

Apparato per la valutazione del volume medio dei globuli rossi

Frequentemente accade che si voglia conoscere l'ampiezza media di impulsi che si succedono casualmente. Un caso tipico di questo problema si ha nello studio delle dimensioni dei globuli rossi del sangue. È infatti noto che nello studio delle cellule del sangue è importante determinare, oltre al numero dei globuli bianchi e rossi, anche le dimensioni di questi ultimi, con una approssimazione sufficiente a riconoscere, ad esempio, un soggetto microcitemico.

La determinazione del volume medio dei globuli rossi può essere dedotta, seppure in modo statistico, dall'ampiezza media degli impulsi che corrispondono al passaggio dei globuli attraverso l'apertura di un apparato per la conta degli stessi¹. È poi possibile, una volta che si sia realizzato uno strumento capace di indicare su una scala l'ampiezza media degli impulsi, tarare la scala stessa in termini di volume in micron cubi dei globuli stessi. Se gli impulsi si succedessero con frequenza media costante, la misura dell'ampiezza media degli impulsi potrebbe essere realizzata, molto semplicemente, mediante un integratore. Poiché invece anche la frequenza media varia da caso a caso ed è legata alla concentrazione dei globuli e quindi al conteggio effettuato dal contaglobuli, sarebbe possibile determinare le dimensioni medie dei globuli stessi utilizzando delle tabelle; queste difficoltà sono state superate mediante lo strumento qui descritto che permette di effettuare direttamente la misura richiesta.

Il principio sul quale si basa l'apparato è il seguente: si supponga che, anziché inviare ad un integratore tutta la successione di impulsi, aventi una frequenza media variabile da caso, a caso, siano inviati solo degli impulsi scelti ad intervalli di tempo pressoché costanti. In tal modo la misura diventa indipendente dalla frequenza

media degli impulsi stessi. Gli impulsi scelti vengono utilizzati come campioni e la loro ampiezza media può essere determinata mediante l'integratore. In Fig. 1 è mostrato lo schema di principio dell'apparato.

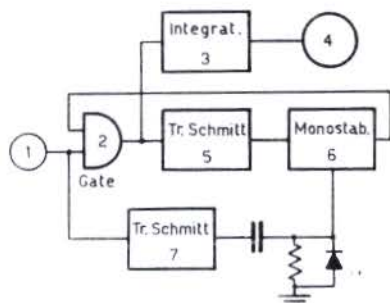


Fig. 1. — Schema di principio dell'apparato.

Il primo fronte dell'impulso squadrato fa partire il multivibratore monostabile (6) il quale blocca il circuito porta (2) ed inibisce per un certo tempo il passaggio dei successivi impulsi. Trascorso questo periodo di tempo, determinato dalle caratteristiche del multivibratore monostabile (6), il circuito porta (2) viene nuovamente abilitato, e

Gli impulsi dei quali si vuole misurare l'ampiezza media vengono inviati all'entrata (1) di un circuito porta (2) la cui uscita, quando il circuito porta è in condizione di condurre, è direttamente proporzionale all'entrata. L'impulso in uscita va allo squadratore (Schmitt) (5) che rettangolarizza l'impulso. Il secondo fronte dell'impulso squadrato fa partire il multivibratore monostabile (6) il

il primo impulso, applicato all'entrata (1), successivo allo sbloccaggio del circuito porta, può nuovamente passare. Se il tempo di bloccaggio è sensibilmente maggiore del periodo medio degli impulsi in entrata, gli impulsi stessi appariranno all'uscita della porta (2) con un periodo uguale al tempo di ritardo del circuito (6), o di poco maggiore, e la loro frequenza sarà sensibilmente costante. Questa successione di impulsi, aventi una frequenza pressochè costante, potranno essere inviati all'integratore (3), e la misura della loro ampiezza media può essere fatta con lo strumento (4).

Può accadere che quando il circuito porta (2), alla fine del segnale di bloccaggio, si riapre, vi sia in corso un impulso di cui si dovrebbe tener conto; in tal caso una prima porzione, più o meno grande dell'impulso stesso, viene tagliata. Ciò introduce un ulteriore elemento variabile nella misura. Per eliminare questo inconveniente è necessario sincronizzare la fine del segnale di bloccaggio del circuito porta, prodotto dal circuito (6), con il primo fronte di un impulso da contare.

Gli impulsi applicati all'entrata (1) arrivano anche al trigger di Schmitt (7) la cui uscita viene differenziata con successivo taglio degli impulsi negativi. I segnali così ottenuti, corrispondenti al fronte di salita degli impulsi del trigger, vengono inviati al monostabile (6) e sono in grado, quando un impulso avvenga in un istante sufficientemente prossimo al termine naturale del segnale di bloccaggio, di sincronizzare la fine del segnale di bloccaggio stesso.

I risultati ottenuti sono illustrati dai grafici riportati. Il primo grafico (Fig. 2) mostra come la lettura dello strumento sia indipendente dalla concentrazione dei

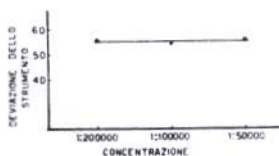


Fig. 2. — Deviazione dello strumento in funzione della concentrazione dei globuli rossi.

globuli e quindi dalla frequenza media dei segnali in ingresso. Il secondo grafico (Fig. 3) dimostra la linearità dello strumento: in ascisse è stato riportato un parametro diret-

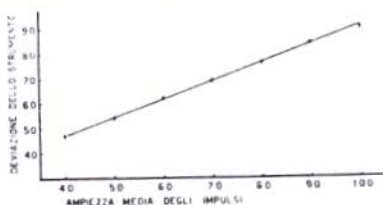


Fig. 3. — Deviazione dello strumento in funzione dell'ampiezza degli impulsi.

tamente proporzionale all'ampiezza media degli impulsi e in ordinate la deviazione dello strumento. Le deviazioni dello strumento, riportate in entrambi i grafici, sono state ottenute facendo la media su serie di cinque misure.

22 febbraio 1969.

MARCO FRANK e VELIO MACELLARI
Laboratori di Elettronica

¹ FRANK, M., V. ORTALI & G. PUGLISI. *Rend. Ist. Super. Sanità*, **26**, 700 (1963).

Un termocriostato di alta precisione

Si è realizzato un termocriostato completamente elettronico, basato sull'uso di tre batterie Peltier come elementi refrigeranti e di resistenze come elementi riscaldatori. Gli elementi Peltier sono parsi preferibili ai refrigeratori ad espansione, perchè sono controllabili elettronicamente in modo immediato, preciso e diretto e perchè essendo privi di parti meccaniche in movimento, risultano assolutamente silenziosi ed esenti da vibrazioni.

Lo strumento ha un campo di funzionamento compreso tra 0 e 50°C, gamma che comprende le temperature di maggior interesse nel campo della biologia.

Le variazioni di temperatura sono tradotte in variazioni di tensioni tramite un termistore, inserito in un circuito a ponte di resistenze. Il segnale di errore, ottenuto dallo squilibrio del ponte in seguito a variazione del valore resistivo del termistore, abbondantemente amplificato, è utilizzato per controllare lo stadio di potenza che agisce poi in modo da ristabilire la temperatura voluta. A regime, l'errore massimo intorno al valore prescelto è contenuto entro i 3×10^{-2} °C.

Analisi dei singoli blocchi (Fig. 1).

Il ponte. — Il sensore è un termistore NTC di valore nominale pari a 4,7K (a 25°C) inserito in un ponte formato da resistenze di pari valore e da un potenziometro. Il ponte fornisce il segnale di errore e permette, agendo sul potenziometro, di variare lo stato di equilibrio. Il sistema si muoverà fino a raggiungere la temperatura per la quale il termistore assume un valore di resistenza pari a quello del

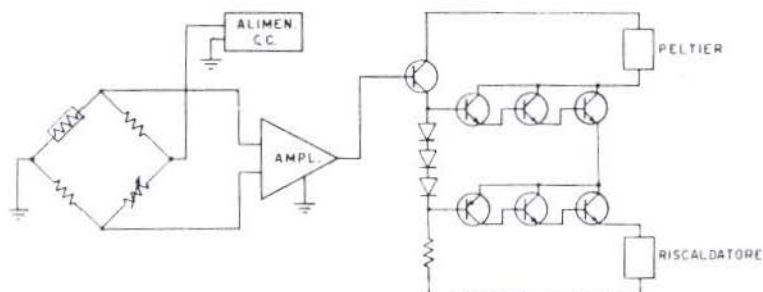


Fig. 1. — Schema a blocchi dell'apparato.

potenziometro. Il blocco è alimentato a corrente costante, allo scopo di rendere indipendente dal valore resistivo del termistore la corrente ad esso erogata, il che migliora la linearità e limita l'effetto di autoriscaldamento del termistore per dissipazione resistiva.

L'amplificatore. - L'amplificatore, derivato da uno studio della S.G.S.¹, è molto stabile nei riguardi della temperatura: l'entità della deriva termica è di $4 \mu V/^{\circ}C$. Il guadagno è pari a 10^3 .

Lo stadio di potenza. - È costituito da transistor di potenza, la cui impedenza di ingresso è molto aumentata da una connessione a doppio Darlington, allo scopo di caricare il meno possibile l'uscita dell'amplificatore. Il carico, posto sui collettori, consiste nei due attuatori, riscaldatore e raffreddatore. I transistor finali vanno in saturazione rispettivamente non appena si superano in ingresso i valori di $+1,8 V$ e di $-0,6 V$ (tali tensioni sono diverse a causa del differente tipo di connessione), a seconda che si tratti dell'uno o dell'altro attuttore: la saturazione dell'uno comporta l'interdizione dell'altro, dato che sono in opposizione di fase.

L'apparato ha funzionamento lineare quando l'uscita dell'amplificatore è contenuta nel suddetto campo di ampiezza pari a $2,4 V$; al di fuori di questo intervallo, l'uno dei transistor finali sarà in saturazione, l'altro in interdizione. Regolando il guadagno si può restringere od allargare la zona di funzionamento lineare e trovare la migliore regolazione. Il sistema si adatterà alla temperatura voluta dapprima facendo intervenire al massimo regime il riscaldatore od il raffreddatore; nelle vicinanze immediate del valore predisposto con il potenziometro del ponte, il controllo diviene lineare, permettendo di avere la massima precisione laddove è effettivamente richiesta.

Gli attuatori. - Mentre l'uso di resistenze per il riscaldamento di termostati è del tutto comune, è invece particolarmente interessante l'impiego di batterie Peltier per il raffreddamento. Queste costituiscono, a nostro avviso, gli elementi che più si prestano per abbassare la temperatura in un termocriostato, funzionando in alternativa alle resistenze riscaldanti.

Le batterie Peltier non hanno una funzione di trasferimento «Potenza di raffreddamento/Corrente di alimentazione» esattamente lineare; la loro caratteristica è al più assimilabile ad una parabola, avente il vertice nella zona di massimo rendimento e massima potenza. Nella pratica sperimentale tuttavia, codesta mancanza di linearità non ha creato problema alcuno e si è visto che la funzione di trasferimento dell'intero blocco attuttore è sostanzialmente lineare, anche perché si è fatto in modo di far lavorare insieme riscaldatore e raffreddatore per un certo tratto attorno alla temperatura di equilibrio voluta, sicché le due caratteristiche non lineari dei Peltier e delle resistenze si compensano, almeno per quanto riguarda il corretto funzionamento dell'apparato.

Si ringraziano il Perito tecnico Giuseppe Masetti ed il tecnico Arnaldo Casagrande per la fattiva collaborazione.

22 febbraio 1969.

DAMIANO BARNABA (*), MARCO FRANK
e GIOVANNI ZAPPONI (**)
Laboratori di Elettronica

¹ S.G.S. AR 165. *Direct-coupled amplifier for thermocouples and strain-gauges.*

(*) Ospite dei Laboratori di Elettronica.

(**) Borsista dei Laboratori di Elettronica.