

4 - Il proiettore

Il proiettore e la proiezione

La proiezione dei film avviene per mezzo di macchinari appositi, i proiettori, su uno schermo bianco.

La proiezione cinematografica permette di effettuare una sintesi visiva del movimento di figure statiche riprese su pellicola, in cui il soggetto in movimento viene fotografato con una serie di immagini scattate a brevissimo tempo l'una dall'altra. Queste immagini riprese in negativo, diventeranno, una volta stampate in positivo e sviluppate, i fotogrammi della pellicola.

Il "cinema" si basa sul fenomeno della persistenza delle immagini sulla retina: l'occhio che riceve un'impressione visiva, al cessare di questa sollecitazione ne conserva la percezione per un brevissimo tempo (1/10 di secondo). Per questa sua proprietà l'occhio, quando percepisce un'immagine, la collega quella che verrà proiettata successivamente. Se infatti lo stimoliamo con una serie di figure che riproducono le fasi di un movimento, ogni figura viene percepita quando nella retina non si è ancora dispersa la percezione dello stato precedente. L'occhio, perciò, segue le varie fasi collegandole l'una all'altra, ottenendo una sensazione di continuità.

Nella proiezione, ogni fotogramma deve necessariamente avere un tempo di arresto sullo schermo in modo che l'occhio umano possa coglierne l'immagine ed elaborarla. Per questo motivo, la caratteristica principale del proiettore cinematografico consiste nel fatto che esso, grazie ad una meccanica di alta precisione, può proiettare la pellicola mediante il succedersi velocissimo di fasi di marcia e arresto; ciascun fotogramma riceve luce solo quando si trova fermo nello sportello di proiezione.

La meccanica del proiettore

Il proiettore cinematografico è un meccanismo progettato per riprodurre i movimenti delle immagini analizzati da una macchina da presa. La meccanica utilizzata dai vari modelli di proiettore 35 o 70 mm può presentare sensibili differenze; i nuovi impianti audio possono rendere atipico lo schema del percorso di base della pellicola, così come i sistemi di caricamento alternativi - pensiamo ai "piatti" -. La collocazione e l'utilizzo di questi nuovi congegni verranno trattati in dettaglio nei paragrafi a loro dedicati. In questa sede, invece, verrà considerata la meccanica di un sistema di proiezione tradizionale.

I requisiti fondamentali del proiettore si riassumono: nel fatto che deve guidare la pellicola mantenendola sempre su di un piano preciso; far procedere la pellicola con moto di marcia / arresto nello sportello di proiezione ma con moto continuo negli altri punti del passaggio e specialmente nei sistemi di lettura del sonoro; intercettare il fascio di luce durante la fase di spostamento del fotogramma nello sportello di proiezione; proiettare a distanza su uno schermo l'immagine del fotogramma, il che avviene grazie ad un sistema di obiettivi.

Il proiettore cinematografico è (tradizionalmente) costituito da:

- un piedistallo
- una tavola di supporto
- una lanterna
- un tubo di espulsione del calore
- il "castello" o corpo macchina
- un complesso meccanico di traino, scorrimento ed otturazione del film da
- proiettare
- due bracci porta bobine
- uno o più sistemi di lettura del sonoro
- il sistema ottico
- rulli folli che contengono i cambiamenti di direzione della pellicola
- organi accessori quali: comandi, dispositivi di sicurezza

Il castello del proiettore è il corpo centrale che contiene l'apparato per la proiezione ottica dell'immagine e il sistema di lettura del sonoro; solitamente è sostenuto dalla tavola di supporto montata sul piedistallo. Si appoggia sulla tavola anche la lanterna, che contiene la lampada xenon indispensabile per fornire la luce di proiezione. Dal corpo centrale della macchina si dipartono: superiormente una struttura di supporto dove si posiziona la bobina da proiettare, inferiormente un braccio analogo per la bobina che raccoglie il film proiettato man mano che esce dagli organi di trascinamento. La suddivisione, comunque, serve solamente per fini analitici.

Il film da proiettare viene avvolto su una bobina (bobina svolgitrice) il cui foro centrale viene infilato su di un perno del braccio porta bobine superiore. Il perno può avere un diametro di 9 o di 12,7 mm e termina con un giunto detto nasello che, piegato, assicura la bobina nella sua sede. Infatti la bobina, girando, tenderebbe a cadere dal perno se fosse libero e dritto.

La pellicola deve essere stata avvolta in bobina in modo che l'emulsione si trovi verso il centro; va posizionata sul perno facendo sì che l'inizio del film scenda dalla parte anteriore con le immagini orientate verso il basso e la colonna sonora verso di noi.

Il porta bobina superiore è munito di frizioni perché non si verifichi uno svolgimento incontrollato del film.

Uscito dalla bobina il film, guidato da un rullo folle (cioè che gira liberamente sul suo albero) impegna un rocchetto dentato detto rocchetto di svolgimento o debitore superiore; di solito è un rocchetto a 32 Z, cioè possiede due file di 32 dentini. Questo rocchetto è collegato al motore e si muove con un moto continuo, trainando la pellicola che si svolge, dunque, dalla bobina superiore. I rocchetti dentati sono sempre corredati da un dispositivo a molla detto pressore, che serve a mantenere la pellicola aderente ai dentini di trascinamento.

Dopo essere uscita dal debitore superiore, la pellicola viene imprigionata nello sportello di proiezione, punto in cui viene esposta alla luce della lampada xenon da dietro e ingrandita dall'obiettivo posto davanti allo sportello, quindi viene proiettata sullo schermo. Il lato con l'emulsione deve essere orientato verso la lanterna.

Immediatamente sotto allo sportello la pellicola si aggancia ad un rocchetto a 16 Z - 16 denti (rocchetto della Croce di Malta o rocchetto di scatto), il quale è montato su di un albero che si muove di moto intermittente, il famoso andamento di marcia / arresto che permette l'illusione cinematografica con la proiezione di fotogrammi fissi in velocissima successione. Il rocchetto della Croce di Malta è così chiamato perché riceve movimento dal "Blocco Croce di Malta", un particolare sistema di ingranaggi posto all'interno del corpo macchina, che vedremo meglio in dettaglio.

Il film si disimpegna dai denti del rocchetto di scatto e si dirige, guidato da una serie di rulli folli e passando nel sistema di lettura sonoro, ad agganciarsi ad un altro rocchetto dentato a 32 denti, che, in analogia col primo, si chiama rocchetto raccoglitore o debitore inferiore. Quest'ultimo traina il film con un

moto continuo a velocità costante e lo avvia a raccogliersi, appunto, nella bobina posta inferiormente. Il porta bobina inferiore è munito di frizioni come quello superiore; il perno viene fatto ruotare - da un motore elettrico indipendente o da un collegamento meccanico con il movimento della macchina - per avvolgere la pellicola già proiettata.

Nei punti, lungo il percorso film, in cui il tipo di moto cambia stato, cioè da continuo diventa intermittente e viceversa, bisogna usare un accorgimento per caricare la pellicola nel proiettore. Infatti, se in questi punti la pellicola fosse tesa, la differenza di trazione causerebbe presto rotture e lacerazioni. Per questo motivo, appena sopra lo sportello di proiezione e appena dopo il passaggio nel rocchetto Croce di Malta, bisogna che la pellicola formi un'ansa, detta in gergo "riccio" o "scorta". Abbiamo così:

- il riccio superiore, che va dal rocchetto debitore allo sportello di proiezione;
- il riccio inferiore, posto appena dopo il rocchetto Croce di Malta.

I due ricci compensano la differenza tra moto continuo e moto intermittente aumentando e diminuendo di lunghezza: il riccio superiore si riduce quando la Croce di Malta avanza di uno scatto, e si ingrandisce durante la fase di arresto; il riccio inferiore lavora in controfase con l'altro (mentre quello aumenta, questo si riduce).

Il blocco Croce di Malta

Il blocco Croce di Malta deve il suo nome all'emblema di un ordine cavalleresco nato attorno al 1070 (Cavalieri di Rodi), che ricorda appunto la forma del pezzo principale del meccanismo.

Il blocco Croce di Malta è un complesso di ingranaggi che rende possibile il traino intermittente della pellicola per mezzo dell'omonimo rocchetto. Il dispositivo trasforma il movimento continuo del motore di traino del proiettore in un movimento a scatti nel tratto dello sportello di proiezione. Il movimento a Croce di Malta è il sistema più usato nei proiettori professionali 35 mm, che devono assicurare la stabilità dell'immagine proiettata e la buona conservazione del film anche dopo centinaia di passaggi. La Croce di Malta vera e propria è un pezzo particolare dell'omonimo blocco; è una figura piatta e vagamente a forma di croce, ma le braccia sono collegate tra loro da archi concavi, e sono solcate da cavità diametrali, ovvero tagli diretti verso il centro di rotazione.

La meccanica del blocco è la seguente: su di un albero che ruota con moto uniforme, che riceve il movimento da un motore, si trova calettato un disco a cui viene dunque impresso il moto rotatorio; è massiccio e funge da stabilizzatore del moto (volano).

Il disco porta una corona circolare che ha lo stesso raggio degli archi della Croce di Malta; non a caso questi ultimi appoggiano proprio sulla corona con un contatto perfetto. Sulla superficie del disco, esternamente alla corona, vi è un nottolino.

Nel corso della rotazione del disco, il nottolino si introduce in una cavità della Croce di Malta, facendo ruotare il pezzo fino a che il movimento rotatorio non lo farà scivolare fuori dalla cavità stessa. La corona, in prossimità del nottolino, ha un'interruzione che permette il passaggio delle punte della Croce. L'insieme del meccanismo è fatto in modo che, ad ogni giro completo (di moto continuo) dell'albero motore, corrisponde un quarto di giro della Croce di Malta. Siccome dal centro di essa sorge un altro albero su cui è montato il rocchetto a

16 denti preposto al trascinamento della pellicola, ecco spiegato il movimento di marcia / arresto del film nello sportello di proiezione.

Durante la fase di movimento, la Croce di Malta fa scattare in avanti il rocchetto, che si gira di 90°, e nello spazio di questo movimento la pellicola subisce un'accelerazione improvvisa che raggiunge un picco di massima per poi decrescere fino a zero. Il film subisce forti sollecitazioni, perciò il blocco Croce di Malta deve essere sempre mantenuto in perfetta efficienza perché risulti sempre rigorosamente preciso.

Il meccanismo della Croce di Malta rappresenta il pezzo più delicato del proiettore, soggetto a continue sollecitazioni meccaniche. E' racchiuso in una scatola stagna perchè deve sempre trovarsi a bagno d'olio. L'olio motor nel quale si trova immerso il meccanismo Croce di Malta, va sostituito seguendo scrupolosamente le indicazioni della casa di fabbricazione.

Lo sportello di proiezione è un vero e proprio portello che si apre a libro girando su delle cerniere, ed è composto di parti fisse e parti mobili. E' contraddistinto da un'apertura chiamata finestrino o quadruccio, che inquadra il fotogramma da proiettare. Il quadruccio si trova esattamente in asse con la sorgente luminosa da un lato e con l'obiettivo dall'altro. All'interno dello sportello la pellicola scorre lungo un corridoio su di un piano verticale - detto piano di proiezione -, mantenuta in posizione da due pattini pressori fatti di acciaio che stanno agganciati alla parte mobile e apribile dello sportello stesso.

OTTURATORE

Abbiamo visto che, nello sportello, la pellicola si sposta con un movimento di marcia / arresto. Nella fase di arresto l'immagine immobile viene illuminata dalla luce della lanterna, e grazie all'obiettivo, viene proiettata sullo schermo ingrandita di un certo numero di volte. Nella fase di marcia, invece, il fotogramma si sposta verso il basso per lasciare posto al successivo, ed è assolutamente necessario interrompere il fascio di luce per impedire la proiezione dell'immagine in movimento. Quest'effetto si ottiene grazie all'otturatore, un dispositivo posto tra lo sportello di proiezione e la lanterna, preposto ad intercettare la luce della lampada quando la pellicola scatta verso il basso.

Il movimento dell'otturatore deve risultare sincronizzato con quello della Croce di Malta e di tutti gli altri rocchetti e rotismi del proiettore.

L'otturatore solitamente consiste in un disco rotante con delle pale metalliche (ne esistono a una, due, tre pale); mentre la pala principale (pala di otturazione) ha la funzione che abbiamo detto, quelle secondarie (pale di compenso) servono per limitare il fenomeno detto scintillio o sfarfallio, che si verifica nelle zone più chiare dell'immagine come conseguenza dell'elevato livello luminoso. La fase di compenso serve inoltre ad aumentare la frequenza dei periodi privi di luce, in modo che l'occhio sia indotto in inganno e non avverta l'otturazione principale come uno sfavillio dello schermo. Poiché la pellicola viene normalmente proiettata con una cadenza di 24 fotogrammi al secondo, un normale otturatore a due pale simmetriche intercetterà la luce di proiezione 24 volte nella fase di otturazione (movimento) e altre 24 volte nella fase di compenso, per un totale di 48 periodi al secondo.

Il ciclo dell'otturatore in rapporto al movimento che compie la pellicola è così riassumibile:

Fase blocco C.D.M.	Posizione otturatore	Durata in secondi
Movimento	Otturazione	1/96
Arresto	Illuminazione	1/96
Arresto	Compenso	1/96
Arresto	Illuminazione	1/96

BANDELLA E SERRANDA

Un altro importante argomento correlato allo sportello di proiezione e alla possibilità di oscurare la luce della lanterna riguarda la bandella e la serranda, specie di saracinesche entrambe situate tra la lampada e il film. Entrambe hanno la funzione di intercettare il fascio luminoso, che raggiunge temperature molto elevate, per preservare la pellicola durante l'arresto del proiettore; inoltre permettono un controllo totale delle operazioni di inizio e fine proiezione. La bandella è un pannello di lamiera posta appena dentro la lanterna, e funziona manualmente grazie a una leva collocata sulla lanterna stessa. La serranda, invece, è posta appena dietro lo sportello di proiezione; anch'essa è una lamina, e viene azionata grazie a dei pulsanti (su e giù) che si trovano fra i comandi del proiettore. Si chiude a caduta e si apre comandata da un sistema elettromeccanico, quindi funziona benissimo in modo autonomo nei proiettori automatici.

La lanterna di proiezione

Proiettare una pellicola in una sala cinematografica, a distanze a volte considerevoli, richiede una sorgente di luce molto potente. Per ottenere una tale luminosità il proiettore è equipaggiato di una lanterna, contenente una lampada speciale al gas xenon, e un sistema di specchi, muniti di appositi regolatori, per concentrare la luce in maniera ottimale sul fotogramma da proiettare.

IL CORPO LANTERNA

Il contenitore metallico che racchiude la lampada xenon, gli specchi e i vari supporti e regolatori costituisce il corpo esterno della lanterna, che ha la funzione di proteggere l'operatore dalla luce abbagliante, dalla pericolosità della lampada xenon e dei suoi circuiti di accensione e alimentazione. E' provvisto di uno sportello apribile per accedere ai sistemi interni e alla lampada xenon. Ogni lanterna è normalmente equipaggiata di:

- lampada di proiezione (xenon): fornisce la potente luminosità che consente la proiezione del film.
- specchio parabolico: concentra e fa convergere la luce della lampada sul fotogramma da proiettare.
- Dispositivo accenditore: serve da innesco per la lampada xenon.
- Sistema di ventilazione forzata: la lampada xenon sviluppa un calore elevato, perciò è necessario che vi sia un sistema di immissione tramite un ventilatore che preleva aria dall'ambiente e un aspiratore ("cupolino") posto sopra la lanterna che provvede all'espulsione del calore.
- Gruppo di regolazione/centraggio lampada: aggiusta la posizione della lampada nel punto ottimale perché dia la maggiore luminosità possibile.

Superiormente la lanterna è munita di solito di un cupolino, ovvero di un sistema di aspirazione a motore che rappresenta la parte esterna del sistema di ventilazione; da esso nasce un tubo di scarico, grazie al quale vengono convogliati all'esterno del locale il calore ed eventuali gas generati nella lanterna.

Le lanterne sono costruite in base al tipo di lampada che verrà utilizzata al suo interno; per lampade più potenti (numero di Watt maggiore) la lanterna deve essere capace di assicurare maggiore resistenza al calore e opportuna ventilazione. Nulla vieta, tranne il costo, di usare la lanterna più grande per ogni tipo di lampada.

Esternamente la lanterna è di solito munita di un amperometro, che segnala l'intensità della corrente erogata dal raddrizzatore, e di un contatore, che riporta esattamente le ore di funzionamento della lampada.

LO SPECCHIO PARABOLICO

Serve a concentrare/espandere il fascio luminoso della lampada per convogliarlo nella maniera più uniforme e intensa sul fotogramma da proiettare. Lo specchio ha una forma parabolica con inclinazione regolabile per far sì che la luminosità sia convogliata in perfetta corrispondenza dell'asse ottico, cioè della linea ipotetica che va dalla lampada al quadruccio di proiezione fino agli obiettivi e al centro ideale dello schermo.

Questi specchi sono costruiti in materiale speciale e si distinguono in:

- specchi metallici, riflettono la luce ma anche il calore.
- specchi diecrici (diatermici) o freddi, che riflettono la luce e sono attraversati dal calore, il quale viene disperso posteriormente allo specchio stesso. L'eliminazione del calore può raggiungere il 50 %. Lo specchio diecrico è riconoscibile perché il suo strato riflettente è ricoperto da vetro.

GRUPPO DI CENTRATURA LAMPADA

Un gruppo di dispositivi di regolazione, situati nella lanterna, consentono di regolare la posizione della lampada xenon in rapporto allo specchio parabolico, per far sì che si abbia la migliore concentrazione di luce in corrispondenza di uno dei due fuochi ottici dello specchio stesso.

Per procedere alla centratura dell'asse ottico di proiezione si può agire sugli appositi regolatori che si trovano di solito nella parte posteriore della lanterna.

Le regolazioni permettono di spostare la lampada nelle direzioni alto/basso, destra/sinistra.

La regolazione avanti/indietro dello specchio, invece, determina la cosiddetta "rosa dell'arco", ovvero il maggiore o minore diametro della base del cono di luce che cade sullo sportello di proiezione.

Con la perfetta centratura di lampada e specchio sull'asse ottico si ottiene un'immagine proiettata di qualità, uniformemente illuminata. Se invece il

centraggio è imperfetto vi saranno punti dello schermo sensibilmente meno illuminati.

La lampada xenon

Fino a pochi decenni fa la fonte di luce del proiettore non era la lampada xenon, bensì l'arco voltaico generato da speciali carboni (carboni ramati) che richiedevano al proiezionista un'ingente serie di cure per essere mantenuti ad una giusta distanza; essi infatti si consumavano e accorciavano nel corso della proiezione, e potevano funzionare fornendo una luce costante solo se qualcuno interveniva sulle apposite leve regolatrici per avvicinarli (raccontano i nonni che il meccanismo a molla, che doveva ovviare automaticamente al problema, di rado funzionava). A dire la verità, in alcuni locali si trova ancora qualche proiettore a carboni in esercizio.

Illustreremo il funzionamento della lanterna ad arco voltaico un po' per romanticismo e un po' perché il principio che lo regola è rimasto sostanzialmente lo stesso anche nella moderna lampada xenon.

L'ARCO VOLTAICO

L'arco voltaico consiste di due elettrodi (carboni) attraversati da corrente elettrica. Nell'arco voltaico ad alta intensità, alimentato in corrente continua, gli elettrodi hanno una precisa polarità, perciò uno funge da polo positivo e l'altro da polo negativo. Se i due carboni vengono in contatto e subito allontanati (innesco), si stabilisce tra loro una scarica molto luminosa, un passaggio di elettroni dal polo negativo (catodo) verso il polo positivo (anodo) che si mantiene costante nel tempo. La grande luminosità è anche dovuta ad un particolare effetto di natura elettrochimica chiamato effetto Beck, tale per cui nel cratere del polo positivo -il punto bombardato dagli elettroni- si produce una sfera gassosa particolarmente sfavillante.

LA LAMPADA AL GAS XENON

La lampada al gas xenon ricalca lo schema sopra descritto, al punto che la si può considerare come un arco voltaico al chiuso.

Gli elettrodi sono costituiti di tungsteno puro, e sono racchiusi in un bulbo di vetro al quarzo riempito di un gas nobile, lo xenon, immesso ad alta pressione, che ha la funzione di attenuare la consumazione degli elettrodi. Anche qui abbiamo infatti una scarica luminosa dal polo negativo al polo positivo durante la quale avviene una progressiva sublimazione del tungsteno degli elettrodi. Le particelle che si liberano in questo processo tendono a depositarsi sulle pareti dell'ampolla, limitando viepiù il rendimento luminoso della lampada.

Nella lampada xenon gli elettrodi sono fissi; l'innesco dell'arco voltaico avviene perciò non mediante l'avvicinamento dei due poli, bensì con un espediente di natura elettrica: un dispositivo accenditore genera scariche di alta tensione (25.000 V) ed elevata frequenza, che provoca il flusso elettrico tra i due poli di tungsteno. A processo avviato, il bulbo della lampada si riscalda, la pressione del gas xenon cresce e con essa diminuisce la resistenza degli elettrodi; è quindi possibile alimentare la lampada con una corrente di mantenimento del valore di

35-50 V (basso voltaggio), ma comunque ad alta intensità (40-150 A) in corrente continua.

L'alimentazione della lampada è affidata ad un apparecchio distinto, il raddrizzatore, che eroga un tipo di corrente particolarmente livellato.

Esistono lampade allo xenon di diverse potenze, espresse in watt: si va dai 1200 a più di 12.000 watt. Le lampade xenon sono molto costose; a seconda della potenza il prezzo varia da £ 1.700.000 a 5 milioni e più... I produttori rilasciano perciò una certificazione ove è indicata la vita media di ciascuna lampada e il numero di ore entro le quali è in garanzia. Infatti, con l'uso prolungato, l'anodo, che riceve dal catodo il flusso di elettroni, si deteriora fino al punto di diventare una superficie irregolare solcata da rientranze e sporgenze; il flusso di elettroni viene quindi attirato dalle creste (per via del fenomeno detto del "potere delle punte") e si sposta pendolarmente tra queste e il cratere, fornendo alla proiezione una luce pulsatile e incostante (si dice che la luce "si muove"). Inoltre, quando l'anodo si deteriora a questo modo, si possono staccare da esso dei granelli che, cadendo sul vetro della lampada, causano l'incrinatura del bulbo o addirittura lo scoppio.

La lampada xenon deve sempre essere maneggiata con cautela, anche da fredda, perché la pressione del gas al suo interno la rende simile ad una bomba; viene consegnata in un apposito contenitore di plastica dove deve essere rimessa alla fine della sua vita non appena tolta dalla lanterna. E' preferibile fare eseguire la sostituzione della lampada da tecnici competenti, ma, se proprio si vuole intervenire di persona, bisogna che la lampada venga installata seguendo scrupolosamente le istruzioni del fabbricante, munendosi di apposita maschera di protezione e guanti opportuni.
