

Introduzione

Il lavoro presentato in questa tesi è il frutto di più di un anno di attività sperimentale svolta nell'ambito di un nuovo esperimento in corso presso il radiotelescopio 'Croce del Nord' di Medicina (BO), il cui obiettivo è investigare l'intervallo critico dei periodi di spin di una stella a neutroni. Durante questo periodo il candidato ha fatto parte del gruppo di lavoro che ha completato le calibrazioni e messo in moto l'esperimento. Il contributo originale presentato in questa tesi si può suddividere in due parti: a) progettazione e implementazione di un sistema di archiviazione e visualizzazione dei dati in tempo reale, b) progettazione e messa a punto di un sistema di individuazione automatica delle interferenze.

Sin dai tempi della loro scoperta, le pulsar hanno costituito un interessante laboratorio di fisica e astrofisica. Grazie alle loro caratteristiche così fuori dall'ordinario, elevatissime densità, periodi rotazionali brevissimi ed eccezionalmente stabili, esse ci danno l'opportunità di studiare fenomeni in condizioni estreme e non riproducibili in laboratorio. Osservazioni di pulsar hanno contribuito ad approfondire la fisica delle stelle a neutroni, l'evoluzione stellare, l'evoluzione dei sistemi binari, e hanno fornito importantissime conferme della teoria della Relatività Generale.

Fra le scoperte di maggiore rilievo in questo campo vanno ricordate la scoperta della Crab pulsar, associata ad un resto di supernova di origine recente (della quale esiste traccia negli scritti cinesi di circa mille anni fa), che fornisce una soddisfacente evidenza del meccanismo di formazione di una neutron star; la scoperta di discontinuità nel periodo di rotazione di alcune pulsar (glitch) importante nello studio della struttura interna delle stelle a neutroni; la scoperta e le osservazioni di timing della pulsar binaria PSR 1913+16 che hanno consentito la misura accurata di effetti previsti dalla Relatività Generale.

Ma indubbiamente una delle pietre miliari della astrofisica delle pulsar è stata la scoperta della prima millisecond pulsar, la PSR 1937+21 con un periodo di rotazione di 1.5 ms. Da allora il modo con cui vengono osservate e cercate le pulsar è

notevolmente cambiato e si sono rese necessarie apparecchiature sempre più sofisticate e precise. Ma anche le implicazioni fisiche dell'esistenza di questi oggetti sono notevoli. In base a semplici considerazioni fenomenologiche infatti, si può facilmente vedere come la materia costituente questi oggetti si trovi in condizioni estreme. Applicando la condizione classica di stabilità centrifuga:

$$\frac{GM}{R^2} \geq \omega^2 R$$

alla PSR 1937+21 ($P=1.5$) si ricava per la densità $\rho \geq 7 \cdot 10^{14}$ gr cm⁻³. Quindi, accettata l'ipotesi di 'pulsazione dovuta a rotazione', questo oggetto mostra l'evidenza diretta di una densità neutronica. Adottando il valore 'canonico' di 1.4 masse solari (valore confermato dalle osservazioni della PSR 1913+16) e utilizzando la densità sopra ricavata si trova conferma che il raggio della stella è dell'ordine di una decina di chilometri, il che implica una velocità tangenziale di circa il 15% della

Ci si chiede allora fino a che punto possa ruotare rapidamente una stella a neutroni: può scendere al di sotto di 1.5 ms? Esiste una vasta letteratura riguardante il periodo limite di una neutron star e le implicazioni sulla equazione di stato della materia ultradensa. Da una rassegna di quest'ultime risulta che il periodo limite possa variare tra 0.6 ms e 1.5 ms.

Nonostante ciò, ancora oggi non esiste una determinazione sperimentale attendibile del periodo limite delle pulsar. Tutte le survey effettuate fino ad oggi, a causa di inevitabili compromessi tecnici, avevano un cutoff di sensibilità attorno a 1.5 ms che coincide proprio con il periodo della pulsar più veloce oggi conosciuta.

L'esperimento da poco in corso a Medicina è stato concepito proprio per investigare l'intervallo critico dei periodi di spin delle neutron star (< 1.5 ms).

Nei capitoli 1 e 2 è presentata una rassegna degli aspetti fenomenologici e osservativi delle pulsar e delle millisecond pulsar. Nel capitolo 3 è descritto a grandi linee l'esperimento di Medicina. Nei capitoli 4 5 e 6 è descritto il contributo originale all'esperimento fornito dall'autore del lavoro di tesi. Il contenuto di questi ultimi è oggetto di tre Rapporti IRA (S. Pronti e N. D'Amico Rapp Int IRA n 241/97, n 242/97 e n 243/97), e di un articolo presentato ad un recente congresso a Tokyo (D'Amico *et al.* 1997a) di cui il candidato è coautore.

