

Relazione sintetica sul progetto **MISHA, versione 24/11/2008**  
(M. Cavenago, 28/04/2009)

1) Gli obiettivi del progetto sono ampiamente condivisibili e vanno supportati. In particolare si tratta di costruire una sorgente ECR di medio costo, ma di alte prestazioni adeguate all'avanzamento dell'adroterapia (0.5 electrical mA di C4+ con una emittanza normalizzata di 0.75 pi mm mrad, a 5 rms o equivalenti). Il gruppo di lavoro di base e' eccezionalmente qualificato e di consistenza adeguata per lo sviluppo del progetto.

Tale progetto permetterebbe di consolidare e finalizzare gli sviluppi fatti finora sulle sorgenti ECR, ed e' di estremo interesse per gli acceleratori sviluppati dall'INFN (o da collaborazioni a cui l'INFN contribuisce).

2) **Magnete.** Mentre sorgenti di piu' alto costo usano un magnete completamente superconduttore, la sorgente MISHA prospetta un sistema ibrido, basato su un solenoide superconduttore e magneti permanenti per l'esapolo. Alcune simulazioni preliminari sono incoraggianti.

Siccome un disegno dettagliato del sistema magnetico manca ancora (e richiede come spiegato dai proponenti alcuni piccoli investimenti in manutenzioni di licenze), non e' ora possibile entrare nel dettaglio del sistema magnetico.

Va comunque sottolineata la necessita di fornire oltre al disegno elettromagnetico, anche i dettagli tecnici del sistema criogenico utilizzato e della sua installazione.

Si ricorda che nella potenza elettrica totale (indicata in 50 kW) va tenuto conto del consumo della linea di analisi del fascio, ma comunque siamo sotto un ragionevole limite (che indicherei in circa 100 kW).

3) **Microonde.** Sorpende, ma e' interessante, la limitazione della potenza installata (500 W a 17.6 GHz e 500 W a 18 GHz). Estremamente interessante il sistema a due frequenze **tunabili** e gli spunti di discussione sul miglior accoppiamento ottenibile delle microonde al plasma [Alton, et al]. Va pero' ricordato che la descrizione dell'accoppiamento plasma/microonde e' un difficile problema di fisica matematica, su cui pochi studi adeguati sono apparsi nei molti anni di sviluppo delle sorgenti ECR, anche nel limite di bassa potenza; inoltre la presenza di turbolenza rf (che aumenta con la potenza) complica ulteriormente il quadro teorico [Wieseman, Elizarov, Kawai]. In ogni caso, la sperimentazione del sistema di microonde prospettato si preannuncia estremamente proficua.

Inoltre la limitazione prospettata sulla potenza rf rende il raffreddamento della camera del plasma piu' semplice ed affidabile.

4) Estrazione. Il voltaggio di 40 kV appare fattibile (anche se comporta rispetto a 30 kV un probabile aumento dei costi degli alimentatore della linea di analisi) e offre dei vantaggi nel controllo della carica spaziale. I proponenti notano correttamente che l'estrazione e' un campo su cui concentrare uno studio dettagliato delle geometria degli elettrodi. Infatti se e' ben noto che per un plasma di limitata temperatura un angolo di estrazione tra i 67 e 75 gradi e' ottimale, le particolari condizioni di un plasma ECR ottimizzato (campo magnetico, possibile turbolenza, alta densita' di corrente) meritano

quache ulteriore attenzione. In una prima fase, si consiglia che i proponenti indichino un disegno di massima dell'estrattore (e della linea di analisi del fascio), delle parti non modificabili per ragioni pratiche e/o economiche, e delle parti che saranno oggetto di eventuali ottimizzazioni. Questo al fine di una valutazione sia dei costi sia dei tempi.

4.1) Dal layout, appare evidente che la linea di analisi non e' minimale, almeno in dimensioni. Va indicato se tale linea e' relativa solo alle prove preliminari, o necessaria in una installazione definitiva.

5) I costi appaiono piuttosto elevati, ma dato lo stato di sviluppo della proposta, e' difficile pensare ad una quantificazione veramente dettagliata. Va comunque tenuto conto che trattandosi di un prototipo i costi di alcune parti (magnete ad esempio) devono includere necessariamente un margine di incertezza.

6) **Considerazioni generali:** e' evidente che un progetto come MISHA offre un grossa opportunita' di sviluppare ulteriormente la fisica e la tecnologia delle sorgente di ioni ECR, con interessante soluzioni (magnete ibrido superconduttore-magneti permanenti, microonde a due frequenze, etc).

Referenze su turbolenza e microonde

G. Alton Rev. Sci. Instrum., Vol. 69, No. 6, June 1998, p 2305

K. Wiesemann Rev. Sci. Instrum. 79, 02B506 2008

L.I. Elizarov et al. Rev. Sci. Instrum. 77, 03A327 2006

Y. Kawai et al. Plasma Sources Sci. Technol. 10 (2001) 451-458