

Art. n° 10 – **MECCANISMI di CENTRATURA nel sistema illuminante del microscopio ottico**

I principi dell'illuminazione del microscopio, in particolare dell'illuminazione “secondo i principi di A. Köhler”, sono già ben illustrati in tanta letteratura tecnica, ivi compresa quella presente in questo stesso sito. Si vedano, in particolare, il manuale:

– “Problemi Tecnici della Microscopia Ottica”, Capp. 8.9 / 21.9 / 22.8 e 22.9;

nonché gli articoli:

– n° 3 (“Il campo illuminato del microscopio”);

– n° 6 (“L'illuminazione sec. Köhler made in China”);

– n° 32 (“Così ho spiegato ... cos'è “il Köhler”), ecc.

Dando quindi per scontata una conoscenza teorica del problema, vogliamo qui limitarci ad illustrare le strutture meccaniche utilizzate dai vari costruttori per realizzare il corretto allineamento di quella parte del microscopio che va dal corpo luminoso (per es. il filamento della lampadina) al “piano oggetto” (il vetrino, tanto per intenderci).

Si suppone anche ben nota la distinzione fra “allineamento” (parallelismo fra gli assi ottici di tutti gli elementi di un sistema ottico complesso) e “centratura” (appartenenza dei centri ottici di tutti gli elementi ad un unico asse ottico generale). Si veda, eventualmente anche l'art. n° 20: “L'allineamento del sistema ottico del microscopio”. Nel sistema illuminante del microscopio, però, raramente si rende necessario un allineamento in senso stretto; si tratterà in genere di semplici centrature. Un allineamento soddisfacente sarà in genere garantito dalle normali tolleranze di lavorazione meccanica, senza bisogno di ulteriori interventi.

È anche noto che, nonostante le differenze di principio e di costruzione, i sistemi illuminanti “per trasparenza” o “in diasopia” obbediscono a molte esigenze comuni ai sistemi “per riflessione” o “in episcopia”: basta ricordare che, in episcopia, l'obbiettivo funziona anche da condensatore e che il diaframma d'apertura non può trovarsi nell'obbiettivo stesso, nella sua pupilla d'uscita, ma in un piano otticamente coniugato con essa. Parleremo quindi solo del normale sistema illuminante per trasparenza.

Cominciamo dunque ad esaminare i dispositivi meccanici che tengono o spingono nella posizione corretta le varie parti del sistema illuminante del microscopio. Esaminiamo, naturalmente, solo i più comuni, poiché la varietà delle soluzioni adottate nel corso dei secoli dai costruttori accetta come limiti solo quelli della fantasia umana.

Inoltre, non consideriamo quegli accoppiamenti che non consentono regolazioni, e vanno considerati fissi; per es., due parti cilindriche calettate l'una nell'altra.

A) – Dispositivi “semifissi”

In sede di fabbricazione, il costruttore provvede in genere (dipende dall'accuratezza del “controllo finale di qualità”, quando c'è) a centrare ed allineare molte parti del sistema.

In teoria, l'utilizzatore non dovrebbe mai intervenire su queste parti. Ma questo presupposto non sempre è verificato per varie cause:

■ – il montaggio non è stato accurato ed è mancato un controllo successivo; caso frequente fra i costruttori dell'Estremo Oriente;

■ – in seguito al trasporto od a successive sollecitazioni meccaniche, qualche parte può essere stata spostata o deformata; non è raro anche il caso di interventi maldestri da parte dell'utente, che smonta un pezzo ma poi non sa o non si preoccupa di riallinearlo;

■ – la sostituzione o l'aggiunta successiva di alcune parti può aver compromesso

l'allineamento generale.

Pertanto, è bene conoscere i vari sistemi di fissaggio "semifissi", precentrati dal costruttore, per poterli correggere in caso di bisogno. Sostanzialmente due.

A1) – Fissaggio a mezzo di viti, due, tre o quattro, in genere. Si veda la fig. 1.

Fra le viti ed i relativi fori, in genere, viene lasciata una certa intercapedine, un piccolo spazio, un "gioco"; dopo aver allentato le viti, il gioco consente un qualche movimento del pezzo e quindi consente, in sede di fabbricazione od in seguito, di portarlo nella posizione corretta.

Fig. 1 a – Un condensatore, ad es., può essere fissato all'interno di un anello (d'ottone in questo caso, A₂ in figura) e bloccato in esso da una lunga vite (M), che ne consente un rapido smontaggio. Anello e condensatore formano così un blocco unico.

L'anello A₂ a sua volta è alloggiato in un anello (A₁) che fa parte del porta-condensatore P ed in prima istanza non consente movimenti laterali del condensatore stesso. L'anello A₂ però è fissato ad A₁ da tre viti (V); fra le tre viti ed i fori praticati in A₁ vi è poi un "gioco", un certo spazio, che consente di muovere leggermente il condensatore + l'anello A₂ rispetto al porta-condensatore P – A₁.

Si noti che, dalla figura, appare evidente un'altra intercapedine fra i due anelli, indicata da una lunga freccia. Senza questa seconda intercapedine, il gioco delle viti sarebbe inutile.

Si noti anche che la piastra del porta-condensatore (P) è fissata alla guida da due viti, i cui fori sono ben visibili al centro della figura.

Anche in questa sede è possibile dunque sfruttare un gioco fra viti e fori, e con ciò disporre di un altro mezzo di centramento del condensatore in direzione trasversale. In direzione sagittale si possono introdurre spessori fra la piastra P e la guida.

(Stativo Laboval 2 della Zeiss Jena)

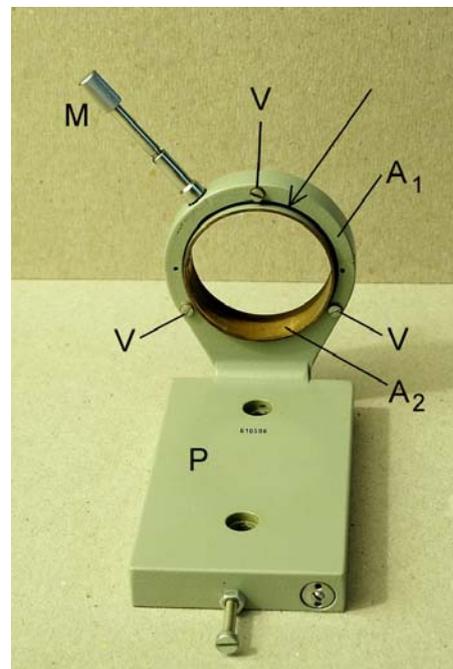
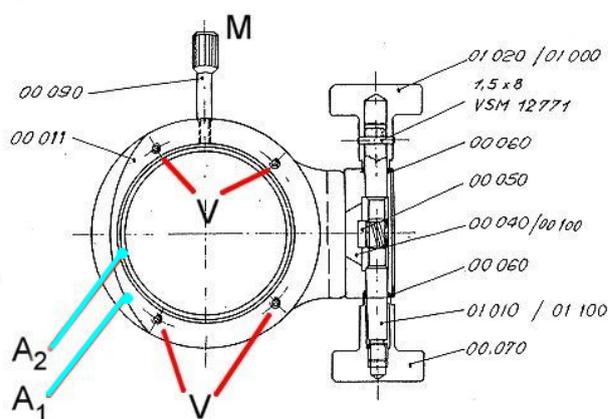


Fig. 1 b – Un disegno schematico illustra ancor meglio questo meccanismo. Qui, le viti di fissaggio dell'anello A₂ sono quattro (V). La vite (M) che blocca il condensatore si avvita naturalmente nell'anello A₂. A destra, è visibile il pignone con le due manopole per la focalizzazione del condensatore.

Anche qui, l'anello A₁ fa parte del porta-condensatore (vedi la figura precedente).

(da disegno originale della casa Wild Heerbrugg per lo stativo M 11. Modif.)



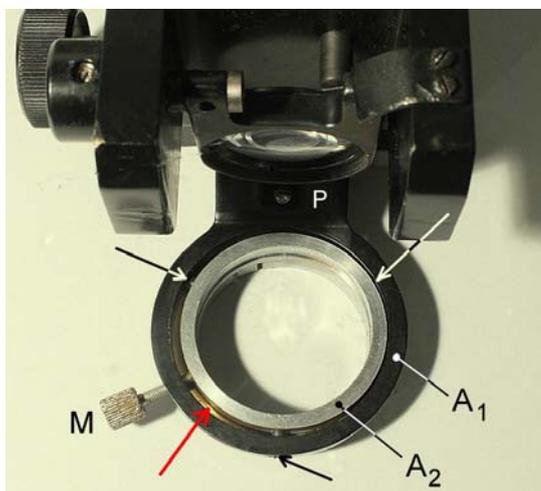
A2) – Fissaggio a mezzo di tre grani (fig. 2).

Fig. 2 – Secondo la stessa notazione della fig. 1, si vede ancora un anello A₂, in cui è fissato rigidamente il condensatore tramite la lunga vite M, ed un secondo anello A₁, solidale col porta-condensatore P.

Anche qui, fra i due anelli è presente un'intercapedine (freccia rossa).

La differenza fra questa soluzione e la precedente sta nel fissaggio fra i due anelli: con le tre frecce bianco-neri sono indicati tre grani che affiorano sui bordi dell'anello A₁. Col condensatore in opera, mentre si osserva negli oculari, è possibile muovere orizzontalmente il condensatore allentando uno dei grani e stringendo gli altri.

(Stativo XJZ 6, presumibilmente di produzione cinese)



B) – Regolazioni a disposizione dell'utente

Altre parti possono richiedere una centratura più frequente, eseguita dall'utente in vari momenti, soprattutto dopo il cambio dell'obiettivo o della lampadina: centratura dell'immagine del diaframma di campo, centratura dell'immagine del filamento, centratura dei diaframmi anulari per il contrasto di fase, ecc.

In questi casi, il costruttore prevede qualche organo ben visibile e facilmente manovrabile da parte dell'utente.

B1) – Sistema a due viti in contropinta su una punta molleggiata.

È questo il sistema certamente più usato: l'elemento da centrare è montato in un "barilotto", in un supporto, che può muoversi perpendicolarmente all'asse scivolando su apposite superfici di scorrimento. A spingerlo in direzione dell'asse provvedono due viti, perpendicolari all'asse medesimo, contrastate da una punta molleggiata che elimina qualunque gioco fra il barilotto e le due viti. La figura che segue può bastare a chiarire il principio di funzionamento.

Fig. 3 – Un disegno meccanico del sistema di centramento variabile basato su due viti (in basso, ai lati) ed una molla di contro-spinta (in alto) che forza il pezzo da centrare (A₂) contro la punta delle viti.

Con una freccia rossa è indicata l'intercapedine fra i due anelli A1 ed A2, quella che consente il movimento relativo dei due anelli concentrici.

(Da un disegno originale della casa Wild Heerbrugg, modif., relativo ad un porta-condensatore).

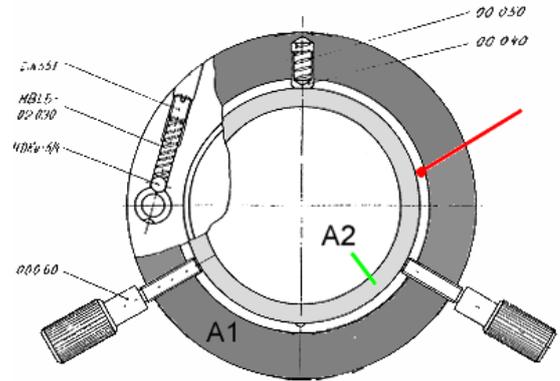


Fig. 4 (a destra) – Lo stesso principio applicato all'interno di un condensatore: in VC è indicata una delle due viti di centramento ed in P la punta molleggiata di contropinta.

Si tratta del "condensatore di Berek" a due diaframmi, un prodotto originale della casa Leitz, contenente sia il diaframma d'apertura (DA), sia quello di campo (S).

(da catalogo Leitz Wetzlar. Modif.)

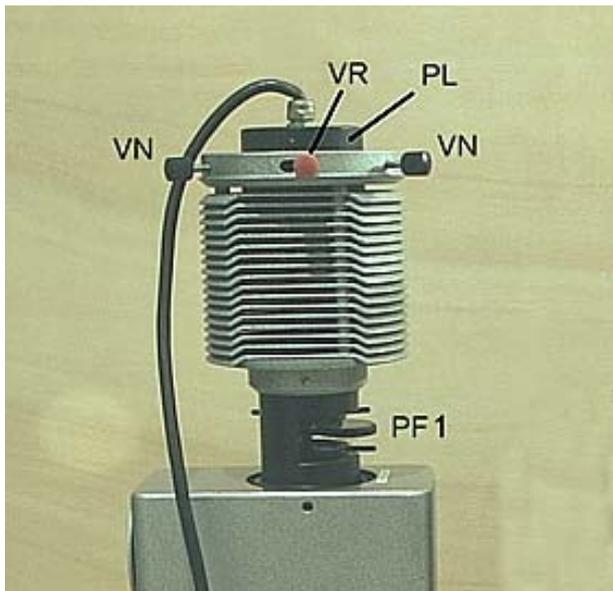
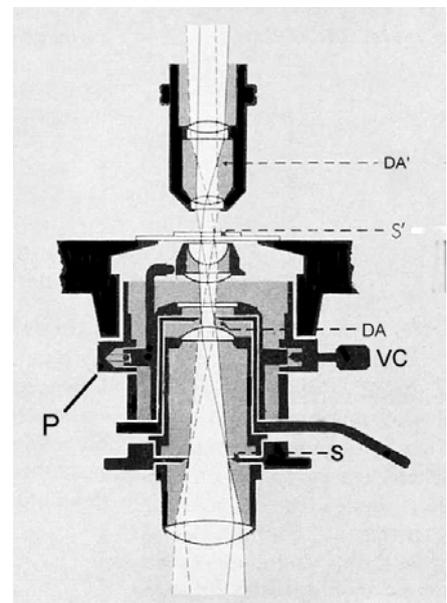


Fig. 5 – Un'applicazione pratica dello stesso principio, utilizzato in una microlampada. Il portalam-pada (PL) rappresenta la parte da centrare, ed è bloccato in un anello interno (non visibile) dalla vite VR. Su tale anello interno spingono le due viti VN, agendo contro la punta molleggiata che si trova nella parte nascosta della figura.

Si noti che la vite VR, quando è stretta, fa corpo coll'anello interno e col portalam-pada PL. Poiché questo blocco si deve muovere all'interno dell'anello esterno (la parte superiore dell'edicola della lampada), il foro per la vite VR è asolato, come si vede bene in figura. (Prodotto Wild Heerbrugg)

Fig. 6 – Il principio delle due viti (V) che spingono contro una punta molleggiata, applicato al diaframma di campo (Dc), posto sulla base di uno stativo.

(Stativo Swift)

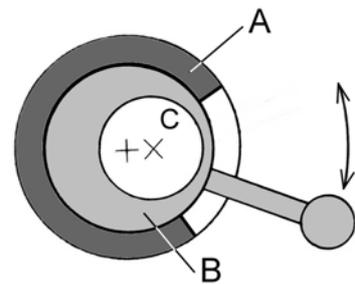
Non sempre la punta molleggiata è costituita da una molla semplice (fig. 3) oppure da una molla alloggiata in un cilindro cavo, come vedremo più avanti. A volte, si tratta di un qualunque elemento elastico, una lamina, un filo d'acciaio ricurvo e simili. Vedremo un paio di esempi a proposito dei condensatori di fase.



B2) – Sistema ad eccentrici

Fig. 7

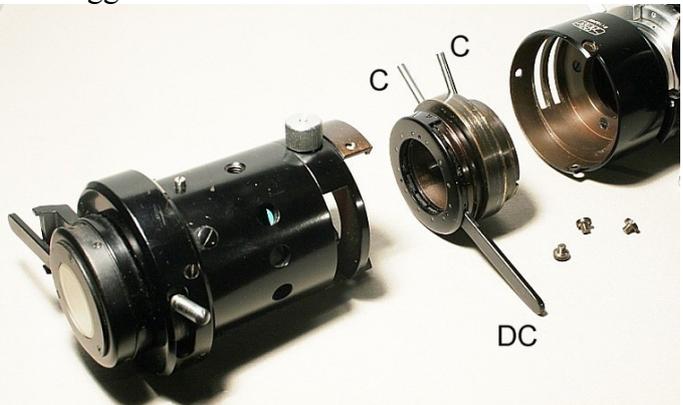
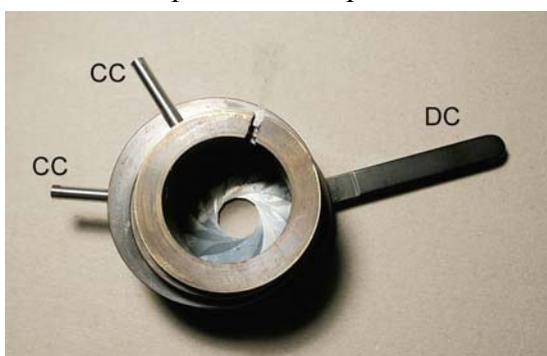
Un pezzo cilindrico (B nella figura a fianco) che ruota all'interno di un cilindro cavo (A) può provocare uno spostamento trasversale di qualche elemento disposto eccentricamente al suo interno (C); basta munire il cilindro interno B di una qualunque levetta di comando.



Per ottenere uno spostamento in una direzione perpendicolare al primo, basta accoppiare due eccentrici l'uno presso l'altro.

È sufficiente che il primo eccentrico sia montato centrato sul pezzo C del secondo, ma la sua eccentricità dovrà verificarsi in direzione all'incirca perpendicolare a quella del secondo.

Un esempio di tale disposizione si vede nelle figg. 8 e 9.



Figg. 8 e 9 – Un sistema di due eccentrici accoppiati, per la centratura di un diaframma di campo. In CC o C sono indicati i comandi per la rotazione dei due eccentrici; la levetta DC serve al comando del diaframma.

A destra, il sistema complessivo (illuminatore episcopico). (Illuminatore Zeiss West, tipo II B)

Un altro esempio di eccentrici si trova in certi obiettivi Zeiss per radiazione polarizzata (in cui occorre una centratura precisa rispetto al condensatore): il barilotto generale si muove all'interno della montatura generale tramite due eccentrici, che si comandano dall'esterno tramite due anelli godronati (A, in fig. 10).



Fig. 10 – Obiettivi Pol a centratura interna.

(Stativo Standard, da catalogo Zeiss West. Modif.)

B3) – Sistema a “sfregamento grasso”

Il pezzo da centrare scorre su una superficie piana, con la semplice pressione della mano. Le superfici a contatto sono opportunamente lubrificate con un grasso vischioso.

Il movimento è facile, immediato, in ogni direzione, molto “fisiologico”.

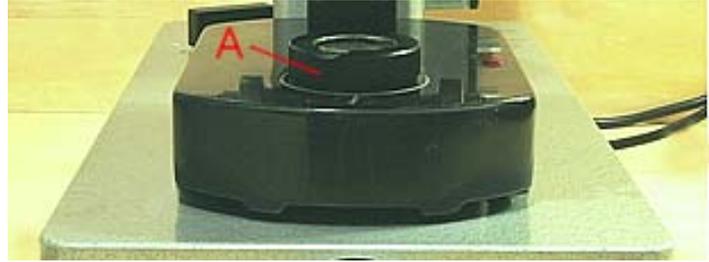
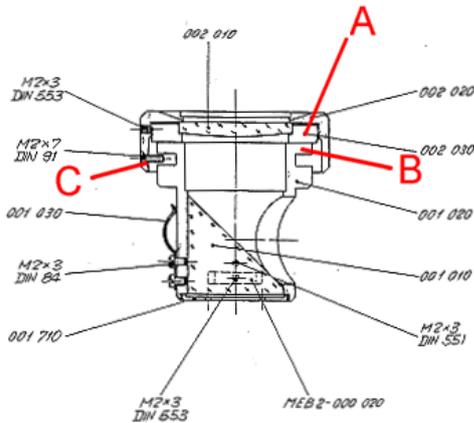


Fig. 11 – Una “lente a grande campo” (usata per allargare il campo illuminato) si può spostare lateralmente per centrare l’immagine del diaframma di campo poiché, quando è decentrata, ha un “effetto prisma”. Essa è incastonata in un anello (A) la cui superficie inferiore scivola sul pezzo B. L’anello A non può sollevarsi poiché è trattenuto dalle viti C.

Un meccanismo simile è usato per il movimento rapido, in tutte le direzioni, di certi tavolini (“a sfregamento grasso”), atti ad inseguire il movimento imprevedibile di tanti microrganismi acquatici.

(Da disegno originale della casa Wild Heerbrugg, modif. A destra, stativo Wild M20, che mostra come si presenta esteriormente il meccanismo del disegno a sinistra)

B4) – Sistema “a rotola”

Un pezzo a forma di sfera, o almeno di calotta o segmento sferico, può scorrere in mezzo ad altre due calotte o segmenti, sempre sfruttando il principio dello “sfregamento grasso”. Per chiarire il concetto possono bastare gli schizzi seguenti.

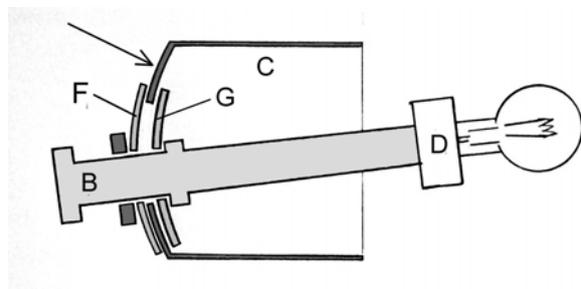
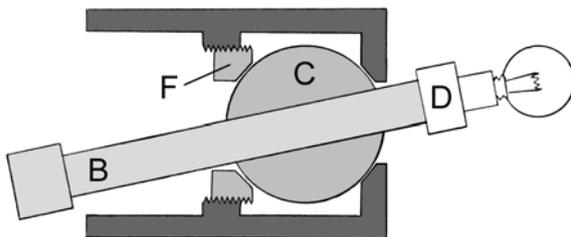
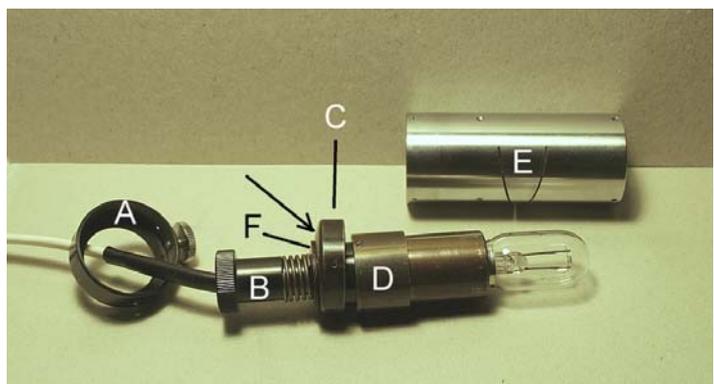


Fig. 12a – Schema di movimento a calotta sferica. La superficie della sfera C o della calotta (freccia nella figura di destra) ricavata dal tubo C consente l’orientamento dell’albero B in tutte le direzioni, entro certi limiti. Sulla superficie C poggiano segmenti sferici (F o G) che impediscono qualunque movimento, eccetto la rotazione attorno al centro della sfera. L’elemento fissato all’estremità dell’albero B (per es. un porta-lampada, D in figura) può quindi spostarsi in tutte le direzioni, più o meno perpendicolarmente all’asse del sistema.

Il meccanismo illustrato a sinistra è stato usato per la centratura della microlampada diascopica di alcuni stativi della Zeiss Jena (Amplival). Quello visibile a destra è stato usato in altre micro lampade della Leitz Wetzlar, come quella visibile nella figura seguente.

Fig. 12b – Microlampada Leitz. La freccia indica la calotta sferica, come nella figura precedente (a destra).

Al termine della centratura del filamento, il movimento dell’albero B può venire bloccato stringendo fra loro (con apposita filettatura) la rondella sferica F contro la sua corrispondente posta all’interno della calotta (G in fig. 12a).



GLI ELEMENTI del sistema illuminante

Ora esaminiamo le varie parti del sistema illuminante di un microscopio “biologico” generico, mostrando qualche esempio di dispositivi di centramento ed aggiungendo qualche criterio pratico di controllo.

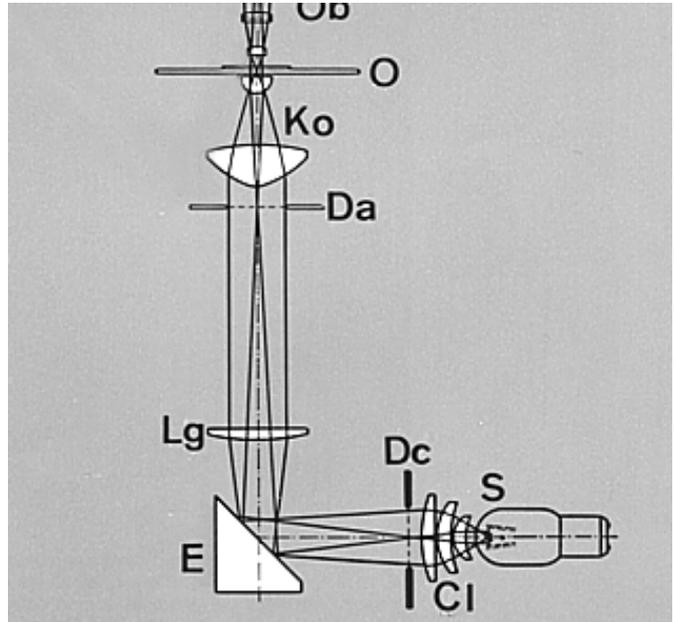
Cominciamo da uno schema generale, che è molto in uso e consente di illustrare i principali problemi di centramento. In esso s’intuisce che la microlampada (S, Cl, Dc, E) è contenuta, e quindi in posizione fissa, nel piede dello strumento. È la soluzione più frequente.

Fig. 13 – Schema generale del sistema illuminante di un normale stativo “biologico”, ovviamente diascopico.

S è la sorgente (filamento di un’ampolla ad incandescenza). Cl è il collettore. Dc è il diaframma di campo. E è lo specchio intermedio. Lg è una lente “a grande campo” (non essenziale, a volte disposta subito sotto al condensatore). Da è il diaframma d’apertura. Ko il condensatore, qui illustrato secondo lo schema classico di Abbe, ma con una parziale correzione della sferica (superficie inferiore asferica). O è l’oggetto (vetrino).

Raramente la microlampada è separata dallo stativo. In quei casi, lo specchio intermedio (E) è orientabile, generalmente su supporto a forcella, in modo da proiettare l’immagine del filamento al centro del diaframma d’apertura. Si veda l’art. n° 6 (“L’illuminazione sec. Köhler made in China”), nonché la fig. 20, più avanti.

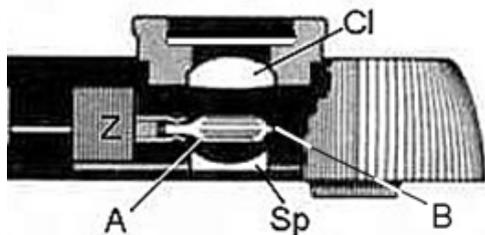
(Da: Wild: “L’optique des microscopes”, Mi 624–III 61)



Quando la potenza dissipata dalla lampada supera i 30 W, per ragioni di stabilità termica, l’edicola della lampada si pone all’esterno della base, ma rigidamente fissata alla base o alla colonna. In questi casi i problemi di centratura non cambiano. Si vedano, nell’art. n° 6 (“L’illuminazione sec. Köhler made in China”), le figg. 8 e 9 e, nell’art. n° 32, (“Così ho spiegato ... cos’è “il Köhler”), le quattro figure a pag. 17.

In certi casi, specialmente quando si usano ampolle “alogene” o “al quarzo-iodio”, in cui il fascio utile deve essere quello che emerge lateralmente (in cima all’ampolla vi è la strozzatura del tubicino tramite il quale si crea il vuoto all’interno), si pone dietro al filamento uno specchio sferico concentrico col filamento stesso (fig. 14).

Fig. 14 – L’ampolla alogena (A) irradia “di lato” poiché l’apice del bulbo (B) è irregolare. Sotto al bulbo, uno specchio sferico (Sp) recupera una parte dell’emissione dell’ampolla, che altrimenti andrebbe perduta. “Cl.” è il collettore. “Z” lo zoccolo. (Da catalogo Zeiss West)



(Da catalogo Wild Heerbrugg)

Tale specchio crea un’immagine reale rovesciata, in grandezza naturale, del filamento.

Tale immagine va affiancata al filamento stesso in modo da coprire un’area all’incirca

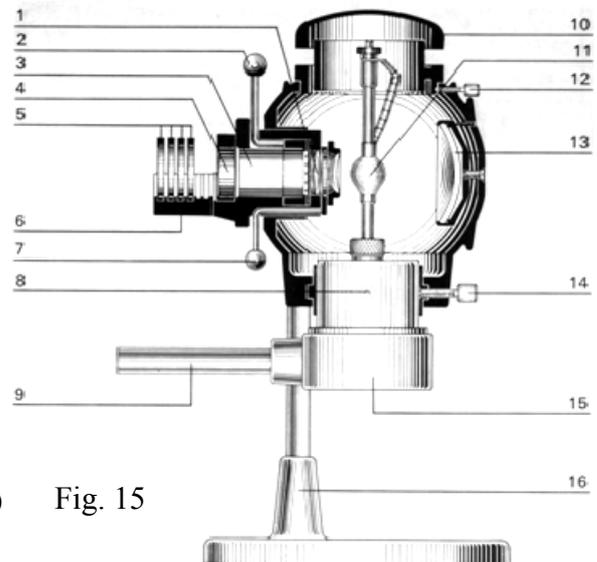


Fig. 15

quadrata (vedi il manuale: “Problemi Tecnici della Microscopia Ottica”, Cap. 22.4, e la fig. 16).

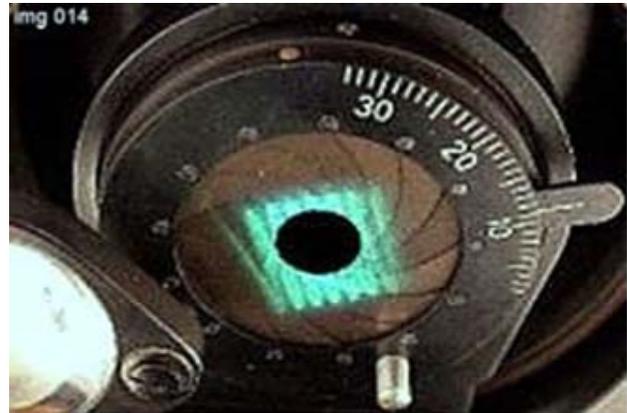
In fig. 14 e 15 si vedono due realizzazioni di questo principio. In fig. 15, lo specchio è indicato col n° 13, ed è alle spalle di una sorgente ad arco in vapori di mercurio (11). Dalla parte opposta, il collettore (1), un porta-filtri (5), ecc. Lo “specchio posteriore” sarà il primo elemento che esamineremo, poche righe più sotto.

In fig. 16 l’aspetto della doppia immagine proiettata sul diaframma d’apertura del condensatore.

Fig. 16 – Sul diaframma d’apertura, che coincide più o meno con la pupilla d’ingresso del condensatore, è proiettata una prima immagine del filamento (creata dal collettore), ben affiancata dalla seconda immagine reale creata dallo specchio sferico posteriore della lampada (anch’essa ripresa dal collettore – per ciò abbiamo detto “seconda immagine”).

Le ampole “alogene” hanno in genere un filamento ad elica allungata, la cui immagine è stretta e lunga e mal si adatta alla pupilla del condensatore, sempre circolare.

(Prodotto Lomo)



Nello schema di fig. 13 lo specchio non è indicato, anzi non esiste, poiché le classiche lampadine ad incandescenza di forma tubolare venivano montate con l’asse parallelo all’asse ottico in modo che lo specchio avrebbe dovuto trovarsi in luogo dello zoccolo.

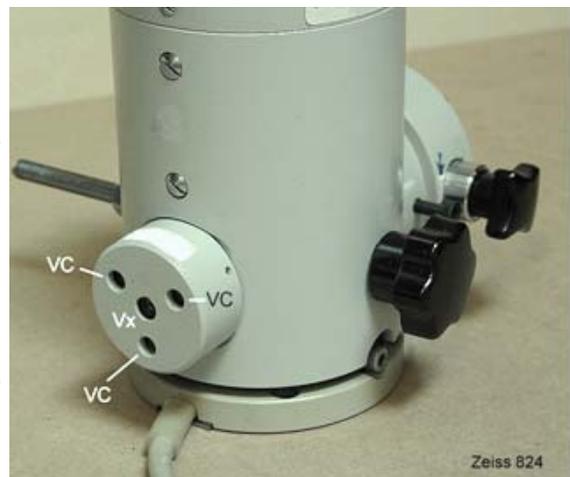
I SINGOLI ELEMENTI

1) Lo specchio sferico posteriore

L’allineamento di questo specchio ha per scopo di affiancare le due immagini del filamento, come si vede in fig. 16.

In certi casi, lo specchio è fisso, ma generalmente è inclinabile. Tre viti possono spingere sull’orlo dello specchio e sono singolarmente regolabili (VC in fig. 17). Una molla centrale provvederà a trattenere lo specchio contro le tre viti, ed eventualmente una vite centrale (Vx) sposta avanti ed indietro lo specchio per focalizzare l’immagine del filamento da esso prodotta, e portarla sullo stesso piano del filamento stesso.

Fig. 17 – Microlampada per ampole “alogene” fino a 100 W. Vedi anche la fig. 19. Specchio posteriore orientabile e foceggiabile.
(Prodotto Zeiss West).



Il controllo si può seguire come è chiarito dalla figura 16, oppure nella pupilla d’obbiettivo, come è spiegato più avanti. Ovviamente, è bene allineare lo specchio solo dopo aver centrato il filamento (paragrafo seguente).

2) La sorgente (il filamento, o l’arco, nel caso delle lampade ad arco, o il LED)

Non consideriamo il caso delle ampole “precentrate” il cui zoccolo è costruito in modo da avere riferimenti geometrici precisi con il filamento; quando lo zoccolo viene serrato in un dispositivo apposito, il filamento può (dovrebbe) assumere da solo la posizione corretta (vedi in questo sito il manuale: “Problemi Tecnici della Microscopia Ottica”, Capp. 22.7 e 22.8).

La centratura del filamento (dell’ampolla non precentrata) può essere ottenuta con qualcuno dei meccanismi già citati: due viti che convergono contro una molla di contro-spinta, movimento a rotula, ecc. Ma molti altri meccanismi sono possibili.

In fig. 18 si vede una microlampada Olympus. La vite 1, che si avvita sul cilindro interno 5, corre in una fenditura trasversale ricavata nel cilindro esterno 4. L'ampolla è fissata in posizione eccentrica sul cilindro 5 e quindi, allentando e ruotando la vite 1, l'ampolla si sposta verticalmente. Il movimento orizzontale è affidato alla vite 2 che sposta lo zoccolo dell'ampolla in questa direzione.

In fig. 19 si vede una microlampada Zeiss West (la stessa della fig. 17, dall'altra parte), che l'attacco A consente di fissare alla base dei grandi stativi Universal e simili. Il porta-lampada è fissato ad un complicato telaio interno che si sposta verticalmente ed orizzontalmente quando si opera sulle due viti che sono accessibili attraverso due fori nel coperchio (D ed E, chiave a brugola da 3 mm).

Il criterio di centratura del filamento, in fase di routine, o dopo sostituzione dell'ampolla, è generalmente semplice:

- si controlla che l'immagine del filamento si trovi al centro del diaframma d'apertura (fig. 16);
- oppure si osserva la pupilla d'uscita dell'obbiettivo, possibilmente attraverso un microscopio ausiliario o una lente di Amici; col diaframma d'apertura tutto aperto ed un obbiettivo di media potenza si deve vedere un'immagine del filamento che andrà centrata rispetto alla pupilla. Se vi è uno specchio "posteriore" concentrico al filamento, lo si allinea come si è detto sopra: le due immagini del filamento fianco a fianco.

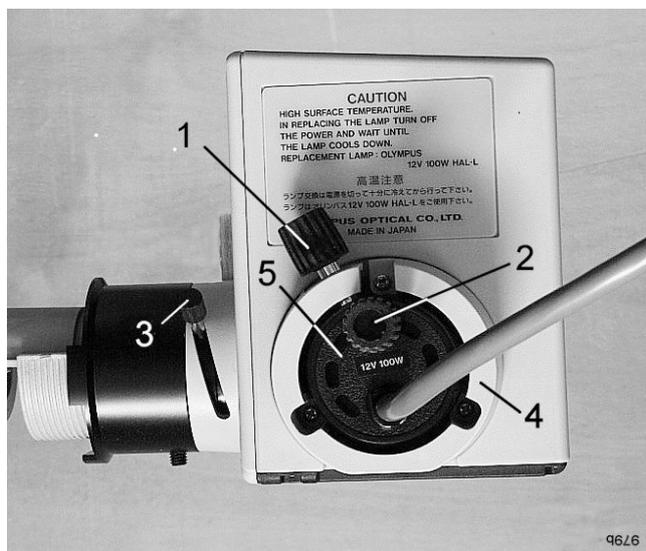
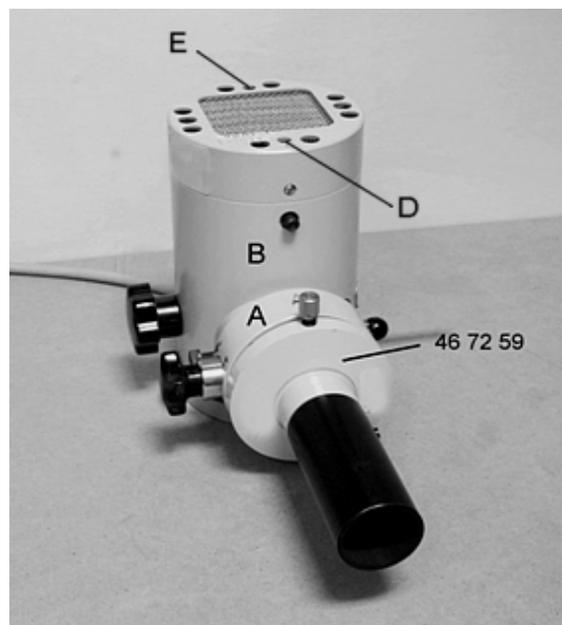


Fig. 18 (Prodotto Olympus)



(Prodotto Zeiss West) Fig. 19

In entrambi i casi, è bene verificare che siano centrati anche il collettore e lo specchio intermedio, se la meccanica lo permette. Occorre in genere procedere per approssimazioni successive, ripetendo la procedura anche parecchie volte: non è raro che un errore di centratura in un elemento venga inavvertitamente corretto da un errore in senso opposto di un altro elemento.

Se invece ci troviamo ad eseguire un allineamento generale del microscopio, si può partire da un riferimento "assoluto" di partenza: boccole porta-oculare o coda di rondine del tubo (Art. n° 20, "L'allineamento del sistema ottico ...", § 1.3 "Cannocchiale di centramento," § 3.2. "Oculare di centramento", § 3.3, e Art. n° 23: "L'oculare di centramento").

In questo caso, nel cannocchiale o nell'oculare di centramento, si deve vedere centrata l'immagine del filamento: si comincia togliendo tutto (obbiettivo, condensatore, eventuale lente a grande campo, collettore, filtri, ecc.), poi si allinea lo specchio intermedio. A questo punto si montano uno alla volta gli altri elementi e si centrano ogni volta portando in asse l'immagine del filamento. Solo alla fine si monta l'obbiettivo. Nel frattempo, nulla vieta di centrare il filamento e l'eventuale specchio posteriore secondo il criterio della fig. 16.

3) Il collettore

Generalmente questo elemento è fisso, e non si pone quindi il problema della centratura. Quando è centrabile, lo può essere tramite le solite viti o chiavette che spingono contro un elemento molleggiato.

Dato che il collettore serve solo a produrre un'immagine ingrandita del filamento, la centratura di esso e quella del filamento si equivalgono.

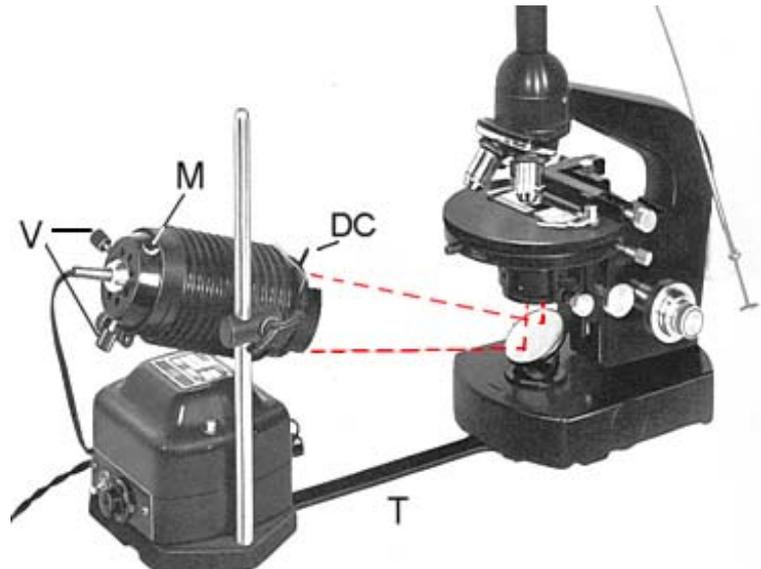
Prima di procedere, diamo uno sguardo al sistema – sorgente / eventuale specchio posteriore / collettore. Lo potremmo definire, sommariamente, “microlampada”. Abbiamo presupposto che questo sistema sia fissato alla base o al suo interno. L'unica centratura possibile in questo caso è quella relativa fra filamento e collettore. Nel caso, sempre meno frequente, che la microlampada sia separata dallo stativo, occorrerà orientarla in modo che l'immagine del filamento cada al centro dello specchio (fig. 20).

Fig. 20 – Esempio di lampada “esterna”, indipendente dallo stativo. In V si vedono le due viti di centratura, in M la contro-punta molleggiata.

Si noti che queste lampade in genere vengono collegate rigidamente allo stativo tramite un telaietto metallico (T). Una volta che esse siano state orientate correttamente, possono ritrovare la posizione iniziale anche dopo essere state smontate e rimontate.

Lo specchio è orientabile in tutte le direzioni poiché è montato su un supporto a forcella, di tipo “cardanico”.

(Prodotti Wild Heerbrugg)



4) Il diaframma di campo

La posizione più corretta per tale diaframma è a qualche distanza dal collettore: poiché un'immagine reale del diaframma si deve formare nel piano-oggetto, è bene che il collettore se ne stia un po' distante, affinché le sue imperfezioni non risultino a fuoco assieme all'oggetto.

In realtà, certi costruttori lo pongono molto vicino al collettore (“Dc” in fig. 13 ed in fig. 20), ed in questo caso esso fa parte della “microlampada”. In altri casi, sempre più frequenti, esso viene posto poco sotto al condensatore, spesso sulla finestra della base da cui esce il fascio illuminante (“Dc” in fig. 6 – “DC” in fig. 21).

Fig. 21 – Un esempio di diaframma di campo (DC) posto sulla base dello strumento, molto lontano dal collettore. Poiché il condensatore (“Cond”) deve formare un'immagine di DC nel piano-oggetto, un DC così vicino al condensatore (piccola coniugata-oggetto) sposta in alto la sua immagine (aumento della coniugata-immagine). Ciò implica un abbassamento del condensatore stesso (perdita d'apertura utile), a meno che il costruttore abbia diminuito adeguatamente la focale di esso.

Un'alternativa frequente è l'introduzione, fra condensatore e diaframma di campo, di una debole lente convergente (LGC) che svolge anche la funzione di “lente a grande campo”, ma comunque aumenta la coniugata-oggetto (virtuale) del condensatore. Essa è centrata in questo esempio dalle due viti V; molla di contro-spinta: M.

(Da catalogo Nikon, mod. S)

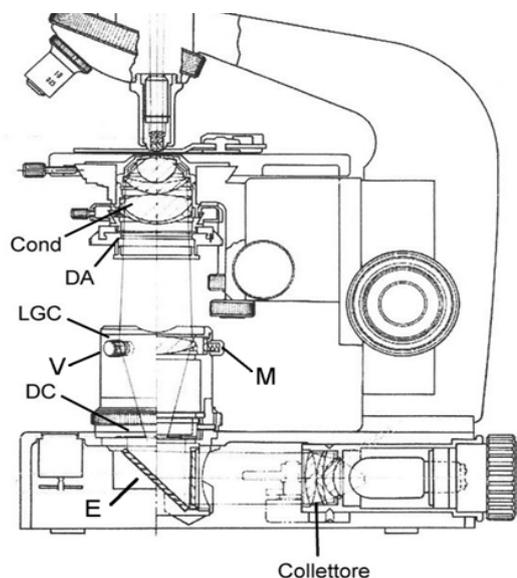
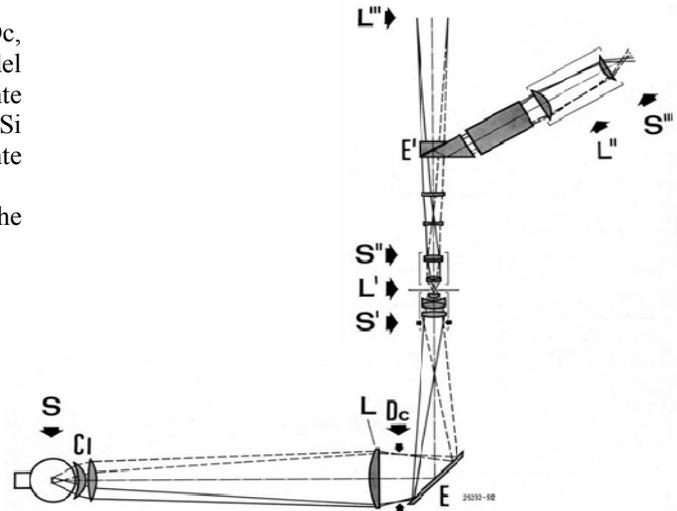


Fig. 22 – In altri casi, il diaframma di campo (Dc) si trova all'interno della base, ma non sulla finestra d'uscita del fascio.

Allo scopo di “riempire” tutta la superficie di Dc, si crea per esso un'immagine virtuale ingrandita del collettore (Cl) a mezzo di una debole lente convergente (L) che funziona allora da “lente a grande campo”. Si può anche considerare la lente L come la terza lente del collettore.

(Dal catalogo Leitz 512 - 69 - III/65/EX/B, che illustra il classico modello Ortholux).



La centratura del diaframma di campo è critica in quanto, secondo lo schema di Köhler, la sua immagine deve coincidere col campo visuale.

Per centrare l'immagine di tale diaframma i metodi sono svariati:

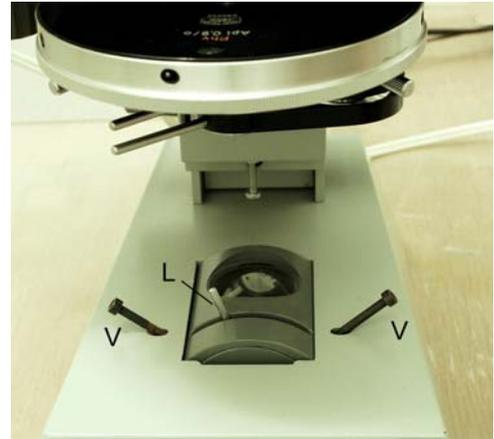
- — centrare il diaframma stesso (fig. 23)

Soluzione poco frequentata.

Fig. 23 – Un raro caso di diaframma di campo centrabile. Il meccanismo è il solito: due viti o chiavette (V) che spingono contro un elemento elastico di contro-spinta.

L è la levetta di comando del diaframma.

(Stativo Laboval 2 della Zeiss Jena)



- — centrare la lente a grande campo

che ne crea un'immagine virtuale. In fig. 21, con LGC è indicata una tale lente, con V una delle due viti di centratura, con M la punta molleggiata. In fig. 11, con A, è stata descritta un'altra lente a grande campo che è mobile per “sfregamento grasso”.

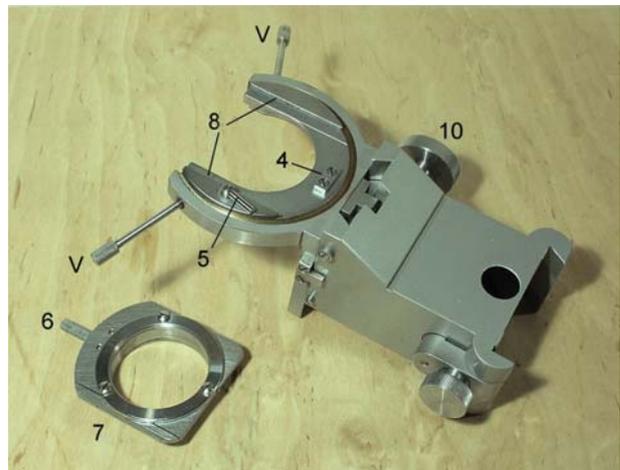
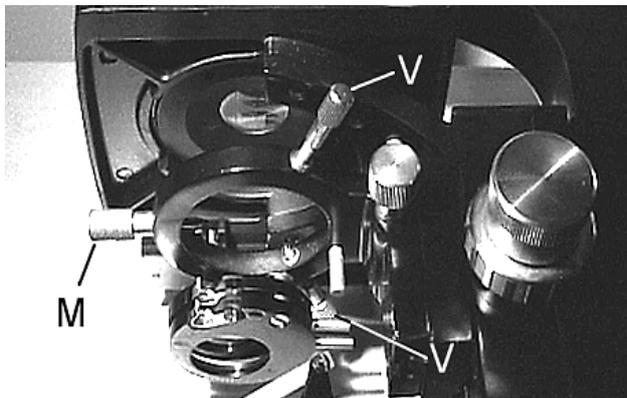


Fig. 24 e 25 – Due porta-condensatore con meccanismo di centratura a due viti (V) e punta molleggiata (M). (Stativi Galileo BC e Reichert Zetopan)

A destra, si noti che il condensatore è bloccato dalla vite 6 in una slitta a coda di rondine (7) che s'incestra nella forcella 8, e solo questa è centrabile (da parte delle due viti V).

■ — centrare il condensatore

È il metodo più utilizzato. Si basa di solito sulle due viti convergenti e relativa molla di contro-spinta. Si vedano qui sopra due esempi.

In fase di routine, si osserva negli oculari, si chiude il diaframma di campo fino a vederne l'orlo e lo si centra tramite il condensatore, che si suppone ben focalizzato.

Questo metodo di centrare l'immagine del diaframma di campo tramite il condensatore ha un vantaggio: quando si cambia obiettivo, data la parcentratura sempre imperfetta fra i vari obiettivi, è opportuno ricentrare il condensatore rispetto all'obiettivo (vedi oltre). Ciò si ottiene tramite l'osservazione e la centratura dell'immagine del diaframma di campo, la quale obbliga ogni volta a spostare il condensatore in modo da fargli "inseguire" la differenza di posizione fra i vari obiettivi.

Ma c'è anche un inconveniente: se, negli elementi che precedono (specchio, lente a grande campo, ecc.) vi è qualche errore, si rischia di correggerlo involontariamente con errore uguale ed opposto nella centratura del condensatore, che non è più "in asse" coll'obiettivo. Solo se tali errori sono molto forti, l'utilizzatore se ne accorgerà quando vedrà, da parti opposte dell'immagine del diaframma di campo, delle frange colorate di blu e rosso, risultato dell'aberrazione cromatica del condensatore. Ma si badi, una tale apparenza di colori opposti su due lati del campo può venire anche da altre cause: per es. un semplice decentramento del filamento la cui immagine non sarà centrata rispetto al diaframma d'apertura.

■ — allineare lo specchio intermedio. Questo è il quinto elemento del sistema illuminante e merita una paragrafo a parte.

5) Lo specchio intermedio

In fig. 14 abbiamo visto un esempio di microlampada "compatta", sistemata subito sotto la finestra, cioè sotto il condensatore. Ma di solito conviene dare un po' più di spazio alla microlampada mettendola con l'asse orizzontale, sotto alla colonna. Occorre allora disporre uno specchio a 45°, capace di dirigere il fascio da orizzontale a verticale (E nelle figg. 13, 21 e 22). Ciò vale anche nel caso delle lampade "esterne", come quelle di fig. 18 e 19.

A volte, vi possono essere due specchi per consentire alla lampada di stare di lato (Wild M 20) oppure in posizione verticale (Reichert Zetopan).

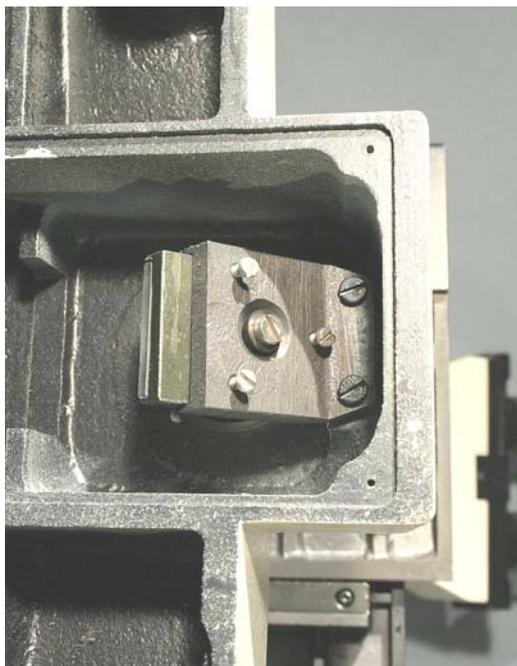


Fig. 26 (stativo anonimo XJZ 6)

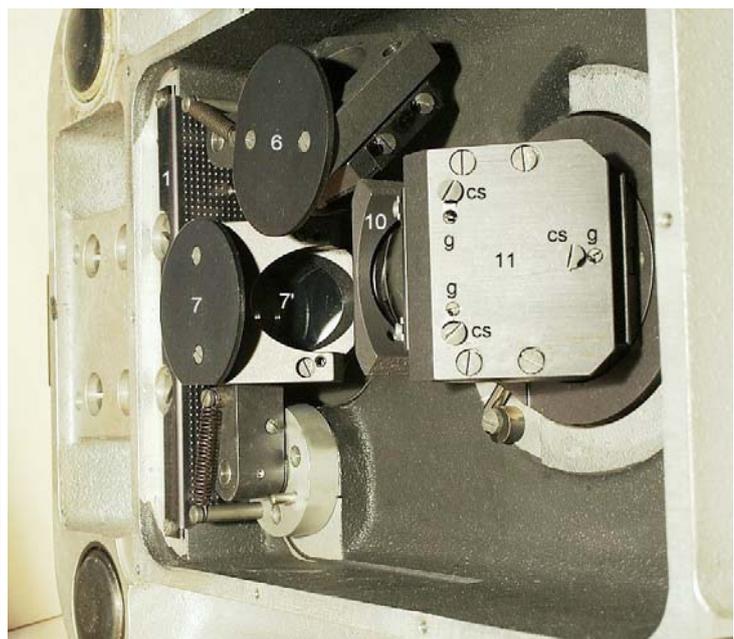


Fig. 27 (stativo Zetopan della casa Reichert)

L'allineamento di uno specchio piano (non si può parlare di centratura nel caso di una superficie piana) è sempre critico: infatti, quando uno specchio ruota di un angolo α , il fascio riflesso ruota di 2α . Tale allineamento viene quindi, di solito, effettuato dal costruttore con meccanismo fisso o semifisso.

In fig. 26 un esempio di allineamento operato da tre viti poste ai vertici di un triangolo, che spingono sulla piastra metallica porta-specchio, trattenuta da una vite centrale. In fig. 27 un sistema più artificioso, con tre viti (cs) che trattengono il porta-specchio, il quale è spinto ad allontanarsi dalle viti da tre grani (g). In fig. 26 e 27, la foto è stata ripresa rovesciando lo strumento, in modo da rendere visibile i dettagli interni della base.

In fig. 28 si vede un porta-specchio a forma di cilindro (troncato a 45° dall'asse), che appoggia su una piastra di base tramite una superficie a segmento sferico (S2). Nella piastra di base, una corrispondente superficie, sempre a segmento sferico, ma concava (S1). Si ha dunque un movimento a rotula, del tipo di quello di fig. 12a (a destra). Il porta-specchio è trattenuto al centro da una vite. È un raro esempio, estremamente scomodo in pratica a causa dell'attrito della vite centrale, che fatica ad accompagnare il porta-specchio nei suoi movimenti.

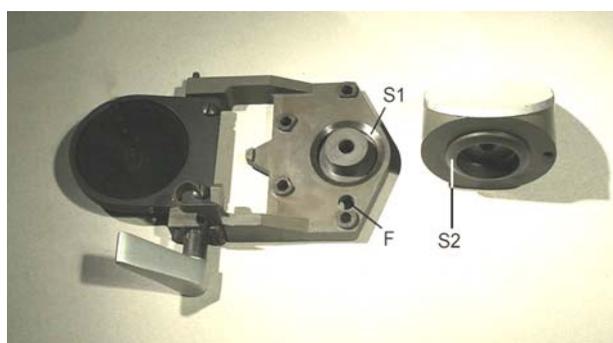
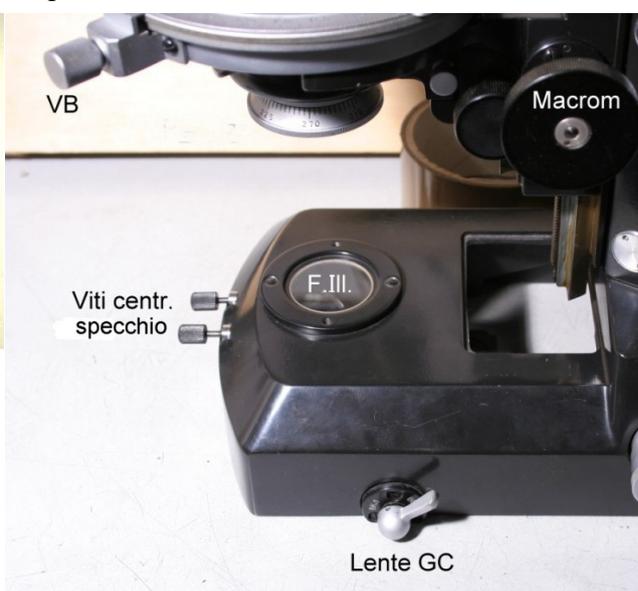


Fig. 28 – Il porta-specchio diascopico nello stativo Ortholux della Leitz, con movimento “a rotula”.

Fig. 29 (a destra) – Il movimento dello specchio affidato a due viti accessibili dall'esterno.
(Stativo Lomo per radiazione polarizzata)



In fig. 29 invece, un altro raro caso, ma stavolta abbastanza comodo poiché, almeno, si opera dall'esterno, con lo strumento in posizione di lavoro.

Se lo specchio può essere manipolato dall'utente, come in fig. 29, oppure è stato smontato per un motivo qualunque, occorre procedere ad un nuovo allineamento. Si può procedere così: sempre nell'ipotesi di una microlampada rigidamente fissata alla base o dentro la base, si centra il filamento (oppure il collettore, se è questo ad essere centrabile) in modo che il fascio sia centrato rispetto allo specchio. Può essere più sensibile questo processo se si può chiudere a metà il diaframma di campo: l'immagine del filamento apparirà più nitida poiché si ridurranno le aberrazioni del collettore. Ciò fatto, si centra il condensatore rispetto all'obbiettivo (che sarà di media potenza) secondo il criterio sotto descritto. A questo punto, si allinea lo specchio in modo da centrare l'immagine del diaframma di campo, come di consueto.

6) La lente a grande campo (se presente, se centrabile)(vedi il manuale: “Problemi Tecnici della Microscopia Ottica”, Cap. 21.1.4)

Nelle operazioni sopra descritte, si è tacitamente supposto che la lente in oggetto sia stata smontata: è sempre bene procedere un elemento alla volta.

Supponendo di:

- avere centrato il filamento o il collettore (immagine del filamento in centro allo specchio, come appena detto);
- avere allineato lo specchio come sopra,
- avere centrato il condensatore come sotto descritto;

a questo punto si monta la lente a grande campo e la si centra con le apposite viti (V in fig. 21), sempre al fine di centrare l'immagine del diaframma di campo. Se la lente è del tipo semi-fisso, occorrerà esaminare la possibilità di sfruttare il gioco delle viti o qualche modifica più radicale, come sarebbe l'allargamento dei fori delle viti.

7) Il condensatore (vedi il manuale: "Problemi Tecnici della Microscopia Ottica", Cap. 21.9)

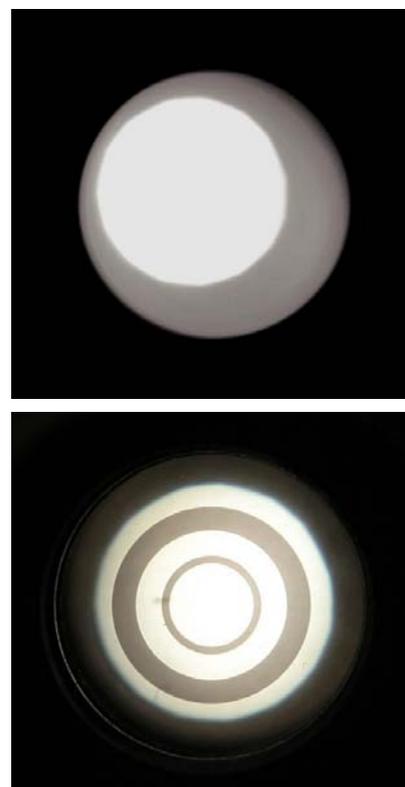
Il criterio sovrano sarebbe di avere sempre sullo stesso asse condensatore ed obiettivo.

Per ottenere questo, ci sarebbe il metodo delle "catadiottriche" (vedi in questo sito l'art. n° 31: "Il metodo delle catadiottriche ..."), metodo preciso, ma un po' laborioso.

Più semplice è l'osservazione della pupilla d'uscita dell'obiettivo, tramite la lente di Amici o un microscopio ausiliario per contrasto di fase. Si suppongono già focalizzati un obiettivo di media potenza ed il condensatore su un preparato poco diffondente; si chiude il diaframma d'apertura fino a vederne i contorni e lo si centra muovendo il condensatore. S'intende che il diaframma di campo è tutto aperto (fig. 30).

Poiché il foro centrale del diaframma d'apertura nasce dall'incrocio di lamelle identiche, si può ragionevolmente pensare che esso sia centrato rispetto alla sua montatura, e quindi rispetto alle lenti del condensatore che formano un tutt'uno con essa.

Fig. 30 - L'immagine del diaframma d'apertura, quale si può osservare nella pupilla d'uscita di un obiettivo 40:1. La sua centratura è qui stata di proposito alterata. S'intravede la forma poligonale dell'immagine, dovuta all'incrocio delle lamelle. NB: per visualizzare l'intera pupilla, occorre che il preparato sia moderatamente diffondente.



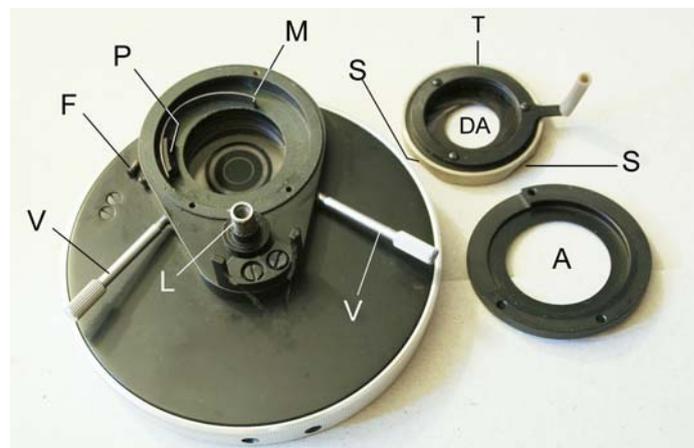
È raro il caso di un condensatore centrabile che possieda un diaframma d'apertura a sua volta centrabile in maniera indipendente. Ciò sarebbe in genere quasi inutile, se non fosse per qualche caso particolare, come il sistema "Phv" della Zeiss Jena, in cui gli obiettivi di fase possiedono un doppio anello di fase ed una zona esterna trasparente, in modo da poter variare il contrasto e passare rapidamente da contrasto di fase a fondo chiaro. Poiché queste possibilità si basano sulla regolazione del diaframma d'apertura, è necessario che quest'ultimo sia sempre ben centrato rispetto ai diaframmi anulari, che vanno prima ancora centrati rispetto all'obiettivo (fig. 31).

Fig. 31 - La pupilla d'uscita di un obiettivo Phv (a contrasto di fase variabile) della casa Zeiss di Jena, con doppio anello di fase. Si vede il bordo del diaframma d'apertura, leggermente decentrato.

Vale la pena di mostrare come è realizzata questa centratura indipendente del diaframma d'apertura in un caso particolare (fig. 32): si vedono ancora le due viti convergenti verso l'asse (V) ma la punta di contropinta non è data dal solito cilindretto contenente una molla ad elica, ma dall'estremità ricurva di una lamina d'acciaio (M), fissata da due piccole viti (F) tramite un piastrino (P).

Fig. 32 - Il barilotto del diaframma d'apertura (DA), tenuto in posizione dall'anello A, mostra due superfici inclinate (S) su cui spingono le due viti V ed una tacca, un solco (T), su cui spinge l'estremità ripiegata (M) di una strisciolina d'acciaio ricurva.

(Prodotto Zeiss Jena, da sotto)



Un caso particolare è rappresentato dai condensatori in cui la lente frontale (superiore) è montata su un piccolo braccio ribaltabile. È bene preoccuparsi di centrare entrambe le lenti.

Conviene prima centrare tutto il resto, poi montare il condensatore con la frontale esclusa e centrare questo. Può darsi che, in queste condizioni, non si riesca a focalizzare l'immagine del diaframma d'apertura, nel caso si ricorra al metodo generale, basato sul microscopio ausiliario o sulla lente di Amici; se ciò non funziona, si ricorra al metodo delle catadiottriche.

Una volta centrata la lente inferiore, si inserisce la frontale e, se la centratura non è più corretta, si centra quest'ultima servendosi di qualche mezzo meccanico: se la frontale è tenuta ferma da tre grani convergenti (come in fig. 2), tutto è facile. Altrimenti, si opera sulla punta che stabilisce il fine-corsa del braccio ribaltabile o sul perno di esso.

8) I diaframmi anulari per il contrasto di fase

Occorre parlarne, visto che anch'essi fanno parte del sistema illuminante.

Come si è ricordato sopra, e come è richiesto dal principio di funzionamento di questa tecnica di contrasto, essi vanno centrati volta per volta con molta precisione rispetto all'anello di fase che si trova presso il fuoco superiore dell'obbiettivo, in posizione fissa.

In pratica, il costruttore prevede un diverso diaframma anulare per ogni obbiettivo, raramente per due obbiettivi di ingrandimento non troppo diverso. Se la meccanica è ben concepita, una volta che si sono centrati bene i singoli diaframmi, e finché non si smontano gli obbiettivi od il condensatore di fase, la centratura può rimanere stabile per tempi assai lunghi.

Comunque sia, un condensatore che porta uno o più (su apposito disco-revolver) diaframmi anulari deve prevedere un meccanismo di centratura stabile per ognuno di essi.

I meccanismi usati sono due.

— Quando il diaframma è unico (PZO, ad es.), raramente in presenza di un disco revolver con parecchi diaframmi (Swift, ad es.), il barilotto o i barilotti del o dei diaframmi possono essere mobili alla semplice spinta della mano, tramite due superfici "a sfregamento grosso", secondo l'esempio di fig. 11, pag. 5.

— Nella gran maggioranza dei casi, il barilotto di ogni diaframma è regolabile tramite le solite viti convergenti verso l'asse, che spingono su un organo molleggiato.

Vediamo un paio di esempi concreti.

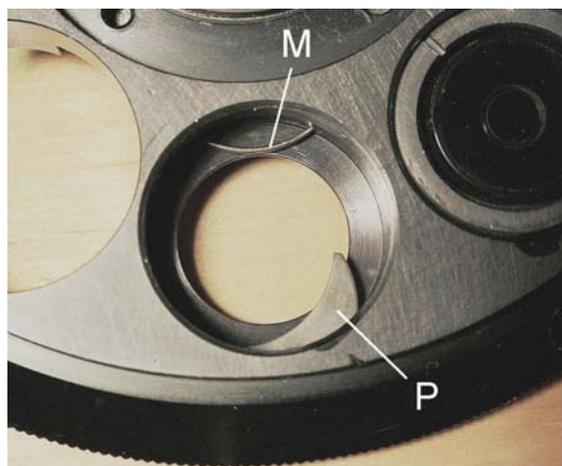


Fig. 33 (a sinistra) – Le due viti di centratura (V) hanno una testa quadrata infossata in un apposito foro sull'orlo del disco-revolver. Esse spingono sulle superfici piane inclinate (S) ricavate sull'orlo del barilotto del diaframma. Dalla parte opposta, il barilotto reca un solco (T) su cui spinge un cilindretto appuntito (M) che contiene una molla ad elica.

(Condensatore di fase Zeiss Jena, tipo Phv)

Fig. 34 (a destra) – L'alloggiamento del singolo diaframma mostra un piastrino arcuato (P) sulle estremità del quale spingono direttamente le solite viti di centratura. La molla di controspinta è realizzata con un filo d'acciaio arcuato (M).

(Condensatore di fase Reichert, su stativo Zetopan)

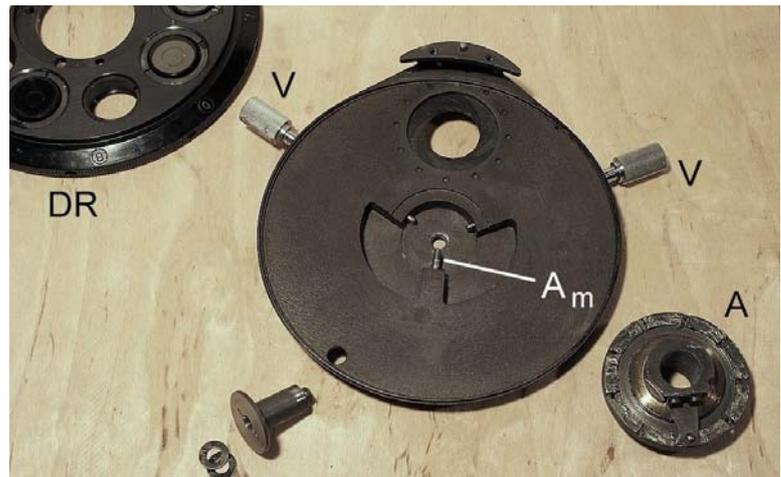
Nel caso della fig. 34, il costruttore ha previsto altre due viti di centratura che possono spostare l'intero disco-revolver con tutti i suoi diaframmi (fig. 35). Il senso di questa complicazione è che,

qualunque spostamento del condensatore (per centrare l'immagine del diaframma di campo, ad es.) può essere neutralizzato da uno spostamento "in blocco" del disco, senza alterare la centratura dei singoli diaframmi.

Fig. 35 – Il disco porta-diaframmi (DR) è imperniato sul cilindro A (a destra) il quale può essere centrato rispetto alla piastra-base (al centro) con le solite viti convergenti (V) e la solita punta molleggiata (Am).

(Prodotto Reichert, su Zetopan)

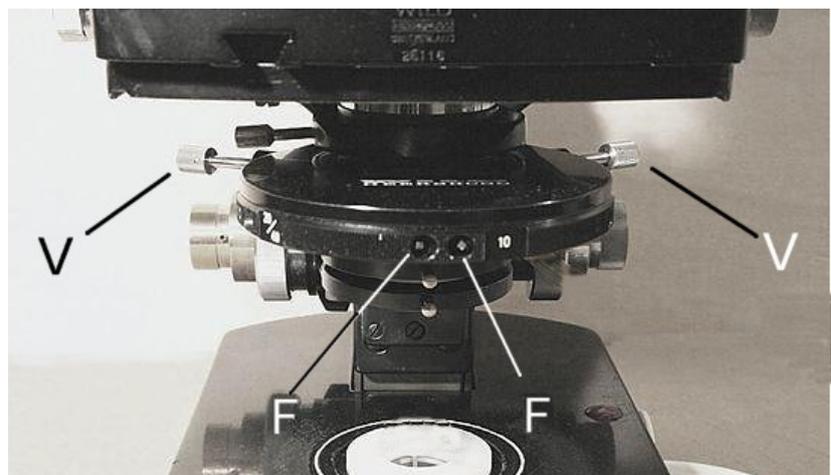
Di solito, come si vede in fig. 33 (V), 36 (F), e 37, le viti di centratura dei singoli diaframmi non spuntano dai bordi del disco. Le si comanda a mezzo di piccole chiavette che recano in cima un foro quadrato.



Questo meccanismo è molto diffuso, ma è altrettanto scomodo in quanto, ogni volta, occorre trovare le chiavette ("...ma dove le ho messe?"), imbroggiare il foro marginale, ruotare la chiavetta, che facilmente cade dalle mani, ed infine riporla in qualche luogo da non dimenticare. Quando si cambia obiettivo occorre andare a caccia delle chiavette, trovare gli altri due fori, ecc.

Non si capisce perché solo pochissimi costruttori (Wild, ad es.) abbiano adottato un'altra soluzione, semplicissima e praticissima (fig. 36 e 37).

Fig. 36 – Le due chiavette (V) sono sempre in posizione di lavoro e non possono cadere perché trattenute da un apposita sporgenza sulla punta. Una molla le spinge però in fuori, in modo che esse entrano "in presa" solo se le stesse dita che devono ruotarle le spingono leggermente in dentro.



In F si vedono, sull'orlo del disco girevole, due dei vari fori per le viti di centratura.

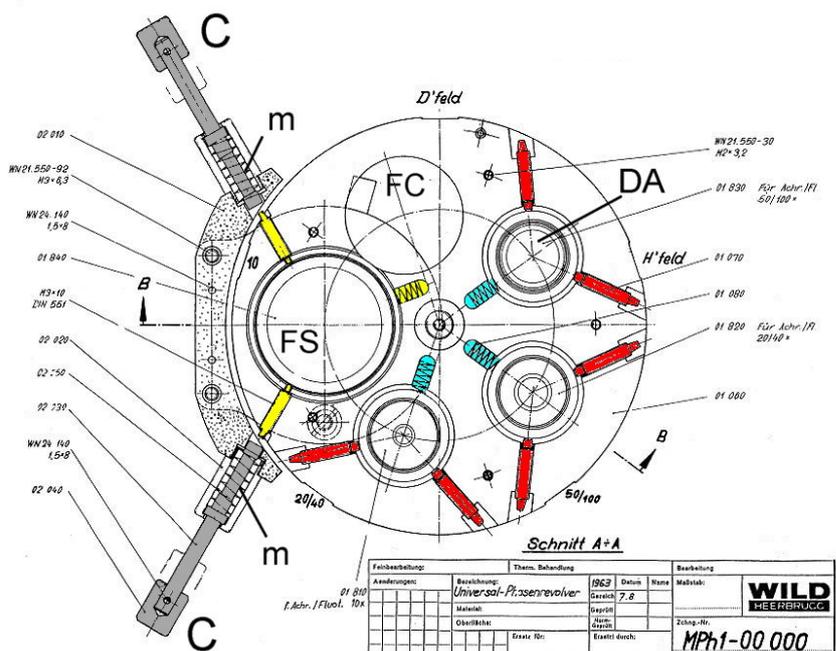
(Prodotto Wild Heerbrugg, M20)

Fig. 37 – Un disegno costruttivo del condensatore di fase della figura precedente. Con C (in grigio) sono indicate le due chiavette fisse, con la loro molla che le spinge in fuori (m). In rosso, le 2 + 2 + 2 viti che servono a centrare i tre diaframmi anulari di corredo (DA). In verde, le punte molleggiate che spingono i barilotti dei singoli diaframmi contro le punte molleggiate.

Nella posizione di lavoro si trova il diaframma anulare per il fondo scuro (FS)(viti di centratura e punta molleggiata in giallo).

Il quinto foro è vuoto, per il fondo chiaro (FC).

(Da disegno originale Wild Heerbrugg, modif.)



9) I condensatori a centratura interna

Vi sono molti modelli in cui il condensatore non è centrabile: il costruttore dà per scontato che, in virtù della buona parcentralità dei suoi obiettivi, una pre-centratura del condensatore, valida per tutti gli obiettivi, sia sufficiente (figg. 1 e 2).

Ma in certi casi, in particolare in campo scuro, in particolare a doppia immersione, la pre-centratura non basta più.

A questo punto, il suddetto costruttore si trova con le spalle al muro: deve preoccuparsi di fornire i condensatori per fondo scuro con un meccanismo interno di centratura che, stando dentro una montatura fissa, consenta di centrare il sistema ottico.

Si tratterà in genere del solito meccanismo a due viti convergenti (V in fig. 38) con la punta molleggiata dall'altra parte (M).

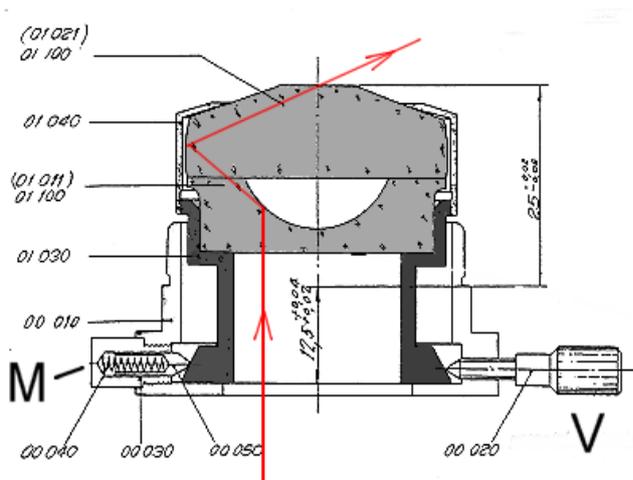


Fig. 38 – Un condensatore centrabile per campo scuro, di tipo cata-diottrico (a specchi e lenti), ad immersione. (da disegno originale Wild Heerbrugg, modif.)

RIASSUNTO

Forse, è bene tirare un filo fra tutti i dettagli elencati finora.

Il sistema illuminante è formato da varie parti, che andrebbero centrate tutte sull'asse comune obiettivo-oculare. Ottima teoria. Ma in pratica?

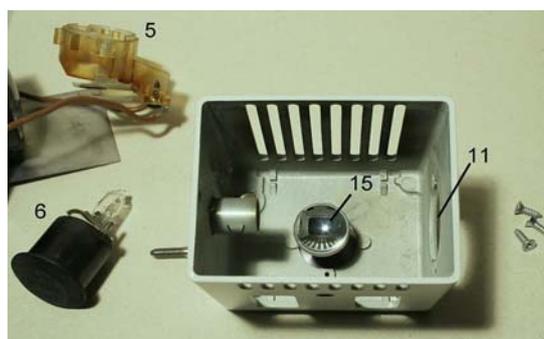
Supponiamo uno strumento nuovo o ben revisionato: dobbiamo preoccuparci solo delle operazioni di routine, quelle per cui il costruttore ha previsto organi di regolazione accessibili dall'esterno. Supponiamo anche di avere una microlampada fissata alla base o dentro la base.

L'utente dovrà solo preoccuparsi di:

— centrare il filamento, almeno dopo la sostituzione dell'ampolla; conviene controllare che l'immagine di esso cada in centro allo specchio intermedio o, se questo non è accessibile, al centro del diaframma d'apertura. Se l'immagine del diaframma di campo mostrasse bordi colorati non simmetrici, occorre rivedere tutto come sopra illustrato (pag. 8).

Se esiste uno "specchio sferico posteriore", controllare che l'immagine del filamento da esso prodotta sia affiancata a quella primaria (fig. 16) agendo sulle viti di regolazione dello specchio, se ci sono: purtroppo, certi costruttori non prevedono questa possibilità (fig. 39).

Fig. 39 – Microlampada Leitz Wetzlar con specchio "posteriore" fisso (15). Per la centratura, occorre qualche piccolo intervento meccanico (vedi la scheda tecnica n° 41).



— centrare il condensatore, possibilmente osservando nella pupilla d'uscita dell'obiettivo l'immagine del diaframma d'apertura (fig. 30); questo, con eventuale lente a grande campo e lente frontale ribaltabile escluse;

— inserire e centrare separatamente le due ultime lenti nominate, operando sulla centratura dell'immagine del diaframma di campo.

Ovviamente, tutto questo si fa dopo aver focalizzato obiettivo e condensatore con un obiettivo medio ed un preparato non molto diffondente.

Se invece lo strumento è stato tutto smontato per una pulizia o una riparazione, occorre partire da zero.

Come si è accennato a pag. 8 (vedi l'Art. n° 20, "L'allineamento del sistema ottico ...", § 1.3. "Cannocchiale di centramento", § 3.2. "Oculare di centramento", § 3.3, e Art. n° 23: "L'oculare di centramento"), occorre partire dall'asse degli oculari, tramite un oculare di centramento, o, meglio ancora, dalla coda di rondine di fissaggio del tubo, tramite un cannocchiale di centramento. Su quell'asse, dopo aver tolto tutti i mezzi interposti, si allinea lo specchio intermedio portando in centro l'immagine del collettore o del diaframma di campo. Poi si centra (e si focalizza) il filamento fino a vedere la superficie del collettore uniformemente illuminata.

Quindi si inseriscono e si centrano, portando sempre al centro del campo del cannocchiale la macchia di luce data dal collettore, uno alla volta, gli altri elementi: lente a grande campo, condensatore privo delle eventuale lente frontale estraibile, lente frontale.

In seguito, tramite un obiettivo medio, si osservi un preparato poco diffondente e si controlli la centratura del condensatore sia con il metodo della pupilla d'uscita, descritto poche righe più sopra, sia controllando la centratura dell'immagine del diaframma di campo sul piano del vetrino.

Un'ultima nota pratica: in un sistema come quello di fig. 33, qui sotto riportata, l'organo mobile (il barilotto dei diaframmi, a forma di anello metallico) scorre su una superficie sottostante ed è tenuto in leggera pressione su di essa dalle tre punte che lo centrano e che poggiano su piccole superfici inclinate (S e T nella figura). In questo esempio, assai diffuso, vi sono parti che devono scorrere fra di loro durante la centratura: il cilindretto a punta (M) nella propria sede, la molla al suo interno, il barilotto sulla superficie d'appoggio citata. Tutte le superfici di contatto vengono lubrificate dal costruttore con apposito grasso. Tutto bene.

A questo punto, se i lubrificanti usati induriscono, e lo fanno volentieri col tempo, specialmente se lo strumento rimane inutilizzato per mesi o anni, allora tutti i meccanismi si bloccano e la centratura diviene impossibile. Se poi l'utente cerca di forzare il movimento, può anche danneggiare involontariamente il filetto della vite.



Il caso descritto è assai frequente negli strumenti di certi costruttori: bastano pochi mesi di disuso e tutto si blocca. Metà del tempo del riparatore viene assorbito dalla sostituzione dei grassi induriti.

In questi casi la trafila è obbligata: mettere tutto a bagno nel petrolio, aspettare anche settimane che i grassi rammolliscano, smontare tutto, pulire, ri-lubrificare (in genere va bene un normale "grasso da cuscinetti", per es. Arexon), rimontare, riallineare, ecc.

Conclusione: la molteplicità delle soluzioni adottate dai vari costruttori nei loro vari modelli impone molta fantasia da parte di chi ci mette le mani. Non si possono dare regole generali. Occorre invece farsi le idee chiare leggendo e poi sperimentando sul maggior numero possibile di strumenti, in modo da trovare la via d'uscita più razionale in ogni caso concreto.