

IL NUOVO FOTOMETRO ELETTRONICO STELLARE DELL' OSSERVATORIO DI MERATE

Nota di ALBERTO MASANI (*)
(*Osservatorio Astronomico di Merate*)

SOMMARIO. — Si descrive il nuovo fotometro elettronico attualmente montato all'Osservatorio Astronomico di Merate.

ABSTRACT. — The electronic photometer now in use at the Astronomical Observatory of Merate is described.

Durante il mese di aprile, in occasione di una borsa di studio offerta dal Governo Francese, ho potuto realizzare uno stabilizzatore presso il laboratorio di fisica astronomica dell'Osservatorio di Parigi al cui Direttore, Prof. Lallemand, e al cui personale va in questa sede il mio più sentito ringraziamento per la costante assistenza di cui sono stato fatto oggetto.

Un particolare ringraziamento sento mio gradito dovere rivolgere al Prof. Danjon, Direttore dell'Osservatorio, per l'accoglienza e l'incoraggiamento morale e finanziario con cui si è interessato al mio lavoro. Un tale incoraggiamento si è concretizzato col dono fatto all'Osservatorio di Brera-Merate di una cellula fotoelettronica al cesio-antimonio con 19 stadi di amplificazione, realizzata dal Prof. Lallemand e costruita nel predetto laboratorio.

Il suddetto stabilizzatore fa parte di un fotometro elettronico che si trova adesso montato al rifrattore di 50 cm. dell'Osservatorio di Merate ed esso si compone delle seguenti parti: un raddrizzatore, uno stabilizzatore, una cellula, un galvanometro e un sistema di registrazione. Di tali parti diamo adesso una rapida descrizione.

LO STABILIZZATORE.

Il raddrizzatore non ha bisogno di una particolare descrizione poiché riteniamo sia sufficientemente illustrato nello schema di figura 1 che comprende anche lo stabilizzatore. Per quanto riguarda quest'ultimo risulta dallo schema accluso che la stabilizzazione è ottenuta in seguito

(*) Pervenuta il 29 settembre 1951.

alla costanza del potenziale della griglia schermo di un pentodo 6F6, realizzata mediante 4 lampade al neon, la quale fa sì che eventuali variazioni di potenziale, provocate da variazioni nella tensione di entrata, avvengano nello stesso senso di quelle filamento-placca e possano provocare una intensità di corrente costante attraverso il pentodo e in definitiva attraverso il circuito che alimenta la cellula. Questo circuito, per avere a sua volta un ramo costituito da 40 lampade al neon, provvede a un'ulteriore stabilizzazione dell'intensità di corrente che alimenta la cellula; le lampade al neon costituiscono inoltre un potenziometro ben poco soggetto a variazioni di temperatura, ciò che contribuisce in maniera efficace alla stabilizzazione.

Diamo in figura 1 lo schema dettagliato del raddrizzatore e dello stabilizzatore.

Le prove di laboratorio hanno mostrato che per una variazione della tensione stradale di 40 volt (da 200V a 240V) l'intensità di corrente attraverso le lampade al neon varia in misura appena apprezzabile al milliamperometro ivi inserito. Ciò corrisponde a una variazione di tensione fra i capi del potenziometro costituito dalle lampade al neon, dell'ordine del volt. Se si tiene conto del fatto che ai capi di tale potenziometro si ha una tensione dell'ordine di 3000 volt, ci si rende conto dell'estrema stabilizzazione in tal modo raggiunta.

Ad ogni modo le prove di laboratorio hanno mostrato che per tale variazione della tensione d'entrata il rumore di fondo della cellula elettronica non subisce alcuna variazione.

LA CELLULA.

Le caratteristiche delle cellule costruite dal Prof. Lallemand sono state illustrate dallo stesso Autore in un articolo comparso nel *Journal de Physique et Radium* nel 1949 (tome X pag. 235). Ricordiamole qui brevemente per mettere in evidenza quelle della nostra cellula che si presenta con caratteristiche ancora migliori di quelle indicate nell'articolo sopracitato.

La caratteristica più importante delle cellule costruite dal Prof. Lallemand è forse quella di non aver bisogno di un amplificatore a valvole il quale, per essere sensibile alla tensione e non all'intensità di corrente, richiede l'intervento di una resistenza di carico attraverso la quale l'intensità di corrente della cellula fotoelettrica, dia luogo a quella tensione e variazione di tensione che l'amplificatore può rilevare. Una tale resistenza pone un limite inferiore al flusso luminoso misurabile a causa dell'effetto Johnson che si manifesta ai capi di questa resistenza secondo è indicato nell'articolo del Lallemand.

Le cellule quali quella che noi disponiamo ovviano a questo inconveniente. Rinviando il lettore al precedente articolo per tutto ciò che riguarda gli avvertimenti tecnici con i quali il Lallemand ha risolto le varie questioni che si sono presentate nella realizzazione delle sue cellule, facciamo osservare che allo stadio in cui l'Autore era giunto nel 1949 si doveva ugualmente ricorrere a un'amplificazione di circa 10.000 volte onde ottenere lo sfruttamento di tutta la sensibilità delle sue cellule.

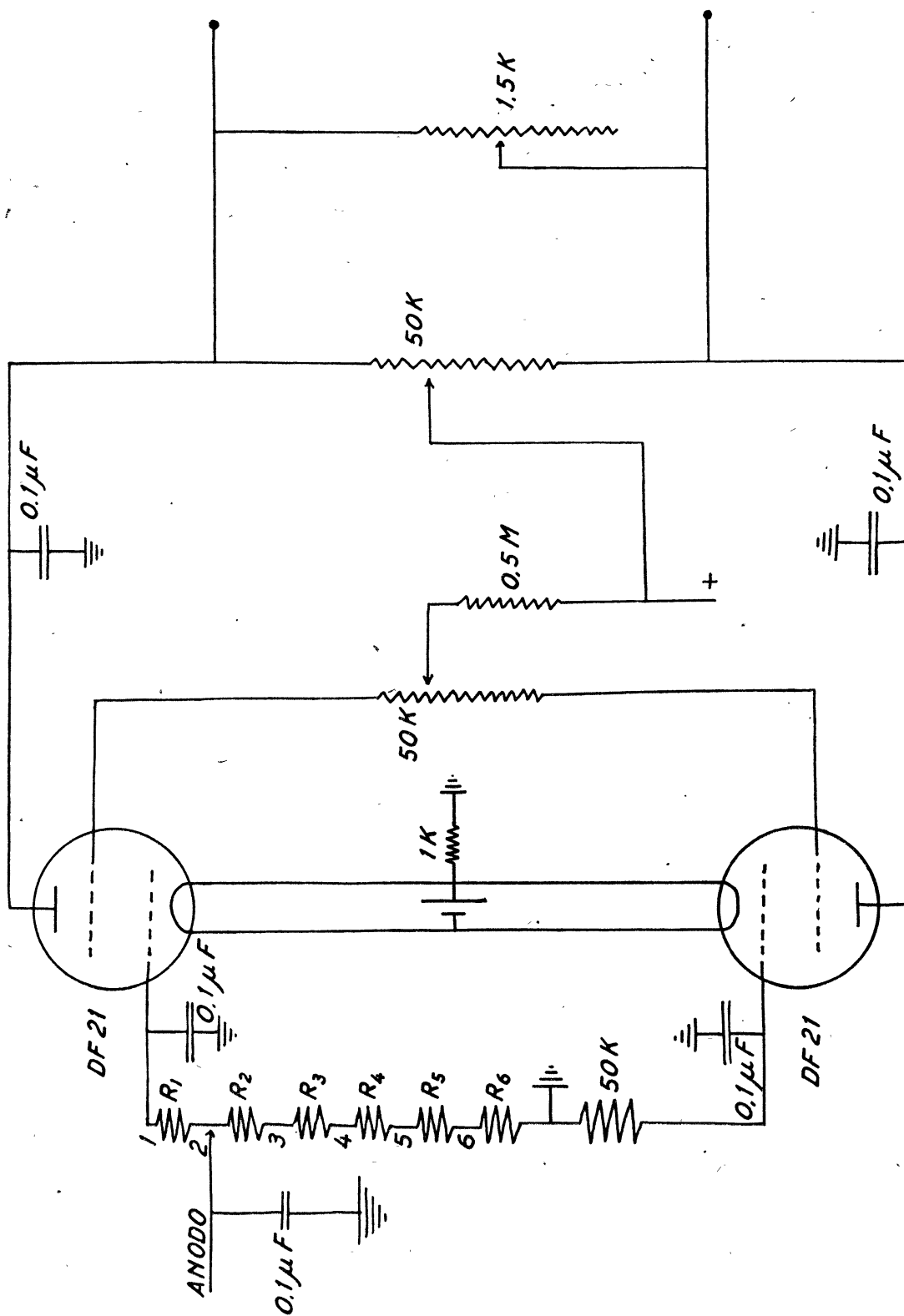


Fig. 2

La nostra cellula però costituisce un notevole miglioramento tecnico rispetto alle cellule del 1949 avendo un fattore di moltiplicazione molto più elevato, fermi restando i pregi delle caratteristiche tecniche delle cellule precedenti.

Un notevole miglioramento si ha anche nella corrente di oscurità secondo risulta dalla tabella qui aggiunta ottenuta dalle prove eseguite nel laboratorio dell'Osservatorio di Parigi.

diff. di pot. fra anodo e catodo della cellula	corrente di oscurità in 10^{-9} A.	Fluttuazioni in 10^{-9} A.
2000	1	—
2100	1	—
2175	1,5	—
2225	2	—
2300	3	—
2375	3,5	—
2425	4	—
2500	9	0,5
2600	14	0,5
2675	18	1
2750	38	3
2850	49	3

Le precedenti tensioni sono quelle di cui possiamo disporre con la nostra alimentazione.

E' interessante far osservare un'altra caratteristica della cellula offerta dall'Osservatorio di Parigi consistente nel fatto di non aver bisogno di alcun raffreddamento al fotocatodo essendo stata eliminata la necessità di un amplificatore, mentre la corrente termica a temperatura normale, pur sotto il particolare fattore di moltiplicazione proprio della cellula, raggiunge valori molto deboli dei quali ci si può render ragione dalla precedente tabella che nella voce « corrente di oscurità » comprende la precedente corrente e insieme quelle dovute alla reazione ionica e alla corrente d'origine ohmica.

Alla cellula è stato dato il nome di Florence e come si è detto è costituita da 19 stadi di amplificazione. Il fotocatodo è al cesio antimonio mentre le 19 griglie sono costituite da griglie di argento-magnesio.

Nelle nostre citazioni essa sarà indicata col nome di I.P.A. Florence (Institute de Physique Astronomique. Florence).

IL GALVANOMETRO.

Il misuratore di corrente è un galvanometro a specchio della General Electric avente le caratteristiche seguenti:

Sensibilità	$5,37 \times 10^{-9}$ Ampères per divisione a un metro
Periodo	3,5 secondi
Resistenza interna	63 ohm
Resistenza critica esterna	774 ohm

Poichè per il migliore sfruttamento della cellula occorrerebbe un galvanometro avente una sensibilità circa 10 volte maggiore abbiamo

costruito un amplificatore il cui schema è riportato in fig. 2: $R_1 = 120 \text{ K}$; $R_2 = 40 \text{ K}$; $R_3 = 24 \text{ K}$; $R_4 = 8 \text{ K}$; $R_5 = 4 \text{ K}$; $R_6 = 4 \text{ K}$.

E' intenzione dell'Osservatorio di acquistare quanto prima possibile un galvanometro con la sensibilità sopradetta che eliminerebbe anche la necessità di questo amplificatore.

Il fattore di moltiplicazione di quest'ultimo nella posizione 1 dell'anodo della cellula è risultato dopo le misure eseguite, di 13,75 volte. Nelle altre posizioni il fattore di moltiplicazione M è invece quello che riportiamo in Tabella:

Posizione	M	Posizione	M
1	13,75	4	1,052
2	5,66	5	0,524
3	2,705	6	0,268

I precedenti valori si riferiscono alla tensione anodica di 95 volt.

Essi possono quindi essere modificati cambiando quest'ultima se dovesse rendersi necessario. I valori precedenti indicano però la larga disponibilità di cui possiamo usufruire.

L'amplificatore per effetto termico non si trova in condizioni di stabilità subito dopo l'accensione, ma risulta sufficientemente stabile dopo trenta minuti circa dall'accensione. Per metterci nelle condizioni di più sicura stabilità l'amplificatore viene acceso un'ora prima dell'inizio del-

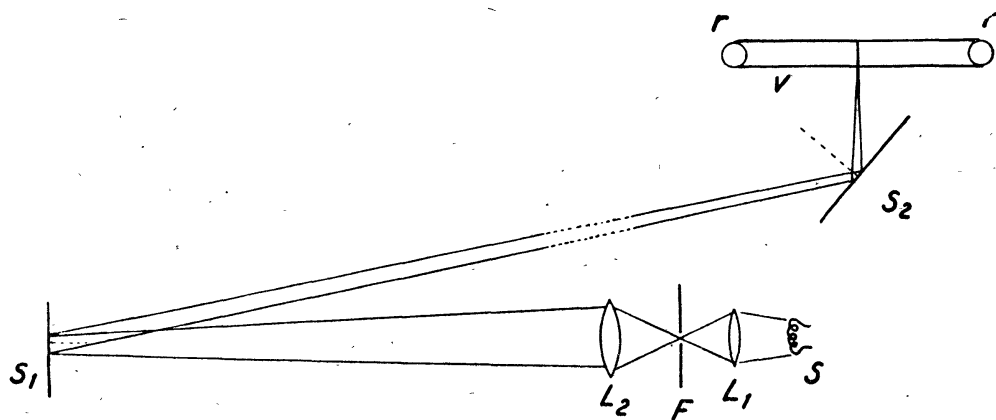


Fig. 3

l'osservazione. D'altra parte lo zero dello strumento viene continuamente controllato durante l'osservazione; si tenga presente inoltre che dalle letture relative sia alla variabile che alla stella di confronto vengono sempre eliminate, per differenza, le letture relative al fondo del cielo delle immediate vicinanze di ciascuna di esse per cui automaticamente vengono eliminate eventuali piccole variazioni secondo indichiamo nella : riduzione delle osservazioni.

LA REGISTRAZIONE.

L'apparecchio di registrazione non è nè il più preciso nè il più comodo; esso risponde ai due requisiti di non esser troppo costoso e d'altra

parte di dare una registrazione abbastanza fedele e continua. Esso è schematicamente rappresentato in fig. 3.

Un forellino F reso luminoso da una retrostante lampadina S invia un fascio di luce sullo specchietto S_1 del galvanometro attraverso una lente L . I raggi che si riflettono su di esso danno un'immagine del forellino luminoso a una distanza del galvanometro di un metro dopo essersi riflessi su uno specchio S_2 . L'immagine si forma sulla superficie superiore di una lastra di plexiglass V sulla quale scorre, per mezzo di un

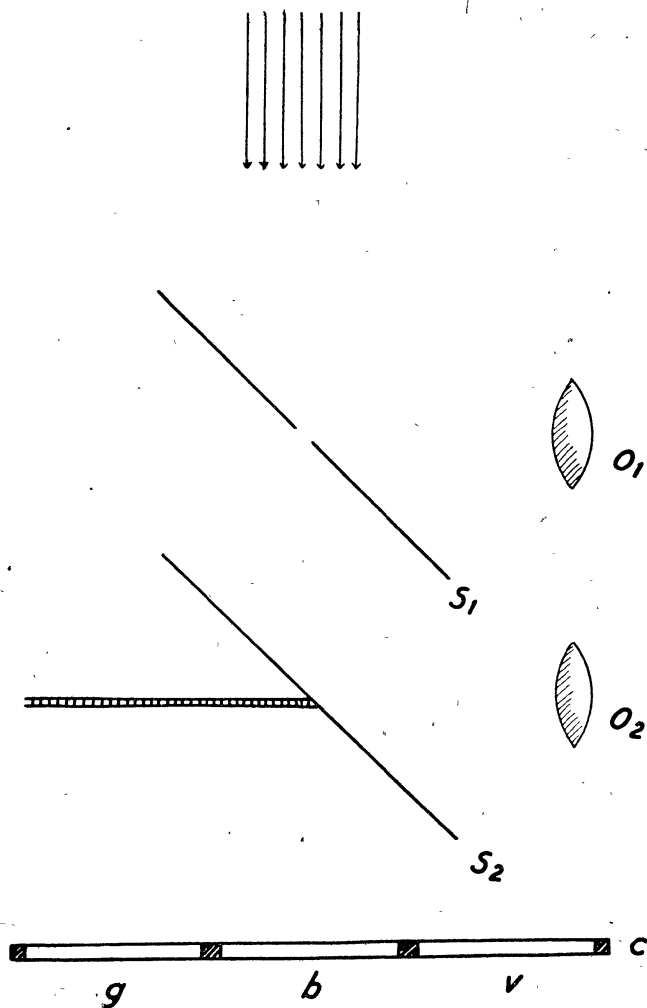


Fig. 4

motorino e due rulli r , della carta bianca e sottile. L'osservatore ha in tal modo una facile possibilità di seguire, con una punta scrivente portata a mano, i più piccoli movimenti del punto luminoso e di scrivere accanto, mediante lettere convenzionali, l'oggetto celeste registrato e i dati della registrazione.

Un adeguato sistema di registrazione cronografica segna ogni minuto il tempo sulla carta scorrevole.

LE OSSERVAZIONI E LA RIDUZIONE DELLE REGISTRAZIONI.

Le osservazioni vengono eseguite mediante il dispositivo di fig. 4. L'oculare O_1 consente di osservare le stelle del campo e di centrare nel foro dello specchio S_1 (il foro è di 1,5 mm di diametro) la stella in esame, mentre mediante l'oculare O_2 si può giudicare di tale centramento e procedere alla correzione fine. Ciò fatto lo specchio S_2 viene ritratto e l'immagine della stella viene fatta cadere sulla cellula. Il cursore C serve a interporre nel cammino dei raggi uno schermo bleu oppure uno giallo.

I filtri attualmente a disposizione sono il filtro Kodak N. 8 K 2 per il giallo e i filtri sovrapposti N. 35 D e N. 43 Minus Red 2 i cui fattori di trasmissione alle diverse lunghezze d'onda sono quelli indicati dalla casa costruttrice.

La tecnica delle riduzioni della registrazione non ha bisogno di speciale commento le misure essendo fatte rispetto al fondo del cielo e calcolate per confronto sulla base della proporzionalità fra la variazione dell'intensità luminosa e quella del galvanometro.

E' mio gradito dovere ringraziare qui il Signor Lenouvel dell'Observatoire de Haute Provence per avermi dato molti utili e importanti spiegazioni e consigli nei riguardi della tecnica implicata nell'apparecchiatura sopra descritta.

IL PROGRAMMA DELLE OSSERVAZIONI.

Con lo strumento che abbiamo descritto è possibile misurare variazioni di luminosità particolarmente deboli, dell'ordine di $\pm 0,01$ su ogni puntata quando naturalmente le condizioni atmosferiche non siano tali da ridurre tale precisione. Si può pensare quindi che su una registrazione di un minuto si può raggiungere una precisione valutabile a $\pm 0,001$ - $\pm 0,002$.

Al momento attuale uno dei problemi astrofisici più urgenti è quello delle variabili (a parte quelle ad eclisse) delle quali la teoria non è ancora giunta a dare una spiegazione sia pure sommaria. Da numerosi lavori teorici del Rosseland, del Ledoux, del Pekeris e del Cowling, per parlare solo dei più importanti, relativi sia alla dinamica delle oscillazioni di stelle gassose sia al problema dello sfasamento fra curva di luce integrale e velocità radiale mostrato dalle stelle cefeidi, risulta quale importanza per la teoria costituisca il poter disporre di precisi dati d'osservazione. Per questo motivo intendiamo dedicare il nostro strumento allo studio di tali oggetti celesti.

Oltre ad esso intendiamo studiare quelle spettroscopiche binarie per le quali sono state misurate notevoli velocità radiali e per le quali ne è risultato un $m \sin^3 i$ molto forte. Speriamo di poter misurare per alcune di esse un effetto di eclisse molto piccolo che può essere finora sfuggito a misure non così precise quali lo permettono le misure fotoelettroniche.