

Pulsar-Timing mit dem 800-1250 MHz Empfänger am Radioteleskop Effelsberg

C. Lange, N. Wex
Max-Planck-Institut für Radioastronomie

8. Oktober 1998

Sub-GHz Pulsar-Timing

Mit dem *EBPP* Pulsar Back-End erreichen die Timingbeobachtungen von Millisekundenpulsaren am Radioteleskop Effelsberg eine Präzision bis zu $1 \mu\text{s}$ und besser. Auf dieser Zeitskala stellen zeitabhängige Verzögerungen durch das interstellare Medium einen signifikanten Einfluß dar. Diese Verzögerungen sind frequenzabhängig und lassen sich durch Beobachtungen bei mehreren Frequenzen korrigieren. Daher ist für systematisches Pulsar-Timing die Verwendung von Daten bei verschiedenen Frequenzen erforderlich.

Regelmäßige Timingbeobachtungen werden in Effelsberg bei 1.41 GHz durchgeführt. Diese Frequenz hat sich als für unsere Zwecke sehr geeignet erwiesen. Unsere Möglichkeiten eine weitere Frequenz für Timingbeobachtungen zu benutzen waren durch die bisher in Effelsberg verfügbaren Empfänger stark eingeschränkt. Als Alternative wurde zunächst die 1.7 GHz Frequenz des 1.3–1.7 GHz-Empfängers benutzt. Nachdem sich die Störsituation hier jedoch stark verschlechtert hat, sind wir auf Beobachtungen mit dem neuen 2.7 GHz Empfänger ausgewichen. Dies ist jedoch problematisch, da Millisekundenpulsare bei dieser Frequenz typischerweise nur etwa die Hälfte ihrer Leuchtkraft bei 1.41 GHz haben. Dies vermindert die Qualität der Timingdaten entsprechend.

Die Nutzung einer Frequenz deutlich unterhalb 1 GHz für Timing in Effelsberg, bietet prinzipiell die Möglichkeit, Daten vergleichbarer Qualität über ein ausreichendes Frequenzband zu erhalten. Um abzuschätzen, ob und wie gut dieses Ziel mit dem neuen 800-1250 MHz-Empfänger erreicht werden kann, haben wir am 05.10.1998 einen Test dieses Empfängers durchgeführt.

Ergebnisse der Testbeobachtungen

Im Rahmen dieses Testes wurden zwei Millisekundenpulsare beobachtet. Zunächst wurden zwei Scans mit fünf Minuten Integrationszeit von J1939+2134 aufgenommen. Diese Quelle ist mit einer Periode von 1.55 ms der schnellste bekannte Pulsar. Daraufhin wurde J1012+5307 bei 870 MHz (drei 5-Minuten Scans) und bei 1220 MHz (zwei 5-Minuten Scans) beobachtet. Hierbei handelt es sich um einen Millisekundenbinärpulsar mit einer Umlaufperiode von etwa 14 Stunden. Beide Pulsare werden im Rahmen des Timings in Effelsberg regelmäßig beobachtet, so daß ein großer Vergleichsdatensatz existiert. Als Back-End wurde, wie bei den regelmäßigen Timingbeobachtungen, der *EBPP* verwendet.

Als Beobachtungsfrequenz für J1939+2134 wurde 870 MHz ausgewählt. Abb.2 zeigt ein gutes Signal-zu-Rausch Verhältnis (SNR) des Profils, das sich bereits nach 10 Minuten Integrationszeit ergibt. Um dieses SNR bei 2.7 GHz zu erhalten, müßte man mehr als 10 Stunden integrieren. Es ergibt sich ein Timingfehler von etwa $0.165 \mu\text{s}$ pro 5-Minuten-Scans bei 870 MHz. Typische Fehler von Fünf-Minuten Scans, die mit dem 2.7 GHz Empfänger aufgenommenen wurden, liegen bei etwa

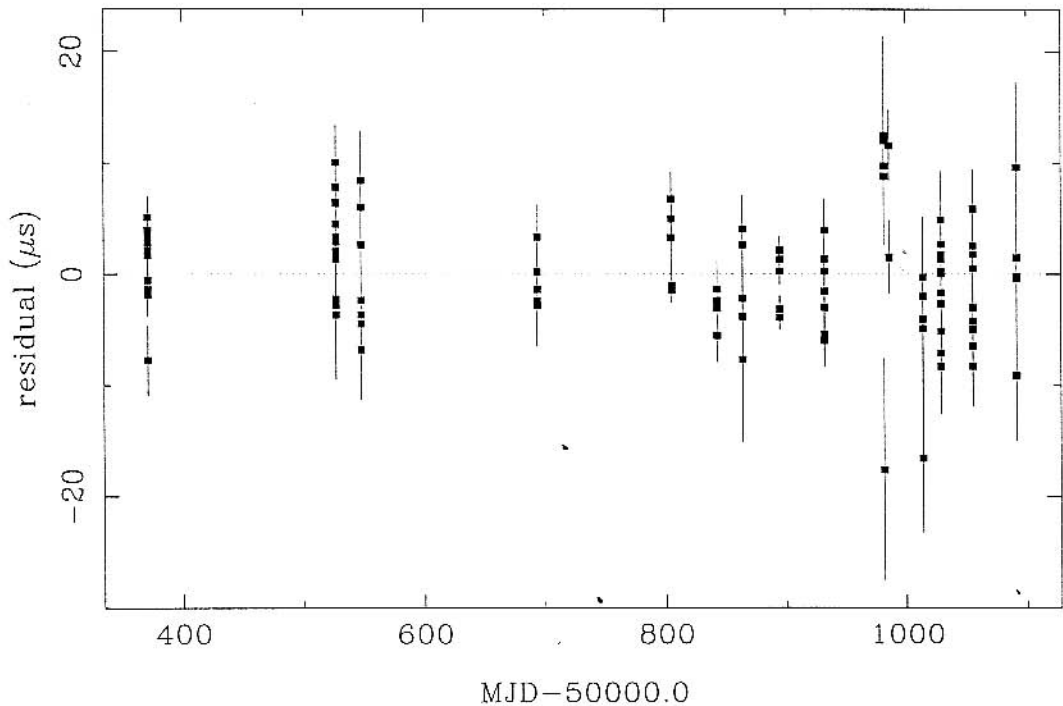


Abbildung 1: Abweichungen von J1012+5307 von dessen Timingmodell

1.5 μs und sind somit deutlich schlechter. Zum Vergleich: Die Fehler bei 1.41 GHz variieren von 0.1 μs zu 0.4 μs . Das gute Alignment, das mittels eines Timingmodells erzielt wurde, läßt annehmen, daß keine starken systematischen Verzögerungen existieren.

Abb.3 zeigt, daß J1012+5307, wie schon J1939+2134, bei den gemessenen Frequenzen mit gutem SNR beobachtet wurde. Auch hier ist das 2.7 GHz Profil über deutlich längere Zeit integriert. Der Fehler in der Ankunftszeitbestimmung beträgt bei 870 bzw. 1220 MHz etwa 6 μs pro Scan. Typische Fehler bei entsprechenden 2.7 GHz Daten liegen um 10 μs , während 1.41 GHz Scans bei dieser Quelle mit etwa 4 μs Fehler etwas besser abschneiden. In Abb.1 entsprechen die letzten Punkte den Beobachtungen bei 870 MHz und 1220 MHz. Es fällt auf, daß die Timingpunkte nah am Mittelwert liegen. Ausserdem liegt die Streuung aller Punkte untereinander innerhalb der Fehlergrenzen. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß die Fehler auf keinen Fall unterschätzt sind.

Zusammenfassung

Der Test der Verwendbarkeit des neuen 800-1250 MHz Empfängers in Effelsberg für Timingbeobachtungen ist durchweg positiv verlaufen. Es hat sich gezeigt, daß dieser Empfänger bei beiden beobachteten Pulsaren Timingdaten von ähnlicher Qualität liefert, wie der 1.41 GHz Empfänger. Wenn der Zeitpunkt der Beobachtung, etwa bezüglich der Störsituation, typisch war, kann der neue Empfänger eine wesentliche Ergänzung für das Timing in Effelsberg werden.