporizzatore e ad ogni fronte di discesa dell'impulso di comando inverte il proprio stato ed abilita alternativamente il gruppo di porte G-5, ..., G-10 ed il gruppo G-5', ..., G-10'. Le porte G-10 e G-10' lasciano passare alternativamente gli impulsi da contare mentre le porte G-9 e G-9' lasciano passare il comando di azzeramento delle decadi di conteggio. Alle porte G-5, ..., G-8 e alle porte G-5', ..., G-8' arrivano, dal generatore della sequenza, gli impulsi di comando della lettura (m_0 , c_0 , d_0 , u_0) e vengono inviati alternativamente al canale D-1', ..., D-4' (m', c', d', u').

CIRCUITO DI COMANDO DEGLI ATTUATORI

Gli attuatori dei tasti della macchina da scrivere elettrica sono costituiti da elettromagneti e non hanno subito alcuna modifica rispetto al tipo precedentemente descritto (FRANK, 1956), salvo che l'impedenza della bobina è stata ridotta in modo da funzionare con circa 35 V e 500 mA.

Il circuito di comando di ciascun elettromagnete (amplificatori A-0, ..., A-9), è mostrato in Fig. 7.

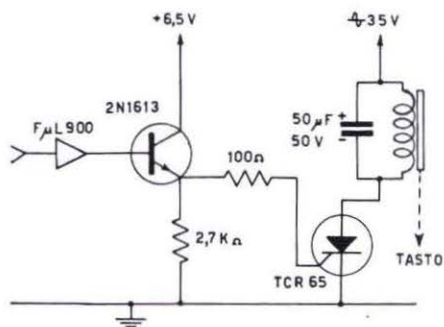


Fig. 7. — Circuito di comando degli attuatori A-0 e A-9.

La Fig. 8 è la fotografia del registratore.

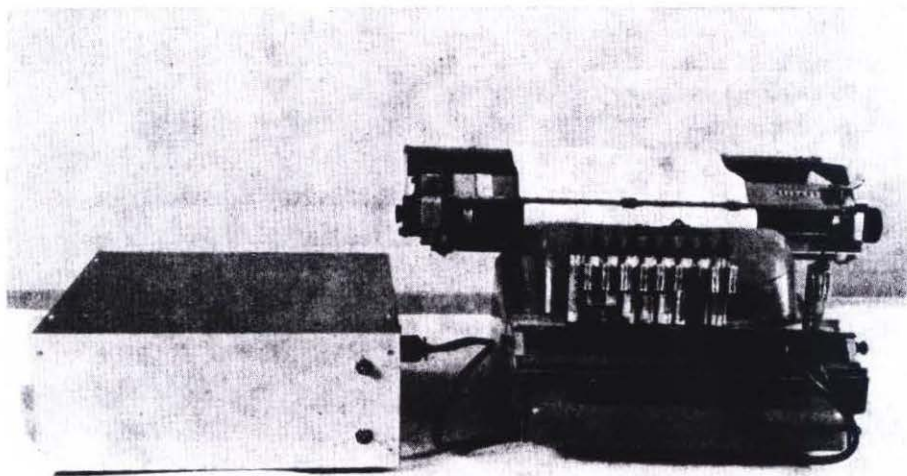


Fig. 8. — Fotografia del registratore. Sulla sinistra è mostrato il contatore, sulla destra la macchina da scrivere elettrica su cui è fissata una incastellatura portante i pulsanti elettromagnetici che azionano i tasti dei numeri.

Si tiene a ringraziare molto vivamente i tecnici S. Margarita, G. Massetti e M. Niccolini per la loro intelligente collaborazione.

16 luglio 1966.

BIBLIOGRAFIA

- CHAIN, E. B., M. FRANK, F. POCCHIARI, C. ROSSI, F. UGOLINI & G. UGOLINI, 1956. *Selected Sci. Papers Ist. Super. Sanità*, **1**, 243.
- DANIELE SARGENTINI, A., M. FRANK & A. BACCHELLI, 1966. *Automazione e Strumentazione*, **14**, 215.
- FRANK, M., 1956. *Selected Sci. Papers Ist. Super. Sanità*, **1**, 281.
- FRANK, M., 1958 a. *Rend. Ist. Super. Sanità*, **21**, 238.
- FRANK, M., 1958 b. *Atti V Rass. Elettron. Nucl. Sez. Elettronica*, p. 685.
- FRANK, M., 1959. *Selected Sci. Papers Ist. Super. Sanità*, **2**, 75.
- HAMMER, A. & L. STROM, 1965. *Acta Soc. Med. Upsalien.*, **70**, 107.
- HEWLETT-PACKARD JOURNAL, 1957, n. 8, 7.
- HEWLETT-PACKARD JOURNAL, 1958, n. 9, 9.
- MARINO, D., 1965. *Ann. Ist. Super. Sanità*, **1**, 603.