

**Divulgazione con il fascio Laser  
dell'Osservatorio Astronomico / Dipartimento di  
Astronomia di Bologna: guida tecnica all'uso**





RAPPORTO TECNICO 12-2010-2

I.BRUNI<sup>1</sup>, T. TROMBETTI<sup>2</sup>, R.GUALANDI<sup>1</sup>, R. DI LUCA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*INAF – Osservatorio Astronomico di Bologna*

<sup>2</sup>*INAF-IASF Bologna, via P. Gobetti 101, 40129, Bologna, Italy*

## 1 Note importanti sulla sicurezza

-  **NON** puntare il fascio laser su persone, centri abitati (finestre di abitazioni), piante, aerei e aviosuperfici
-  **UTILIZZARE** sempre la protezione perimetrale sulla testa mobile del Laser
-  **IMPEDIRE** l'approssimarsi degli spettatori alla strumentazione con le opportune transenne
-  **NON** aprire il contenitore del diodo Laser. L'operazione deve essere eseguita da personale competente

## 2 Generalità sulla strumentazione ed assemblaggio

L'Osservatorio Astronomico ed il Dipartimento di Astronomia di Bologna acquistarono dalla ditta Laser Entertainment ([www.laserentertainment.com](http://www.laserentertainment.com)) un diodo laser a stato solido con potenza di  $850mW$  alloggiato all'interno di un supporto mobile utilizzato tipicamente nelle tecnologie per discoteche (testa rotante *DMX*).

Con questa strumentazione spesso si organizzano eventi divulgativi all'aperto durante i quali il potente fascio diventa un pratico puntatore che localizza le stelle in cielo e disegna le costellazioni a cui appartengono, con lo scopo di spiegare al pubblico la volta celeste su basi astronomiche ed astrofisiche.

La strumentazione in oggetto è mostrata in figura 1, dove la testa rotante è stata appositamente aperta per mostrare come è alloggiato il diodo laser e l'elettronica di supporto insieme al sensore di temperatura a contatto che attiva il riscaldatore nel caso che la temperatura ambiente sia inferiore a  $15^\circ$ .



Figure 1: Strumentazione laser

A fianco del diodo c'è l'elettronica di controllo dei galvanometri, ovvero 2 piccoli specchi che intercettano il fascio uscente e montati su bobine. Muovendo a grande velocità i galvanometri, con un software proprietario è possibile creare disegni ed animazioni da proiettare su schermi all'aperto. All'interno della testa rotante ci sono 2 motori a step che muovono velocemente il tutto in ogni direzione del cielo.

Il diodo laser ed i galvanometri sono controllati da una scheda PCI proprietaria ([www.pangolin.com](http://www.pangolin.com)) alloggiata sullo slot di un PC e controllata dal software *LD2000* anch'esso proprietario. La testa rotante *DMX* è controllabile attraverso il protocollo di comunicazione *DMX512*. Ogni cavo *DMX512* può trasmettere fino a 512 valori da 8 bit, tra 0 e 255, in questo modo un cavo può controllare fino a 512 dispositivi distinti.

I dati del protocollo vengono inviati utilizzando i livelli di tensione e il sistema di cablatura dello standard *RS-485*. I dati sono trasmessi in modo seriale a 250 kbit/s e sono raggruppati in pacchetti di dimensione massima di 513 byte, con 1 bit di start e 2 bit di stop. L'inizio di un pacchetto viene identificato con una pausa di almeno  $88\mu s$ . I dispositivi ricevitori, quando riconoscono la pausa, resettano i contatori di ricezione. A questo punto vengono inviati i dati fino ad un massimo di 513 byte. Il primo byte è sempre il byte di stato, che indica ai ricevitori il tipo dei dati che seguiranno.

Da un punto di vista più astronomico, la testa rotante *DMX* può essere vista semplicemente come una montatura altazimutale. Una volta trovata la scala di conversione che trasforma il singolo step dei motori in gradi nel riferimento altazimutale, si è sviluppato un software

“ad hoc” in VB6, per puntare automaticamente ogni stella in cielo. La precisione di puntamento non è ovviamente pari a quella di un comune telescopio ma è comunque sufficiente ad indicare le stelle del cielo più brillanti. L’interfaccia hardware (figura 2) che ci ha permesso di comunicare con i motori della testa rotante tramite il protocollo *DMX512* è la scheda Velleman *K8062* ([www.futurashop.it](http://www.futurashop.it)), che unisce la praticità di un collegamento via USB e la programmazione attraverso librerie *DLL* dedicate.



Figure 2: Interfaccia hardware

Schematicamente, il sistema è strutturato secondo lo schema della figura 3:

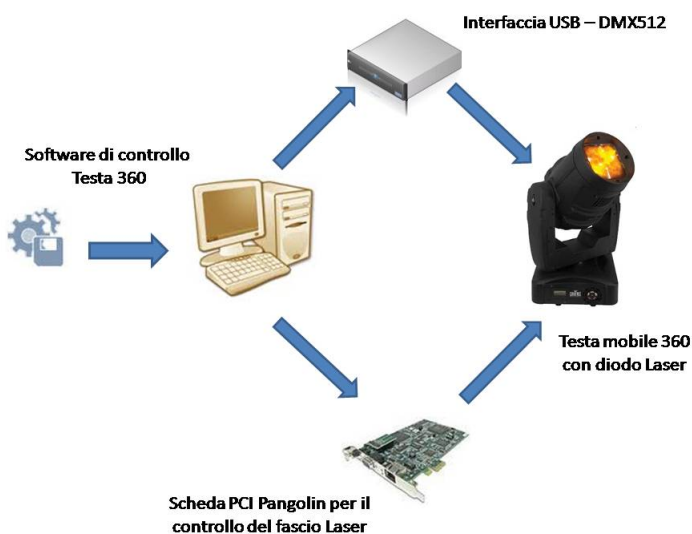


Figure 3: Schema laser

Il software *LD2000* (incluso nell'acquisto) colloquia con la scheda dedicata Pangolin per consentire il controllo del fascio laser e dei galvanometri. Il controllo dei movimenti della testa mobile avviene col software *Laserbeam4.exe*, sviluppato in *VB6*. Quest'ultimo colloquia tramite porta USB con l'interfaccia Velleman *K8062* che a sua volta comunica in *DMX512* con l'elettronica a bordo della testa mobile attraverso un cavo *DMX* a 5 poli. Un pulsante Antipanico (figura 2), se premuto, toglie corrente a tutto il sistema arrestandolo all'istante.

### 3 Cablatura e stazionamento della montatura

Il laser deve essere montato su un supporto basculante a 3 viti che permette di mettere in bolla la testa rotante 360, come mostrato in figura 4.



Figure 4: Supporto laser

La cassa, il supporto ed il laser vanno adagiati su un pianale in modo da tenere il fascio ad una altezza da terra sufficiente a non intercettare lo sguardo degli spettatori. Dopo aver sistemato il laser in posizione, ruotare la cassa affinché la freccia con su scritto *NORD* (figura 5) sulla testa rotante punti all'incirca verso il nord geografico (aiutati per esempio da una bussola). Serrare infine il blocco delle ruote della cassa (figura 6).



Figure 5: Indicazione del NORD e bolle di livello

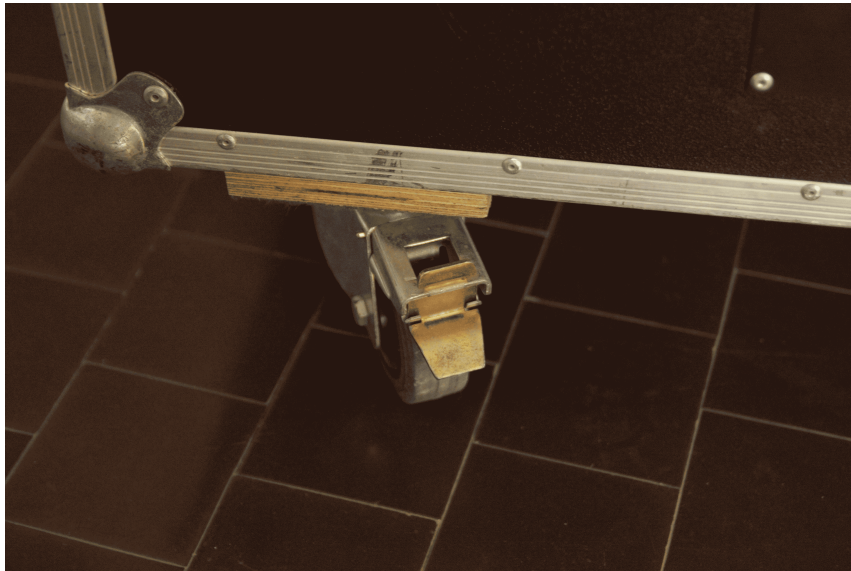


Figure 6: Blocco ruote

Quando si è certi che la struttura appoggi saldamente al terreno senza oscillare, si può iniziare a mettere in bolla la testa rotante agendo con la chiave poligonale sulle 3 viti di regolazione (figura 7) controllando le bolle livellatrici che si vedono in figura 5. L'operazione di messa in piano è importante e andrà effettuata nuovamente prima di cominciare lo spettacolo. Successivamente si deve sbloccare la sicurezza meccanica degli assi di azimut ed altezza della testa rotante come viene mostrato in figura 8.



Figure 7: Viti di regolazione

Quando il buio è tale da poter intravedere la stella polare, si può accendere il fascio. Puntare la stella polare con il programma *LASERBEAM4.EXE*. Ruotare poi la cassa che sostiene la testa mobile in senso *EST OVEST* fin quando il fascio punta esattamente la direzione della polare. Non importa se il fascio è lievemente spostato in altezza ma è fondamentale che sia in bolla.

Per quanto riguarda la cablatura della strumentazione, collegare il cavo Pangolin (*DB25*) nel connettore apposito sul retro del PC di controllo e sulla base della testa rotante (figura 9).



Figure 8: Sicurezza meccanica degli assi di rotazione

Collegare il cavo *INTERLOCK* a fianco del cavo Pangolin (connettore nero sulla sinistra del *DB25* Pangolin, figura 9). Sempre in figura 9 si vede l'interruttore di accensione del fascio. Collegare poi il cavo *DMX* sia sulla testa mobile (cavo nero in figura 10) e sia sul cavo maschio *DMX512* montato sulla interfaccia Velleman.

Sempre in figura 10 il cavo di colore chiaro è il cavo di alimentazione. Quando questo è



Figure 9: Cablatura strumentazione

inserito nella presa di corrente, farà muovere rapidamente la testa mobile verso la posizione di riposo e di inizializzazione dei motori.

**NB:Prima di alimentare il laser ricordarsi di sbloccare le sicurezze meccaniche.**

Sul retro del contenitore che racchiude il diodo laser è presente un interruttore che abilita il circuito di riscaldamento per garantire la funzionalità anche in situazioni di basse temperature (figura 11).



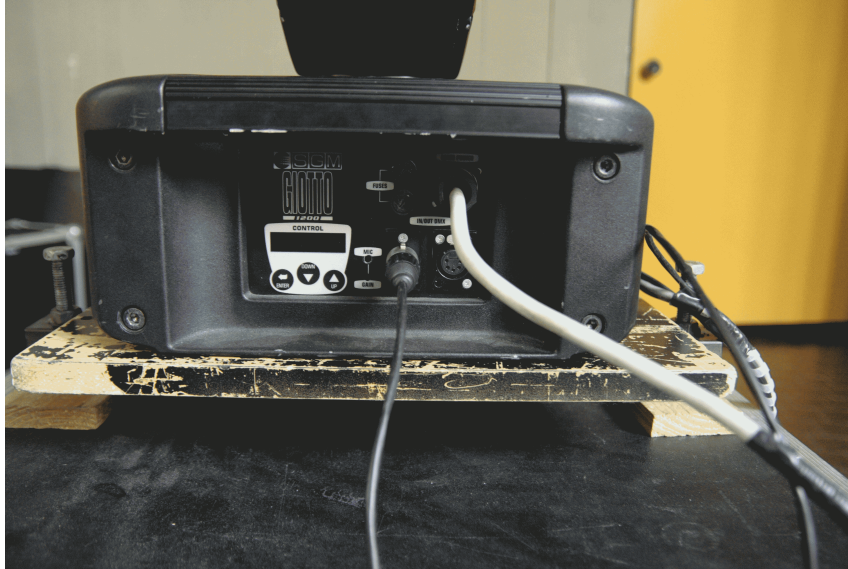


Figure 10: Cablatura e accensione laser



Figure 11: Interruttore che abilita il circuito di riscaldamento

Dopo aver completato le fasi di montaggio e stazionamento lo si può coprire lateralmente con il cubo nero di materiale plastico, che ha lo scopo di oscurare il fascio nel caso punti accidentalmente ad altezze troppo basse e pericolose.

Alla fine della serata si spegne il fascio e per consentire all'elettronica ed al diodo di raffreddarsi lentamente è necessario mantenere tutto sotto tensione almeno per una decina di minuti.

## 4 Il software di controllo della testa PAN-TILT e del fascio Laser

In figura 12 è visualizzata l'interfaccia utente del software di gestione della testa mobile *LASERBEAM4.EXE*.

All'avvio compare il messaggio che richiede di inserire (manualmente o da una lista) la località geografica, di impostare l'ora esatta nell'orologio interno del PC e di allineare il fascio del laser (operazione ormai superflua in quanto i galvanometri sono stati temporaneamente disabilitati). Il programma consiste:

- In una serie di pulsanti a cui è associata la posizione di stelle e costellazioni.
- In slider con cui è possibile muovere i 2 assi della testa mobile attraverso il mouse del PC e, all'occorrenza, è possibile usare un Joystick esterno USB.
- In un pannello in cui sono visualizzate le coordinate correnti di *AZ* ed *ALT* e *PAN-TILT*.
- In checkbox che se abilitate permettono al fascio di muoversi in "loop" su tre stelle di una singola costellazione.
- In zone di memorizzazione (*Obj1* e *Obj2*) in cui all'occorrenza è possibile scrivere le coordinate equatoriali o altazimutali di oggetti da puntare con il fascio (pianeti, IRIDIUM).

L'interfaccia pronta all'uso è visualizzata in figura 13. I bottoni si colorano di rosso o verde dipendentemente dal fatto che l'oggetto in esame può essere rispettivamente sotto o sopra l'orizzonte locale.

Per conoscere le coordinate equatoriali o altazimutali di un particolare oggetto non in elenco, si utilizza il planetario virtuale *HNSKY* (impostare le giuste coordinate del luogo nel caso esso non sia in elenco).

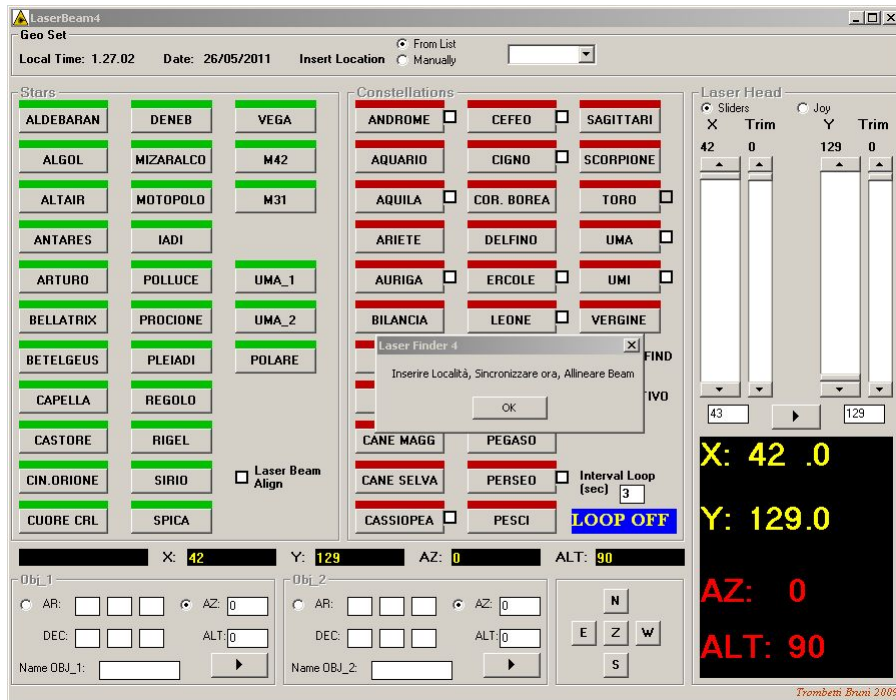


Figure 12: Interfaccia iniziale

Come detto, il laser può disegnare in cielo alcune costellazioni. Il bottone di quelle disponibili ha vicino una checkbox di abilitazione ed avvio del loop. Nel disegno delle costellazioni l'intervallo di tempo tra due successive stelle del ciclo è im-

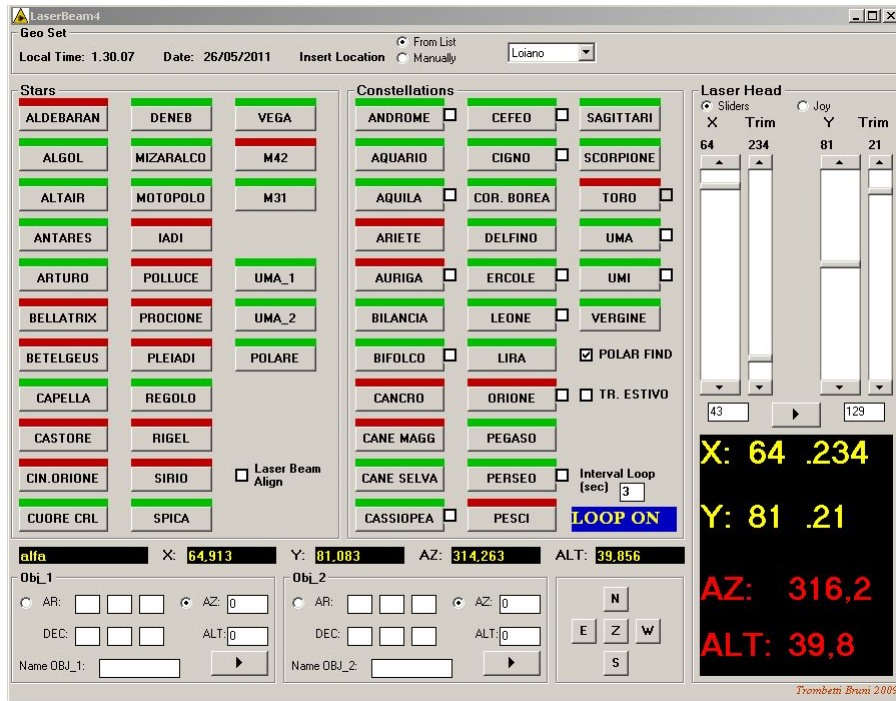


Figure 13: Interfaccia utente

postabile nella check *Interval Loop*, che di default è 3 secondi.

Le checkbox *Polar Find* e *Triangolo Estivo* servono ad indicare rispettivamente la traccia per individuare la stella polare seguendo alcune stelle del grande carro e le tre stelle brillanti del triangolo estivo (Deneb, Altair, Vega).

Il software proprietario *LD2000* (figura 14) permette di accendere il fascio laser.

Questo è un programma appositamente studiato per mixare audio, video e luci. Noi abbiamo creato una serie di frames che possono essere utilizzati proiettandoli su schermi lontani. I frames vanno caricati in memoria andando in *File – Open* e *LOI\_LASER\_SHOW.SH5*. Il fascio laser lo si accende cliccando sul frame10 *Punto Outdoor*, mentre lo si spegne spingendo il bottone *BLANK*. Il pulsante *GRID TEST* è importante per verificare le distorsioni introdotte dagli schermi di proiezione. Per spegnere *LD2000* cliccare su *File – Exit*. Alla comparsa della finestra di shutdown si clicca sul pulsante raccomandato.

Per fare scritte su ampi spazi di proiezione si fa uso di un altro programma, *LASERSHOW DESIGNER 2000* (figura 15). In *Settings – Projection Zones* si deve scegliere la *ZONA2* in cui ci sono i parametri da modificare in funzione delle curvature e distorsioni da correggere.

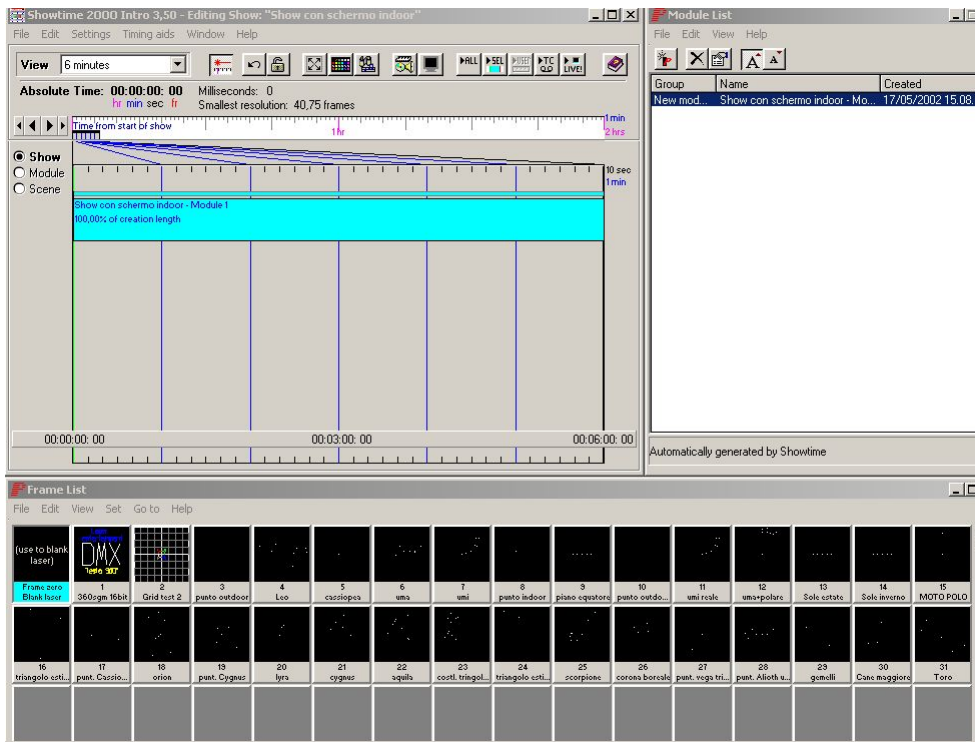


Figure 14: Software proprietario *LD2000*

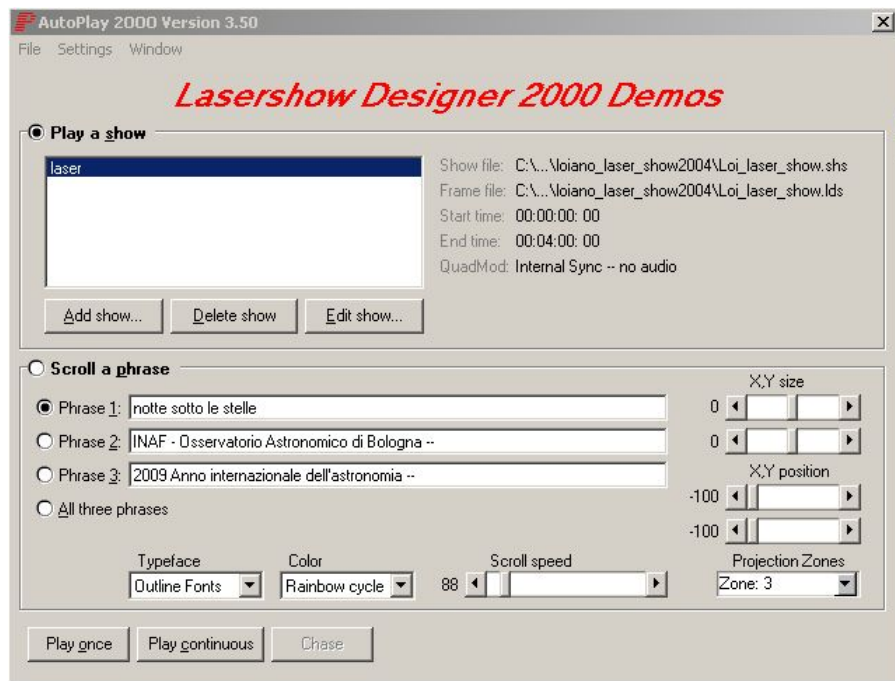


Figure 15: *LASERSHOW DESIGNER 2000*