Relazione sullo sviluppo della spettroscopia multioggetto con maschere al Telescopio Nazionale Galileo

Enrico V. Held

April 21, 2000

1 Introduzione

Il progetto per la realizzazione della spettroscopia multioggetto con l'utilizzo di maschere (Mask-Mode MOS o MM-MOS) è nato nel 1995 da una proposta scientifica formulata da E.V. Held, M. Ramella e S. Cristiani, componenti del Team per la definizione dello spettrografo a bassa risoluzione LRS. Lo scopo era fornire una modalità di osservazione complementare alla MOS multi-fenditura prevista per LRS, tale da offrire una maggiore flessibilità nella realizzazione delle microfenditure. L'utilità scientifica e i limiti delle due tecniche sono discussi nel contributo "Mask Mode MOS at the TNG: a flexible approach to multi object spectroscopy" (Held et al. 2000). Ci limitiamo a notare che la possibilità di realizzare fenditure di lunghezza, posizione e inclinazione arbitraria ha varie applicazioni astrofisiche. Il progetto è stato realizzato a partire dal 1997 da E.V. Held (OAP: P.I.), V. Zitelli (OAB), C. Ciattaglia (OAB: resp. meccanica-elettronica) ed E. Giro (OAP: resp. sviluppo software e implementazione astronomica).

2 Descrizione del progetto

Diamo qui una descrizione sintetica del progetto MM-MOS, rinviando il lettore al citato contributo (Held et al. 2000) per una descrizione più completa. Sul piano tecnico, la MM-MOS consiste nella produzione di maschere multi-apertura perforate con l'utilizzo di una macchina microfresatrice a controllo numerico, dotata di un mandrino ad alta frequenza (90000 rpm) e di speciali punte cilindriche di diametro 0.2 e 0.3 mm (v. Fig. 1). Con la scala di TNG+LRS, queste danno luogo a fenditure di larghezza fissa di circa 1.1 e 1.6 arcsec.

La macchina è controllata da un personal computer con software dedicato, in grado di interpretare i più comuni formati di disegno CAD, e collegato in rete mediante FTP. Computer ed elettronica di controllo sono alloggiati in un rack che ne rende agevole la collocazione e l'utilizzo. La semplicità d'uso ne consente l'affidamento, previo breve addestramento, al personale tecnico TNG per la produzione delle maschere anche nel corso di un run di osservazione. La microfresatrice e relativi accessori si trovano attualmente al TNG, dove è prevista l'installazione nel prossimo mese di giugno 2000.

Le varie operazioni necessarie alla creazione delle maschere, fino al montaggio in LRS, sono riassunte in Fig. 2. Il primo passo è rappresentato dalla progettazione delle maschere multi-fenditura a partire da immagini a breve posa ottenute con lo stesso LRS. Questa procedura fornisce le migliori garanzie per una correzione adeguata delle distorsioni ottiche nel calcolo delle posizioni. Il software per la progettazione delle maschere (Interactive Mask Design Interface, IMDI) è stato scritto interamente in linguaggio IDL per una completa integrabilità nell'ambiente TNG, e tenendo conto sia dell'esperienza di osservazione MOS con altri telescopi (NTT, VLT), sia di precedenti esperienze nella realizzazione di interfacce utente per TNG. Il software IMDI (v. Fig. 3) consente una selezione grafico/interattiva degli oggetti/fenditure,

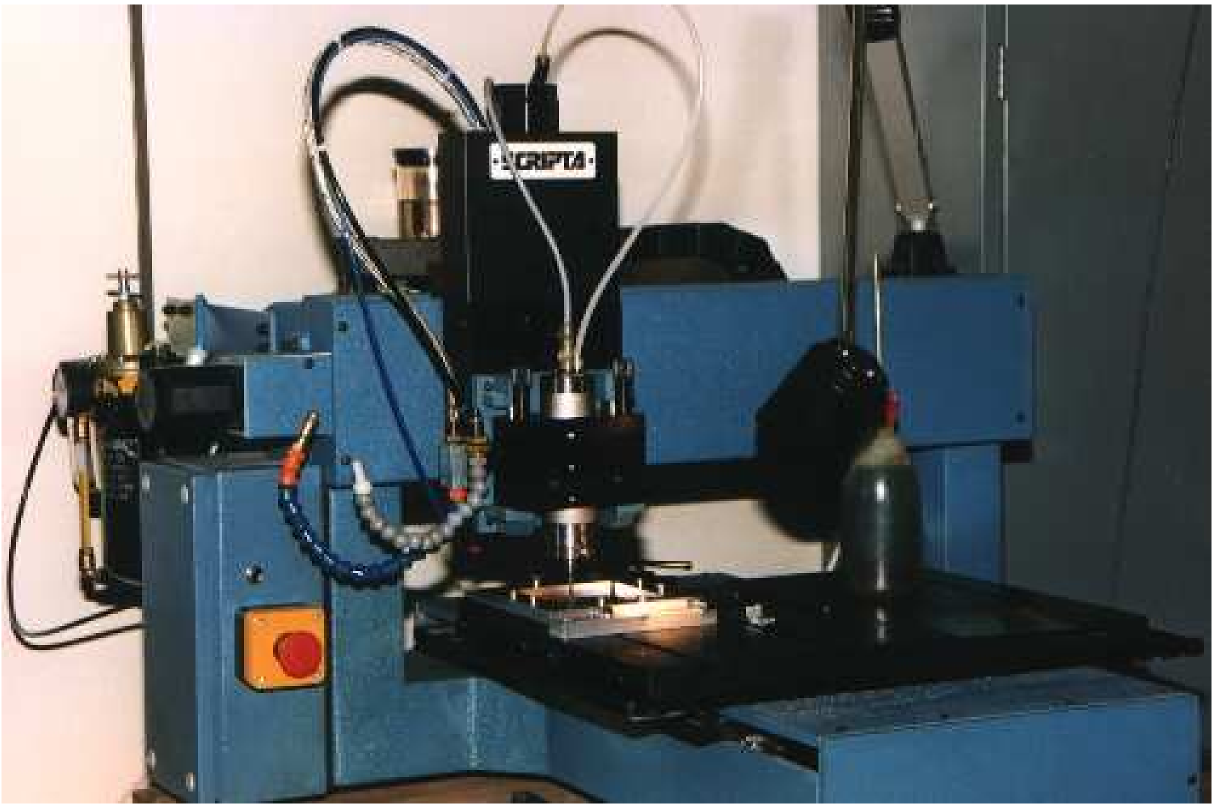

Figure 1: La microfresatrice a controllo numerico SCRIPTA CN510 utilizzata per la produzione di maschere multislit.

con un controllo in tempo reale della sovrapposizione degli spettri, e produce i disegni delle maschere tenendo naturalmente conto delle trasformazioni di scala e distorsioni geometriche di LRS. Questa interfaccia consente all'astronomo la progettazione delle maschere MOS anche nel proprio istituto; l'output consiste in un semplice file (di testo) CAD trasferibile a La Palma via rete per la perforazione delle maschere. Per ogni maschera vengono inoltre prodotti dei files di documentazione contenenti le informazioni da includersi negli "header FITS" degli spettri ottenuti.

La produzione delle maschere avviene al TNG a cura del personale, nei giorni precedenti le osservazioni. I files prodotti dall'astronomo, contenenti i disegni delle maschere, vengono importati nel computer di controllo e utilizzati per la perforazione delle fenditure su maschere in bronzo fosforoso e/o ottone dello spessore di 0.2 mm. Dopo un breve trattamento (lavaggio in vasca a ultrasuoni, annerimento) le maschere vengono montate all'interno di LRS mediante opportune piastre di fissaggio, che vengono posizionate sul piano focale dal software di controllo di LRS esattamente come avviene per la fenditura lunga. La qualità della micro-fenditure nelle maschere MOS risulta confrontabile con quella ottenuta con metodi meccanici in altri osservatori (es. EMMI a NTT). Vari test hanno mostrato un parallelismo dei bordi migliore di $\pm 3\mu$m per una lunghezza di 20 arcsec, con una micro-rugosità inferiore a $\pm 3\mu$m (rms) dopo il lavaggio a ultrasuoni. Una qualità ancor più elevata si potrebbe ottenere in futuro con laser di ultima generazione, a fronte di un impegno finanziario circa un ordine di grandezza superiore a quello del presente progetto, e della disponibilità di un locale dedicato.

Il puntamento non presenta particolari difficoltà, in quanto assimilabile al posizionamento in fenditura di un oggetto astronomico nel caso di una fenditura singola orientata arbitrariamente. Nel 1999 sono stati effettuati dei test in cielo della MM-MOS usando lo spettrografo AFOSC (Asiago Faint Object Spectrograph and Camera) come modello operativo di LRS Questi test

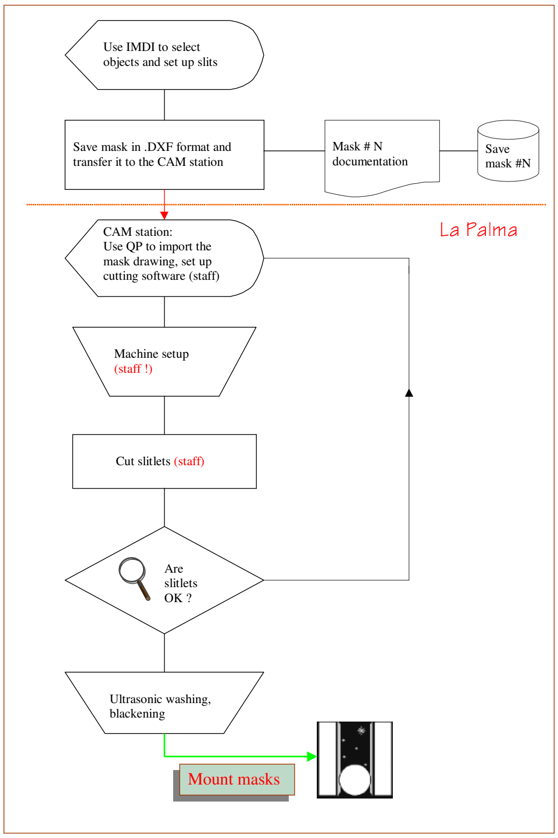

Figure 2: Diagramma di flusso delle varie operazioni necessarie alla produzione delle maschere MOS, dalla progettazione al montaggio al telescopio.

(a cui hanno collaborato il Dr. Claudi e il Sig.Traverso dell'Osservatorio di Padova) hanno permesso di affrontare e risolvere vari problemi, quali la correzione delle distorsioni ottiche e l'allineamento e puntamento in cielo, con lo sviluppo del relativo software (incluso un prototipo di interfaccia utente per il puntamento MOS).

3 Sviluppo temporale del progetto e rendiconto finanziario

Dovendo realizzare un "modo osservativo" dello spettrografo a bassa risoluzione, il progetto MM-MOS si è posto l'obiettivo di rendere disponibile la modalità MM-MOS fin dall'inizio dell'operatività di LRS. La cronologia dei principali interventi è sintetizzata in Tabella 1. Tecnicamente, le parti meccaniche ed elettroniche erano collaudate e disponibili sin dalla fine del 1998. Tuttavia, in attesa del completamento dello spettrografo, è risultato preferibile effettuare in Italia numerosi test sulla qualità delle maschere.

Tabella 2 riassume le spese effettuate dal progetto MM-MOS. La maggior parte dei fondi utilizzati proviene dal Contratto CNR N.9600410M5, resp. Dr.ssa P. Focardi (101 Ml lire). I fondi originariamente attribuiti dal C.R.A. al progetto (50 Ml) sono stati integralmente riassegnati ad altro progetto. Fondi richiesti successivamente sono stati conglobati nel finanziamento dello spettrografo LRS e sono pertanto inclusi nel rendiconto del P.I., Dr. P. Conconi.

Oltre agli importi in tabella vanno considerate le spese effettuate su fondi LRS, per un importo complessivo di circa 13 Ml, comprendenti:

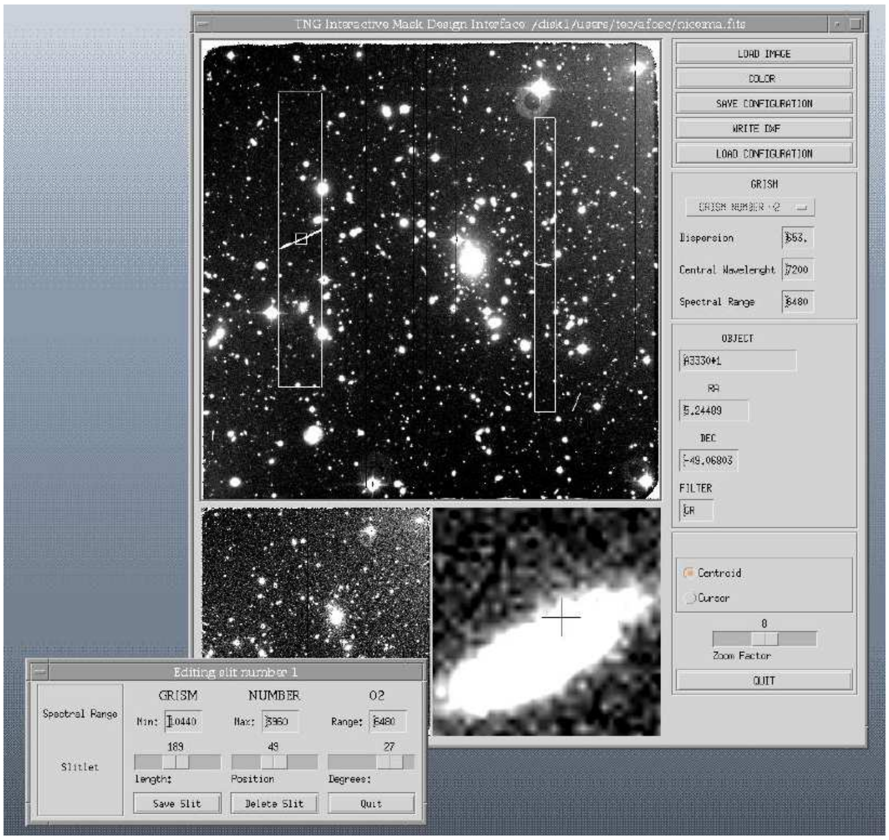

Figure 3: Esempio di utilizzo di IMDI, l'interfaccia grafica IDL per la progettazione delle maschere MOS. I rettangoli forniscono una rappresentazione schematica degli spettri, calcolata dai parametri del database di LRS. Il centro, la lunghezza e l'angolo di posizione delle fenditure sono scelte in modo interattivo sotto il controllo di algoritmi anti-sovrapposizione.

- Accessorio software per lettura di files in formato Autocad/DXF
- N.7 piastre per il montaggio delle maschere, costruite dalla ditta CINEL
- fornitura di maschere in ottone e bronzo fosforoso, ditta CINEL
- Trasporto macchina fresatrice da Bologna a Padova, ditta SAIMA
- Fornitura di microfrese destinate a La Palma, ditta SEF

Il dispositivo (ZIP backup) per il salvataggio dei dati del computer di controllo è stato acquistato su fondi dell'Osservatorio Astronomico di Bologna (0.4 Ml). Le spese di trasporto a La Palma sono state ridotte dall'opportunità di una spedizione congiunta con lo spettrografo ad alta risoluzione SARG.

Le previsioni di spesa per il prossimo futuro includono due **missioni** al TNG per due persone. La prima (giugno 2000) sarà dedicata all'implementazione della produzione di maschere MOS a La Palma, per gli aspetti meccanico-elettronico- informatici, e richiederà interazioni limitate con LRS. Nella seconda (in data da stabilirsi) sarà effettuato il commissioning della spettroscopia multioggetto al telescopio, con la messa a punto delle procedure di puntamento in cielo e allineamento delle maschere.

Table 1: Cronologia del progetto

Anno	Intervento
1995	Proposta di studio di fattibilità
1997	Acquisizione macchina microfresatrice e computer di controllo
1998	Test produzione maschere e verifiche di qualità
1998	Prototipo software per mask-design interattivo (IMDI)
1999	Realizzazione interfacce meccaniche maschere-LRS
1999	Test astronomici al telescopio 1.8m di Asiago Cima Ekar
1999	Perfezionamento IMDI e prototipo interfaccia di puntamento
2000	Trasporto a La Palma delle componenti meccaniche ed elettroniche

Table 2: Spese effettuate sul Contratto CNR/9600410M5, Resp. P. Focardi

Ditta	Importo Ml	Data	Oggetto spesa
Akis s.r.l.	78.7	10.1997	Micro-fresatrice CNC, computer, accessori
Akis s.r.l.	8.2	6.1998	Testa alta velocità (ricambio)
Di Giovanni	7.0	1.1998	Microscopio, lavaggio a ultrasuoni
Belli	2.7	3.1998	Rack per elettronica e computer
SEF Meccanotecnica	3.6	1.1998	Microfrese
Cross s.r.l.	1.7	2.1999	Microfrese

References

[1] Held E.V., Ciattaglia S.C., Giro E., Zitelli V. 2000. *Mask Mode Mos at the TNG: a flexible approach to multi object spectroscopy*, in Telescopes, instruments and data processing for astronomy in the year 2000, G. Sedmak ed., 12-15 May 1999 S.Agata (NA), Mem.S.A.It., in press.