

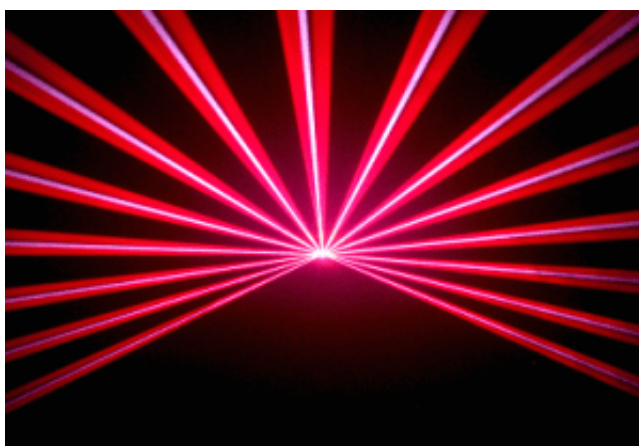


## LASER-OLOGRAFIA

**Data:** Mercoledì, 29 maggio @ 12:36:20 CEST

**Argomento:** Educazione alle Tecniche della Luce

### L.A.S.E.R.



Prima fu M.A.S.E.R. (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

Si tratta di un dispositivo in grado di amplificare microonde attraverso emissione stimolata di radiazione. Fu messo a punto da un gruppo di fisici nella metà degli anni 50 presso la Columbia University.

Inevitabile il passo nel tentare di estendere l'emissione nella gamma di frequenze ottiche.

La prima emissione **L.A.S.E.R.**, (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) fu ottenuta da Theodore H. Maiman nel 1960 presso Hughes Research Laboratories. Maiman si avvale di un cristallo di rubino eccitato da una lampada flash a luce bianca.

Il laser generò una serie di emissioni pulsanti, sottoforma di un intenso raggio rosso, della durata di circa un millesimo di secondo.

Nel 1961 Ali Javan presso Bell Telephone Laboratories, supera il problema dell'emissione pulsata, mettendo a punto un laser ad emissione continua.

Si tratta di un laser che usa come mezzo attivo un gas, precisamente una miscela di Elio e Neon.

Negli anni successivi si affinarono diverse altre tecniche per ottenere emissioni stimolate di luce Laser.

- Nel 1961 si scopre come ottenere un'emissione continua attraverso cristalli (vetri speciali)
- Nel 1962 si ottiene emissione laser attraverso cristalli di

semiconduttore di arsenurio di gallio sottoforma di diodo a giunzione eccitato direttamente da corrente elettrica.

- Nel 1963 presso General Thelephone and Electronics si realizza il primo laser liquido a chelati che come elemento attivo usa lo ione europio. Nello stesso anno si scopre la tecnica del Q-Switching in grado di incrementare le potenze di ben 100 volte rispetto quelle sino ad allora ottenute.
- Nel 1964 si realizzano i primi laser ionici che utilizzano come elementi attivi, gas ionizzati quali Mercurio e Argon. Nello stesso anno si scopre la potenza straordinaria di parecchie centinaia di watt che è in grado di generare il primo laser molecolare ad Anidride carbonica.
- Nel 1965 si scopre il primo laser chimico avente come elementi attivi Cloro e Idrogeno
- Nel 1970 E.T.Gerry costruisce il primo laser gas-dinamico avente come elemento attivo una miscela di gas (trà cui anidride carbonica) in grado di generare potenze elevatissime (fino a 60 KW) con rendimenti prossimi all'1%.

Le applicazioni di Laser attualmente sono le più svariate. I campi di utilizzazione vanno dalla Ricerca, alle Misurazioni e Allineamenti, nelle Telecomunicazioni e nei Programmi spaziali, nelle applicazioni Mediche, nei Programmi Militari e non ultima l'Industria in genere compresa quella dell'intrattenimento.

Per gentile concessione di **Aldo Visentin**  
**Fonte immagini Rivista Back Stage**

**++ [Clicca qui per vedere le immagini relative.](#)**

## **OLOGRAFIA**

L'olografia è un procedimento fotografico durante il quale le normali lastre o pellicole vengono impressionate mediante luce coerente, quale, ad esempio quella di un laser, per produrre immagini tridimensionali senza l'ausilio di una strumentazione ottica particolare.

Per ottenere un ologramma, la luce coerente, che è quella in cui tutti i punti del fronte d'onda hanno la stessa fase, viene sdoppiata lungo il suo cammino tramite uno specchio semiargentato; uno dei due fasci luminosi così ottenuti viene orientato, mediante uno specchio, in modo da illuminare l'oggetto di cui si vuole ottenere l'ologramma.

L'oggetto riflette quindi la luce che lo illumina dando origine ad onde secondarie di luce coerente che incidono su una lastra fotografica.

L'altro fascio luminoso, detto fascio di riferimento per distinguerlo dal precedente chiamato fascio oggetto, viene orientato per mezzo di un altro specchio, in modo da illuminare direttamente la lastra fotografica (vedi figura 1).

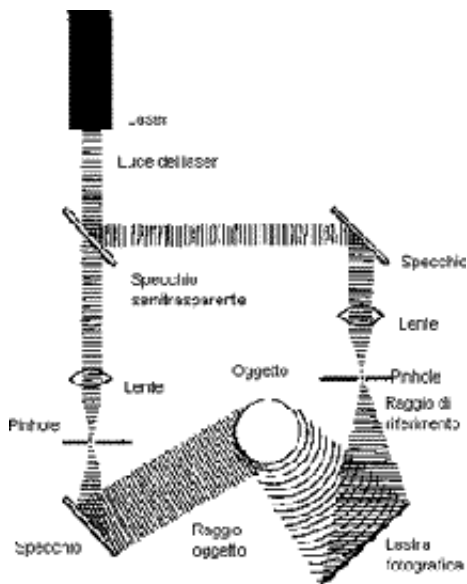


Figura 1 Uso del laser per ottenere un ologramma

In questo modo, sulla lastra fotografica si sovrappongono i fronti d'onda di due fasci luminosi che, essendo coerenti, danno luogo ad una figura di interferenza le cui caratteristiche dipendono dalla forma dell'oggetto e dalla sua posizione rispetto alla lastra e alle altre parti della strumentazione ottica.

La figura di interferenza così ottenuta, a prima vista, non assomiglia all'oggetto originale. Quando però, dopo che la lastra è stata sviluppata, essa viene illuminata dal retro con luce coerente (vedi la figura 2) uguale a quella usata in fase di impressionamento, l'onda riflessa dall'oggetto viene ricostruita per diffrazione l'osservatore, attraverso la lastra, può quindi vedere un'immagine virtuale dell'oggetto del tutto simile all'originale, percependone la tridimensionalità e, spostando lo sguardo, la modificazione del punto di vista prospettico con cui l'oggetto viene visto (parallasse).

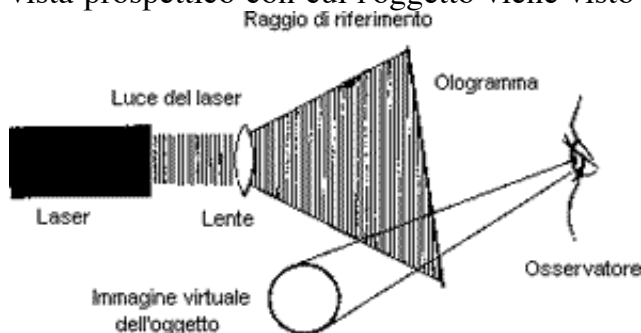


Figura 2 Ricostruzione di un ologramma tramite il raggio di riferimento

L'olografia, fu inventata dallo scienziato inglese Dennis Gabor alla fine degli anni Quaranta, ma, dal momento che la formazione di frange di interferenza richiede l'uso di una sorgente luminosa coerente, solo negli anni Sessanta, periodo in cui vennero costruiti i primi laser, la ricerca in campo olografico fece prodigiosi passi avanti.

Per l'olografia, l'aspetto più importante delle onde coerenti risiede nel fatto che due o più treni di onde di questo tipo che si intersecano possono dar luogo a frange di interferenza. Quando due treni d'onde di luce coerente interferiscono in una data regione dello spazio, ci sono punti di quella regione in cui i valori del campo elettrico si sommano (dando origine ad un valore più grande di quello che si avrebbe considerando un solo treno d'onde) e punti in cui i valori del campo elettrico si sottraggono.

Ciò è dovuto al fatto che, dove le due onde sono in fase, la loro interferenza dà luogo ad un'onda di intensità maggiore, dove invece sono in opposizione di fase, la somma delle loro intensità è nulla. La figura 3 illustra ciò che avviene in due dimensioni (per esempio, nel caso di due onde che si propagano sulla superficie di uno stagno).

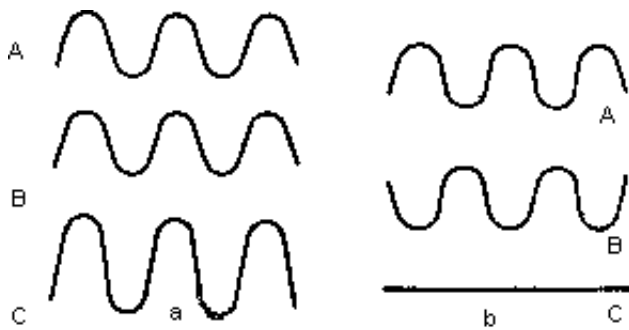


Figura 3. a) Le onde A e B sono in fase e quindi, interferendo, danno luogo ad un'onda C di intensità maggiore delle due considerate separatamente. b) Le onde A e B sono in opposizione di fase e quindi, interferendo, danno luogo ad un'onda C di intensità nulla.

Il caso di due onde luminose è simile, però, come abbiamo detto, esse sono tridimensionali e si propagano nello spazio. Esaminando in dettaglio la luminosità della luce nella regione in cui le due onde interferiscono, si osservano delle figure di interferenza ben definite, costituite da aree chiare e scure.

Una caratteristica peculiare dell'interferenza di onde coerenti periodiche sta nel fatto che l'intensità luminosa di queste figure di interferenza spaziali rimane fissa e costante per tutto il tempo in cui le onde si sovrappongono.

Questo fenomeno è noto con il nome di frangia di interferenza di un'onda stazionaria. In una situazione simile, ma con luce incoerente, non si può osservare o registrare alcuna figura di interferenza di intensità fissa, in quanto le fasi delle onde variano molto rapidamente.

Di conseguenza, l'esposizione di una lastra fotografica nelle regioni di sovrapposizione di onde coerenti dà luogo ad un ologramma, mentre con onde incoerenti il risultato è semplicemente una lastra fotografica annebbiata.

L'olografia che, come abbiamo visto, consiste essenzialmente nella registrazione di figure di interferenza, ha delle applicazioni molto importanti nel campo dell'interferometria, della quale ha notevolmente ampliato i tradizionali campi di indagine. Le tecniche di interferometria olografica sono sostanzialmente tre:

- 1) l'interferometria in tempo reale
- 2) a intervallo di tempo
- 3) in media temporale

L'olografia resta, per il momento, una tecnica sperimentale il cui progresso è prima di tutto in funzione di quello del laser (benché sia possibile realizzare degli ologrammi a partire da qualsiasi sorgente di onde coerenti e in fase, ad esempio degli ultrasuoni). Ma proseguono attivamente le ricerche in vista dell'applicazione all'informatica, alla televisione, al campo industriale, alla medicina.

## **L.A.S.E.R. Show**

### **A che cosa corrisponde la parola "LASER"?**

La parola laser è un acronimo corrispondente a: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

### **È una radiazione nociva?**

La radiazione laser è luce, una forma di radiazione elettromagnetica. Può essere pericolosa in circostanze determinate; esempio quando un fascio laser è proiettato nell'occhio, sulla pelle o su materiali infiammabili.

### **Chi ha inventato il laser?**

La maggior parte degli storici, ritiene che il primo funzionamento di un laser, fu ottenuto dal Dott. Theodore Maiman ed avvenne il 7 luglio 1960 ai laboratori di ricerca dell'Hughes in Malibu in California. Il laser del Dott. Maiman è stato basato sulle idee teoriche d'Albert Einstein, del Dott. Charles Townes ed Arthur Shawlow.

### **Possono i laser creare danni alle persone?**

Sì i laser possono danneggiare la parte del corpo che è più sensibile alla luce: l'occhio. I fasci laser molto potenti possono anche causare bruciature alla pelle e ai vestiti.

### **Come possono i laser creare danni alle persone?**

Se un fascio laser FERMO, ad alta potenza colpisce l'occhio, può causare un'ustione sulla retina. Allo stesso modo, come la lente d'ingrandimento mette a fuoco i raggi solari e li concentra in un punto, l'occhio dell'essere umano mette a fuoco il fascio laser che lo attraversa, in un punto molto piccolo sulla retina, causando un'ustione irreparabile.

### **Sono i laser abbastanza potenti da usarsi come armi?**

I sistemi laser d'oggi sono fortunatamente inadatti per uso bellico. Sarebbero necessarie potenze d'alimentazione altissime per generare fasci laser in grado di danneggiare seriamente oggetti più o meno pesanti. Attualmente i laser che sono abbastanza potenti da lavorare il metallo, sono grandi e pesanti, e richiedono una gran quantità d'energia d'alimentazione e acqua per il raffreddamento.

### **Com'è misurata la potenza del laser?**

La potenza di un laser si misura in watt - gli stessi watt che si usano per misurare la potenza delle lampade. Un laser da 10 watt, appare molto più luminoso di una lampadina da 10 watt, poiché la luce dalla lampadina viaggia in tutte le direzioni e si disperde velocemente, mentre la luce laser è concentrata in un fascio d'alcuni millimetri di diametro.

### **Qual è il laser più potente al mondo?**

La Nova Facility (USA) è certamente il più potente, anche se per impulsi piuttosto corti (qualche megawatt..). Il laser visibile più luminoso di cui si abbia notizia, è inoltre un prodotto militare da circa 500 watt di colore rosso

### **Posso costruirmi un laser?**

Per costruirsi un laser, si dovrebbe avere la possibilità di produrre meccaniche di precisione, avere abilità glassblowing per fare il tubo, apparecchiature di vuoto e accesso a gas rari per riempire il tubo stesso; inoltre avreste bisogno d'abilità considerevoli in elettronica, per costruire l'eccitatore (gruppo d'alimentazione). Sarebbe come provare a costruire la vostra lampadina o tubo fluorescente. È più semplice da comprarsi, visti i bassi costi degli HeNe e dei laser al diodo

### **Tutti i laser devono avere un sistema di raffreddamento?**

I piccoli laser, quali HeNe ed i laser al diodo, non hanno bisogno solitamente d'alcun sistema di raffreddamento speciale, poiché si raffreddano per convezione, o da conduzione del calore nel montaggio dell'intelaiatura. Quando la potenza del laser aumenta, anche la quantità di calore prodotta aumenta, e quindi devono essere usati altri sistemi di raffreddamento. I laser fino a circa un watt di potenza possono essere raffreddati ad aria, oltre un watt, la maggior parte dei laser, richiedono il raffreddamento ad acqua poiché l'aria non può rimuovere il calore abbastanza velocemente. Esistono Laser al vapore di rame e laser YAG che producono parecchi watt di potenza e sono in ogni modo raffreddati ad aria.

### **Quali sono i principali tipi d'effetti usati nei laser-shows?**

Ci sono due categorie principali d'effetti laser; "Beam effects" o effetti volumetrici e proiezioni d'effetti su schermo. Nei Beam effects, il fascio laser che attraversa l'aria generando l'effetto. Una proiezione è un effetto che traccia forme e immagini su uno schermo appropriato.

### **Che tipo di beam effect posso vedere in un laser-show?**

Ci sono due tipi principali di Beam effect, statico e dinamico. I fasci statici sono intermittenti e possono rimbalzare tra diversi specchi generando così una sorta di griglia nell'aria. Gli effetti dinamici, creano nell'aria forme "solide" come coni o ventagli di luce.

### **Perché non si vedono beam effects in alcuni shows?**

Gli shows possono essere destinati ad essere solamente di grafica e d'animazione mentre altri invece solo d'effetti (Beam effects).

### **Nei Laser-shows d'animazione, le immagini sono state semplicemente scansite?**

Nelle animazioni tradizionali, ogni immagine deve essere individualmente digitalizzata a mano da illustrazioni preparate precedentemente da un animatore. Le immagini quindi sono

messe in onda in una successione veloce che genera l'illusione del movimento, come un classico film di Disney.

### **Ci sono altri generi d'animazioni per laser?**

Vi sono animazioni sequenziali, (sopra citate) ed animazioni d'oggetti in "real time". Nelle animazioni real time, le immagini proiettate sullo schermo sono generate dal calcolatore che le muove le ruota e le manipola a piacere in tempo reale. Un esempio potrebbe essere un logo di un'azienda che scorre.

### **Qual è il laser più potente utilizzabile nei laser-shows?**

Alcuni produttori costruiscono laser YAG da 60 watt che generano un fascio verde e luminoso all'occhio umano, come laser all'argon di 200 watt. Laser al vapore di rame da 200 W sono disponibili in commercio dall'Oxford laser.

### **Posso mettere la mia mano in un fascio laser durante uno show?**

NO! Potete mettere sicuramente le vostre mani in tutti i fasci che sono proiettati sul pubblico, poiché sono dinamici ed i livelli di potenza emessa sono sicuri. I fasci statici (fasci unmoving) possono essere pericolosi e possono causare ustioni. Non tentare mai di riflettere un fascio laser con un cristallo o uno specchio: potreste dirigerlo negli occhi di qualcuno causandone danni alla visione.

### **Bisogna essere autorizzati per fare Laser-show?**

Le norme e i regolamenti sui laser-show in pubblico differiscono da paese a paese, anche se la maggior parte dei paesi seguono le regolazioni IEC-825. Per le proiezioni laser in pubblico negli USA, l'apparecchiatura ha bisogno "di una varianza", ed ogni show deve essere segnalato per fare una varianza in luogo dal CDRH. (Ente preposto alla sicurezza Pubblica) Nel Canada gli show pubblici devono essere segnalati all'ufficio di protezione dalle radiazioni ad Ottawa. Se prevedete di effettuare uno show in pubblico, controlli sono obbligatori da autorità che hanno giurisdizione per la protezione dalle radiazioni e salute nella vostra zona.

### **Come si controllano i colori nei laser-shows?**

I laser non sono come le luci normali dove per cambiare colore basta disporre loro dei gel (filtri). I laser producono soltanto determinati colori (lunghezze d'onda o linee) di luce. Per esempio, i laser HeNe producono soltanto la luce rossa (629 nm approssimativamente), mentre i laser all'argon producono l'azzurro ed il verde. Per produrre uno show con tanti colori, bisogna avere in primo luogo tutti i colori presenti nel fascio. Ciò è possibile con la miscelazione del laser rosso di HeNe con un laser all'argon, o usando un laser a luce bianca (che produce un fascio che contenga il rosso, verde e blu su un certo numero di linee). La forma più semplice di controllo del colore, è gestita da "color box". Ciò utilizza tre filtri dicroici montati ciascuno sui bracci d'attuatori che consentono di ottenere le sette combinazioni possibili di colore (rosso, verde, blu, giallo, ciano, Magenta e bianco) sulla base di un sistema sottrattivo del colore. Nei sistemi a colori completi, un dispositivo acusto-ottico denominato PCAOM è usato per controllare la luminosità d'ogni linea.

### **Come sono prodotte le immagini nei laser shows?**

Le immagini possono essere di tipo "abstract" o grafiche. La miscelazione dei segnali di un certo numero d'oscillatori analogici è usata solitamente per produrre le immagini astratte (Abstract). Le immagini generate dal calcolatore del laser, non sono altro che una serie di punti collegati tra loro (immagini vettoriali). Le diverse immagini dell'animazione sono messe in onda in una sequenza veloce per generare l'illusione di movimento come in un film. I punti che compongono l'immagine, sono convertiti dal calcolatore in tensioni elettriche che controllano i dispositivi di scansione. Tali dispositivi utilizzano piccoli specchi montati perpendicolarmente su galvanometri che controllano la deviazione verticale ed orizzontale del fascio. I punti nell'immagine sono rigenerati (re-re-drawn) molte volte in un secondo dai dispositivi di scansione, in modo da "fissarsi" nell'occhio, che vedrà quindi l'immagine completa. La proiezione veloce di una sequenza d'immagini un pò differenti dà l'illusione di movimento (animazione).

### **Quanto potente deve essere un laser per fare un fascio visibile?**

I piccoli laser quali, i 5mW HeNe si possono vedere solo se si trovano al buio totale e con

fumo o polvere nell'aria. Per essere più visibili, sono necessari laser all'argon, o vapore di rame o laser YAG, poiché l'occhio è più sensibile alla luce verde. Altri laser di potenza maggiore, come quelli installati nei clubs/bar, necessitano di sistemi all'argon da minimo un watt, poiché questi locali hanno normalmente molta luce d'ambiente. I laser utilizzati in clubs/bar sono tipicamente nella gamma di potenza di 3 - 5 watt. I laser utilizzati negli show esterni possono variare dai laser al vapore del rame da 5 watt ai 20 Watt dell'argon, sino ai 60 e più dei laser YAG. (Beam effects).

Per gentile concessione di:

**ALDO VISENTIN e FRANCO LORENZI**

Questo Articolo proviene da Accademia della Luce - educazione alle tecniche della luce

<http://www.accademiadellaluce.it>

L'URL per questa storia è:

<http://www.accademiadellaluce.it/article.php?sid=141>