

Evoluzione dei campi magnetici in plasmi relativistici astrofisici

La materia barionica dell'Universo si trova per la quasi totalità in forma di plasma, ovvero di gas ionizzato dove le cariche in movimento interagiscono tra loro tramite le correnti autogenerate ed i relativi campi magnetici all'interno di un mezzo altamente conduttivo. L'energia contenuta nel plasma in termini di campo magnetico è spesso paragonabile all'energia cinetica e/o termica del plasma stesso, e molti fenomeni violenti osservati sono imputabili al rilascio improvviso di energia magnetica. Tra questi, uno dei più importanti, è senza dubbio l'accrescimento intorno a un buco nero rotante che porta alla formazione di intensi jet osservati nel radio. In questo sistema la presenza di un intenso campo magnetico è fondamentale per due motivi: da un lato si ritiene che i campi magnetici rappresentino probabilmente l'unica sorgente d'instabilità che riesce a innescare la turbolenza che porta all'accrescimento; dall'altro la torsione delle linee di campo permette l'estrazione di energia rotazionale dal buco nero alimentando i getti. Per questi motivi, è fondamentale l'esistenza di un meccanismo in grado di amplificare i campi fino agli intensi valori richiesti (10^3 G). Generalmente, questo avviene tramite la conversione di energia cinetica in energia magnetica, un processo noto col nome di dinamo, alla base ad esempio del ciclo di attività magnetica solare. Nei tipici plasmi astrofisici questi processi di dinamo sono dovuti alla presenza di fluttuazioni su piccola scala. Il regime di turbolenza magnetoidrodinamica (MHD) permette l'accoppiamento tra fluttuazioni di velocità e campo magnetico. Il risultato di questa correlazione porta alla formazione di una forza elettromotrice in grado di amplificare i campi magnetici. Questa teoria prende il nome di dinamo di campo medio.

Oltre agli AGN, un altro campo di applicazione della dinamo operante in plasmi relativistici di oggetti compatti è sicuramente quello delle (proto)-stelle di neutroni, per cui ancora resta da spiegare l'origine del loro campo magnetico interno e coronale che può arrivare fino a 10^{15} G (magnetar), come rivelato da enormi flare osservati nei raggi gamma.

La mia attività di ricerca prevede principalmente lo studio dei meccanismi di amplificazione dei campi magnetici negli oggetti compatti (buchi neri e stelle di neutroni) con lo scopo di realizzare modelli numerici in grado di spiegare alcune evidenze osservative.