

**Candidato:** Emanuele Papini

**Titolo della tesi:** "Simulazioni numeriche di Riconnessione Magnetica veloce in regime magnetoidrodinamico resistivo"

**Relatore:** Dott. Simone Landi ([slandi@arcetri.astro.it](mailto:slandi@arcetri.astro.it))

È oggetto della tesi lo studio, attraverso modelli fluidi magnetoidrodinamici, del fenomeno della riconnessione magnetica in presenza di uno strato di corrente immerso in un plasma resistivo.

La riconnessione magnetica è un meccanismo fondamentale per poter spiegare quei fenomeni che si osservano sia in ambienti astrofisici (come brillamenti, eiezione di massa coronale, riscaldamento coronale, sia per il Sole che per le altre stelle) che nei plasmi di laboratorio (come i *sawtooth-crashes* nei *tokamak's*).

Siamo interessati in particolare a sondare quei meccanismi che s'innescano in ambienti a bassa resistività magnetica e con valori elevati del numero di Lundquist, e che permettono la trasformazione dell'energia contenuta nel campo magnetico in calore e energia cinetica, con una rapidità paragonabile a quella osservata in natura. Nel nostro lavoro abbiamo focalizzato la nostra attenzione sugli strati di corrente, poiché sono i luoghi naturali in cui si osserva la riconnessione, concentrandoci sulle instabilità che possono caratterizzarli e selezionando l'instabilità di plasmoide come la più promettente per spiegare la rapidità del fenomeno.

Per compiere questo studio è stato utilizzato come principale strumento d'indagine un codice numerico, da noi sviluppato, che integra le equazioni magnetoidrodinamiche non lineari e comprimibili. Per la natura stessa del fenomeno da riprodurre il codice deve utilizzare tecniche numeriche ad alta precisione e in modo estremamente efficiente, a causa dell'elevata risoluzione spaziale richiesta. Per questo motivo è stato anche necessario ricorrere alla parallelizzazione MPI.

Per poter "ingrandire" la regione dello strato di corrente abbiamo utilizzato il *metodo delle caratteristiche* per descrivere le condizioni al bordo, in modo da avvicinarlo e avere nel contempo un buon controllo dei flussi in ingresso nel sistema.

Nelle simulazioni si parte da uno stato di equilibrio di pressione iniziale per lo strato di corrente, viene inserito un *rumore bianco* nella velocità e il sistema viene lasciato libero di evolvere, selezionando così le perturbazioni con i modi più instabili.

Le simulazioni eseguite hanno permesso di riscontrare nell'instabilità di plasmoide la dinamica e le strutture previste dagli studi teorici precedenti condotti in regime lineare ed incompressibile: la formazione e la crescita dei plasmoidi nello strato di corrente, la loro espulsione, la saturazione e la coalescenza, infine la formazione di strutture a catena nello strato di corrente. È stato possibile osservare anche le interazioni fra le diverse strutture e il loro ruolo nell'evoluzione dell'instabilità.

Da un punto di vista quantitativo abbiamo osservato come l'andamento dei tassi di crescita dell'instabilità misurato nelle nostre simulazioni in funzione del numero di Lundquist, sia in ottimo accordo con quanto previsto dalla teoria, anche in regimi di plasma rilevanti per fenomeni di carattere astrofisico.