

UN FOTOMETRO A SCALA PER OSSERVAZIONE OCULARE E PER PROIEZIONE

Nota di J. JUNKES

RIASSUNTO. — Dopo uno sguardo rapido sulle diverse specie di fotometri a scala, l'autore descrive l'adattamento a fotometro a scala di un apparecchio misuratore di REPSOLD, che può essere adoperato osservando all'oculare o in proiezione.

Lo sforzo verso una precisione sempre più avanzata in astrofotometria fotografica ha portato allo sviluppo di un numero rilevante di ultrapotenti fotometri stellari foto- e termoelettrici ⁽¹⁾. Tuttavia nello studio di densi campi stellari come di ogni altro analogo copioso materiale (rassegne statistiche) a questi strumenti di precisione sarà ancor sempre preferita la semplice stima delle grandezze stellari mediante scale graduate di confronto. Quando le immagini della scala e delle stelle da misurare sono bene uguali allora è possibile anche con tali stime raggiungere una precisione che non è tanto lontana dalla precisione raggiunta da altri metodi. Così per esempio WALLENQUIST ⁽²⁾ per misure fatte con una scala di confronto trova un errore medio di $\pm 0^m.068$, mentre l'errore medio con lo stesso materiale, dato dall'uso di un fotometro di SCHILT è $\pm 0^m.062$.

Per i lavori di rassegna su campi scelti della Via Lattea, condotti alla Specola Vaticana, nella stima delle grandezze stellari noi al principio ci giovammo di una scala di confronto sovrapposta e quasi aderente alla lastra. Con immagini stellari piccole e poco ben definite si mostrarono tuttavia imprecisioni che non potevano esser trascurate. Così si procurò un migliore fotometro a scala o piuttosto fu adattato a fotometro sia per proiezione che per osservazione diretta un apparecchio di misura REPSOLD.

(1) Cfr. l'elenco dato da H. KIENLE, *Photographische Photometrie* nello Handbuch der Experimentalphysik Vol. 26 Astrophysik pag. 705-741 (Leipzig, Akad. Verlagsges, 1937).

(2) A. WALLENQUIST, *Photographic and Photovisual Magnitudes for some Supplementary Polar Stars*. Festschrift ÖSTEN BERGSTRAND pag. 48 (1938).

Questo strumento sarà descritto in seguito. Ma prima potrà essere utile passare rapidamente in rassegna le diverse sorte di fotometri a scala.

I. - Diverse specie di fotometri a scala.

Ciascuno strumento che permette di apprezzare grandezze stellari mediante stime eseguite con sequenze graduate o con scale di stelle di diversa grandezza si può computare fra i fotometri a scala. Le scale per lo più sono fatte con lo strumento che ha fornite le lastre in istudio. Una singola stella o un adatto gruppo stellare per es. le Pleiadi, il Presepio, sono fotografati con tempi d'esposizione graduati secondo una certa legge, mentre insieme, dopo ogni posa, la lastra è spostata in modo che ne risulta una sequenza di stelle di diversa grandezza.

A mala pena potrebbe esser annoverata fra i fotometri a scala una semplice scala disegnata ⁽¹⁾. Con questa si fa piuttosto una stima di diametri, perchè i dischi così nettamente definiti differiscono molto dalle immagini stellari ottenute dalla fotografia. Come fotometro a scala invece può valere già l'uso di una scala di « memoria », copiata sul margine della lastra in istudio; che di tempo in tempo sia controllata, poichè le immagini della scala sono sufficientemente simili alle stelle da misurare. Questo metodo si è sviluppato specialmente in lavori di statistica stellare ⁽²⁾.

Ma fotometro a scala in senso proprio noi nominiamo ora quello strumento che presenta allo studio scala e campo contemporaneamente: la contemporaneità della visione degli oggetti da paragonare è prerequisite essenziale della fotometria di precisione. Si può tuttavia parlare ancora di contemporaneità quando gli oggetti si susseguono così rapidamente alla visione che per la permanenza delle immagini nella retina possono essere osservati contemporaneamente, come è il caso per es. nel fotometro a sfarfallamento.

La fotometria esige inoltre che gli oggetti da paragonare siano al possibile vicini fra loro. Per questo negli schemi di fotometri a scala si offrono due strade principali, ambedue effettivamente provate e seguite: Scala e campo possono presentarsi una nell'altro (*scala interna* al campo), o sono soltanto l'una all'altro prossima (*scala esterna*).

La scala interna poi sta nell'oculare (*scala oculare*) o direttamente sulla lastra in istudio (*scala oggettiva*). La scala esterna, al contrario, mediante un cubo fotometrico, è proiettata su una parte della lastra che viene contemporaneamente eclissata, in modo che nel campo oculare appaiono una parte della lastra e la scala illuminate del tutto indipendentemente, senza che ci sia penetrazione ed influsso mutuo alcuno.

(1) Cfr. C. V. L. CHARLIER, *Star-Gauges at the Observatory of Lund*. Medd. Lund Ser. II N. 31, pag. IV e figura 2 (1923).

(2) Cfr. E. M. LINDSAY and B. J. BOK, *Counts of Stars in the Southern Hemisphere*. H. A. 105; pag. 256-60 (1937).

Una posizione in certo senso media occupa il comparatore ad eclissi quando è usato per stime mediante scala, scala che vien posta al luogo della seconda lastra. Quando gli eclissatori girano lentamente, ed il loro campo e la scala sono successivamente osservati ad intervalli regolari, si potrebbe parlare di una specie di « scala a memoria ». Nel giro rapido lo strumento si avvicina ad un fotometro a sfarfallamento. Quando poi nel campo visibile della lastra è occultata quella parte dove appare la scala e similmente nelle lastra dove è fotografata la scala, scompare la regione che tutto all'intorno le è vicina, dove deve apparire il campo, questo strumento potrebbe esser detto un fotometro a scala esterna. Quando invece queste regioni non fossero occultate si potrebbe parlare di una scala interna al campo; ma tale disposizione dello strumento è inutile perchè le stelle del campo e della scala risultano sovrapposte al fondo lastra rispettivamente della scala e del campo e perdono così il contrasto.

Dopo queste considerazioni astratte di carattere generale passiamo ora a descriver brevemente i tipi principali di fotometri a scala ed a studiarne i vantaggi e svantaggi relativi.

SEARES ⁽¹⁾ descrive l'uso di una scala oculare posta nel piano focale di un obiettivo microscopico in modo che all'osservazione oculare le stelle del campo e della scala appaiono egualmente nitide. Nel misurare, la stella e portata in mezzo al campo di osservazione e la scala vien fatta slittare finchè la stella desiderata si trovi vicina il più possibile. Tra due immagini della scala possono ancora essere stimati i decimi.

Il vantaggio di questa disposizione sta soprattutto in questo che scala e regione in istudio possono esser fatti scorrere l'una sull'altra facilissimamente sicchè la comparazione può sempre compirsi allo stesso luogo del campo di osservazione, per es. sempre nel centro.

L'assoluta uguaglianza delle stelle della scala e quelle del campo da misurare, per qualcuno strumenti di questo genere, non è del tutto ottenuto. Così ZEIPEL e LINDGREN ⁽²⁾ trovano che in genere le immagini della scala sono notevolmente più grigie delle immagini della lastra. Si potrebbe qui trattare di luce diffusa, parassita nel tubo del microscopio. Però simili fenomeni possono occorrere anche quando l'ingrandimento nel piano focale dell'obbiettivo si scosta abbastanza dal rapporto 1/1.

ZEIPEL e LINDGREN preferiscono perciò una scala oggettiva. Essi pongono la scala immediatamente sulla lastra, gelatina contro gelatina. La scala, mentre si cerca la stella da misurare, sta un po' sopra la lastra, e viene a contatto di essa mediante una leva solo quando effettivamente si

(1) F. H. SEARES, *Photographic Photometry with the 60-Inch Reflector*. ApJ **39**, pag. 325 (1914) = Mt. Wilson Contr. **4**, pag. 311.

(2) H. V. ZEIPEL und J. LINDGREN, *Photometrische Untersuchungen der Sterngruppe MESSIER 37*. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handl. **61**, N. 15 pag. 8-9 (1921) = Upsala Offert 58.

misura (1). Essi poi tollerano in grazia della piena somiglianza raggiunta tra le immagini della scala e della lastra, la scomodità della manovra.

Quando non si aspira alla massima esattezza come per es. nei lavori di rassegna, dove le grandezze debbono essere date solo fino ai decimi, non è necessario che la scala sia posta in immediato contatto con la lastra. Basta un piccolo intervallo tale che la parallasse non nuoccia e tuttavia la lastra possa senza pericolo scorrere sotto la scala.

Nei lavori condotti con tali fotometri a scala interna capita tuttavia qualche inconveniente, già notato da ZEIPEL e LINDGREN: « L'apparenza delle immagini di stelle molto deboli fu talvolta influenzata da grani di argento nello strato di gelatina posto a contatto » (2). La scala ed il campo sono visti una nell'altro e perciò l'infusso mutuo è inevitabile. Quando una stella della scala viene per es. nell'alone diffuso di una stella del campo il suo proprio alone si mescola con quello della stella del campo; il contrasto col contorno diminuisce e la stella appare più piccola. Lo stesso accade quando una stella del campo osservata capita nell'alone di una stella della scala. Quest'infusso è piccolo nelle immagini grandi o nitide; ma con stelle diffuse, specialmente se assai piccole, questa circostanza può portare ad errori di stima fino a due o tre gradi. ZEIPEL e LINDGREN cercano di ovviare a questo inconveniente movendo la lastra di qua e di là fino a trovare il posto adatto, cioè un posto tale che nessuna delle due stelle entri in un alone, presentato da una stella dell'altra lastra. Al contrario, in fotografie della Via Lattea, molto ricche di stelle, è spesso del tutto impossibile trovare un « buco » per ambedue le stelle nella loro immediata vicinanza. Si è così costretti a ricorrere ad un fotometro a scala della seconda specie, che presenta scala e campo affiancati senza il mutuo infusso nocivo.

Ci si potrebbe giovare del microfotometro o dello spettrocomparatore di HARTMANN come di una specie di fotometro a scala esterna. Nel microfotometro il cuneo è sostituito da una scala, la stella da misurare appare nella finestrina del cubo fotometrico (3). Questo fenomeno ha lo svantaggio che di tutto il campo da misurare solo una singola stella appare nel campo visivo (Vedasi figura 1.1). Una visione più comoda ed ampia si ottiene con l'aiuto dello spettrocomparatore dove in una metà del campo visivo appare la lastra da misurare, nell'altra la scala che occupa il posto dello spettro di paragone. Se procuriamo che la scala sia vicina al possibile al confine dei due campi e che possa facilmente scorrere indipendentemente dal movimento della lastra da misurare, le stelle della scala e del campo si lasciano ben paragonare tra loro (Vedasi figura 1.2). Ma perchè per lo più

(1) A. WALLENQUIST, *Colors and Magnitudes in the Open Cluster MESSIER 36*. Medd. Uppsala 32 pag. 6 (1927).

(2) ZEIPEL und LINDGREN, loc. cit.

(3) Cfr. per es. H. MÜLLER und L. HUFNAGEL, *ZfAp* 9. 334 (1935), A. A. WACHMANN, *Spektraldurchmusterung von Milchstrassenfeldern I*, pag. E 11 (Hamburg-Bergedorf 1939), ed altri.

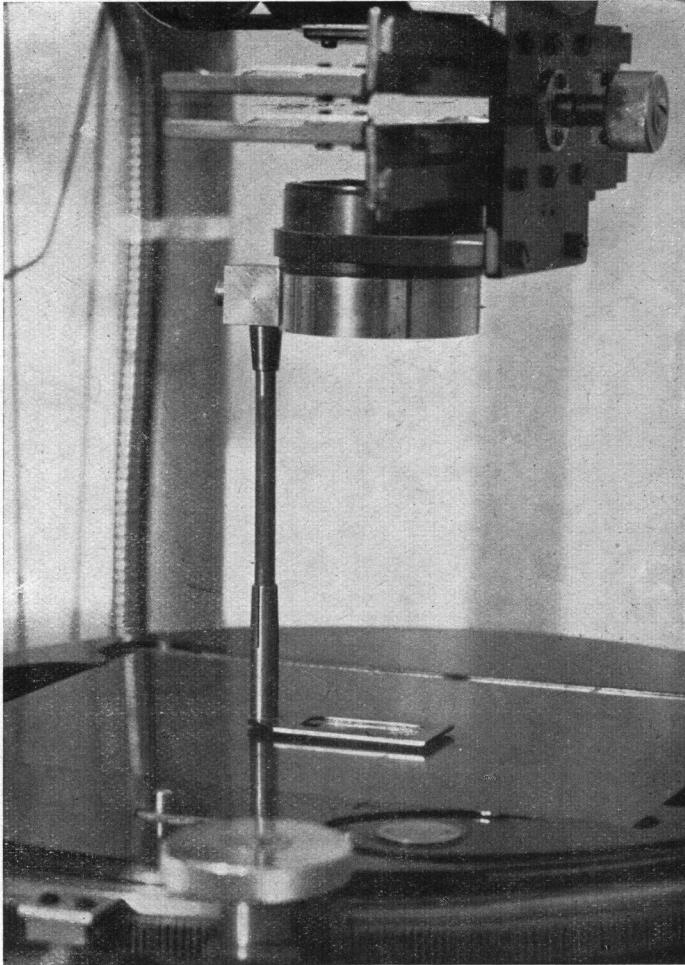


Figura 2.

Scala oggettiva fissata al comparatore ad eclissi di ZEISS.

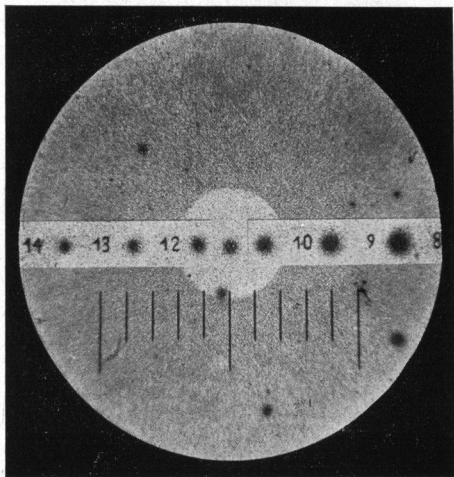


Figura 3.

Campo visivo primitivo del fotometro a scala.

Il campo appare in colore verde, essendo stato incollato sulla lastra rigata un foglietto di cellofane colorato. La scala e il centro del campo dove vengono fatte le misure rimangono illuminati da luce bianca. Adattando il campo visivo a lavori di rassegna, il foglio di cellofane fu tolto,

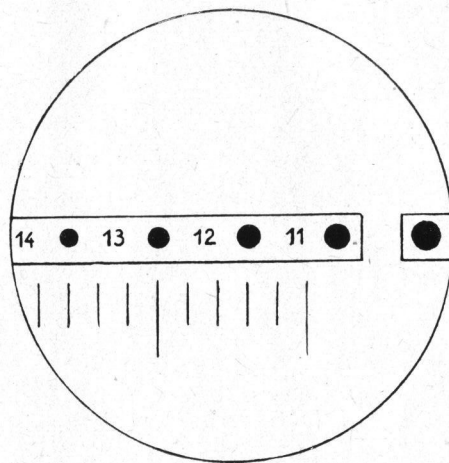


Figura 4.

Campo visivo del fotometro a scala adattato a lavori di rassegna

Il cubo fotometrico e la scala sono stati spostati per avere la scala in un tratto continuo, lungo 5' della graduazione.

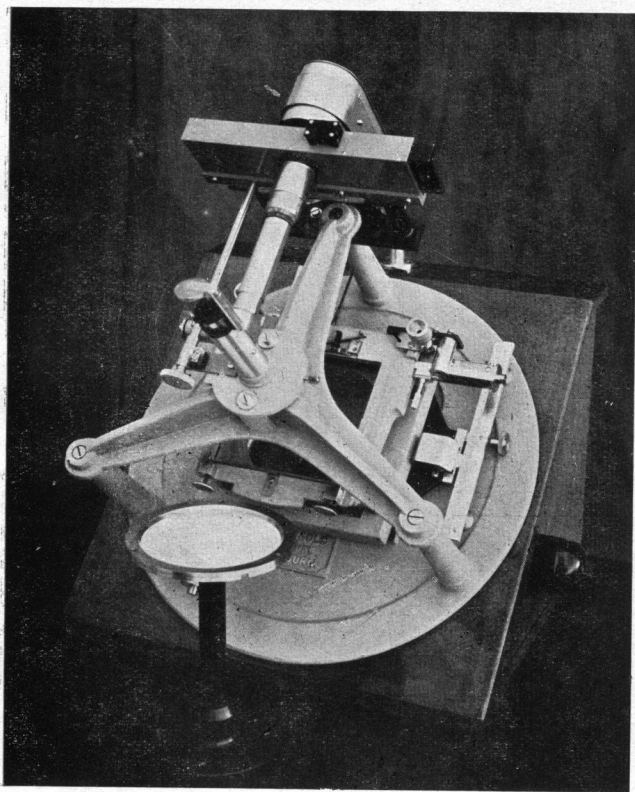


Figura 5.

Il fotometro a scala apparecchiato per proiezione.

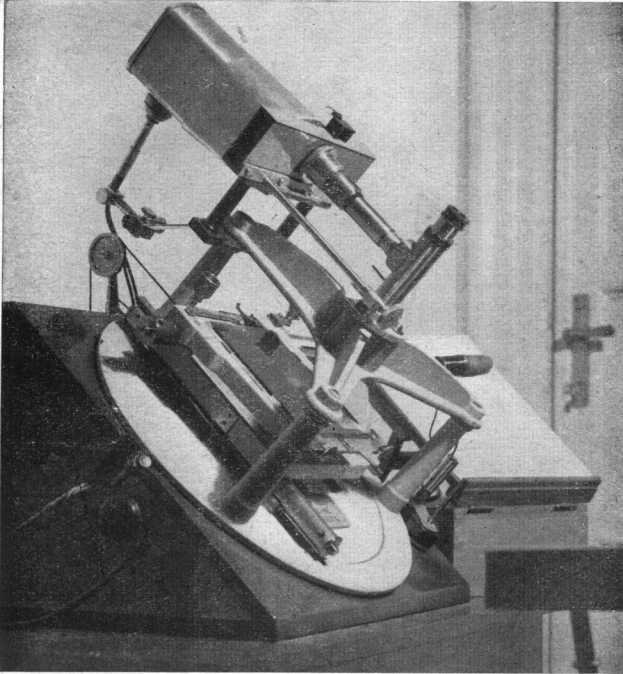


Figura 6.

Il fotometro a scala apparecchiato per osservazioni oculari.

lo spettrocomparatore permette solo un piccolo spostamento differenziale rispetto allo spettro di paragone, il suo uso non può venire in questione almeno quando non sia dotato di uno speciale meccanismo di spostamento per la scala.

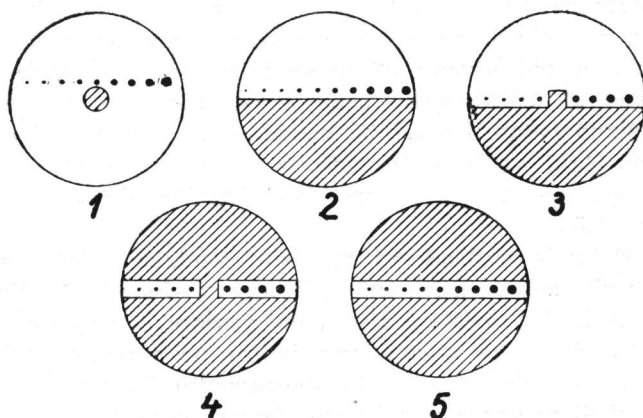


Figura 1.

Campi visivi di fotometri a scala esterna

1. Microfotometro di HARTMANN - 2. Spettrocomparatore di HARTMANN
3. Fotometro a scala di HARTMANN - 4. Fotometro a scala di GÖTTINGEN
5. Fotometro a scala per lavori di rassegna.

Così fu una felice idea quella dello HARTMANN ⁽¹⁾ che fece inargentare il cubo del suo fotometro in modo tale che nella parte inferiore del campo visivo appare la lastra da misurare e in quella superiore, in luogo del cuneo, è inserita la scala. Inoltre nel mezzo esce una linguetta nel campo da misurare e penetra nel campo della scala (figura 1.3). Così nel misurare, la stella è portata in questo intervallo perchè appaia alla medesima altezza delle stelle della scala e libera dal suo contorno. In questo modo è assicurata una stima del tutto libera da influsso estraneo.

Nel fotometro a scala del tipo GÖTTINGEN ⁽²⁾ (figura 1.4) dell'intero campo della scala resta libera solo una sottile striscia dalle due parti della linguetta, precisamente larga quanto basta per fare apparire la scala. Questo dispositivo allarga in modo non disprezzabile la visione di tutto il campo senza che sia perduto nessun vantaggio del sistema di HARTMANN ed anzitutto che gli oggetti siano liberi dal loro contorno.

In lavori di rassegna che si compiono per lo più esaminando il campo a strisce, è comodo legger una delle coordinate nell'oculare su una lastra

(1) J. HARTMANN, *Ein neues astrophotometrisches Hilfsmittel*. AN 234, 105 e 106 (1931).

(2) H. KIENLE, *Photographische Photometrie* nello Handb. Experimentalphys. vol. 26, pag. 739.

graduata in direzione traversa alle striscie, permettendosi così di svolgere l'intera striscia e di identificare con sicurezza ciascuna stella, senza che la lastra in questa direzione attraverso le striscie debba essere spostata. Quando in tal caso, le stelle da misurare debbono essere sempre portate nell'intervallo libero, sparisce questo vantaggio; ed il dover riportare le stelle al loro posto significa spreco di tempo e di lavoro. Quando invece la scala stellare scorre a modo di un nastro continuo attraverso le striscie da esaminare, la misura può divenir molto semplice: le stelle sono portate più vicino possibile al nastro della scala e la scala è spostata finchè le sue stelle adatte siano quanto è possibile vicine. Allora anche qui può compirsi bene la stima. Ogni stella è fotometrata al suo posto e la lastra non ha bisogno di essere spostata a traverso delle direzione della striscia in istudio (Vedasi figura 1.5).

Certo si rinunzia così ad un requisito fondamentale della fotometria di precisione: che nella misura tutti gli oggetti siano in condizioni quanto è possibile simili. Ma queste striscie da passare in rassegna sono per lo più così strette che sono ancora per intero nella regione più adatta del campo visivo, così che un piccolo spostamento ha uno scarso influsso. Inoltre i lavori di rassegna non hanno alcuna pretesa di estrema precisione.

Il principale vantaggio del fotometro a scala esterna sta in questo che scala e campo si mostrano del tutto indipendenti una dall'altro così che un reale influsso mutuo è escluso. Nella prima, terza e quarta forma di campo visivo (vedasi figura 1) c'è anche che l'oggetto da misurare è liberato dal campo all'intorno sicchè è evitato anche l'influsso soggettivo che ne proverrebbe dalla vista. D'altronde è poco opportuno in tali fotometri (fatta astrazione dal maggior impiego di mezzi meccanici ed ottici) che sia indipendente l'illuminazione della scala e del campo, cosa che a causa della ineguale trasparenza delle lastre richiede talvolta lunghi, minuziosi, e complicati artifici di compensazione.

II. L'adattamento di un misuratore di Repsold a fotometro a scala per osservazione oculare e per proiezione.

Come abbiamo già osservato da principio, nei nostri lavori di rassegna circa campi scelti della Via Lattea, già a priori per la misura delle grandezze stellari viene solo in questione il fotometro a scala: non solamente per il copioso materiale che deve esser studiato in maniera rapida e sufficientemente sicura, ma anche per l'impossibilità in campi così ricchi di stelle, di poter assolvere il compito con fotometri di altro genere.

Il lavoro principale, cioè propriamente la rassegna spettrale, viene compito col nuovo comparatore ad eclissi di ZEISS (1). A sinistra vengono

(1) Cfr. J. STEIN. *La Specola Vaticana di Castel Gandolfo*. Pubbl. Specola Astr. Vatic. XVII (1937), figura 25.

le fotografie dei campi stellari che servono per la determinazione delle coordinate e la sicura identificazione degli spettri; la lastra degli spettri che può muoversi a slitta rispetto alla precedente, sta a destra.

Porterebbe un grosso risparmio di lavoro in simili casi, quando assieme alle coordinate ed agli spettri si determinassero anche le grandezze, come ad es. succede nei più recenti lavori di rassegne spettrali di POTSDAM (2). Ma l'uso di una scala oculare secondo il tipo di POTSDAM non è adatto per il nostro strumento, giacchè le immagini al fuoco dell'oculare stanno all'originale nel rapporto di circa 0.85/1; l'immagine stellare di una scala oculare rimane sempre un po' più debole che quella del campo sicchè non si può procedere al paragone con sicurezza.

Così abbiamo voluto provare con una scala oggettiva posta alla minima distanza dalla lastra. Di solito le lastre stanno sul comparatore ad eclissi con la gelatina verso il basso, cioè verso la parte ottica dello strumento la quale sotto la piastra portalastre porta poi al tubo oculare. Conseguentemente una scala oggettiva dovrebbe stare sotto la lastra; ma a ciò occorre rinunciare: questa parte dello strumento è di scomodissima ispezione ed inaccessibile per la forma a cassa chiusa del portalastre. Perciò la scala si dovè portare sulla lastra. Purtroppo ora la lastra deve essere situata con la gelatina all'insù. L'osservazione viene così ad esser compiuta attraverso il vetro, ciò che ha un po' influsso sulla bontà ottica delle immagini. Inoltre così è proprio la faccia con la gelatina che diventa un comodo sedimentario per la polvere che si lascia togliere solo attraverso complicati lavaggi, se non si vuol correre il rischio di graffiare la lastra. Queste spiacevoli circostanze accidentali non debbono essere però sopravvalutate rispetto alla facilità del cambiamento e dell'aggiustamento della scala.

La fig. 2 mostra come questa scala interna al campo viene portata alla lastra. Sulla guardia del condensatore viene fissato un altro anello con a lato un'asticella di guida. A questa è infilata e fissata a frizione una staffa che si lascia spostare e resta ferma in qualsivoglia posizione. Su questa staffa è incollata la scala con la gelatina sotto, verso l'emulsione della lastra. Nell'aggiustamento la lastra è posta così che la scala sta più o meno nel mezzo della lastra. Tra la lastra e la scala viene posta una carta di medio spessore e la scala vi viene leggermente premuta sopra. Una lieve pressione sulla lastra, che cede elasticamente, lascia libera la carta, che così è facilmente tirata fuori. Ora la scala sovrasta la lastra ad una distanza piccolissima. Così l'influsso della parallasse è addirittura insignificante sicchè nel misurare può essere trascurato, mentre intanto senza pericolo la lastra può essere mossa come occorre.

(2) H. BRÜCK, *Spektraldurchmusterung der KAPTEYN-Eichfelder des Südhimmels IV*. Publ. Astrophys. Observ. Potsdam 28, fasc. 1 pag. 4, (1935).

La scala stessa resta solidamente ferma nel campo oculare; ciò che danneggia forse un poco l'esattezza delle misure, perchè queste non vengono compite sempre allo stesso posto. Ma noi usiamo una scala a due righe che permette durante il lavoro di rimanere sempre nel posto migliore del campo visibile. La scala è disposta in modo ben visibile a gruppi di cinque; la numerazione è superflua.

Le misure con tale scala si mostrano semplici: l'oggetto lungo la scala è portato fino al punto adatto; si possono stimare anche i decimi. La precisione ottenibile può giungere a circa $\pm 0^m.1$, valore che per lo scopo di una rassegna è sufficiente.

Così sono state determinate le grandezze stellari per i campi della Via Lattea finora studiate (1). L'effetto di sovrapposizione di fondo accennato a pag. 158 dovuto alla scala interna al campo, nelle grandezze fotografiche si fa sentire solo in piccola misura perchè in genere si tratta di immagini abbastanza grandi e ben definite. Al contrario nelle fotografie fotovisuali dove è diffuso il bordo delle immagini e queste devono essere stimate fino al limite di visibilità, capitano talvolta errori di stima che giungono ad una grandezza intera. Così fummo finalmente costretti a rivolgerci ad un fotometro a scala esterna al campo.

L'idea più ovvia di aggiungere al comparatore un fotometro a scala secondo il tipo di GÖTTINGEN era inesigibile per la particolare struttura del nuovo comparatore ad eclissi di ZEISS.

Il fotometro termoelettrico della ASKANIA, che è combinato con un microfotometro di HARTMANN in modo che può essere usato o l'uno o l'altro, con un piccolo cambio del cubo fotometrico potrebbe essere trasformato in un pratico fotometro a scala. Ma è apparso preferibile riservar lo strumento alle misure microfotometriche con la pila termoelettrica per le quali finora si è mostrato adattissimo. Al contrario le parti del fotometro HARTMANN, che non si usano nelle misure termoelettriche, furono tolte e rivolte all'adattamento a fotometro a scala di un misuratore REPSOLD (2).

Anzitutto fu procurato un adatto cubo fotometrico. Dei due cubi di cui è provvisto l'ASKANIA uno ha una finestra rotonda per misure stellari, l'altro rettangolare per misure diverse, anzitutto per lavori spettrali. Per

(1) M. TIBOR, *The Distribution of Stars in the Cepheus-Lacerta Region*. Spec. Vat. Com. 2 = Pont. Acad. Scient. Acta 1 (1937) pag. 85-92.

— — *The Distribution of Stars in the Cassiopeia Region*. Spec. Vat. Com. 5 = Pont. Acad. Scient. Comment. 2 (1938) pag. 175 seg.

— — *The Distribution of Stars in the Perseus Region*. Spec. Vat. Com. 11 = Pont. Acad. Scient. Comment. 3 (1939) pag. 93-140.

— — *The Distribution of Stars in the Taurus-Auriga Region*. Spec. Vat. Com. 13 = Pont. Acad. Scient. Comment. 4 (1940) pag. 21-82.

(2) La Specola dispone di due apparecchi misuratori costruiti nel 1907 e 1908 dalla ditta REPSOLD & SÖHNE ad AMBURGO che servirono per la misura delle lastre stellari per il catalogo astrografico. Da quando questo lavoro è finito, cioè dal 1928, poco sono stati in uso. (Cfr. *Catalogo Astrografico Sez. Vatic.* Vol. I. Introduzione pag. XI. Roma 1914).

le misure termoelettriche basta il primo, così l'altro poteva esser usato per il fotometro a scala considerato. Perciò nell'officina della Specola fu disargentato e argentato secondo il tipo di GÖTTINGEN. La striscia nella quale appare la scala è larga 1 mm, l'intervallo libero nel mezzo è di 0.8 mm. La larghezza fu scelta così che anche le più grandi stelle di una scala normale restano ancora visibili per intero.

Ma nel corso dei lavori apparve che sarebbe stata preferibile la forma per lavori di rassegna (Cfr. fig. 1.5, pag. 159), e cioè una scala corrente come un nastro continuo attraverso il campo visivo. La striscia da studiare sulla lastra è larga solo 5', cioè 2.9 mm. Un piccolo spostamento del cubo fotometrico basta, perchè l'intervallo libero si sposti in modo che la scala resti ininterrotta per l'intera larghezza della striscia (Cfr. fig. 4).

Per l'equipaggiamento ottico disponiamo di due identici obbiettivi ZEISS di 45 mm di distanza focale, che appartengono al corredo dello spettrocomparatore di HARTMANN, e di un relativo oculare di 30 mm di distanza focale. Gli obbiettivi sono montati così che le immagini del campo e della scala appaiono in grandezza naturale sui rispettivi piani mediani del cubo fotometrico (Cfr. lo schizzo nella fig. 7). Una leva a movimento elicoidale mette a fuoco l'obiettivo del campo, l'obiettivo della scala è posto nel tubo in modo che facilmente possa scorrere.

Il dispositivo per il movimento del cuneo fotometrico dell'ASKANIA fu adatto a portascala. Poichè la scala deve, quanto è possibile, adattarsi al materiale di ricerca, dev'essere facilmente cambiabile. È inoltre necessaria una numerazione delle stelle della scala perchè essa non può esser vista contemporaneamente in tutta la sua lunghezza. Una lastra numerata ricavata fotograficamente, fissata nella slitta, soddisfa ad ambedue i requisiti. I numeri sono distanziati all'incirca quanto le stelle della scala. La scala è semplicemente posata su questa lastra, gelatina contro gelatina, orientata secondo la numerazione e fissata con mollette. Con questo per lo più l'intero aggiustamento è finito e la scala nel campo visivo appare numerata.

Il portalastre fatto per lastre 16×16 cm², per la speciale destinazione dello strumento fu adattato anche per altri formati. Le manopole che azionano la slitta portalastre per il movimento secondo le due coordinate, hanno ricevuta una forma più comoda.

Il vecchio REPSOLD, per la lettura delle coordinate sul portalastre, era provvisto solo di una scala grossolana ad intervalli di 5 mm, rilasciando le misure delle coordinate differenziali ad un micrometro oculare. A queste scale grossolane, ora, sono state sovrapposte in ambedue le direzioni due nuove scale graduate; cioè due doppi decimetri di precisione di NESTLER di legno, con divisione millimetrica segnata su celluloidi bianchi. Tutto fu perfezionato con due nonii che scorrono per circa 10 mm, sicchè le letture si possono rapportare alle letture di un altro strumento. L'uso della scala, quando si lavora all'oscuro, è facilitato da dispositivi di illuminazione.

Un'ultimo perfezionamento per lavori di rassegna, è portato da una divisione in minuti primi che è immobilmente fissata quasi immediata-

mente sotto la lastra. Questa corre a traverso della direzione delle striscie nelle quali è diviso il campo (Cfr. fig. 3 e 4). Benchè la scala si estenda per dieci primi, in pratica bastano cinque, come si vede dall'apparecchiatura per lavori di rassegna (Cfr. fig. 4). La divisione è stata rigata con la lametta di un rasoio su di una lastra fotografica annerita nella scala originale, in cui a dieci primi corrispondono 5.9 mm, e poi copiata a contrasto. Dal condensatore verso la lastra del campo sporge un tubo e sulla parte superiore di questo è incollata la lastra rigata. La lastra del campo sta con la gelatina verso la divisione; la parallasse tra le due è piccola. Infine le divisioni non servono per misure di precisione, ma solo per l'identificazione delle stelle sicchè quest'imperfezione non è di alcun peso. Gli oggetti possono essere identificati con rapidità e sicurezza e le numerose misure già condotte con quest'apparecchio hanno già sufficientemente dimostrato l'utilità di questa disposizione.

Il nuovo strumento era stato ideato per osservazioni oculari. Durante l'adattamento venne in pensiero di provare la proiezione. I vantaggi che porta il lavorare con un'immagine proiettata su uno schermo invece che per osservazione oculare sono abbastanza conosciuti, sicchè valeva la pena di far una prova in questo senso.

L'esecuzione di questo piano non mostrava alcuna speciale difficoltà. L'oculare poteva abbastanza largamente scorrere per poter servire anche come apparecchio di proiezione. Nel prolungamento del tubo oltre l'oculare fu adattato un piccolo specchio con l'argenteratura all'esterno che devia i raggi verso uno schermo orizzontale di fronte allo strumento (Cfr. fig. 5). Con ingrandimenti piccoli basta uno schermo piccolo fissato orizzontalmente al tubo stesso. Con ambedue le disposizioni il lavoro è facile, sicuro e relativamente poco faticoso.

Le difficoltà invece venivano proprio dall'illuminazione.

La speciale costruzione dello strumento base non permette di usare la medesima sorgente per l'illuminazione del campo e della scala. La lampada per la scala è posta in un casotto immediatamente dopo il dispositivo per lo scorrimento della scala stessa, mentre la lampada per la proiezione del campo si trova nello zoccolo. Sono usate lampade speciali OSRAM a gas inerte con filamento a spirulina assai stretta, quasi puntiforme, che sono alimentate da un trasformatore 130 V/6 V e 8 A. L'uguaglianza dell'intensità luminosa è ottenuta mediante un cuneo fotometrico: un disco di vetro nero girevole avanti alla lampada della scala.

Per la completa utilizzazione della luce sono necessari adatti condensatori. Purtroppo i condensatori disponibili non corrispondevano sufficientemente allo scopo. Per l'illuminazione del campo si lasciò il vecchio condensatore e con una lente addizionale si condusse a rispondere alle nuove esigenze. In relazione alla tozza costruzione del dispositivo per l'illuminazione della scala abbiamo adoperato un condensatore a corto fuoco posto immediatamente dietro la scala.

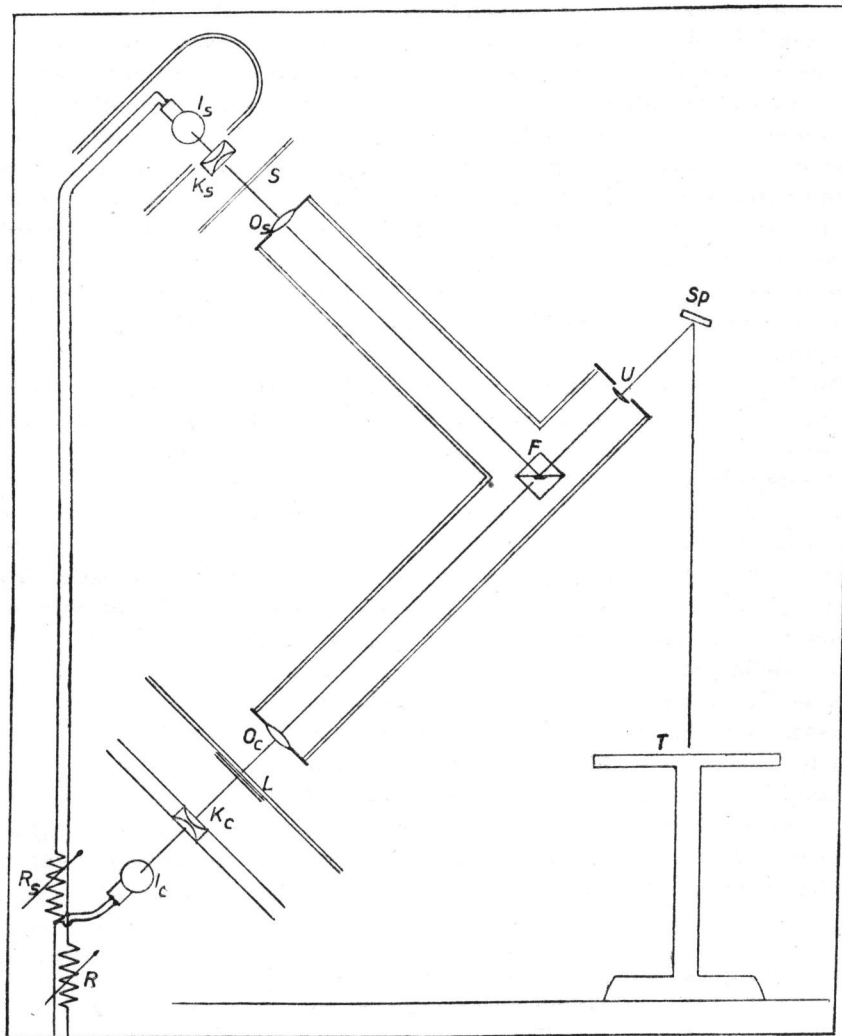


Figura 7.

Schizzo del fotometro a scala per proiezione

I_s - Illuminazione della scala — I_c - Illuminazione del campo da misurare — S - Scala —
 L - Lastra del campo da misurare — O_s - Obiettivo per la proiezione della scala —
 O_c - Obiettivo per la proiezione del campo — K_s Condensatore dell'illuminazione della
 scala — K_c - Condensatore dell'illuminazione del campo — R_s - Reostato per regolare la
 illuminazione della scala — R - Reostato per regolare l'intera illuminazione — F - Cubo
 fotometrico — U - Oculare — Sp - Specchio — T - Schermo

Il rendimento luminoso è modesto, tuttavia sufficiente. Al contrario la bontà dell'immagine non è soddisfacente, non solo perchè dipende in modo molto sensibile dalla posizione della lampada, ma anche perchè, ancorchè l'aggiustamento sia corretto, le immagini non risultano nitide: questo sarebbe da ascrivere all'uso di un oculare non sufficientemente diaframmato come obbiettivo di proiezione: le immagini stellari sono orlate da lembi iridescenti che per gli oggetti piccoli e molto vicini si sovrappongono e possono esser causa di notevoli errori di stima. Un diaframma potrebbe forse portare un piccolo miglioramento, ma astraendo dalla forte perdita di luce che ne deriverebbe, la soluzione perfettamente soddisfacente delle difficoltà è da aspettar solo da fondamentali miglioramenti dell'intero sistema di proiezione, ciò che importerebbe una radicale ricostruzione dello strumento.

Perciò abbiamo preferito di tornare alla prima idea e di adattare lo strumento ad osservazioni oculari. Per queste basta minor luce, sicchè l'uso di forti lampade e di condensatori diventa superfluo.

Le lampade a basso voltaggio furono cambiate con semplici lampade a mezzo Watt a vetro latteo. Lastre di vetro smerigliato anteposte e anche semplici lastre fotografiche velate fanno ancora la luce più uniforme e permettono di uguagliare all'ingrosso la luminosità delle due lampade. L'aggiustamento perfetto si ottiene con un reostato che regola la corrente nella lampada per l'illuminazione del campo. La variazione nella composizione spettrale della luce che ne risulta, a detta dell'esperienza non reca nocimento, se l'accordamento col reostato è fatto solo per piccoli intervalli. Del resto, come risulta da prove speciali, perfino notevoli differenze di illuminazione tra il fondo della lastra e il fondo della scala non apportano apprezzabili errori di stima, purchè queste differenze rimangano costanti durante tutto il processo fotometrico. Inoltre le due lampade sono regolate insieme da un altro reostato in modo che possano avere la luminosità più conveniente per gli occhi.

*
* *

Insomma quest'adattamento ha prodotto un fotometro sotto ogni rispetto soddisfacente. Il primo grosso lavoro con esso condotto è stata la rassegna di un campo della Via Lattea nella regione Lacerta-Cepheus, che sarà in breve pubblicata. L'errore medio delle misure ad osservazione oculare ammonta a $\pm 0^m.064$, valore che sta bene d'accordo con quello $\pm 0^m.069$, trovato da WALLENQUIST nelle sue ricerche, come abbiamo ricordato nelle prime pagine. Per le misure in proiezione però, l'errore medio è più grande arrivando a $\pm 0^m.096$. Quest' aumento dell'errore medio tuttavia non si deve al metodo di proiezione come tale, ma piuttosto all'imperfetta definizione delle immagini proiettate. Con una ottica migliore si otterrebbero sicuramente risultati ugualmente soddisfacenti quali si hanno dall'osservazione oculare.

Diversi problemi che si sono presentati durante questi primi lavori e che si riferiscono all'impiego dello strumento ed alla precisione delle misure saranno trattati fra poco in un altro studio.