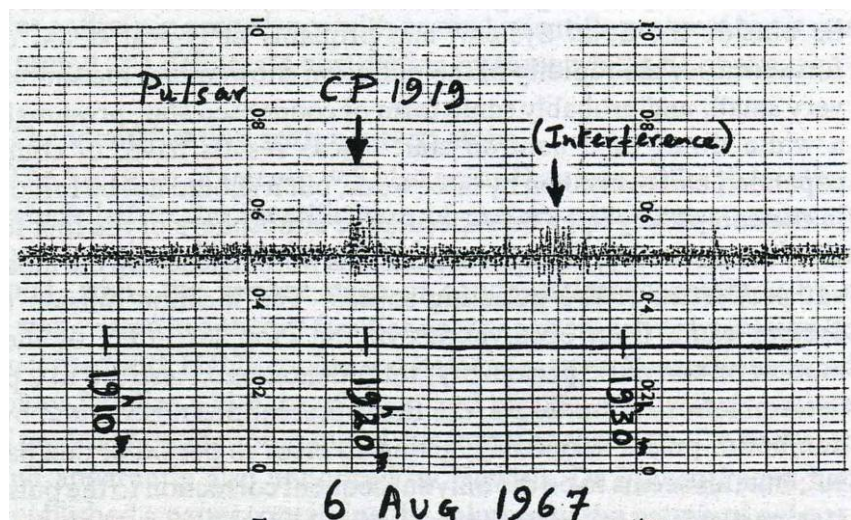


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΠΑΛΜΩΝ ΑΠΟ ΑΣΤΕΡΕΣ ΝΕΤΡΟΝΙΩΝ



Διπλωματική εργασία της: Αναστασίας Μαγδαληνή
Α.Μ. : 4120

Επιβλέπων: Ν.Στεργιούλας

Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2007

**Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές μου
κ. Νικόλαο Στεργιούλα και κ. Γιάννη Χ. Σειραδάκη
για την πολύτιμη συνεργασία και συμβολή τους στην εκπόνηση
της διπλωματικής μου εργασίας.**

Περιεχόμενα:

1.Θεωρητική εισαγωγή

- 1.1 Αναζήτηση αστέρων νετρονίων**
- 1.2 Περίοδος**
- 1.3 Εκπομπή στις διάφορες συχνότητες**
- 1.4 Το ραδιοφωνικό φάσμα των pulsars**
- 1.5 Χαρακτηριστικά των ραδιοφωνικών παλμών – Τα ολοκληρωμένα προφίλ**
- 1.6 Χαρακτηριστικά των παλμών – Οι μεμονωμένοι παλμοί**
- 1.7 Γαλαξιακή κατανομή**
- 1.8 Δομή των pulsars**
- 1.9 Μαγνητικά πεδία**
- 1.10 Εκπομπή ακτινοβολίας**

2.Επεξεργασία δεδομένων

- 2.1.Καταγραφή των δεδομένων**
- 2.2 Στόχοι – δεδομένα**
- 2.3. Το πρόγραμμα JHSPULS**
- 2.4. Προσθήκη νέων υποπρογραμμάτων στο κυρίως πρόγραμμα**
- 2.5 Κώδικες των υποπρογραμμάτων**

3.Ανάλυση δεδομένων

- 3.1 Μεταβολή της απόστασης των κορυφών του προφίλ ως προς τη συχνότητα**
- 3.2 Μεταβολή του λόγου των υψών των κορυφών ως προς τη συχνότητα**
- 3.3 Μεταβολή της απόστασης των κορυφών του προφίλ σε σχέση με τη μεταβολή της απόστασης των αντίστοιχων υποπαλμών στους μεμονωμένους παλμούς ανάμεσα σε δύο συχνότητες**

4.Θεωρητική ερμηνεία των αποτελεσμάτων

- 4.1 Μεταβολή της απόστασης των κορυφών του προφίλ ως προς τη συχνότητα**
- 4.2 Μεταβολή του λόγου των υψών των κορυφών ως προς τη συχνότητα**
- 4.3 Μεταβολή της απόστασης των κορυφών του προφίλ σε σχέση με τη μεταβολή της απόστασης των αντίστοιχων υποπαλμών στους μεμονωμένους παλμούς ανάμεσα σε δύο συχνότητες**

Κεφάλαιο 1^ο : Θεωρητική Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί μια σύνοψη των βασικών χαρακτηριστικών και θεμάτων που σχετίζονται με τους αστέρες νετρονίων. Η περίληψη αυτή στηρίζεται κυρίως στις αναφορές [7], [8], [9] και [10].

Η ύπαρξη των αστέρων νετρονίων είχε θεωρητικά προβλεφθεί πολύ πριν από την ανακάλυψή τους. Το 1934, δύο αστρονόμοι, οι Walter Baade και Fritz Zwicky πρότειναν την ύπαρξη ενός νέου τύπου αστέρα που αποτελούνταν από νετρόνια, είχε πολύ μικρή ακτίνα και εξαιρετικά μεγάλη πυκνότητα. Σήμερα γνωρίζουμε ότι οι αστέρες νετρονίων αποτελούνται από την πιο συμπαγή μορφή ύλης η οποία μπορεί να περιγραφεί με γνωστούς νόμους της Φυσικής. Οι αστέρες αυτοί έχουν βγει από την κύρια ακολουθία, δηλαδή δεν συμβαίνουν θερμοπυρηνικές αντιδράσεις στο εσωτερικό τους. Η βαρυτική πίεση στους αστέρες αυτούς εξισορροπείται από την πίεση των εκφυλισμένων νετρονίων. Τα νετρόνια ανήκουν στην οικογένεια των φερμιονίων και η πίεση που ασκούν για να αντισταθμίσουν τη βαρύτητα στο εσωτερικό των αστέρων νετρονίων οφείλεται σε κβαντομηχανικά φαινόμενα και περιγράφεται με την αρχή του Pauli και την αρχή της αβεβαιότητας του Heisenberg. Στην τελική αυτή κατάσταση των αστέρων νετρονίων καταλήγουν αστέρες των οποίων η μάζα κατά την εγκατάστασή τους στην κύρια ακολουθία κυμαίνεται μεταξύ 8 και 20 M_{H} . Η μέση τιμή της μάζας τους είναι 1-2 M_{H} , η μέση πυκνότητά τους $\sim 10^{14} \text{ g/cm}^3$ και η μέση θερμοκρασία στο εσωτερικό τους $\sim 10^7 \text{ K}$.

Το γνωστό «τρεμόπαιγμα» των ορατών άστρων, το οποίο προκαλείται από διαθλάσεις του φωτός προς τυχαίες διευθύνσεις στη γήινη ατμόσφαιρα, εκδηλώνεται και στον τομέα της ραδιοαστρονομίας και οφείλεται σε τρεις διαφορετικούς λόγους: στην γήινη ιονόσφαιρα, στο ιονισμένο αέριο του ηλιακού συστήματος και στο ιονισμένο αέριο του Γαλαξία. Και στις τρεις περιπτώσεις, τα ραδιοκύματα που εκπέμπονται από κάποια μακρινή πηγή διασχίζουν προτού φτάσουν στον παρατηρητή ένα μέσο με μεταβαλλόμενους δείκτες διάθλασης, γεγονός που προκαλεί παρεμβολές και μεταβολές στην ισχύ του σήματος. Η μελέτη του μεσοαστρικού σπινθηρισμού οδήγησε στην ανακάλυψη των pulsars. Ο Antony Hewish και η Jocelyn Bell κατασκεύασαν έναν μεγάλο δέκτη – στο συγκριτικά μεγάλο μήκος κύματος των 3.7m – δημιουργώντας ένα τηλεσκόπιο ευαίσθητο σε ασθενείς σημειακές πηγές. Σε αυτό το μεγάλο μήκος κύματος η επίδραση του μεσοαστρικού σπινθηρισμού είναι σημαντική αλλά εμφανίζεται μόνο για ραδιοπηγές με πολύ μικρή γωνιακή διάμετρο, π.χ. quasars. Οι παρατηρήσεις που επρόκειτο να κάνουν βασίζονταν σε μια επαναλαμβανόμενη έρευνα του ουρανού χρησιμοποιώντας το δέκτη με μικρή χρονική απόκριση, έτσι ώστε να είναι δυνατή η παρακολούθηση των σπινθηρισμών. Αυτά ακριβώς τα γνωρίσματα της έρευνάς τους, δηλαδή η μικρή χρονική απόκριση και η επαναλαμβανόμενη παρατήρηση, ήταν τα δύο στοιχεία που οδήγησαν στην ανακάλυψη, στοιχεία που απουσίαζαν από τις προηγούμενες ραδιοαστρονομικές παρατηρήσεις. Ραδιοτηλεσκόπια με αρκετή ευαισθησία για την ανακάλυψη των ισχυρών τουλάχιστον pulsars υπήρχαν ήδη από τη δεκαετία του 1950. Επειδή όμως δεν ήταν γνωστές ραδιοπηγές με γρήγορες μεταβολές, οι δέκτες και οι καταγραφείς ήταν εξοπλισμένοι με σταθερές χρόνου αρκετών δευτερολέπτων έτσι ώστε να εξομαλύνουν το «θόρυβο» αυτό.

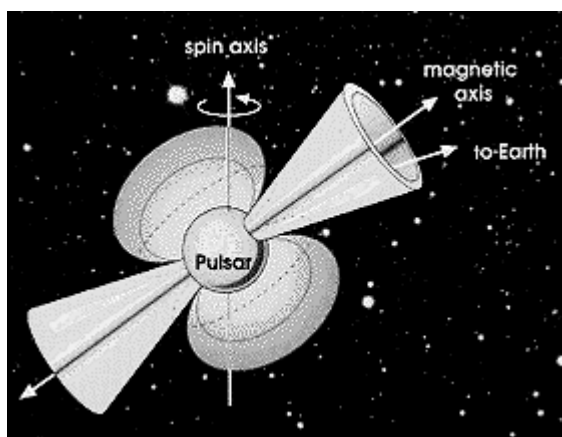
Τον Ιούλιο του 1967 και μέσα στον πρώτο μήνα μετρήσεων με το νέο τηλεσκόπιο, η Jocelyn Bell εντόπισε μεγάλες διακυμάνσεις στο σήμα οι οποίες επαναλαμβάνονταν περίπου την ίδια ώρα κάθε μέρα. Τα χαρακτηριστικά του σήματος θύμιζαν πιο πολύ παρεμβολή από τη Γη παρά μεσοαστρικό σπινθηρισμό. Για κάποιες

νύκτες το σήμα αυτό χάθηκε, αργότερα όμως επανεμφανίστηκε. Σύντομα έγινε αντιληπτό ότι οι διακυμάνσεις αυτές εμφανίζονταν 4 λεπτά νωρίτερα κάθε μέρα – όπως δηλαδή θα αναμενόταν αν παρατηρούσαν κάποια ουράνια πηγή – και ότι επρόκειτο για απίστευτα περιοδικούς παλμούς με σταθερή περίοδο περίπου 1.337 s. Η καταπληκτική ακρίβεια της περιόδου επανάληψης των παλμών καθώς και η ταχύτητα της επανάληψης υποδείκνυαν ότι η πηγή των παλμών έπρεπε να είναι μικρής ακτίνας. Μη γνωρίζοντας ακόμη τη φύση των αστέρων από τους οποίους προερχόταν η ακτινοβολία προτάθηκε η ονομασία pulsars. Ήδη από το πρώτο άρθρο, που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Nature το 1968 διατυπώθηκε η υπόθεση ότι η πηγή ήταν λευκός νάνος ή ο θεωρητικά μέχρι τότε προβλεπόμενος αστέρας νετρονίων. Ο αντίκτυπος της ανακάλυψης στη διεθνή αστρονομική κοινότητα ήταν τεράστιος. Ακολούθησε ένας χρόνος πυρετώδους παρατήρησης των pulsars προκειμένου να διαπιστωθούν τα χαρακτηριστικά τους: οι μεμονωμένοι παλμοί και υποπαλμοί, τα προφίλ των αστέρων τα οποία προκύπτουν από την πρόσθεση πολλών μεμονωμένων παλμών, η άφιξη των παλμών, η πόλωση της ακτινοβολίας, η εκπομπή σε άλλες συχνότητες, η σταθερότητα της περιόδου κ.α. Η εντυπωσιακή ροή των νέων παρατηρησιακών δεδομένων κατά τη διάρκεια των ετών 1968-1969 έδωσε στους θεωρητικούς φυσικούς τη δυνατότητα να διατυπώσουν διάφορες ερμηνείες του φυσικού αυτού φαινομένου.

Ως πιθανότεροι μηχανισμοί παραγωγής των παλμών θεωρήθηκαν οι ταλαντώσεις, η περιφορά των μελών ενός διπλού αστέρα και η περιστροφή. Η αρχική προσοχή συγκεντρώθηκε στις ταλαντώσεις, αν και οι παρατηρούμενες μέχρι τότε περιοδικότητες έμοιαζαν να είναι πολύ γρήγορες για λευκούς νάνους και πολύ αργές για αστέρες νετρονίων. Με την ανακάλυψη των Crab και Vela pulsars, με περιόδους 0.0331 s και 0.0892 s αντίστοιχα, απορρίφθηκε η περίπτωση ταλαντώσεων λευκών νάνων καθώς τα θεωρητικά μοντέλα προέβλεπαν ότι δεν μπορούσαν να ταλαντώνονται γρηγορότερα από 1 s. Επιπλέον, επειδή η περίοδος ταλάντωσης ενός αστέρα είναι περίπου ανάλογη με τη ρίζα του αντιστρόφου της πυκνότητας, απορρίφθηκε κάθε πρότυπο ταλαντώσεων, δεδομένου ότι οι παρατηρούμενες περίοδοι καλύπτουν δύο τάξεις μεγέθους, γεγονός που συνεπάγεται πολύ ευρεία κατανομή πυκνοτήτων που δεν μπορεί να δικαιολογηθεί από μια μόνο κατηγορία αστέρων. Το πρότυπο της περιφοράς των μελών ενός διπλού αστέρα σύντομα επίσης εγκαταλήφθηκε καθώς για τους μεν λευκούς νάνους η περίοδος περιφοράς δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 1.7 s ακόμη και εάν οι δύο αστέρες βρίσκονται σε επαφή ενώ για τους δε αστέρες νετρονίων η απώλεια ενέργειας υπό τη μορφή βαρυτικής ακτινοβολίας θα οδηγούσε σε σταδιακή μείωση της περιόδου, μείωση που έρχεται σε αντίθεση με τα πειραματικά δεδομένα. Το πρόβλημα της βαρυτικής ακτινοβολίας ξεπερνιέται εάν ως συνοδός αστέρας του αστέρα νετρονίων θεωρηθεί κάποιος αστέρας με μάζα μικρότερη από $10^{-6} M_H$. Παλιρροιακές όμως δυνάμεις θα κατέστρεφαν έναν οποιοδήποτε τέτοιο μικρό αστέρα.

Μετά την απόρριψη των προτύπων των ταλαντώσεων και των διπλών αστέρων, απέμενε ως μόνη λογική ερμηνεία της παραγωγής των παλμών η περιστροφή. Περιστρεφόμενοι λευκοί νάνοι αναμένονται να εμφανίζουν σταθερές περιόδους 1 s ή και μεγαλύτερες καθώς σε μικρότερους χρόνους περιστροφής φυγόκεντρες δυνάμεις τείνουν να τους διαλύσουν. Επιπλέον, οι λευκοί νάνοι θα ήταν εύκολα ορατοί στις υπολογισμένες αποστάσεις των κοντινότερων τέτοιων πηγών παλμών που είχαν μέχρι τότε ανακαλυφθεί. Στα μοντέλα περιστροφής η ακτίνα του αστέρα πρέπει να είναι τέτοια ώστε η ταχύτητα στον ισημερινό του αστέρα να μην ξεπερνά την ταχύτητα του φωτός. Για τον Crab pulsar, οι υπολογισμοί καταλήγουν σε μια ακτίνα μικρότερη από 1700 km. Οι αστέρες νετρονίων είναι ο μόνος γνωστός

τύπος αστέρα με τιμές ακτίνας μικρότερες από την παραπάνω τιμή. Το 1968 ο T. Gold δημοσίευσε στο περιοδικό Nature ένα μοντέλο στο οποίο οι ταχύτατα περιστρεφόμενοι αστέρες νετρονίων διαθέτουν ισχυρό διπολικό μαγνητικό πεδίο, μαγνητόσφαιρα που περιστρέφεται μαζί με τον αστέρα ενώ η πηγή των ραδιοκυμάτων βρίσκεται μέσα στη μαγνητόσφαιρα πιθανόν κοντά στον κύλινδρο φωτός (Σχήμα 1). Τόνισε επίσης ότι η απώλεια ακτινοβολίας από το δίπολο θα μείωνε την περιστροφική ενέργεια του αστέρα με αποτέλεσμα η ταχύτητα περιστροφής ολοένα να μειώνεται. Σύντομα ανακαλύφθηκε ένας ρυθμός μείωσης της περιόδου περιστροφής στον Crab pulsar. Έτσι, το πρότυπο του γρήγορα περιστρεφόμενου αστέρα νετρονίων, που πρώτος συνέλαβε ο F. Pacini (1967) και πρώτος πρότεινε ως μοντέλο ο T. Gold (1968), κέρδισε σταδιακά υποστήριξη ως η πιο απλή και η πιο ευέλικτη ερμηνεία των παρατηρούμενων φυσικών φαινομένων.

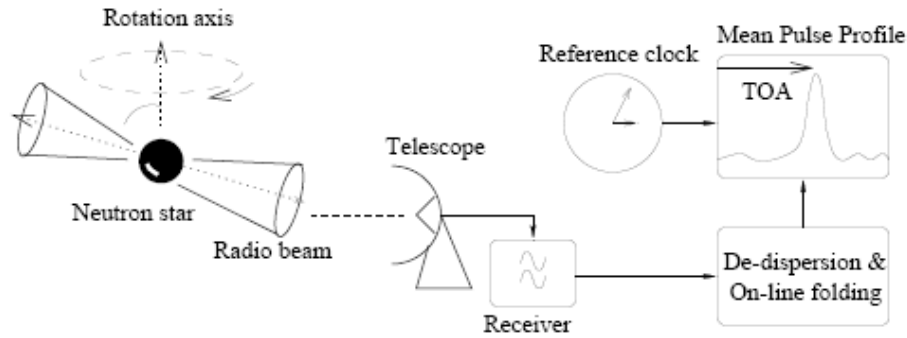


Σχήμα 1: Το μοντέλο του περιστρεφόμενου αστέρα νετρονίων. Σχήμα από αναφορά [1].

Από τις συστηματικότερες μελέτες που ακολούθησαν μετά την πρώτη ανακοίνωση της ανακάλυψης των pulsars το 1968 και μέχρι σήμερα, έχουν ανακαλυφθεί 1771 pulsars ενώ έχουν γίνει σημαντικές μελέτες για τα φυσικά τους χαρακτηριστικά, τη γέννησή τους και τη διάρκεια ζωής τους, την κατανομή τους στο Γαλαξία κ.α. Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών παρατίθενται αναλυτικά παρακάτω.

1.1 Αναζήτηση αστέρων νετρονίων

Επειδή η ενέργεια των ραδιοφωνικών κυμάτων είναι εξαιρετικά μικρή, είναι ιδιαίτερα επιθυμητή η ύπαρξη μεγάλης συλλεκτικής επιφάνειας των κεραιών που χρησιμοποιούνται. Οι παραβολικές κεραίες των οποίων το κύριο χαρακτηριστικό είναι η μεγάλη παραβολοειδής εκ περιστροφής επιφάνεια ικανοποιούν αυτό ακριβώς το κριτήριο και γι αυτό τα περισσότερα ραδιοτηλεσκόπια είναι αυτού του τύπου. Τα κύματα που προέρχονται από το άπειρο συγκεντρώνονται στην εστία της παραβολής όπου βρίσκεται το δίπολο για την παραπέρα μετατροπή των κυμάτων σε ηλεκτρικά σήματα (Σχήμα 2).



Σχήμα 2: Σχηματικό διάγραμμα λειτουργίας ενός ραδιοτηλεσκοπίου για τη μελέτη pulsars.
Σχήμα από D.R.Lorimer [8].

Σήμερα, σύμφωνα με τον κατάλογο ATNF (Australia Telescope National Facility) των pulsars, είναι γνωστοί 1771 pulsars. Ένα πολύ μικρό ποσοστό των μέχρι τώρα ανακαλυφθέντων αστερών νετρονίων ανακαλύφθηκε από την απλή καταγραφή των παλμών τους από το δέκτη. Η πλειοψηφία των pulsars έχουν σήματα πολύ ασθενή για να ανακαλυφθούν με τυχαίο τρόπο. Μετά την ανακάλυψη των πρώτων pulsars, όλοι οι υπόλοιποι ανακαλύφθηκαν αυξάνοντας την ευαισθησία με την πρόσθεση πολλών συνεχόμενων παλμών μίας δεδομένης περιόδου. Το πρόβλημα είναι βεβαίως η άγνοια εξαρχής της περιόδου του pulsar οπότε η πρόσθεση πρέπει να επαναληφθεί σε όλο το εύρος των θεωρητικά προβλεπόμενων τιμών περιόδου των pulsars. Επιπλέον, δεν είναι γνωστά ούτε το εύρος του παλμού ούτε το μέτρο της διασποράς – που δημιουργεί (βλ. παρακάτω) διαφορά στον χρόνο άφιξης των διαφορετικών συχνοτήτων – με αποτέλεσμα η έρευνα στον ουρανό για αστέρες νετρονίων να είναι μια πενταδιάστατη σύνθετη διαδικασία: η αναζήτηση γίνεται ως προς τις ουρανογραφικές συντεταγμένες (α,δ), την περίοδο (P), το μέτρο διασποράς (DM) και το εύρος του παλμού (W_e). Όταν αυτές οι παράμετροι γίνουν γνωστές, οι περαιτέρω παρατηρήσεις του αστερά είναι σχετικά εύκολες καθώς μπορούν να εφαρμοστούν τεχνικές επεξεργασίας του σήματος.

Οι pulsars μπορούν να παρατηρηθούν σε ένα μεγάλο τμήμα του ραδιοφωνικού φάσματος, συνήθως από 15m έως 3cm (δηλαδή από 20MHz έως 10GHz). Η επιλογή του καταλληλότερου μήκους κύματος για την καλύτερη ευαισθησία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες από τους οποίους εξαιρετικά σημαντικός είναι το εύρος δέσμης (beamwidth) του τηλεσκοπίου: η ευαισθησία αυξάνεται αναλογικά με το εύρος, όμως αν το εύρος είναι πολύ μεγάλο, ειδικά σε χαμηλές ραδιοφωνικές συχνότητες, το σήμα μπορεί να χαθεί λόγω διασποράς του χρόνου άφιξης των παλμών. Οι σύγχρονες τεχνικές εκμεταλλεύονται την υψηλή ευαισθησία που προκύπτει από το μεγάλο εύρος χρησιμοποιώντας μια σειρά από δέκτες στενού εύρους.

Το επίπεδο θορύβου σε ένα τυπικά μεγάλο ραδιοτηλεσκόπιο το οποίο λειτουργεί σε μήκος κύματος 1 m αντιστοιχεί περίπου σε πυκνότητα ροής της τάξεως των 100 Jy. Οι πυκνότητες ροής των παρατηρούμενων pulsars είναι κατά τέσσερις τάξεις μικρότερες. Η χρήση μεγάλου εύρους δέσμης B του δέκτη και η ολοκλήρωση των παλμών σε κάποιον χρόνο τ μειώνει το θόρυβο κατά $(B\tau)^{-1/2}$. Ένας τυπικός δέκτης π.χ. χαμηλών συχνοτήτων μπορεί να έχει εύρος 1 MHz και να χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει παλμούς περιόδου 10 ms. Για την καταγραφή ενός παλμού η ευαισθησία μειώνεται κατά $(B\tau)^{-1/2} = (10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3})^{-1/2} = 10^2$ δηλαδή το τηλεσκόπιο είναι σε θέση να καταγράψει παλμούς με πυκνότητα ροής $100/10^2 = 1$ Jy. Οι μεμονωμένοι παλμοί σπάνια είναι τόσο ισχυροί. Αν η καταγραφή όμως γίνει για μια σειρά 10000 παλμών, ο παράγοντας μείωσης του θορύβου γίνεται τώρα ίσος με:

$(B\tau)^{-1/2} = (10^6 \cdot 10000 \cdot 10 \cdot 10^{-3})^{-1/2} = 10^4$ οπότε το τηλεσκόπιο ανιχνεύει πλέον και παλμούς με πυκνότητα ροής ίση με $100/10^4 = 10^{-2}$ Jy, έχει δηλαδή επιτευχθεί η απαιτούμενη ευαισθησία

Αν και το βασικό χαρακτηριστικό του σήματος των pulsars είναι η ακριβής περίοδος, ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι η διασπορά του χρόνου άφιξης. Η διασπορά αυτή είναι ανάλογη με τη συχνότητα μέτρησης. Η ομαδική ταχύτητα v_g με την οποία ταξιδεύουν στον ιονισμένο μεσοαστρικό χώρο οι ραδιοπαλμοί δίνεται για μικρές πυκνότητες ηλεκτρονίων του μεσοαστρικού χώρου από τη σχέση:

$$v_g = c \left[1 - \frac{n_e r_o \lambda^2}{2\pi} \right]$$

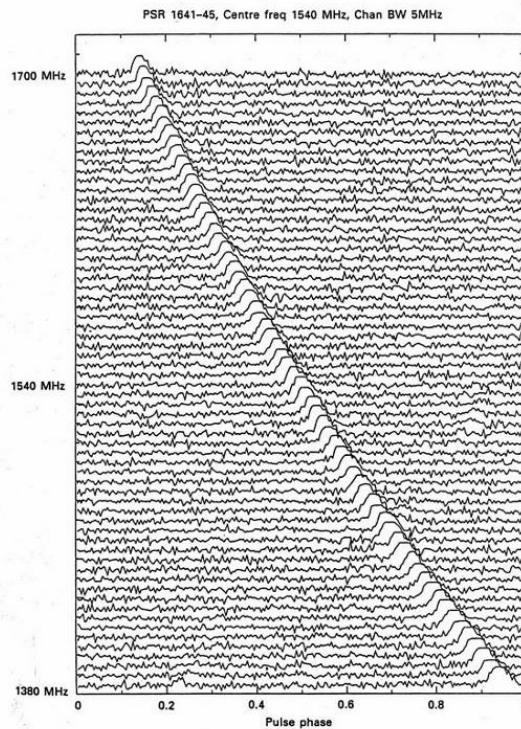
όπου r_o είναι κλασσική ακτίνα του ηλεκτρονίου και n_e η αριθμητική πυκνότητα των ηλεκτρονίων. Η καθυστέρηση του χρόνου άφιξης για μια απόσταση L είναι ίση με :

$$t = \frac{n_e r_o c v^{-2}}{2\pi} L = 1.345 \times 10^{-3} v^{-2} n_e L (s)$$

Το γινόμενο $n_e L$ είναι γνωστό ως Μέτρο Διασποράς (Dispersion Measure DM) και μετριέται συνήθως σε pc cm^{-3} . Η παραπάνω σχέση με τη συχνότητα σε MHz γίνεται ίση με :

$$t = 4.15 \times 10^3 DM v_{\text{MHz}}^{-2} (s)$$

Η εξάρτηση της παραπάνω σχέσης από τη συχνότητα παίζει μεγάλο ρόλο στην παρατήρηση των pulsars καθώς οι υψηλότερες συχνότητες φτάνουν πιο γρήγορα από τις χαμηλές. Το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται όταν χρησιμοποιείται δέκτης μεγάλου εύρους – που όπως αναφέρθηκε παραπάνω είναι απαραίτητος για να έχουμε την κατάλληλη ευαισθησία – και επιλύεται με τη διαίρεση του εύρους σε μικρότερα τμήματα και τη χρήση ανεξάρτητων δεκτών για το καθένα από αυτά (βλ. Σχήμα 3). Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή ως De-Dispersion. Τα αποτελέσματα αυτών των δεκτών προστίθενται με τις ανάλογες καθυστερήσεις.



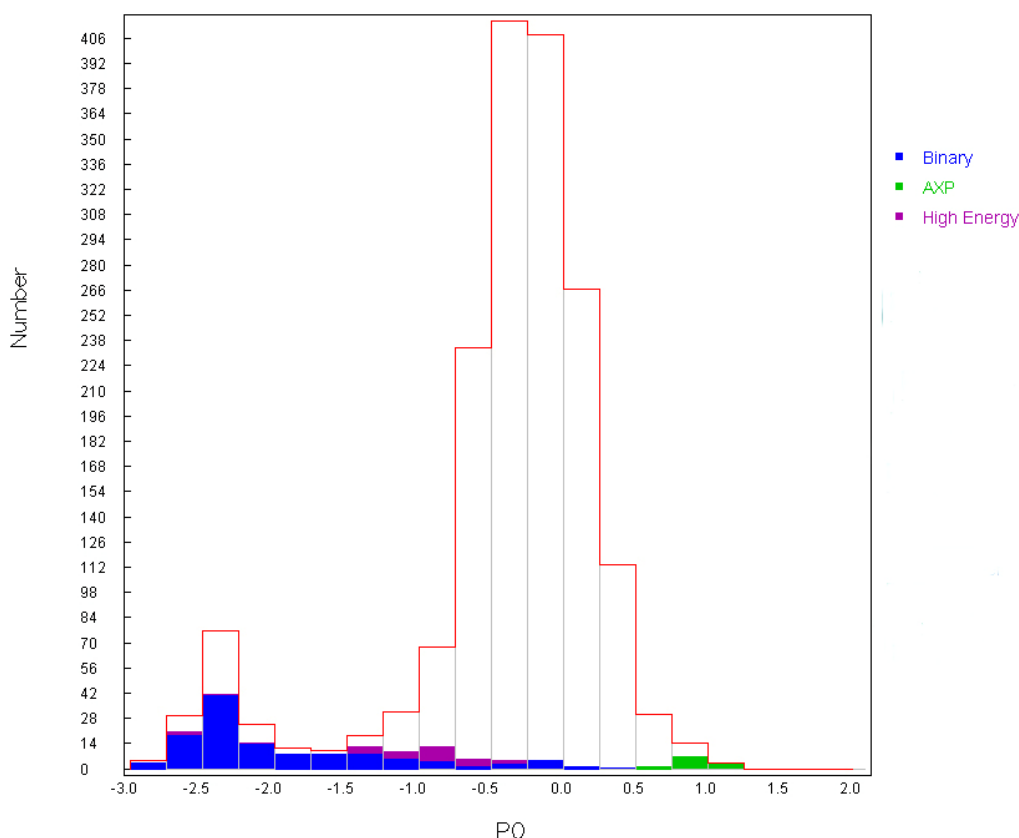
Σχήμα 3: Καθυστέρηση στην άφιξη των παλμών για τον PSR 1641-45, όπως καταγράφηκε από 64 ανεξάρτητους δέκτες, εύρους 5 MHz ο καθένας. Σχήμα από A.G.Lyne, F.Graham-Smith [9].

1.2 Περίοδος

Η μέση περίοδος των pulsar κυμαίνεται γύρω στα 0.7 s. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται ιστογράμμο της περιόδου για τους 1771 γνωστούς μέχρι τώρα pulsars. Ο οριζόντιος άξονας στο Σχήμα 4 είναι λογαριθμικός. Τα διαφορετικά χρώματα αντιστοιχούν σε μια κατηγοριοποίηση των pulsars που υπάρχει στον κατάλογο αυτό (Πίνακας I). Η αυξημένη συγκέντρωση στα αριστερά του ιστογράμματος οφείλεται σε μια κατηγορία pulsars γνωστή ως “millisecond” pulsars με περιόδους από 1.5ms έως 30ms.

Πίνακας I

| | |
|--------|--|
| AXP | Ανώμαλος Pulsar ακτίνων X ή μαλακών ακτίνων γ |
| BINARY | Pulsar με έναν ή περισσότερους συνοδούς |
| HE | Pulsar με εκπομπή από ραδιοφωνικές έως υπέρυθρες ή και υψηλότερες συχνότητες |
| NR | Pulsar με εκπομπή μόνο σε υπέρυθρες ή υψηλότερες συχνότητες |
| RADIO | Pulsar με εκπομπή στο ραδιοφωνικό φάσμα |

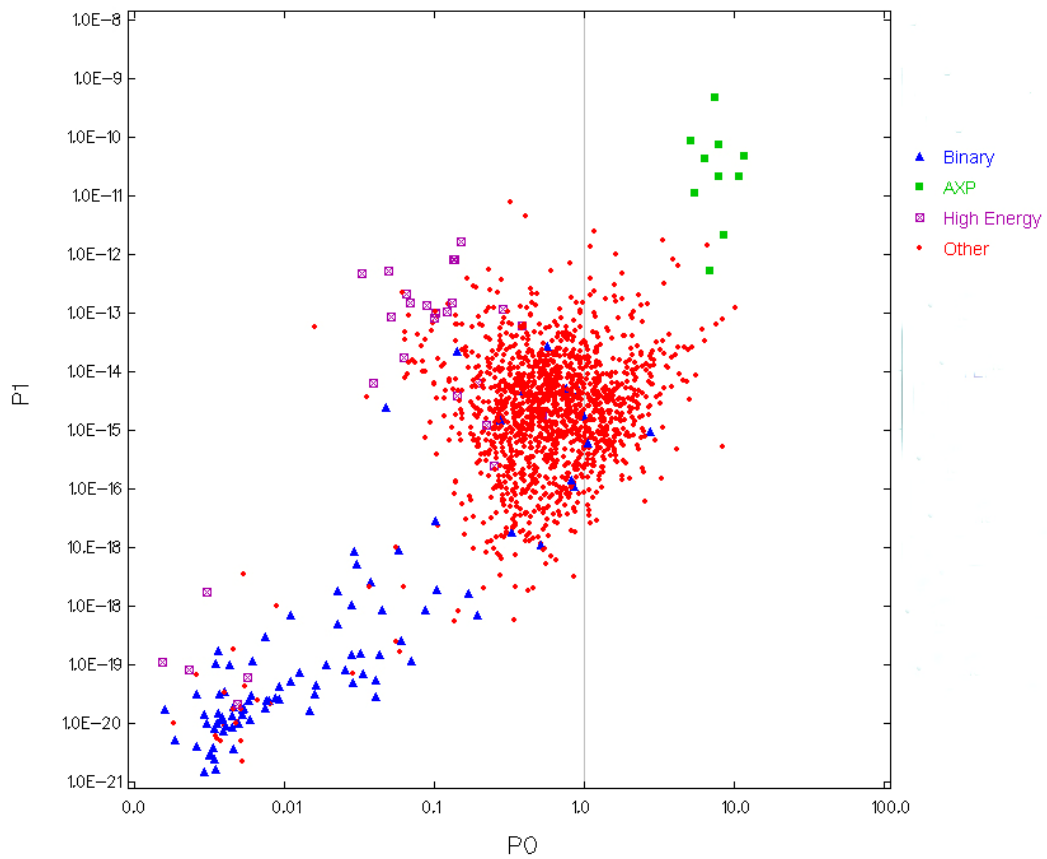


Σχήμα 4: Κατανομή των περιόδων των pulsars. Σχήμα από αναφορά [19].

Καθώς οι pulsars χάνουν κινητική ενέργεια (λόγω ακτινοβολίας), η περίοδός τους αυξάνεται. Για την πλειοψηφία των pulsars ο ρυθμός μεταβολής είναι της τάξης $10^{-15} \text{ s s}^{-1}$ ή αλλιώς μερικές δεκάδες νανοδευτερόλεπτα ανά έτος ενώ για τους millisecond είναι της τάξης $10^{-19} \text{ s s}^{-1}$. Η κατανομή των pulsars και οι ρυθμοί επιβράδυνσής τους δείχνουν ότι οι περισσότεροι ξεκινούν τη ζωή τους με περιόδους μικρότερες των 100 ms, ακολουθούν όμοια πορεία εξέλιξης και παύουν να εκπέμπουν μετά από μερικά εκατομμύρια χρόνια. Η ηλικία τους μπορεί να εκτιμηθεί από τον

χαρακτηριστικό χρόνο $T = \frac{1}{2} P\dot{P}^{-1}$. Η συχνότητα δημιουργίας ανάγεται σε 1 pulsar ανά 50 έτη στο γαλαξία μας, σύμφωνα με την υπόθεση δημιουργίας τους κατά τη βίαιη κατάρρευση αστερών μεγάλης μάζας, φαινόμενο γνωστό ως εκρήξεις υπερκαινοφανών αστερών. Κάποιοι pulsars με μικρότερες περιόδους εμφανίζουν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης της περιόδου οπότε έχουν μικρότερο χαρακτηριστικό χρόνο. Για τον Crab pulsar για παραδειγμα $T=2480$ έτη.

Στο Σχήμα 5 παριστάνεται ένα διάγραμμα $P-\dot{P}$ όπου φαίνεται ότι οι κανονικοί και οι millisecond pulsars αποτελούν δύο ξεχωριστούς πληθυσμούς. Από το σχήμα αυτό μπορούν να εκτιμηθούν τα μαγνητικά πεδία, $B \propto (P\dot{P})^{1/2}$, και οι χρόνοι ζωής, $T = \frac{1}{2} P\dot{P}^{-1}$, των pulsars. Έτσι υπολογίζεται ότι οι κανονικοί pulsars έχουν μαγνητικά πεδία εντάσεως της τάξης 10^{12} G και χρόνο ζωής της τάξης 10^7 έτη σε αντίθεση με τους millisecond των οποίων οι αντίστοιχες τιμές είναι 10^8 G και 10^9 έτη.

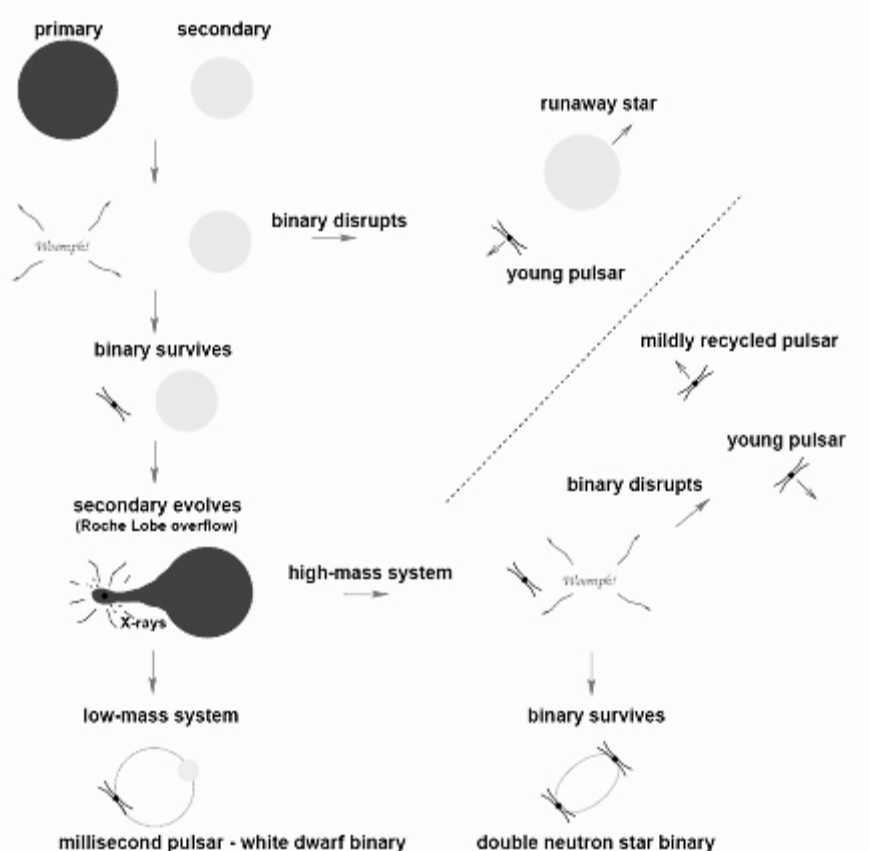


Σχήμα 5: $P-\dot{P}$ διάγραμμα των 1771 γνωστών μέχρι σήμερα pulsars. Σχήμα από αναφορά [19].

Από το διάγραμμα $P-\dot{P}$ έχουν υπολογιστεί και οι ρυθμοί απώλειας ενέργειας των δύο πληθυσμών pulsars ($\dot{E} \propto \dot{P}/P^3$) που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ο πολύ μικρότερος ρυθμός επιβράδυνσης που εμφανίζουν οι millisecond pulsars οφείλεται στην ύπαρξη πολύ ασθενέστερων μαγνητικών πεδίων. Οι pulsars αυτοί θεωρούνται ως αστέρες νετρονίων που έχουν εξέλθει από την κανονική δραστηριότητα και διάρκεια ζωής των pulsars. Τα μαγνητικά πεδία τους έχουν εξασθενήσει αλλά έχουν ξαναγεννηθεί εξαιτίας μιας διαδικασίας επιτάχυνσης που σχετίζεται με κάποιον συνοδό αστέρα. Αυτή η διαδικασία επιτάχυνσης μπορεί να παρατηρηθεί άμεσα στους

εκπέμποντες ακτίνες X διπλούς αστέρες. Η συγκέντρωση ύλης από τον συνοδό αστέρα παρέχει και τη θερμική ενέργεια για την εκπομπή των ακτίνων X και τη στροφορμή για την αύξηση της ταχύτητας περιστροφής.

Σε αντίθεση με τους περισσότερους αστέρες, η πλειοψηφία των pulsars δεν αποτελούν μέλη διπλών συστημάτων. Ελάχιστοι έχουν ανακαλυφθεί να έχουν συνοδό αστέρα και το ποσοστό τους ανέρχεται περίπου σε 4%. Από αυτούς οι περισσότεροι εμφανίζουν τα χαρακτηριστικά των “millisecond” pulsars και η αναγέννησή τους πρέπει να οφείλεται στο διπλό σύστημα στο οποίο έχουν παρατηρηθεί. Υπάρχει πάντως μια σοβαρή ένδειξη ότι πολλά μέλη του κανονικού πληθυσμού των pulsars – της πλειοψηφίας δηλαδή των pulsars – αρχικά ανήκαν σε διπλά συστήματα, τα οποία καταστράφηκαν τη στιγμή της δημιουργίας των pulsars στις εκρήξεις των υπερκαινοφανών αστέρων. Στο Σχήμα 6 εικονίζεται ο τρόπος δημιουργίας ανεξάρτητων ή διπλών pulsars.



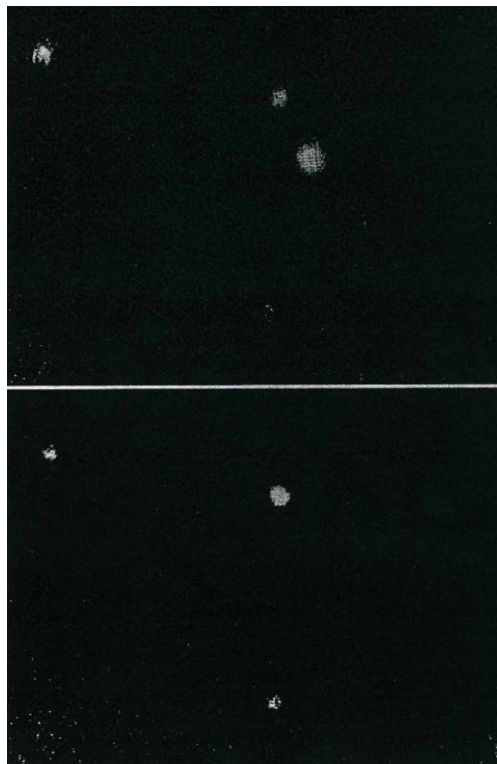
Σχήμα 6: Δημιουργία pulsars. Σχήμα από D.R.Lorimer [8].

1.3 Εκπομπή στις διάφορες συχνότητες

Η μεγάλη πλειοψηφία των pulsars εκπέμπει σε ραδιοφωνικές συχνότητες. Έρευνες για εκπομπές σε άλλες συχνότητες έδειξαν ότι κάποιοι pulsars διαφοροποιούνται εκπέμποντας και σε άλλα μήκη κύματος. Μια κατηγορία τέτοιων pulsars είναι, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα μέλη διπλών συστημάτων που εκπέμπουν ακτίνες X. Οι ακτίνες X δεν αποτελούν σύμφωνη ακτινοβολία. Η ακτινοβολία έχει φάσμα μελανού σώματος και εκπέμπεται από ύλη η οποία βομβαρδίζει την επιφάνεια του αστέρα και θερμαίνεται πέφτοντας επάνω της με

μεγάλη ταχύτητα (λόγω του ισχυρού βαρυτικού πεδίου του pulsar). Η ύλη προέρχεται από τον συνοδό αστέρα.

Άλλοι pulsars έχουν ανακαλυφθεί να εκπέμπουν και σε άλλες συχνότητες (πλην των ραδιοφωνικών) όπως οπτικές, υπέρυθρες, ακτίνες γ. Το Σχήμα 7 αποτελεί μια φωτογραφία του Crab pulsar ο οποίος εκπέμπει ανιχνεύσιμους παλμούς σε ολόκληρο το φάσμα από το υπέρυθρο έως τις ακτίνες γ. Η περισσότερη ενέργειά του εκπέμπεται στην περιοχή των ακτίνων X. Αυτή η υψηλής ενέργειας ακτινοβολία έχει τη μορφή παλμών, όπως και στα ραδιοκύματα και θεωρείται ότι εκπέμπεται από το ανώτερο τμήμα της μαγνητόσφαιρας, κοντά στον κύλινδρο του φωτός. Το σχήμα του παλμού παραμένει σχεδόν σταθερό από το υπέρυθρο έως τις ακτίνες γ.



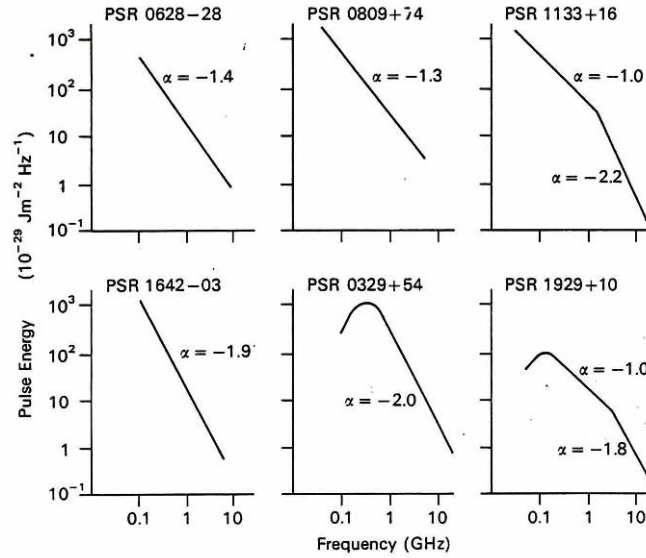
Σχήμα 7: Φωτογραφίες του Crab pulsar όπου γίνεται εμφανής η περιοδική μεταβολή της οπτικής ακτινοβολίας του αστέρα. Στην πάνω εικόνα ο pulsar είναι ορατός (εκπέμπει στο οπτικό φάσμα), στην κάτω όχι. Φωτογραφία από A.G.Lyne, F.Graham-Smith [9].

1.4 Το ραδιοφωνικό φάσμα των pulsars

Το ραδιοφωνικό φάσμα των pulsars είναι αρκετά απότομο. Η ενέργεια που εκπέμπεται περιγράφεται από τη σχέση :

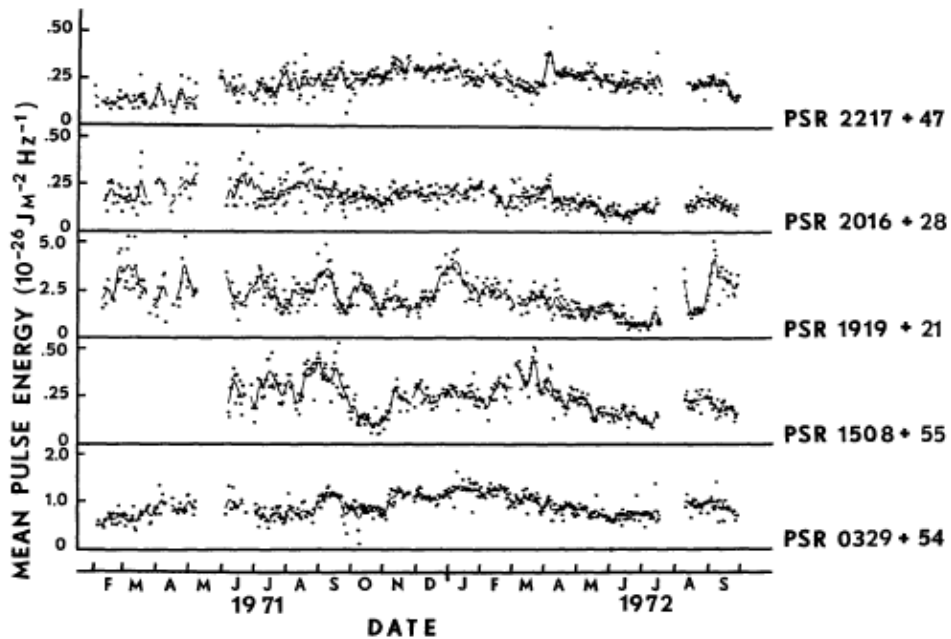
$$S = S_0 \nu^a$$

όπου S η πυκνότητα ροής, ν η συχνότητα μέτρησης και a ο φασματικός δείκτης με μέση τιμή περίπου -1.5 . Στο σχήμα 8 εικονίζονται διαγράμματα ενέργειας – συχνότητας. Σε κάποιες περιπτώσεις η κλίση αλλάζει και γίνεται μικρότερη για χαμηλότερες συχνότητες ενώ άλλοτε εμφανίζεται ένα μέγιστο όπως π.χ στον PSR0329+54.



Σχήμα 8: Διαγράμματα ενέργειας - συχνότητας για 6 pulsars μαζί με τους φασματικούς δείκτες. Σχήμα από R.N.Manchester, J.H.Taylor [10].

Οι παρατηρούμενες εντάσεις των pulsars διαφοροποιούνται σε πολλές χρονικές κλίμακες. Μεταβολές από μερικά λεπτά έως κάποιες ώρες οφείλονται συνήθως στην επίδραση του μεσοαστρικού σπινθηρισμού, οι μικρότερες όμως και οι μεγαλύτερες μεταβολές οφείλονται σε εσωτερικές διεργασίες των pulsars. Γύρω στα 400 MHz, και έχοντας αφαιρέσει την επίδραση του μεσοαστρικού σπινθηρισμού, οι εντάσεις μεταβάλλονται κατά έναν παράγοντα του 2 από μέρα σε μέρα. Σε μεγαλύτερες χρονικές κλίμακες οι μεταβολές είναι ακόμη μεγαλύτερες. Το σχήμα 9 απεικονίζει τις ενέργειες από πέντε pulsars στο χρονικό διάστημα 2 ετών. Με την προϋπόθεση ότι προστίθενται μερικές εκατοντάδες παλμοί, η μορφή του προφίλ του αστέρα αποδεικνύεται ανεπηρέαστη από τη μέση τιμή ενέργειας.

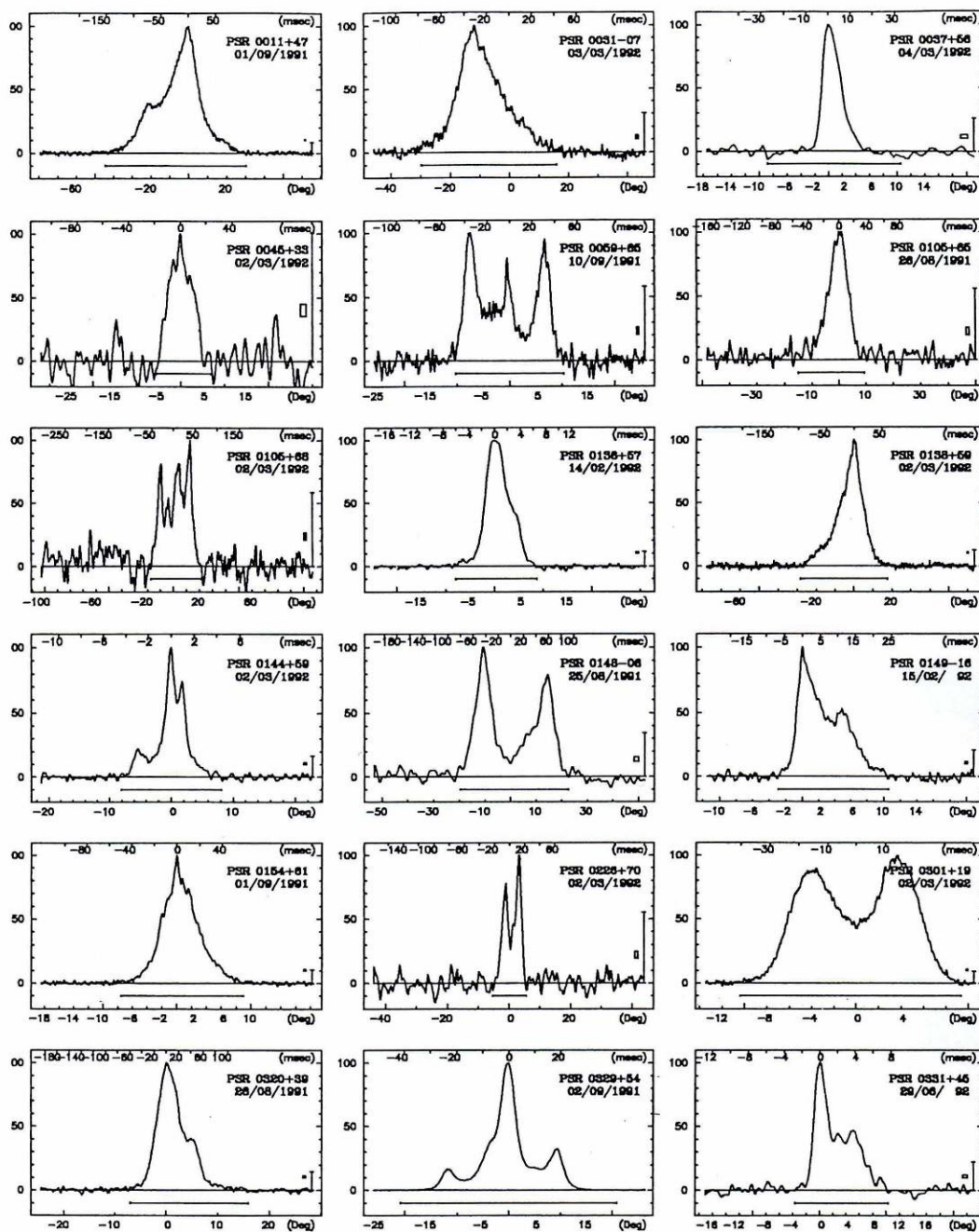


Σχήμα 9: Ενεργειακά διαγράμματα από πέντε pulsars παρατηρούμενα στη συχνότητα των 156 MHz για χρονική διάρκεια μεγαλύτερη από 2 έτη. Κάθε σημείο αντιπροσωπεύει τη μέση ενέργεια του παλμού 2-4 ωρών παρατήρησης. Σχήμα από G.R.Huguenin, J.H.Taylor et al [6].

1.5 Χαρακτηριστικά των ραδιοφωνικών παλμών – Τα «ολοκληρωμένα» προφίλ

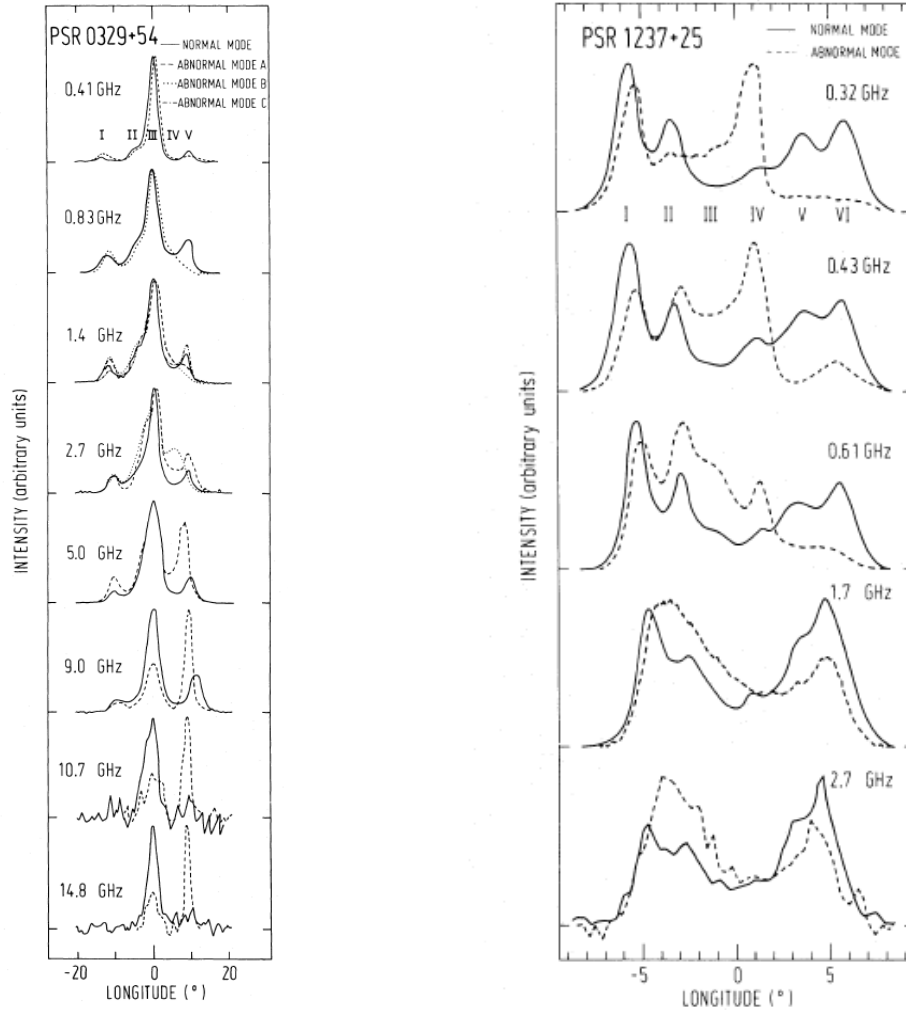
Οι μεμονωμένοι παλμοί από κάποιο pulsar είναι πολύ ασταθείς ως προς την ένταση του σήματος. Ορισμένες φορές απουσιάζουν μάλιστα ολόκληροι παλμοί. Εάν η ανάλυση του οργάνου μέτρησης πλησιάσει περίπου το 1 ms, τότε γίνεται ορατή μια πιο πολύπλοκη δομή του παλμού, γίνονται δηλαδή ορατοί κάποιοι υποπαλμοί (οι οποίοι συνήθως είναι 1 ή 2 αλλά μπορούν να φτάσουν και τους 5 ή και παραπάνω). Αυξάνοντας την ανάλυση ακόμα περισσότερο και πλησιάζοντας την τιμή των 10 μs αποκαλύπτεται ότι και οι υποπαλμοί έχουν δική τους εσωτερική δομή, γνωστή ως «μικροδομή» (microstructure) με πλάτος περίπου 0.1% της συνολικής περιόδου. Επειδή βασικός μηχανισμός παραγωγής των περιοδικών παλμών έχει βρεθεί ότι είναι η περιστροφή, ο χρόνος κατά τη διάρκεια μιας περιόδου συνήθως περιγράφεται με όρους γεωγραφικού μήκους του pulsar, έτσι ώστε μια πλήρης περίοδος να αντιστοιχεί στις 360° του γεωγραφικού μήκους. Η διάρκεια των τυπικών υποπαλμών συνήθως κυμαίνεται γύρω στις 5° ενώ των μικροπαλμών γύρω στις 0.3°.

Πέρα από τη μεταβολή στην ένταση που αναφέραμε παραπάνω, οι υποπαλμοί διαφέρουν και στην έκτασή τους (στις °). Η πρόσθεση όμως ενός μεγάλου αριθμού τέτοιων καταγεγραμμένων μεμονωμένων παλμών δίνει ένα ολοκληρωμένο προφίλ του pulsar – το οποίο είναι γνωστό ως integrated profile – το οποίο είναι σχετικά σταθερό και χαρακτηρίζει τον συγκεκριμένο pulsar. Τα «ολοκληρωμένα» προφίλ των αστέρων νετρονίων διαφέρουν μεταξύ τους. Περίπου το 50% των pulsars έχουν προφίλ με μία μόνο κορυφή. Άλλοι έχουν περισσότερες συνιστώσες, που τις περισσότερες φορές καλύπτουν εν μέρει η μία την άλλη. Τα προφίλ με 2 συνιστώσες εμφανίζονται σχετικά συχνά. Στο Σχήμα 10 απεικονίζονται τα προφίλ κάποιων pulsars.



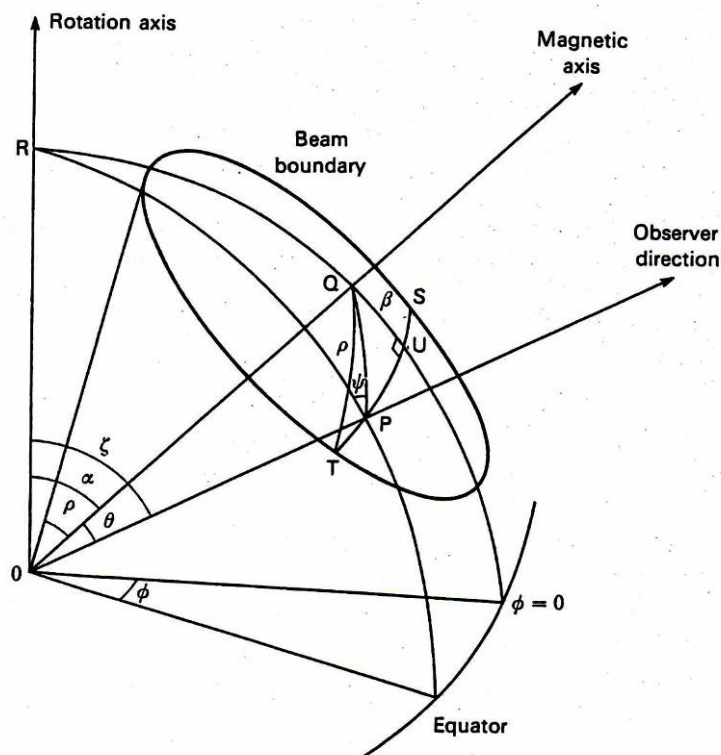
Σχήμα 10: Προφίλ pulsars στα 1420 MHz. Σχήμα από J.H.Seiradakis, J.A.Gil et al [15].

Μόνο ένας μικρός αριθμός από pulsars εμφανίζονται να εναλλάσσονται ανάμεσα σε δύο ή και περισσότερους τύπους προφίλ (Σχήμα 11) στην ίδια συχνότητα. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως “mode-changing”.



Σχήμα 11: Το “mode-changing” στους pulsars PSR1237+25 και PSR0329+54. Σχήμα από N.Bartel, D.Morris et al [1].

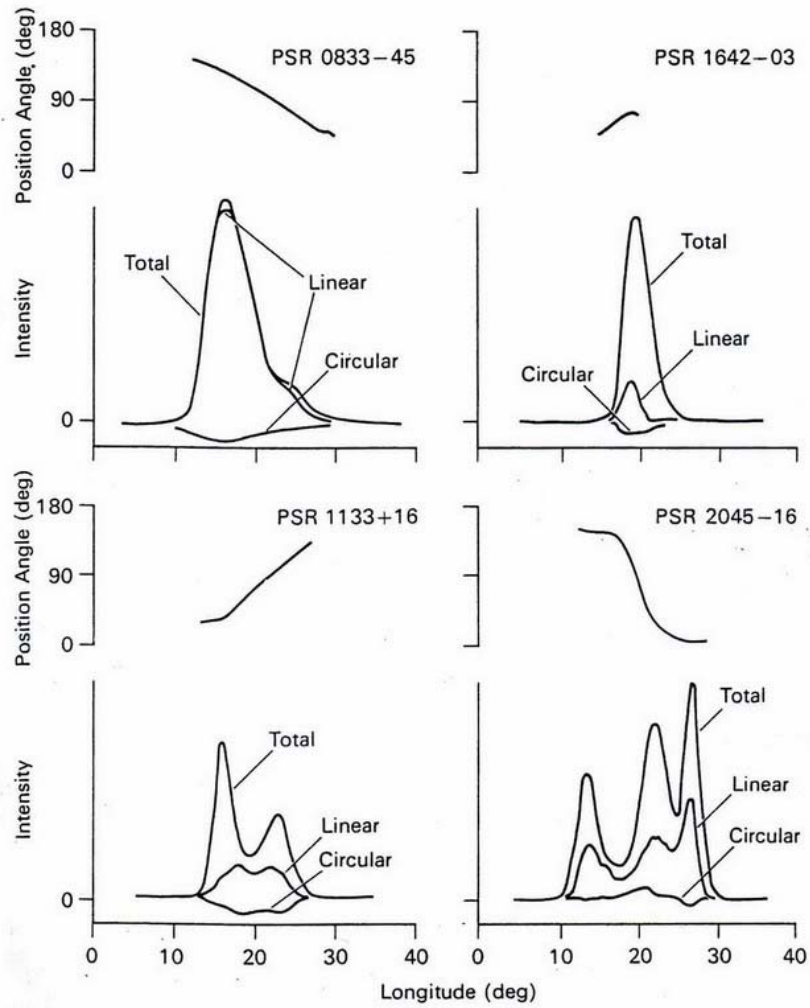
Η περιοδική ακτινοβολία των αστέρων νετρονίων πιστεύεται πως προέρχεται από την περιοχή των μαγνητικών πόλων. Επειδή ο μαγνητικός άξονας των pulsars δεν συμπίπτει συνήθως με τον άξονα περιστροφής τους, η κωνική δέσμη ακτινοβολίας του κάθε πόλου του pulsar σαρώνει έναν κοίλο κώνο με κορυφή τον pulsar (Σχήμα 12). Αν η Γη τυχαίνει να βρίσκεται στο εσωτερικό του κοίλου κώνου, τότε σε κάθε περίοδο περιστροφής του αστερά παρατηρούμε έναν παλμό ακτινοβολίας η διάρκεια του οποίου είναι ανάλογη προς το εύρος της κωνικής δέσμης. Η γεωμετρία αυτή θυμίζει το μηχανισμό λειτουργίας ενός φάρου. Για τους περισσότερους αστéρες νετρονίων, ο παλμός στα προφίλ εκτείνεται σε ένα μικρό τμήμα της περιόδου, περίπου 5° - 20° της συνολικής περιστροφής. Κάποια προφίλ αστέρων νετρονίων εκτείνονται σε ένα πολύ μεγάλο τμήμα ή και σχεδόν σε ολόκληρη την περίοδο. Οι περιπτώσεις αυτές ερμηνεύονται από την υπόθεση της σχεδόν ταύτισης του άξονα περιστροφής με τον άξονα του μαγνητικού διπόλου. Άλλα προφίλ χαρακτηρίζονται από δύο χωριστούς παλμούς, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τις δύο δέσμες που εκπέμπονται από τους δύο μαγνητικούς πόλους. Στην περίπτωση αυτή, ο άξονας του διπόλου τείνει να είναι κάθετος στον άξονα περιστροφής.



Σχήμα 12: Η γεωμετρία της εκπεμπόμενης δέσμης ακτινοβολίας. Σχήμα από A.G.Lyne, F.Graham-Smith [9].

Η διαφορά στα προφίλ των pulsars, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οφείλεται εν μέρει στο διαφορετικό τρόπο με τον οποίο η ευθεία οράσεως τέμνει την κωνική δέσμη του κάθε pulsar και εν μέρει στις ιδιαιτερότητες της εσωτερικής δομής της μαγνητόσφαιρας του κάθε αστέρα. Το μέσο πλάτος των προφίλ αντιστοιχεί περίπου σε 10° ή 3% της περιόδου. Το αποτέλεσμα αυτό είναι συνεπές με την ερμηνεία του παλμού ως μια κάτοψη της κωνικής δέσμης που εκπέμπεται από τον περιστρεφόμενο αστέρα.

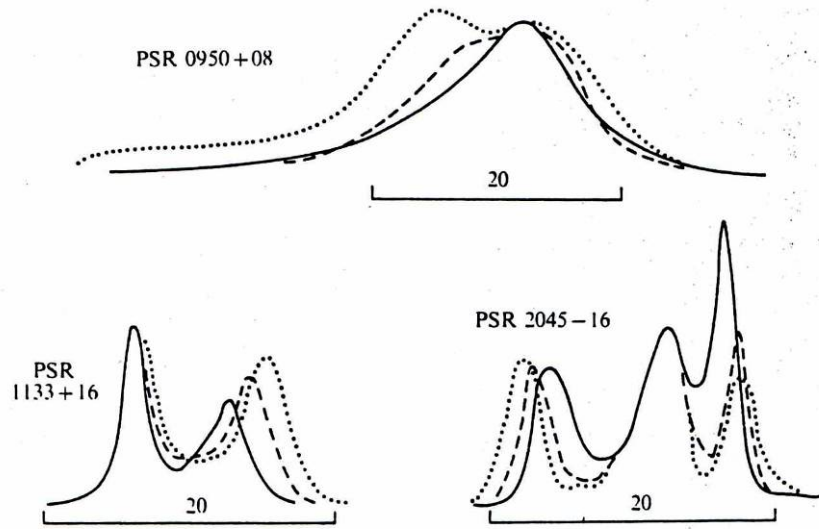
Οι μεμονωμένοι παλμοί είναι πολύ συχνά πολωμένοι. Όταν οι πολωμένες συνιστώσες προστίθενται σωστά, το «ολοκληρωμένο» προφίλ που δημιουργείται εμφανίζει τις περισσότερες φορές υψηλό βαθμό γραμμικής πόλωσης και το επίπεδο της γραμμικής πόλωσης εμφανίζεται να αλλάζει μέχρι και 180° γωνία. Και κυκλική πόλωση παρατηρείται συχνά και ιδιαίτερα στο κέντρο του παλμού, αλλά σπάνια ξεπερνά το 20% της συνολικής εντάσεως. Η πόλωση των «ολοκληρωμένων» προφίλ τεσσάρων pulsars εικονίζεται στο Σχήμα 13. Για κάθε pulsar δίνονται δύο γραφικές παραστάσεις. Στην κάτω γραφική παράσταση οι δύο καμπύλες κάτω από την καμπύλη της ολικής εντάσεως αντιπροσωπεύουν τις εντάσεις της γραμμικής και της κυκλικής πόλωσης. Η πάνω γραφική παράσταση είναι το διάγραμμα της γωνίας του επιπέδου της γραμμικής πόλωσης. Ο PSR0833-45 είναι σχεδόν πλήρως γραμμικά πολωμένος σε αντίθεση με τον PSR1642-03 που εμφανίζει μικρή πόλωση, ιδιαίτερα στο δεξί του τμήμα. Μικρό βαθμό πόλωσης παρουσιάζουν και οι pulsars που έχουν “drifting” υποπαλμούς. Η καμπύλη σχήματος S που δημιουργείται στα διαγράμματα των γωνιών του επιπέδου της γραμμικής πόλωσης δεν είναι πάντοτε συνεχόμενη, όπως στα συγκεκριμένα παραδείγματα του Σχήματος 13, αλλά μπορεί να διακόπτεται εάν υπάρχει υπερκάλυψη από δέσμες ακτινοβολίας που προέρχονται από διαφορετικά σημεία εκπομπής.



Σχήμα 13: Η πόλωση των «ολοκληρωμένων» προφίλ τεσσάρων pulsars. Σχήμα από R.N.Manchester, J.H.Taylor [10].

Η καμπύλη σχήματος S είναι πάντοτε αξιοσημείωτα συμμετρικά τοποθετημένη μέσα στο ολοκληρωμένο προφίλ με το κέντρο της συμμετρίας είτε ακριβώς πάνω είτε πολύ κοντά στο κέντρο της απόστασης των ακραίων συνιστωσών του προφίλ. Το γεγονός αυτό μαζί με το ότι η εικόνα της μεταβολής της γωνίας του επιπέδου της γραμμικής πόλωσης παραμένει σταθερή σε όλες τις συχνότητες δείχνουν ότι οι παρατηρούμενες μεταβολές της γωνίας καθορίζονται από τον μηχανισμό εκπομπής και την ευθεία οράσεως. Η πηγή των ραδιοκυμάτων βρίσκεται πάνω από έναν μαγνητικό πόλο. Η στροφή του διανύσματος της γραμμικής πόλωσης σχετίζεται επομένως με περιοχές εκπομπής των οποίων η ακτινοβολία είναι πολωμένη κατά μήκος των γραμμών του μαγνητικού πεδίου.

Σε μετρήσεις σε χαμηλές συχνότητες, τα ολοκληρωμένα προφίλ των αστέρων νετρονίων παρουσιάζουν την τάση να είναι πιο διευρυμένα σε σχέση με μετρήσεις σε υψηλές συχνότητες (Σχήμα 14). Σε κάποιες περιπτώσεις μόνο μπορεί να παρουσιαστεί προσθήκη ή απώλεια των εξωτερικών συνιστωσών, γεγονός που αποδίδεται στο ότι υπάρχει διαφορά στο φασματικό δείκτη α ανάμεσα στις εξωτερικές και στις εσωτερικές συνιστώσες του παλμού, με τις εξωτερικές συνιστώσες να ευνοούνται στις υψηλές συχνότητες. Γενικά όμως, αν και υπάρχει αυτή η εξάρτηση από τη συχνότητα μέτρησης, παρόλα αυτά το βασικό σχήμα των pulsars στην πλειοψηφία των περιπτώσεων φαίνεται να διατηρείται.

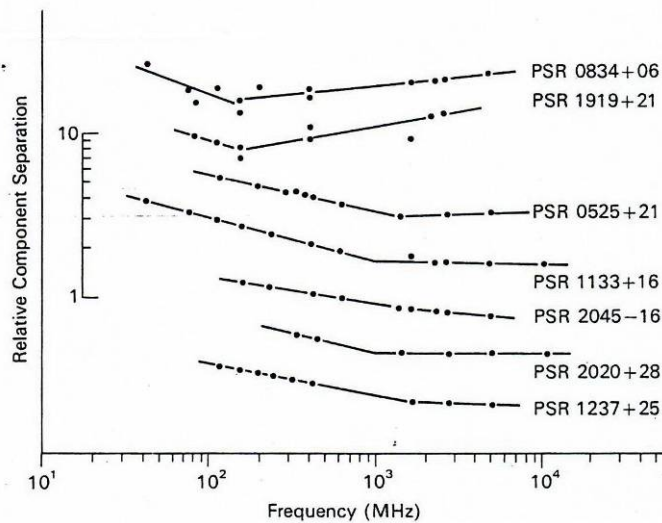


Σχήμα 14: Η μεταβολή του πλάτους του παλμού με τη συχνότητα. Σχήμα από A.G.Lyne, F.Graham-Smith [9].

Η εξάρτηση από τη συχνότητα είναι ένα φαινόμενο γνωστό ως “radius-to-frequency mapping” και πήρε την ονομασία του από το γεγονός ότι οι συχνότητες πιθανόν να συσχετίζονται με το ύψος του σημείου εκπομπής στην μαγνητόσφαιρα. Οι υψηλές συχνότητες (βλ. παρακάτω) πιθανόν να εκπέμπονται από πιο χαμηλή περιοχή του κώνου εκπομπής, από σημείο δηλαδή που είναι πιο κλειστές οι δυναμικές γραμμές και άρα λιγότερο διευρυμένο το προφίλ. Έχει βρεθεί από πειραματικές μετρήσεις ότι η απόσταση $\Delta\phi$ μεταξύ δύο συνιστωσών του προφίλ υπακούει σε μια σχέση της μορφής:

$$\Delta\phi \sim \nu^{-p}$$

όπου ν η συχνότητα της ακτινοβολίας και p ένας θετικός αριθμός που είναι περίπου 0.2 για χαμηλές συχνότητες. Στο Σχήμα 15 εικονίζεται η απόσταση μεταξύ των δύο κορυφών σε pulsars διπλού προφίλ σε συνάρτηση με τη συχνότητα. Σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχει κάποια συχνότητα πάνω από την οποία εξακολουθεί να ισχύει η παραπάνω σχέση αλλά με μικρότερο εκθέτη.



Σχήμα 15: Διάγραμμα απόστασης κορυφών – συχνότητα για διάφορους pulsars. Σχήμα από R.N.Manchester, J.H.Taylor [10].

Η απόσταση $\Delta\phi$ μπορεί να συσχετιστεί με τη γωνία ρ (βλ. Σχήμα 12), τη γωνία του κώνου, τη γωνία δηλαδή μεταξύ του μαγνητικού άξονα και την εφαπτομένη της τελευταίας ανοικτής δυναμικής γραμμής στο σημείο της εκπομπής. Τη σχέση αυτή υπολόγισαν οι J.Gil, P.Gronkowski και W.Rudnicki το 1984:

$$\rho(\phi) = 2a \sin \left\{ \sin^2 \left(\frac{\phi}{2} \right) \sin a \sin(a + \beta) + \sin^2 \left(\frac{\beta}{2} \right) \right\}$$

όπου η γωνία ϕ είναι η απόσταση από το μεσημβρινό $\phi=0$ που ορίζεται από τον μαγνητικό άξονα, a είναι η γωνία μεταξύ του άξονα περιστροφής και του μαγνητικού άξονα και β η γωνία της ευθείας οράσεως με τον μαγνητικό άξονα (βλ. Σχήμα 12).

Η γωνία ρ έχει βρεθεί πειραματικά ότι σχετίζεται με την περίοδο του pulsar. Πιο συγκεκριμένα, πρώτη η J.M.Rankin υπολόγισε ότι $\rho \propto CP^{-1/2}$, αποτέλεσμα που επιβεβαιώθηκε αργότερα από τους G.A.Gil, J.Kijak και J.H.Seiradakis (C είναι ένας συντελεστής ο οποίος μετριέται σε μοίρες και είναι διαφορετικός κάθε φορά ανάλογα με τη συχνότητα μέτρησης και πάντα ολοένα μικρότερος όσο αυξάνεται η συχνότητα). Η γενική σχέση που δίνει τη γωνία ρ ως συνάρτηση και της συχνότητας – που καθορίζει όπως αναφέρθηκε παραπάνω το ύψος που βρίσκεται ο κώνος – είναι:

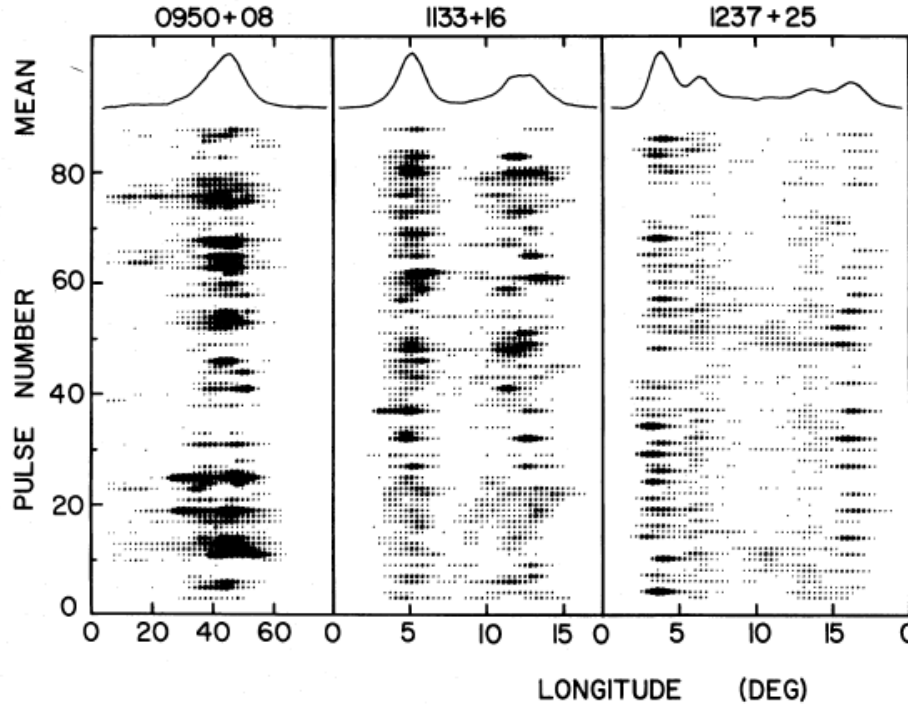
$$\rho = 1.24^\circ s (r(\nu) / R)^{1/2} P^{-1/2}$$

όπου s μια παράμετρος που είναι ίση με: $s = \frac{d}{r_p}$ ($r_p = 1.4 \times 10^4$ cm και d η απόσταση κάποιας κορυφής από τον μαγνητικό άξονα) και κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1 (0 στον μαγνητικό πόλο, 1 στην άκρη του κώνου), $R \sim 10^6$ cm η ακτίνα του pulsar και $r(\nu)$ το φαινόμενο “radius-to-frequency mapping” που αναφέρθηκε παραπάνω (δηλαδή $r(\nu) \sim \nu^{-p}$).

1.6 Χαρακτηριστικά των παλμών – Οι μεμονωμένοι παλμοί

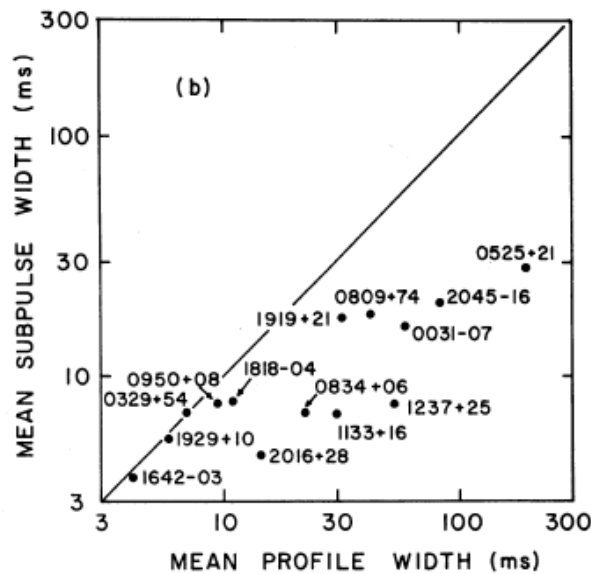
Οι μεμονωμένοι παλμοί ενός οποιουδήποτε pulsar διαφέρουν σημαντικά σε ένταση, σχήμα και πόλωση από περίοδο σε περίοδο. Τα «ολοκληρωμένα» προφίλ των αστέρων νετρονίων κρύβουν την μεγάλη ανομοιομορφία των μεμονωμένων παλμών.

Οι μεμονωμένοι παλμοί αποτελούνται από υποπαλμούς, πλάτους $3^\circ - 10^\circ$ περίπου. Οι υποπαλμοί εμφανίζονται σε διάφορα γεωγραφικά μήκη μέσα στο προφίλ και πολλές φορές αλληλοεπικαλύπτονται. Οι συνιστώσες ή κορυφές του ολοκληρωμένου προφίλ δημιουργούνται από τους υποπαλμούς που είναι ισχυρότεροι και/ή εμφανίζονται συχνότερα σε ένα δεδομένο γεωγραφικό μήκος. Διαγράμματα γεωγραφικού μήκους – χρόνου για τρεις pulsars εικονίζονται στο Σχήμα 16 και αποκαλύπτουν τις μεταβολές στο σχήμα και την ένταση μιας σειράς μεμονωμένων παλμών.



Σχήμα 16: Διαγράμματα γεωγραφικού μήκους – χρόνου μεμονωμένων παλμών τριών pulsars. Σχήμα από J.H.Taylor, R.N.Manchester et al [17].

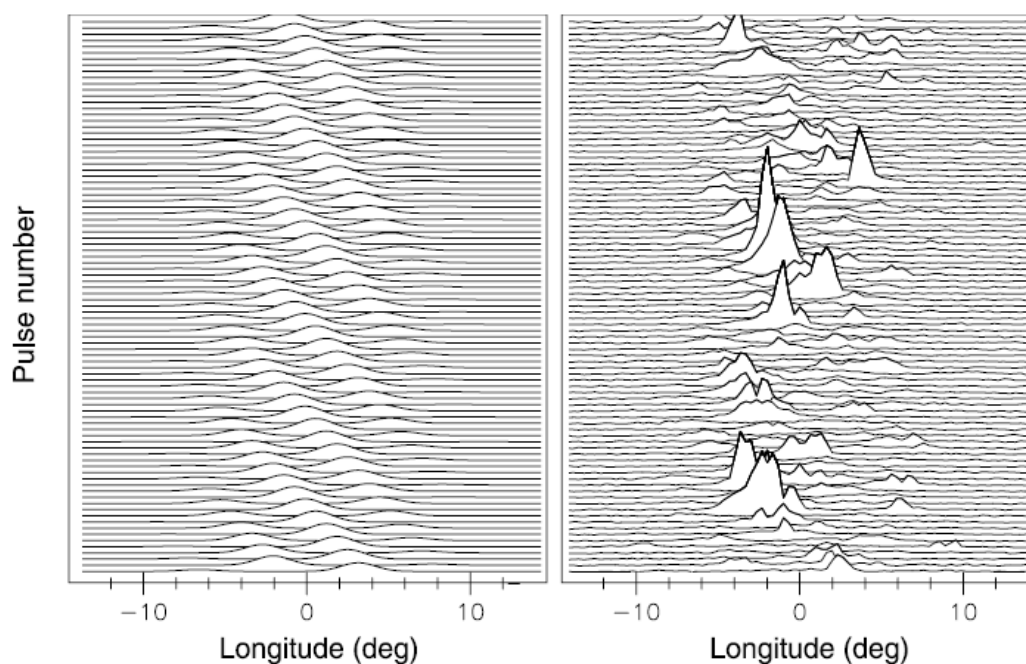
Σχεδιάζοντας τη μέση διάρκεια των υποπαλμών ως προς τη διάρκεια των ολοκληρωμένων προφίλ παίρνουμε το διάγραμμα του Σχήματος 17. Η διάρκεια των υποπαλμών είναι συγκρίσιμη με τη διάρκεια των ολοκληρωμένων παλμών μόνο για εκείνους τους pulsars που έχουν μία κύρια συνιστώσα στο προφίλ τους ενώ είναι συνήθως μικρότερη για εκείνα τα pulsars που έχουν περίοδο μεγαλύτερη από 0.75s. Οι υποπαλμοί θεωρούνται βασικά χαρακτηριστικά του προφίλ του pulsar και πιθανότατα ο κάθε ένας από αυτούς να αντιπροσωπεύει μια περιοχή εκπομπής από το σύνολο των περιοχών εκπομπής ακτινοβολίας που δημιουργούν το ολοκληρωμένο προφίλ.



Σχήμα 17: Διάγραμμα του μέσου πλάτους των υποπαλμών ως προς το πλάτος του ολοκληρωμένου προφίλ 14 pulsars. Τα πλάτη έχουν όλα μετρηθεί στο 50% της εντάσεως. Σχήμα από J.H.Taylor, R.N.Manchester [17].

Μελετώντας το Σχήμα 16 και παρατηρώντας τις διαφορές ως προς τις εντάσεις αυτήν τη φορά, διακρίνουμε δύο χαρακτηριστικούς τύπους μεταβολών: τη σίγαση των παλμών (pulse nulling) και τις περιοδικές μεταβολές. Η σίγαση των παλμών αποτελεί ένα σχετικά κοινό φαινόμενο στο οποίο η ένταση του παλμού παίρνει απότομα πολύ χαμηλή τιμή, διατηρεί την τιμή αυτή για κάποιους παλμούς και στη συνέχεια επιστρέφει και πάλι απότομα σε κανονικά επίπεδα. Στα πολυσύνθετα προφίλ (προφίλ με πολλές συνιστώσες) κατά τη σίγαση μειώνεται η ένταση όλων των συνιστωσών. Ο R.T.Ritchings (1976) διαπίστωσε ότι η ένταση των παλμών κατά τη σίγαση είναι μικρότερη από το 1% της κανονικής εντάσεως.

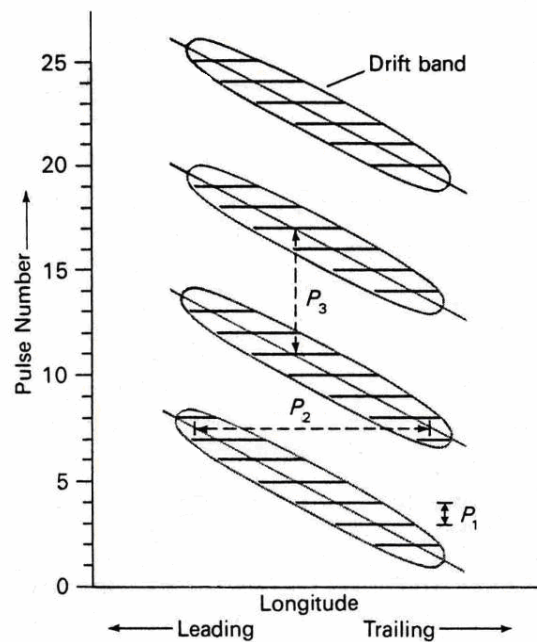
Οι χρόνοι εμφάνισης της σίγασης δεν δείχνουν περιοδικότητα. Η σίγαση φαίνεται να συμβαίνει με τυχαίο τρόπο. Παρόλα αυτά αναλύσεις της εντάσεως μιας σειράς παλμών δείχνουν ότι σε έναν αριθμό από pulsars συμβαίνουν και περιοδικές μεταβολές. Σε κάποια pulsars οι μεταβολές αυτές συνδέονται με το φαινόμενο της σίγασης ενώ σε άλλα με το φαινόμενο των μετατοπιζόμενων υποπαλμών (drifting subpulses).



Σχήμα 18: Διάγραμμα γεωγραφικού μήκους – χρόνου για τον PSR B 0943+10 (α) από προσομοίωση (β) από παρατήρηση. Σχήμα από J.A.Gil, M.Sendyk [4].

Τα διαγράμματα γεωγραφικού μήκους – χρόνου μεμονωμένων παλμών των pulsars δεν έχουν όλα την ίδια περίπου εικόνα με αυτή του Σχήματος 16. Στο Σχήμα 18 απεικονίζεται ένα διάγραμμα γεωγραφικού μήκους – χρόνου για τον PSR B 0943+10. Οι υποπαλμοί των διαδοχικών παλμών παρατηρείται ότι μετακινούνται συστηματικά κατά μήκος του προφίλ και το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως “drifting” (διολίσθηση). Για τον pulsar του συγκεκριμένου σχήματος οι drifting υποπαλμοί εμφανίζονται από το δεξιό άκρο του προφίλ και μετακινούνται προς τα αριστερά. Ο ρυθμός μετακίνησης των υποπαλμών αυτών ανά περίοδο είναι σταθερός. Στο Σχήμα 19 απεικονίζονται οι τρεις περίοδοι που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τους drifting υποπαλμούς: P_1 είναι η περίοδος του pulsar, P_2 η χρονική απόσταση των υποπαλμών από τη δεξιά έως την αριστερή πλευρά του φάσματος και P_3 ο χρόνος που χρειάζεται ένας drifting υποπαλμός για να επιστρέψει στην ίδια θέση

του φάσματος. Στον Πίνακα II υπάρχουν οι τιμές των περιόδων αυτών για οκτώ pulsars.



Σχήμα 19: Οι τρεις περίοδοι που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των drifting υποπαλμών. Σχήμα από R.N.Manchester, J.H.Taylor [10].

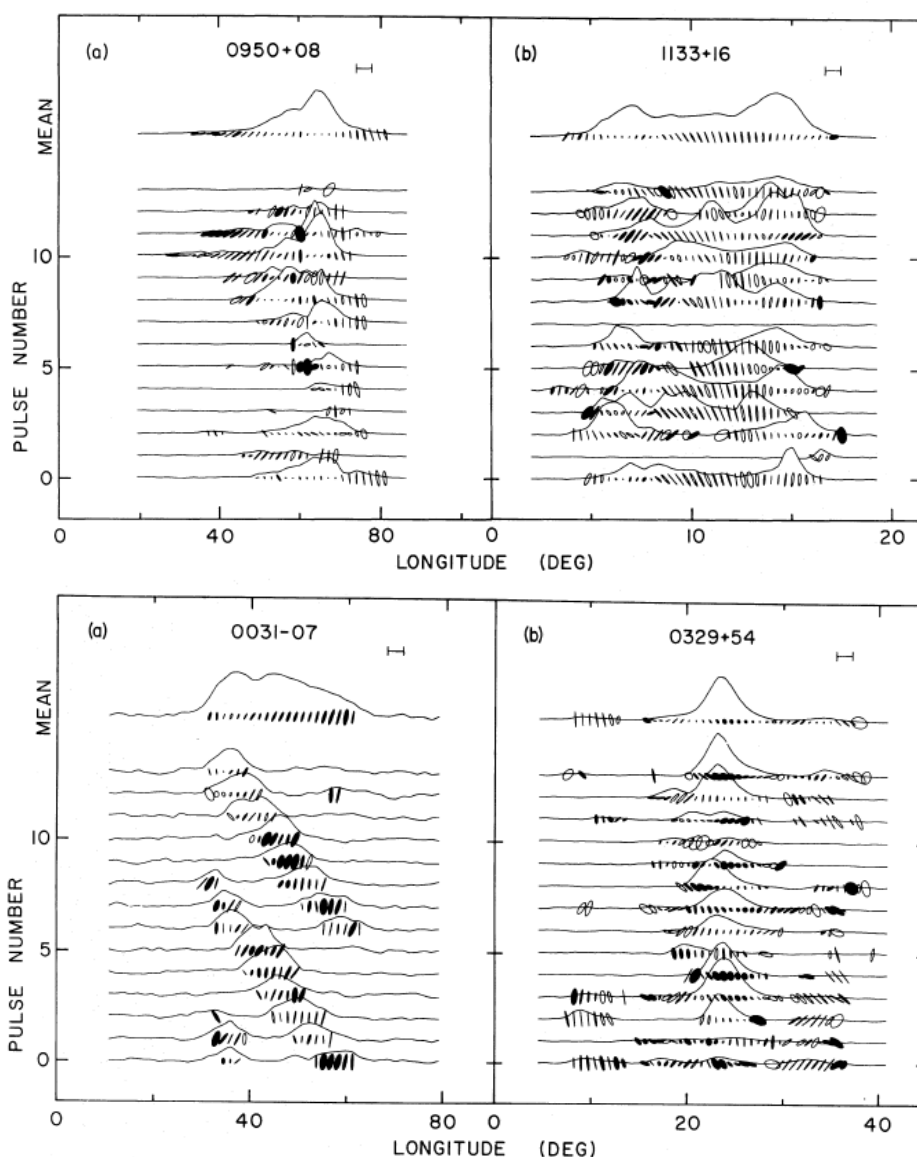
Πίνακας II

| PSR | $P_1(s)$ | $P_2(deg)$ | $P_3(periods)$ |
|------------|----------|------------|----------------|
| 0031-07(A) | 0.943 | 21 | 13 |
| 0031-07(B) | 0.943 | 21 | 7 |
| 0031-07(C) | 0.943 | 21 | 4 |
| 0301+19 | 1.387 | 6.2 | 6.4 |
| 0809+74 | 1.292 | 14 | 11.0 |
| 0943+10 | 1.097 | 8.4 | 2.11 ή 1.90 |
| 1919+21 | 1.337 | 4 | 4.5 |
| 1944+17 | 0.440 | 17 | 20 |
| 2016+28 | 0.558 | 7 | 3 έως 15 |
| 2303+30(A) | 1.575 | 4.2 | 2.1 ή 1.91 |
| 2303+30(B) | 1.575 | 3.4 | 2.3 ή 1.8 |

Αυξάνοντας την ανάλυση των φασμάτων αποκαλύπτεται η ύπαρξη δομής μέσα στους υποπαλμούς : οι παλμοί αυτοί ονομάζονται «μικροπαλμοί» (micropulses). Η σχέση των μικροπαλμών με τους υποπαλμούς είναι κατά πολλούς τρόπους όμοια με τη σχέση των υποπαλμών με το ολοκληρωμένο προφίλ, π.χ. οι μικροπαλμοί εμφανίζονται σε τυχαίες θέσεις μέσα στους υποπαλμούς (όπως και οι υποπαλμοί

εμφανίζονται σε τυχαίες θέσεις μέσα στο ολοκληρωμένο προφίλ). Σήμερα οι μικροπαλμοί θεωρούνται μάλλον ως κάποιες μικρομεταβολές του υποπαλμού και όχι διακριτές συνιστώσες της ακτινοβολίας.

Οι περισσότεροι pulsars εμφανίζονται ισχυρά γραμμικά πολωμένοι, κάτι που συνεπάγεται ότι και όλοι οι υποπαλμοί είναι το ίδιο ισχυρά πολωμένοι και έχουν σταθερά χαρακτηριστικά πόλωσης. Για το χαμηλό ποσοστό πόλωσης των υπόλοιπων pulsars, τρεις είναι οι πιθανότερες βασικές αιτίες: (α) οι υποπαλμοί στο συγκεκριμένο γεωγραφικό μήκος μπορεί να είναι το ίδιο ασθενώς πολωμένοι (β) οι υποπαλμοί αυτοί μπορεί να χωρίζονται σε ομάδες με κάθετη μεταξύ τους πόλωση και (γ) οι υποπαλμοί μπορεί να αλλάζουν με τυχαίο τρόπο τη διεύθυνση του επιπέδου της γραμμικής τους πόλωσης ή να έχουν και ένα μικρό βαθμό κυκλικής πόλωσης. Και τα τρία αυτά φαινόμενα εμφανίζονται στα παρατηρησιακά δεδομένα των pulsars. Στο Σχήμα 20 εικονίζεται η πόλωση των υποπαλμών τεσσάρων pulsars μαζί με το ολοκληρωμένο τους προφίλ. Ο κύριος άξονας των ελλείψεων αναπαριστά το είδος της πόλωσης και τη διεύθυνση του επιπέδου της. Οι σκιασμένες ελλείψεις δηλώνουν αριστερόστροφη πόλωση.

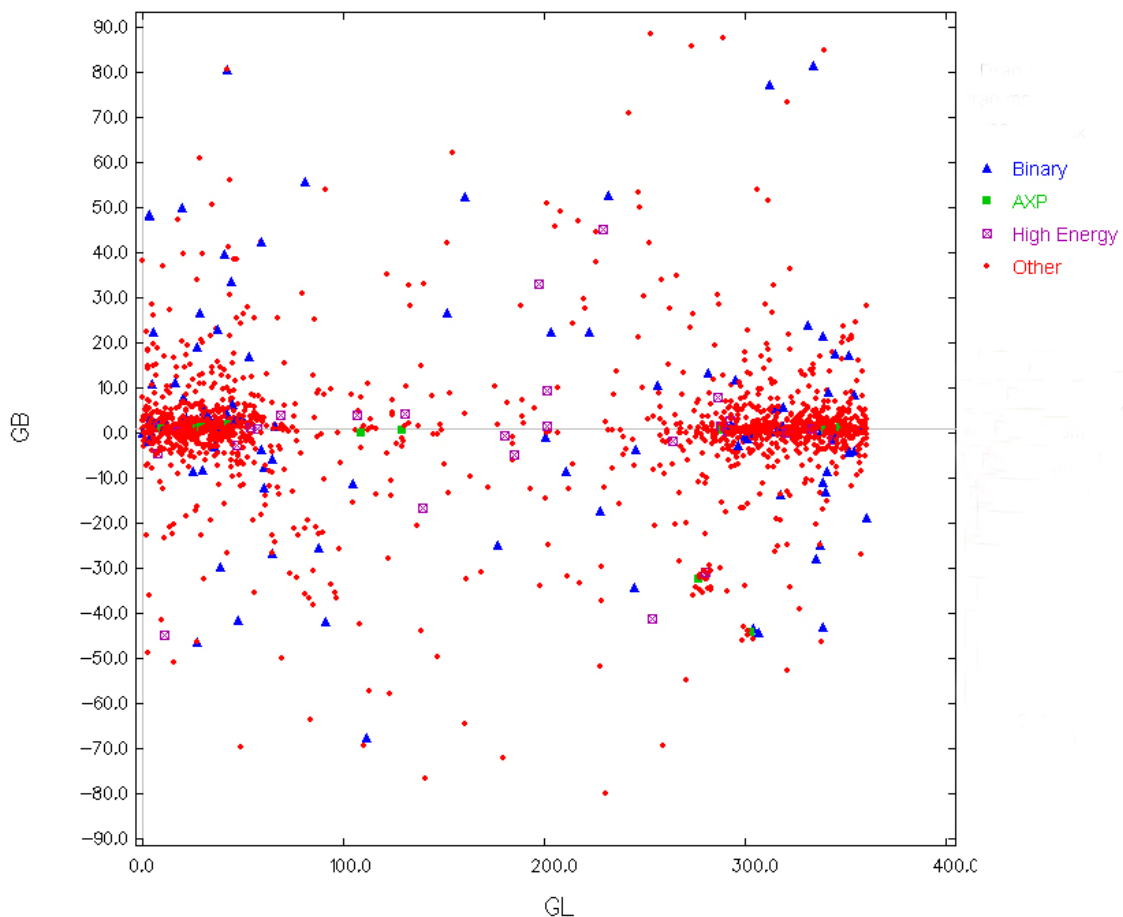


Σχήμα 20: Η πόλωση των υποπαλμών και του ολοκληρωμένου προφίλ τεσσάρων pulsars. Σχήμα από R.N.Manchester, J.H.Taylor et al [11].

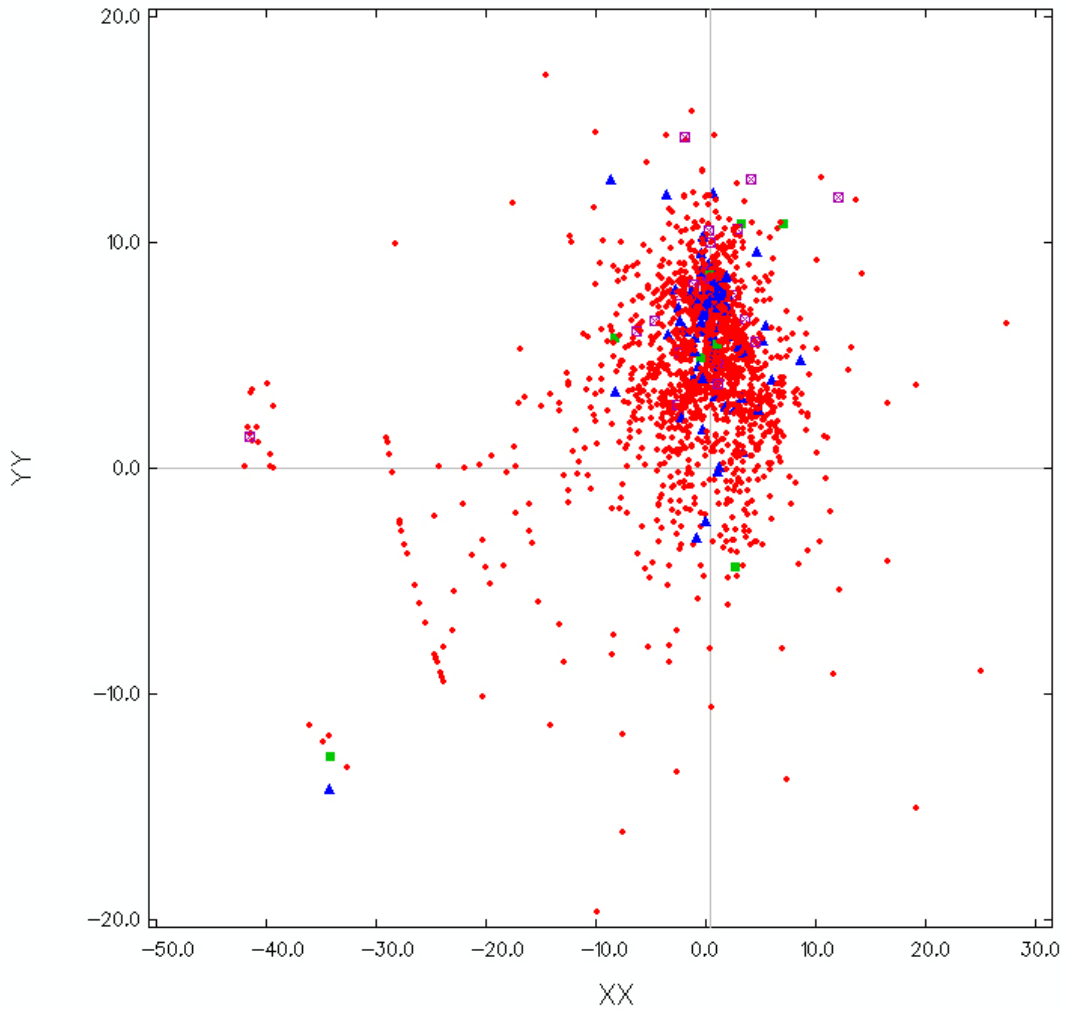
1.7 Γαλαξιακή κατανομή

Μια ματιά στον κατάλογο των pulsars που έχουν βρεθεί μέχρι τώρα δείχνει ότι σχεδόν όλοι βρίσκονται στο δικό μας Γαλαξία. Παραδείγματα εξωγαλαξιακών είναι ο PSR 0540-69 και ο PSR 0042-73 που βρίσκονται στο Μεγάλο και στο Μικρό Μαγγελανικό νέφος αντίστοιχα.

Οι έρευνες για pulsars υπόκεινται στους προφανείς περιορισμούς ευαισθησίας: οι ασθενείς pulsars είναι μετρήσιμοι μόνο εάν βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις ενώ ακόμα και οι πιο ισχυροί δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτοί αν βρίσκονται αρκετά μακριά, κοντά στο κέντρο του Γαλαξία. Επιπλέον υπάρχουν περιορισμοί εξαιτίας της επίδρασης του μεσοαστρικού χώρου στη διάδοση των ραδιοκυμάτων, ειδικά κοντά στο γαλαξιακό επίπεδο και προς το κέντρο του Γαλαξία. Στο Σχήμα 21 εικονίζεται η κατανομή των 1771 pulsars σε γαλαξιακές συντεταγμένες. Η προβολή της κατανομής στο γαλαξιακό επίπεδο δίνεται στο Σχήμα 22. Η μικρή συγκέντρωση προς το κέντρο του Γαλαξία οφείλεται φυσικά στην περιορισμένη ευαισθησία εξαιτίας του υψηλού επιπέδου του θορύβου και του μεσοαστρικού σπινθηρισμού σε αυτήν την κατεύθυνση.



Σχήμα 21: Η κατανομή των 1771 pulsars σε γαλαξιακές συντεταγμένες. Σχήμα από αναφορά [19].



Σχήμα 22: Η προβολή της παραπάνω κατανομής στο γαλαξιακό επίπεδο. Σχήμα από αναφορά [19].

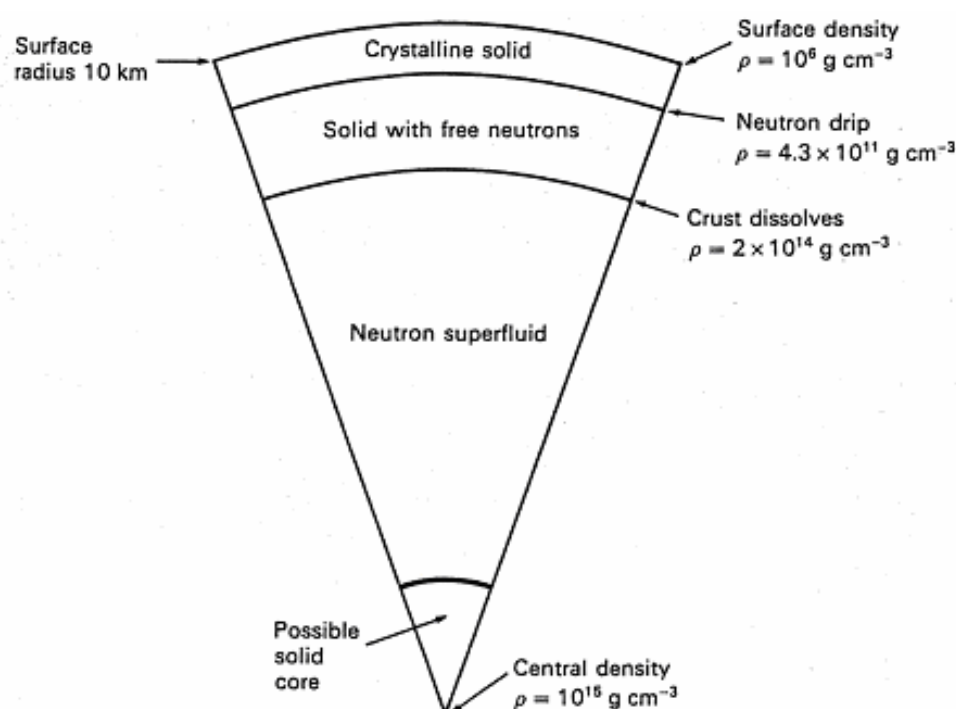
Οι αποστάσεις των pulsars υπολογίζονται κυρίως από το μέτρο διασποράς DM ($DM = n_e \cdot L$). Η μετατροπή των μετρημένων DM σε αποστάσεις απαιτεί τη χρήση κάποιου μοντέλου που να δίνει τη γαλαξιακή κατανομή των ηλεκτρονίων. Το μοντέλο αυτό κατασκευάζεται με τη σειρά του πάλι από μετρήσεις των μέτρων διασποράς κάποιων pulsars των οποίων οι αποστάσεις μπορούν να υπολογισθούν και με άλλες μεθόδους όπως από μετρήσεις της παράλλαξης, από την απορρόφηση στην περιοχή του ουδέτερου υδρογόνου ή από συσχετισμούς με οπτικώς προσδιορισμένα αντικείμενα.

Η κατανομή των pulsars στο Γαλαξία αναμένεται να είναι παρόμοια με αυτή των νεαρών αστερών μεγάλης μάζας και των υπερκαινοφανών. Από τη μέχρι τώρα μελέτη του πληθυσμού των pulsars στο Γαλαξία προκύπτει ότι ο αριθμός των ενεργών pulsars κυμαίνεται μεταξύ $10^5 - 10^6$, εμφανίζονται δε συγκεντρωμένοι στο γαλαξιακό επίπεδο σε ένα δίσκο πάχους 1 kpc και ακτίνας 10 kpc από το κέντρο. Η δημιουργία τους συμβαίνει συνήθως κατά την έκρηξη ενός υπερκαινοφανούς αστέρα με ρυθμό περίπου ίσο με 1 pulsar ανά 50 έτη. Μετρήσεις των κινήσεών τους δείχνουν ότι κινούνται με υψηλές ταχύτητες – οι οποίες προέρχονται πιθανότατα από το βίαιο τρόπο δημιουργίας τους – και απομακρύνονται από το γαλαξιακό επίπεδο με ρυθμό της τάξεως των 100 km s^{-1} (το γενικότερο εύρος των ταχυτήτων που έχουν παρατηρηθεί είναι $0-1000 \text{ km s}^{-1}$).

Οι “millisecond” pulsars εμφανίζουν ρυθμούς ανα-γέννησης πολύ μικρότερους και είναι σημαντικοί ως πληθυσμός μόνο εξαιτίας της μεγάλης διάρκειας ζωής τους.

1.8 Δομή των pulsars

Η προβλεπόμενη, από τα θεωρητικά μοντέλα, βαρυτική μάζα των αστερών νετρονίων κυμαίνεται μεταξύ 0.2 και περίπου 3 M_H . Μικρότερη μάζα δεν παρέχει την απαραίτητη βαρύτητα για να συγκρατήσει τον αστέρα σε συμπαγή κατάσταση ενώ μεγαλύτερη θα οδηγούσε σε κατάρρευση και δημιουργία μελανής οπής. Η διάμετρος ενός τυπικού αστέρα νετρονίων με μάζα ίση με 1.4 M_H είναι 20-30 km και η πυκνότητα στο κέντρο του μερικές φορές 10^{14} - 10^{15} g cm⁻³. Η δομή του, σε γενικές γραμμές, εικονίζεται στο Σχήμα 23.



Σχήμα 23: Τυπική δομή αστέρα νετρονίων. Αστέρες με μικρότερη μάζα δεν έχουν πιθανόν στερεό πυρήνα ή πυρήνα κουάρκ και τα εξωτερικά τους στρώματα μπορεί να είναι περισσότερο εκτεταμένα.
Σχήμα από A.G.Lyne, F.Graham-Smith [9].

Η επιφάνεια είναι στερεή και πολύ μεγάλης αντοχής καθώς πυρήνες Fe, περιτριγυρισμένοι από μια θάλασσα εκφυλισμένων ηλεκτρονίων, δημιουργούν κρυσταλλικό πλέγμα. Σε μεγαλύτερες πυκνότητες, τα ηλεκτρόνια διεισδύουν στους πυρήνες και μαζί με τα πρωτόνια, δημιουργούν νέους πυρήνες με ασυνήθιστα μεγάλο αριθμό νετρονίων, ακόμη και πυρήνες άγνωστους εργαστηριακά ακόμη, όπως ^{118}Kr . Οι πυρήνες αυτοί δημιουργούν ένα δεύτερο κρυσταλλικό πλέγμα το οποίο είναι γνωστό ως εσωτερικό κέλυφος (inner crust). Η θάλασσα των εκφυλισμένων ηλεκτρονίων εξακολουθεί να υπάρχει. Ταυτόχρονα, τα νετρόνια, μέχρι μια τιμή πυκνότητας, περίπου ίση με 4×10^{11} g cm⁻³, τείνουν να βρίσκονται σχεδόν αποκλειστικά μέσα τους πυρήνες. Πάνω από την τιμή αυτή, τιμή που είναι γνωστή ως neutron drip point, οι πιο μεγάλοι πυρήνες γίνονται ασταθείς και αρχίζουν να ελευθερώνουν νετρόνια. Προχωρώντας προς το κέντρο και καθώς η πυκνότητα

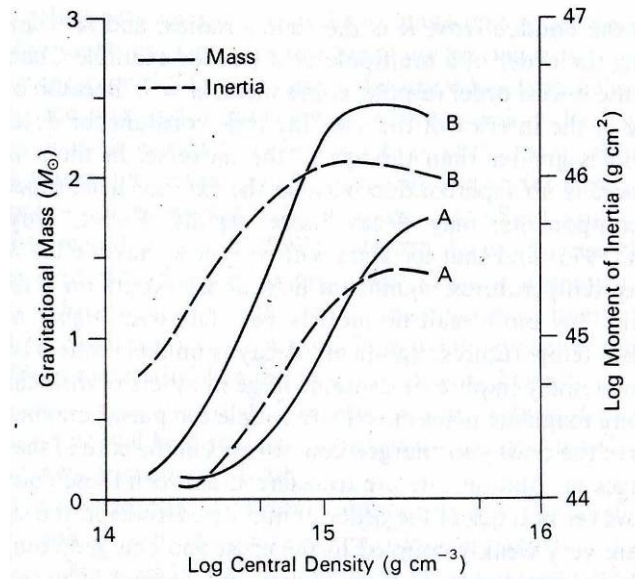
μεγαλώνει, ο αριθμός των ελεύθερων νετρονίων ολοένα αυξάνεται και για τιμές πυκνότητας περίπου $2 \times 10^{14} \text{ g cm}^{-3}$ δημιουργείται ένα ρευστό νετρονίων. Ο κεντρικός πυρήνας αποτελείται κυρίως από ρευστό νετρονίων που περιέχει ένα μικρό ποσοστό ηλεκτρονίων, πρωτονίων και άλλων σωματιδίων. Στις τεράστιες αυτές τιμές της πυκνότητας του εσωτερικού, το ρευστό νετρονίων είναι πιθανόν ένα υπερρευστό, με μηδενική τιμή ιξώδους. Η πίεση που ασκείται από τα νετρόνια εξαιτίας της απαγορευτικής αρχής του Pauli είναι η δύναμη που συγκρατεί τον αστέρα από το να καταρρεύσει.

Για πυκνότητες μεγαλύτερες από $3 \times 10^{14} \text{ g cm}^{-3}$, οι ενέργειες Fermi των ηλεκτρονίων και των πρωτονίων γίνονται τόσο μεγάλες ώστε υπάρχει η πιθανότητα να δημιουργούνται νέα σωματίδια όπως μόνια και υπερόνια. Υπό τέτοιες πυκνότητες ενδεχόμενη είναι και η πιθανότητα ύπαρξης στερεού πυρήνα ή πυρήνα κουάρκ.

Τα μοντέλα των αστέρων νετρονίων υπολογίζονται ολοκληρώνοντας τις σχετικιστικές εξισώσεις της υδροστατικής ισορροπίας (οι εξισώσεις Tolman – Oppenheimer – Volkoff). Για παράδειγμα, η μεταβολή της πίεσης με την απόσταση περιγράφεται από τη διαφορική εξίσωση:

$$\frac{dP}{dr} = - \frac{G[\rho(r) + P(r)/c^2][m(r) + 4\pi r^3 P(r)/c]}{r^2[1 - 2Gm(r)/rc^2]}$$

όπου $m(r)$ η συνάρτηση μάζας του αστέρα, $P(r)$ η πίεση και $\rho(r)$ η πυκνότητα μάζας – ενέργειας. Η εξίσωση αυτή δείχνει ότι επειδή στη γενική θεωρία της σχετικότητας οι πιέσεις συνεισφέρουν στην ολική πυκνότητα μάζας – ενέργειας, το μέτρο της ακτινικής παραγωγής της πίεσης, dP/dr , είναι μεγαλύτερο από ότι στη μη σχετικιστική περίπτωση. Η καταστατική εξίσωση είναι αρκετά καλά γνωστή για υποπυρηνικές πυκνότητες αλλά υπάρχει αρκετή αβεβαιότητα για τις υψηλές πυκνότητες. Η καταστατική εξίσωση σε υψηλές πυκνότητες καθορίζει το άνω όριο μάζας των αστέρων νετρονίων. Αύξηση της μάζας συνεπάγεται αύξηση της πίεσης στο κέντρο. Το άνω όριο μάζας των αστέρων αυτών είναι περίπου $3 M_H$. Στο Σχήμα 24 εικονίζονται καμπύλες βαρυτικής μάζας και ροπής αδράνειας ως προς τον λογάριθμο της πυκνότητας για δύο διαφορετικές εξισώσεις κατάστασης (Α η καταστατική εξίσωση του Moszkowski, Β η καταστατική εξίσωση των Cohen et al). Για τους αστέρες νετρονίων με πολύ μικρή μάζα, οι κεντρικές πυκνότητες είναι λίγο μεγαλύτερες από ή περίπου ίσες με $2 \times 10^{14} \text{ g cm}^{-3}$ με αποτέλεσμα η εξωτερική επιφάνειά τους να έχει μεγάλο πάχος και να εκτείνεται αρκετά προς το κέντρο του αστέρα. Σε γενικές γραμμές, όσο μικρότερη είναι η μάζα, τόσο μεγαλύτερη είναι η ακτίνα, έτσι ώστε να υπάρχει μια τάση αύξησης της ροπής αδράνειας για μικρές μάζες και μια αντίθετη τάση ελάττωσής της στις μεγάλες μάζες.



Σχήμα 24: Η βαρυτική μάζα (συνεχής γραμμή) και η ροπή αδράνειας (διακεκομμένη γραμμή) των αστέρων νετρονίων ως συνάρτηση της πυκνότητας στο κέντρο του αστερά. Οι καμπύλες A έχουν προκύψει από την καταστατική εξίσωση του Moszkowski ενώ οι B από τους Cohen et al. Σχήμα από R.N.Manchester, J.H.Taylor [10].

1.9 Μαγνητικά πεδία

Οι pulsars θεωρούνται ότι έχουν εξαιρετικά ισχυρά μαγνητικά πεδία, πιθανότατα τα ισχυρότερα σε ολόκληρο το Σύμπαν. Η παρουσία των ισχυρών αυτών πεδίων σε ένα γρήγορα περιστρεφόμενο αντικείμενο οδηγεί στη δημιουργία ισχυρών ηλεκτρικών πεδίων και στην επιτάχυνση φορτισμένων σωματίων σε υψηλές ενέργειες. Υπολογισμοί βασισμένοι στην απώλεια κινητικής ενέργειας των pulsars δείχνουν ότι τα επιφανειακά μαγνητικά πεδία τους είναι της τάξης των 10^{12} G. Οι προγενέστεροι των pulsars αστέρες έχουν μικρά μαγνητικά πεδία, εντάσεως περίπου 100 G. Η διατήρηση της μαγνητικής ροής κατά την κατάρρευση των αστέρων αυτών και τη μετατροπή τους σε αστέρες νετρονίων οδηγούν στην αύξηση της εντάσεως του μαγνητικού πεδίου, που φτάνει περίπου στα 4×10^{12} G. Σε pulsars μεγάλης ηλικίας το μαγνητικό πεδίο είναι μειωμένο πια κατά 2 τάξεις μεγέθους (10^{10} G) ενώ στους “millisecond” pulsars μπορεί να είναι ακόμη μικρότερο και να κυμαίνεται περίπου στα 10^8 G. Παρά την υψηλή του ένταση, το μαγνητικό πεδίο έχει μικρή επίδραση στη δομή του pulsar (τροποποιεί μόνο την κρυσταλλική δομή κοντά στην επιφάνεια). Εκτός της επιφάνειας όμως, το μαγνητικό πεδίο κυριαρχεί σε όλα τα φυσικά φαινόμενα. Ο λόγος των βαρυτικών δυνάμεων προς τις επαγόμενες ηλεκτροστατικές

$$\frac{GMm}{r^2} \bigg/ \frac{e\Omega rB}{c}$$

στην επιφάνεια του Crab Pulsar είναι 10^{-12} .

Το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο παίζει σημαντικό ρόλο σε αρκετά παρατηρησιακά χαρακτηριστικά των pulsars. Ο άξονας του μαγνητικού διπόλου μπορεί να σημαντικά μη-ευθυγραμμισμένος με τον άξονα περιστροφής του αστερά και έτσι το δίπολο να εκπέμπει παλμούς ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στη συχνότητα περιστροφής. Αυτός είναι και ο βασικότερος λόγος απώλειας κινητικής

ενέργειας. Για έναν αστέρα νετρονίων μικρής ηλικίας, όπως π.χ. τον Crab Pulsar, η ροή αυτή ενέργειας είναι αρκετή για να προκαλέσει σωματίδια υψηλής ενέργειας στο νεφέλωμα που τον περιβάλλει (Σχήμα 25).

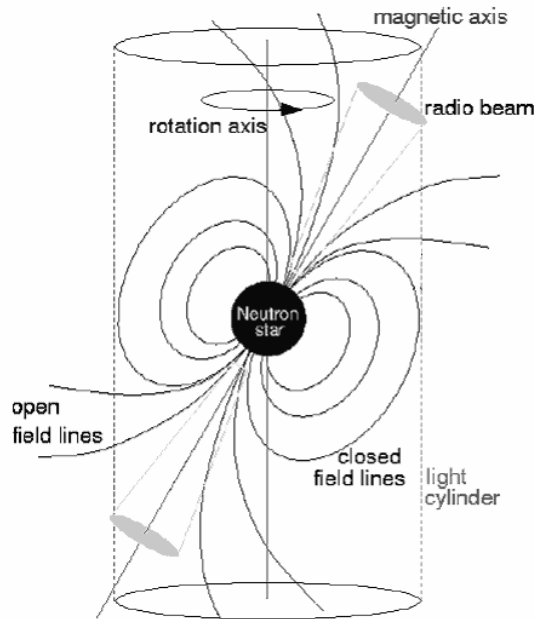


Σχήμα 25: Σύνθετη εικόνα ακτίνων X και οπτικών ακτίνων, όπου φαίνεται η εκπομπή ακτινοβολίας σύγχροτρον από το νεφέλωμα που περιβάλλει τον Crab pulsar.

Το τοπικό ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται από το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο επηρεάζει ιδιαίτερα την περιοχή από την επιφάνεια του αστέρα έως την ακτίνα σχετικιστικής περιστροφής $r_c = c/\omega$. Στους αστέρες νετρονίων η ακτίνα αυτή ορίζει έναν κύλινδρο, ο οποίος ονομάζεται κύλινδρος φωτός. Στο εσωτερικό του κυλίνδρου αυτού υπάρχει η ιονισμένη μαγνητόσφαιρα με πλάσμα υψηλής ενέργειας, το οποίο συστρέφεται με τον αστέρα μέχρι μια απόσταση κοντά στην r_c . Όλο το φάσμα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας πηγάζει μέσα από τη μαγνητόσφαιρα. Στους πόλους και στον ισημερινό της μαγνητόσφαιρας υπάρχουν σωματίδια αντίθετου φορτίου.

1.10 Εκπομπή ακτινοβολίας

Αν και σύντομα μετά την ανακάλυψη των pulsars συνειδητοποιήθηκε ότι οι pulsars δεν ταλαντώνονταν αλλά περιστρέφονταν και ότι η ακτινοβολία εκπέμπονταν με τη μορφή μικρής κωνικής δέσμης, χρειάστηκαν πολλά χρόνια για να διερευνηθεί η φύση της διαδικασίας εκπομπής. Δύο θεωρίες ερευνήθηκαν ιδιαίτερα : το πρότυπο polar cap και το σχετικιστικό πρότυπο. Το πρώτο πρότυπο τοποθετεί την πηγή της ακτινοβολίας ακριβώς πάνω από τους μαγνητικούς πόλους σε αντίθεση με το δεύτερο που την τοποθετεί πιο ψηλά στη μαγνητόσφαιρα, κοντά στον κύλινδρο φωτός (Σχήμα 26). Και στις δύο θεωρίες η θέση και η διεύθυνση της εκπομπής καθορίζεται από το διπολικό μαγνητικό πεδίο.



Σχήμα 26: Εκπομπή ακτινοβολίας από την πολική περιοχή (polar cap) ενός pulsar. Σχήμα από αναφορά [20].

Οι ενδείξεις για το μοντέλο polar cap προέρχονται από το εύρος της δέσμης και την πόλωση της ραδιοφωνικής ακτινοβολίας, ενώ για το σχετικιστικό πρότυπο από την ακτινοβολία υψηλής ενέργειας που παρατηρείται στους μικρής ηλικίας pulsars, τον Crab και τον Vela pulsar. Αποδείχθηκε αδύνατο να συμβιβαστούν οι δύο θεωρίες και να βρεθεί μία περιοχή εκπομπής. Έτσι σήμερα είναι αποδεκτές ως περιοχές εκπομπής και οι δύο διαφορετικές περιοχές της μαγνητόσφαιρας: η περιοχή κοντά στους πόλους για την εκπομπή σε ραδιοφωνικές συχνότητες και η περιοχή κοντά στον κύλινδρο φωτός για την εκπομπή σε χαμηλότερες αλλά ενεργειακά υψηλότερες συχνότητες (οπτικές ακτίνες, ακτίνες X, ακτίνες γ). Και στις δύο αυτές περιοχές φορτισμένα σωματίδια επιταχύνονται σε υψηλές ενέργειες, η εκπομπή της ακτινοβολίας γίνεται κατά μήκος των μαγνητικών δυναμικών γραμμών και η γωνιώδης διάμετρος της κωνικής δέσμης της ακτινοβολίας – το πλάτος δηλαδή του προφίλ του pulsar – συνδέεται άμεσα με τη χωρική κατανομή των σημείων εκπομπής.

Η υψηλής ενέργειας εκπομπή ακτινοβολίας που χαρακτηρίζει τους μικρούς σε ηλικία αστέρες νετρονίων έχει – όπως αναφέρθηκε και παραπάνω – ευρύ και ομαλό φάσμα χωρίς βραχυπρόθεσμες μεταβολές της εντάσεως. Έχει επομένως τα χαρακτηριστικά της σύγχροτρον ακτινοβολίας. Η ραδιοφωνική ακτινοβολία εκτείνεται επίσης σε μεγάλο εύρος συχνοτήτων αλλά τα περισσότερα χαρακτηριστικά της ως προς το σχήμα και την ένταση είναι μεταβλητά. Η ένταση όμως είναι πολύ ισχυρότερη και πολύ πιο μεταβλητή από ότι θα αναμενόταν σε μη σύμφωνες διαδικασίες εκπομπής ακτινοβολίας. Ο μηχανισμός εκπομπής της σύμφωνης ραδιοφωνικής ακτινοβολίας δεν έχει κατανοηθεί ακόμη πλήρως.

Το πιο διαδεδομένο πρότυπο για pulsars είναι το polar cap model (μοντέλο των μαγνητικών πόλων). Το μοντέλο αυτό παρουσιάστηκε από τους A.G.Lyne και R.N.Manchester (1988) και βασιζόταν στη δουλειά της J.M.Rankin (1983). Οι βασικές απόψεις του μοντέλου αυτού είναι:

- (α) Μια δέσμη ραδιοφωνικής ακτινοβολίας εκπέμπεται από κάθε μαγνητικό πόλο, σχεδόν ακτινικά, με γωνιώδη διάμετρο περίπου 10° .
- (β) Ο άξονας του μαγνητικού διπόλου δεν είναι ευθυγραμμισμένος με τον άξονα περιστροφής όπως και η ευθεία οράσεως (Σχήμα 12). Υπάρχει μια τάση του

μαγνητικού άξονα να ευθυγραμμίζεται με τον άξονα περιστροφής αλλά αυτό συμβαίνει περίπου όταν αρχίζει και η εξασθένηση της εντάσεως του μαγνητικού πεδίου.

(γ) Η δέσμη είναι κωνική, με το εύρος της να αυξάνεται καθώς μειώνονται οι ραδιοφωνικές συχνότητες. Ειδικά για τις υψηλές συχνότητες, η εκπομπή συγκεντρώνεται στο εξωτερικό του κώνου. Μια τομή κατά μήκος της δέσμης μπορεί επομένως για τις συχνότητες αυτές να δώσει ένα διπλό ή ένα απλό προφίλ ανάλογα με το πώς η ευθεία οράσεως του παρατηρητή τέμνει τον κώνο της δέσμης. Υπάρχουν επίσης συνιστώσες εκπομπής μέσα από τον κώνο. Αυτές μπορεί να συμπληρώνουν τα προηγούμενα προφίλ δημιουργώντας προφίλ με πολλές συνιστώσες. Το σχήμα του προφίλ εξαρτάται από την γωνία β μεταξύ της ευθείας οράσεως και του άξονα του μαγνητικού διπόλου και από τις σχετικές εντάσεις των διαφόρων συνιστωσών.

(δ) Ο φασματικός δείκτης α μεταβάλλεται συχνά από το κέντρο προς την εξωτερική περιοχή του κώνου με την κεντρική περιοχή να είναι σχετικά ισχυρότερη στις χαμηλές συχνότητες. Αυτή η διαφορά στο φασματικό δείκτη είναι περισσότερο αισθητή στους pulsars με μικρή περίοδο.

(ε) Ο κώνος εκπομπής είναι ανομοιογενής έτσι ώστε ορισμένα μόνο μέρη του να είναι εμφανή. Μια τομή κατά μήκος του κώνου μπορεί επομένως να δείχνει ενδεχομένως μόνο τμήμα της τυπικής εικόνας του προφίλ. Π.χ. σε ένα διπλό προφίλ το πρώτο τμήμα μπορεί να ανήκει στο εξωτερικό τμήμα του κώνου και το δεύτερο στο κεντρικό ενώ το αναμενόμενο δεύτερο τμήμα της άλλης εξωτερικής πλευράς του κώνου να απουσιάζει. Καθαρά διαχωρίσιμος πυρήνας δεν υπάρχει καθώς οι περιοχές εκπομπής μπορεί να εμφανιστούν σε οποιοδήποτε σημείο μέσα στον κώνο.

(στ) Η μεταβολή της γωνίας του επιπέδου πόλωσης κατά μήκος του προφίλ πάντα συμβαδίζει με την ιδέα της εικόνας που δημιουργείται από τη σύνθεση του άξονα περιστροφής, του μαγνητικού άξονα και της ευθείας οράσεως.

(ζ) Κυκλική πόλωση παρατηρείται όταν η ευθεία οράσεως βρίσκεται κοντά στον μαγνητικό πόλο, δηλαδή όταν οι μαγνητικές γραμμές έχουν τη μικρότερη καμπυλότητα. Η αντιστροφή της πόλωσης δηλώνει ότι η πηγή αυτή η οποία περιορίζεται σε λίγους ανοικτούς σωλήνες μαγνητικής ροής παρατηρείται από τις δύο διαφορετικές πλευρές του επιπέδου των σωλήνων. Η καμπύλωση των γραμμών εμφανίζεται ότι αντιστρέφεται τη στιγμή που η ευθεία οράσεως περνάει από την άλλη πλευρά του επιπέδου.

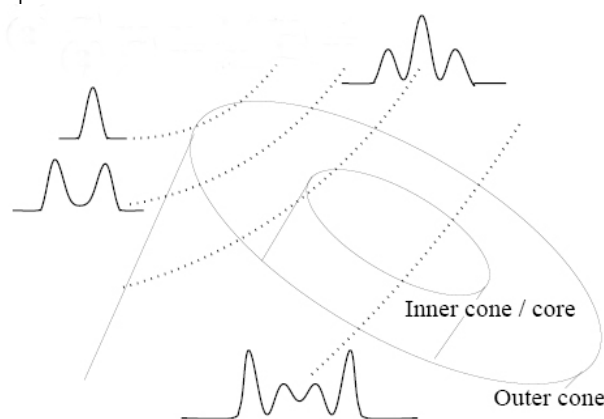
(η) Η γωνιώδης διάμετρος της κωνικής δέσμης αυξάνεται στις χαμηλότερες συχνότητες. Οι συχνότητες αυτές πιθανότατα εκπέμπονται από περιοχές που βρίσκονται σε μεγαλύτερες ακτινικές αποστάσεις από τον πόλο.

Ο βασικότερος μηχανισμός ακτινοβολίας του προτύπου αυτού θεωρείται ότι είναι ο εξής: το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο του αστέρα (ο άξονας του οποίου, όπως είπαμε και παραπάνω, δεν συμπίπτει με τον άξονα περιστροφής) παράγει (εξ επαγωγής) διαφορά δυναμικού. Η διαφορά δυναμικού εμφανίζεται μεταξύ των πόλων και του ισημερινού του αστέρα. Λόγω αυτής της τάσης, φορτισμένα σωματίδια αποσπώνται από την επιφάνεια του αστέρα και δημιουργούν έναν τεράστιο «πυκνωτή» στην περιοχή κάθε πόλου, οι οπλισμοί του οποίου αποτελούνται από δύο ετερόσημα στρώματα φορτίων: ένα στη επιφάνεια του pulsar και ένα στην περιοχή πάνω από αυτήν. Όταν η διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών του κάθε «πυκνωτή» γίνει 10^{12} - 10^{13} V, τότε επέρχεται εκφόρτισή τους. Η ενέργεια που παράγεται είναι πολύ μεγάλη με αποτέλεσμα να συμβαίνει δίδυμη γένεση σωματιδίων, ηλεκτρονίων και ποζιτρονίων. Τα σωματίδια αυτά κινούμενα ελικοειδώς γύρω από τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές του πεδίου παράγουν ακτινοβολία σύγχροτρον στην περιοχή των ραδιοφωνικών κυμάτων. Το πρότυπο αυτό εξηγεί

ικανοποιητικά τη στενή δέσμη ακτινοβολίας, το φάσμα ακτινοβολίας των pulsars που δεν μοιάζει με φάσμα μελανού σώματος αλλά με φάσμα μη θερμικής ακτινοβολίας σύγχροτρον και τους πολύ ισχυρά γραμμικά πολωμένους παλμούς (που προϋποθέτουν ισχυρό μαγνητικό πεδίο).

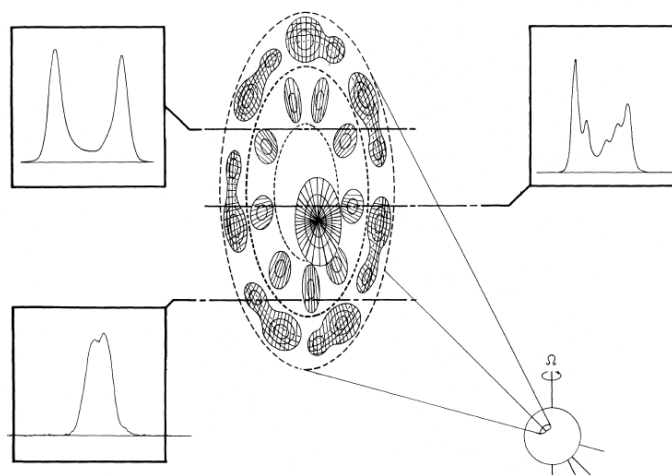
Τα τελευταία χρόνια αρκετό κομμάτι της έρευνας έχει επικεντρωθεί σε μια προσπάθεια κατανόησης της δομής της κωνικής δέσμης ακτινοβολίας. Δύο είναι τα επικρατέστερα μοντέλα σήμερα:

- Το 1983 η J.M.Rankin (J.M.Rankin, “Toward an empirical theory of pulsar emission. I. Morphological Taxonomy”, *Astrophys.J.*, 274, 333-358, (1983)) πρότεινε το “core and cone” μοντέλο σύμφωνα με το οποίο ο κώνος ακτινοβολίας δεν είναι ομοιόμορφος αλλά αποτελείται από ένα σύνολο ομόκεντρων κώνων, δηλαδή κώνων φωλιασμένων ο ένας μέσα στον άλλο όπως εικονίζεται στο Σχήμα 27. Ανάλογα με το πώς η ευθεία οράσεως τέμνει την κωνική δέσμη σχηματίζονται και η μία ή πολλές συνιστώσες του προφίλ.

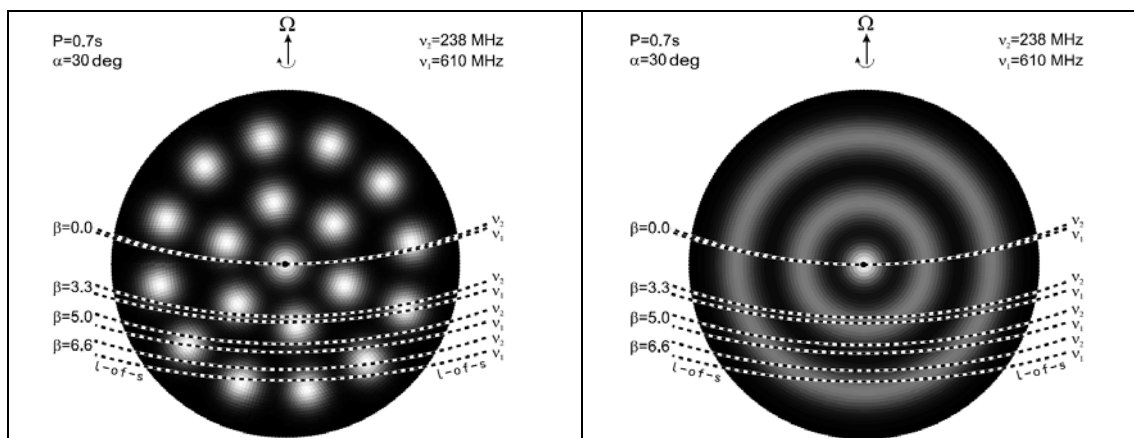


Σχήμα 27: Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει το “Core and cone” μοντέλο και το πώς δημιουργούνται τα διάφορα προφίλ. Σχήμα από D.R.Lorimer [8].

Οι φωλιασμένοι κώνοι θεωρούνται ότι αποτελούνται από μικρές περιοχές εκπομπής οπότε η δημιουργία του προφίλ δεν είναι τόσο απλή όσο εικονίζεται στο Σχήμα 27 αλλά μάλλον προσεγγίζεται περισσότερο από το Σχήμα 28. Από την κίνηση των περιοχών αυτών δημιουργούνται οι ενεργές κωνικές περιοχές, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 29 (β).

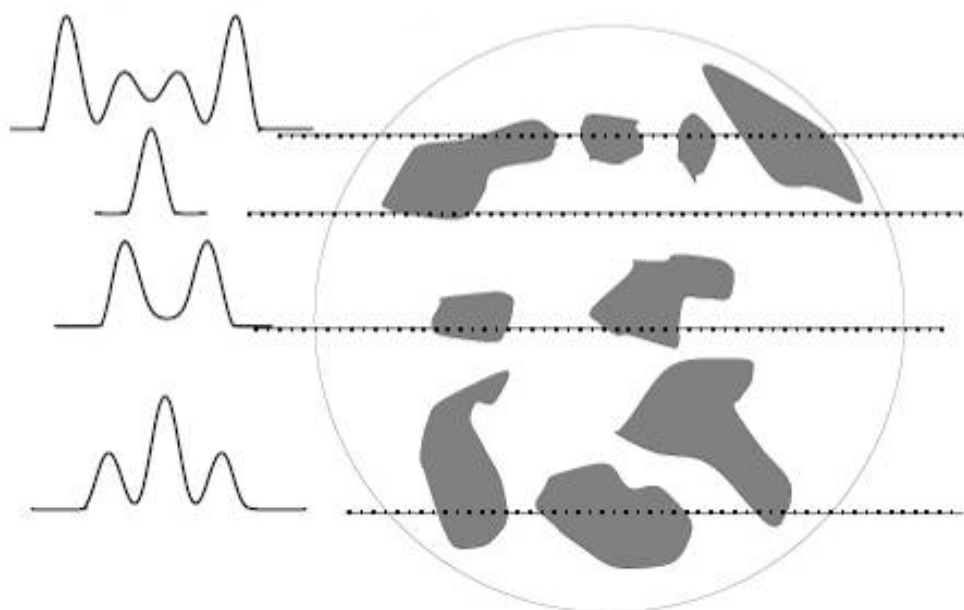


Σχήμα 28: Δομή των κώνων σύμφωνα με το “core and cone” μοντέλο. Σχήμα από J.M.Rankin [14].



Σχήμα 29: Το “core and cone” μοντέλο με τις ενεργές περιοχές (α) και τη μέση δομή που προκύπτει από την κίνησή του (β). Σχήματα από J.Gil, Y.Gupta [3].

- Το δεύτερο μοντέλο είναι γνωστό ως “patchy” μοντέλο και προτάθηκε το 1988 από τους A.G.Lyne και R.N.Manchester (A.G.Lyne and R.N.Manchester, “The shape of pulsar radio beams”, Mon. Not. R. Astron. Soc., 234, 477-508, (1988)). Το Σχήμα 30 εικονίζει τη δομή της κωνικής δέσμης: ο κώνος πάλι δεν είναι ομοιόμορφος αλλά αποτελείται από πολλές μικρές περιοχές εκπομπής οι οποίες όμως δεν είναι ενταγμένες μέσα σε κωνικές περιοχές κίνησης αλλά μάλλον κινούνται τυχαία. Η ευθεία οράσεως και η δομή της περιοχής από την οποία διέρχεται είναι πάλι οι παράγοντες που ερμηνεύουν τη μεγάλη ποικιλία προφίλ των αστέρων νετρονίων.



Σχήμα 30: Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει το “patchy” μοντέλο και το πώς δημιουργούνται διάφορα προφίλ. Σχήμα από D.R.Lorimer [8].

Κεφάλαιο 2: Επεξεργασία δεδομένων

Οι πρώτοι pulsars που ανακαλύφθηκαν ονομάστηκαν με δύο γράμματα που δήλωναν το παρατηρητήριο που τους ανακάλυψε και τέσσερα νούμερα που δήλωναν την ορθή απόκλιση που βρισκόταν ο pulsar (π.χ. CP 1919). Καθώς ανακαλύπτονταν ολοένα περισσότεροι αστέρες νετρονίων, εμφανίστηκε η ανάγκη για μεγαλύτερη ακρίβεια οπότε ο τρόπος αυτός ονομασίας αντικαταστάθηκε. Ο νέος κώδικας χρησιμοποιεί :

(α) τα γράμματα PSR (Pulsating Source of Radio)

(β) τις ώρες και τα λεπτά της ορθής αναφοράς και

(γ) το πρόσημο και τις μοίρες της απόκλισης.

Μέχρι το 1993, οι συντεταγμένες των pulsars υπολογίζονταν σύμφωνα με το B1950 σύστημα αναφοράς. Όσοι pulsars ανακαλύφθηκαν μετά το 1993, ονομάστηκαν σύμφωνα με το νέο σύστημα αναφοράς J2000. Οι pulsars που είχαν ήδη ανακαλυφθεί και ονομαστεί σύμφωνα με το προηγούμενο σύστημα αναφοράς απέκτησαν και δεύτερο όνομα. Για να διαφοροποιούνται τα δύο συστήματα αναφοράς σήμερα προηγείται από τα ψηφία της ορθής αναφοράς ένα γράμμα: B για το παλιό σύστημα, J για το νέο. Οι J ονομασίες συνήθως έχουν και τα λεπτά της απόκλισης ενώ για την αποφυγή ασάφειας σε πολύ κοντινά pulsars μπορεί να προστεθεί και ένα ακόμη ψηφίο που να δηλώνει το δεκαδικό μέρος των λεπτών της απόκλισης.

2.1. Καταγραφή των δεδομένων

Όλα τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τις παρακάτω ανάλυσεις προέρχονται από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο “Effelsberg 100-m Radio Telescope” της Βόννης (Γερμανία) το οποίο διαθέτει σήμερα δέκτες για μετρήσεις από 73cm (0.4 GHz) έως 3mm (95 GHz). Η καταγραφή έχει γίνει συνήθως σε 4 κανάλια: τα πρώτα καταγράφουν τις δύο κυκλικές πολώσεις, κατευθείαν από τα αντίστοιχα ενεργά στοιχεία που βρίσκονται στην εστία του τηλεσκοπίου ενώ τα άλλα δύο δίνουν τις μετρήσεις των δύο πρώτων καναλιών πολλαπλασιασμένες με τις τριγωνομετρικές συναρτήσεις \sin και \cos για την εύρεση της πόλωσης.

Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε αρχεία του τύπου PULXXXX.DAT υπό συμπίεση. Τα αρχεία αυτά περιέχουν τις περισσότερες φορές πολλές διαδοχικές μετρήσεις (scans) για το ίδιο ή και διαφορετικά pulsars αν και δεν είναι ασυνήθιστη και η περίπτωση κάθε τέτοιο αρχείο να περιέχει μία μόνο μέτρηση (1 scan). Κάθε scan περιέχει αρκετές καταγραφές (blocks) είτε μεμονωμένων παλμών (int=1) είτε ολοκληρωμένων παλμών (int>1) του pulsar. Κάθε block περιέχει χρονοσειρές της έντασης του σήματος στη συχνότητα παρατήρησης (σε τυχαίες μονάδες) από τα τέσσερα κανάλια μετρήσεων. Το κάθε block περιέχει 1024 διαδοχικές παρατηρήσεις της έντασης του pulsar, δηλαδή περιέχει πάντοτε ένα πίνακα $1024 \times 4 = 4096$ σημείων. Κάθε scan συνοδεύεται από κάποιες σημαντικές αρχικές πληροφορίες (header): εκτός από την ταυτότητα του pulsar, την ημερομηνία μέτρησης, τον αριθμό των blocks, το int (τον αριθμό των μεμονωμένων παλμών που ολοκληρώθηκαν, πριν την καταγραφή των δεδομένων), το συνολικό αριθμό των παλμών (blocks \times int = pulses) κ.α. το header περιέχει επίσης τη διακριτική ικανότητα (το resolution) των δεδομένων. Το resolution μετριέται σε μs οπότε resolution π.χ. 100 μs σημαίνει ότι τα 1024 σημεία του block αντιστοιχούν σε χρόνο $100 \times 1024 = 102400 \mu s = 102.4 ms$. Γνωρίζοντας την περίοδο του pulsar μπορούμε να συνειδητοποιήσουμε την καλή ή κακή ανάλυση με την οποία έχει καταγραφεί ο παλμός. Στις γραφικές παραστάσεις των παλμών ο

άξονας των X εμφανίζεται και ως χρόνος, σε ms, και σε μοίρες ($^{\circ}$) (το οποίο υπολογίζεται εύκολα – αφού μία περίοδος του pulsar ισοδυναμεί με 360° – πολλαπλασιάζοντας το resolution, εκφρασμένο σε ms, με το 360 και διαιρώντας με την περίοδο).

2.2 Στόχοι – δεδομένα

Όπως αναφέρθηκε και στη θεωρητική εισαγωγή, κάθε pulsar έχει το δικό του ολοκληρωμένο προφίλ. Στόχος της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της μεταβολής του προφίλ των pulsars με τη συχνότητα μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα μελετήθηκαν:

- η μεταβολή της απόστασης των κορυφών (των συνιστωσών) του προφίλ ως συνάρτηση της συχνότητας
- η μεταβολή του λόγου των υψών (των εντάσεων) των κορυφών (των συνιστωσών) ως συνάρτηση της συχνότητας
- η μεταβολή της απόστασης των κορυφών του προφίλ σε σχέση με τη μεταβολή της απόστασης των αντίστοιχων υποπαλμών στους μεμονωμένους παλμούς ανάμεσα σε δύο συχνότητες

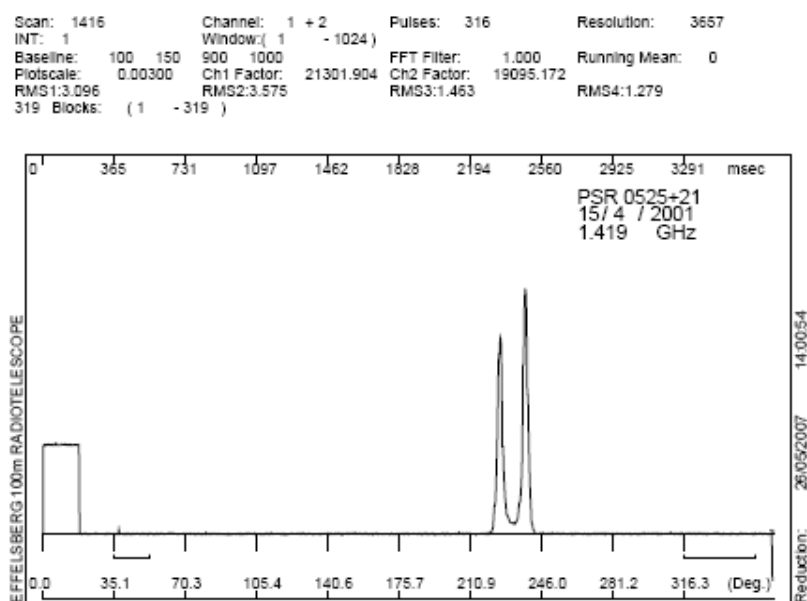
Τα δεδομένα των pulsars που μελετήθηκαν προέρχονται από μετρήσεις που έγιναν στο χρονικό διάστημα 1991 – 2004. Το εύρος συχνοτήτων κυμαίνεται από 1.0 έως 33.3 GHz, με τις περισσότερες μετρήσεις για κάθε pulsar στη φασματική γραμμή του υδρογόνου (21cm / 1.42 GHz). Στη υψηλή συχνότητα των 33.3 GHz το επίπεδο του θορύβου ήταν τόσο μεγάλο ώστε όλες οι μετρήσεις ήταν ακατάλληλες για την ανάλυση. Οι pulsars που μελετήθηκαν μαζί με κάποια χαρακτηριστικά τους στοιχεία αναγράφονται στον Πίνακα III. Στα Σχήματα 31-35 εικονίζονται τα ολοκληρωμένα προφίλ των pulsars αυτών στη συχνότητα των 1.42 GHz. Στο Πίνακα IV δίνεται ενδεικτικά ο αριθμός των δεδομένων (scans) που αναλύθηκαν για κάθε pulsar. Αναλυτικά τα δεδομένα που μελετήθηκαν για κάθε pulsar μαζί με τα αποτελέσματα τα οποία έδωσαν – αποτελέσματα από τα οποία δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα που εμφανίζονται στο κεφάλαιο 3 – παρατίθενται στο Παράρτημα Β.

Πίνακας III

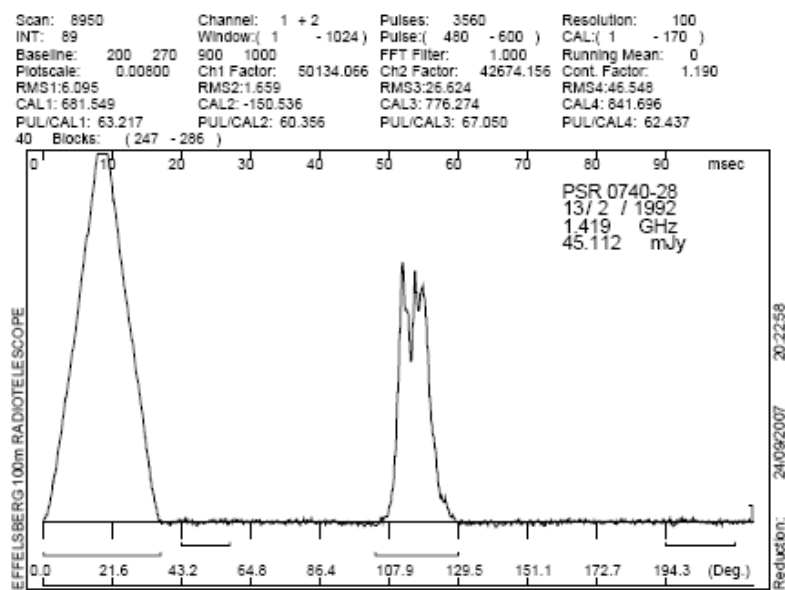
| Ονομασία PSR | | Long (deg) | Lat (deg) | Dist (kpc) | Period (s) | Log ₁₀ (Pdot) | Log ₁₀ (Age) |
|-----------------|-------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| B0525+21 | J0528+2200 | 183.9 | -6.9 | 2.0 | 3.745497 | -13.4 | 6.2 |
| B0740-28 | J0742-2822 | 243.8 | -2.4 | 1.5 | 0.166752 | -13.8 | 5.2 |
| B1133+16 | J1136+1551 | 241.9 | 69.2 | 0.2 | 1.187912 | -14.4 | 6.7 |
| B1742-30 | J1745-3040 | 358.6 | -1.0 | 2.3 | 0.367421 | -14.0 | 5.7 |
| B2020+28 | J2022+2854 | 68.9 | -4.7 | 1.3 | 0.343401 | -14.7 | 6.5 |

Πίνακας IV

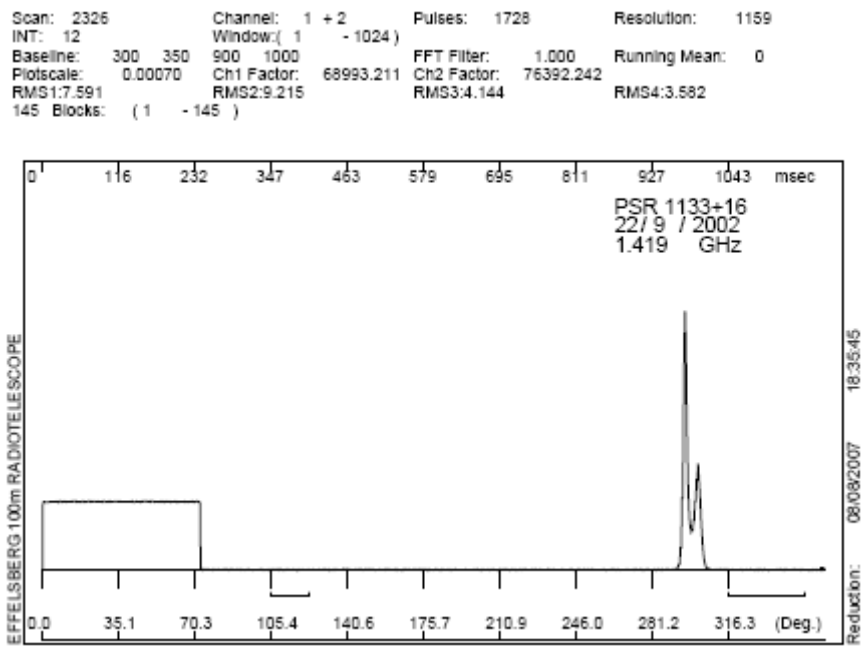
| PSR B | 0525+21 | 0740-28 | 1133+16 | 1742-30 | 2020+28 |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Πλήθος μελετημένων scans | 188 | 76 | 430 | 53 | 223 |



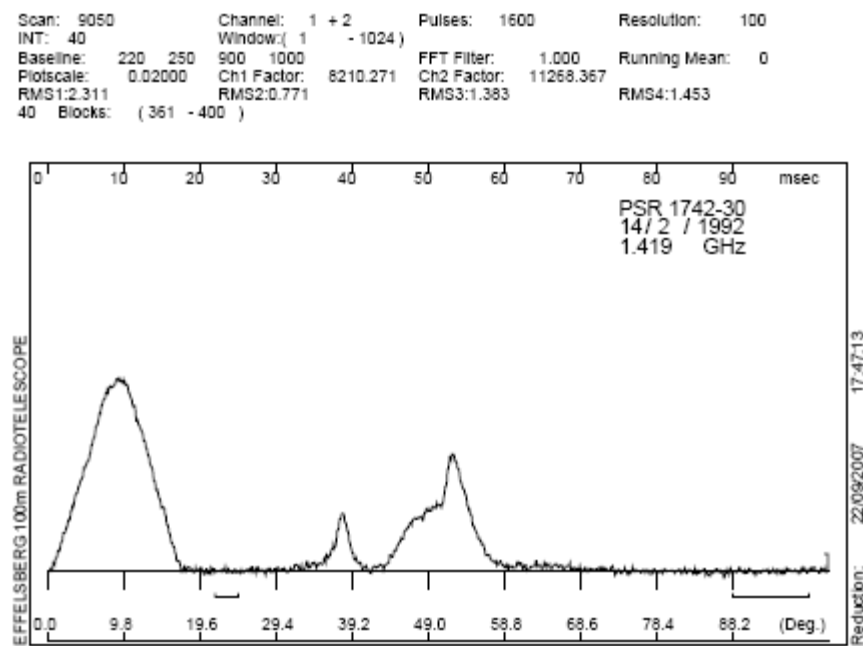
Σχήμα 31: Προφίλ του PSR0525+21 στη συχνότητα των 1.42 GHz



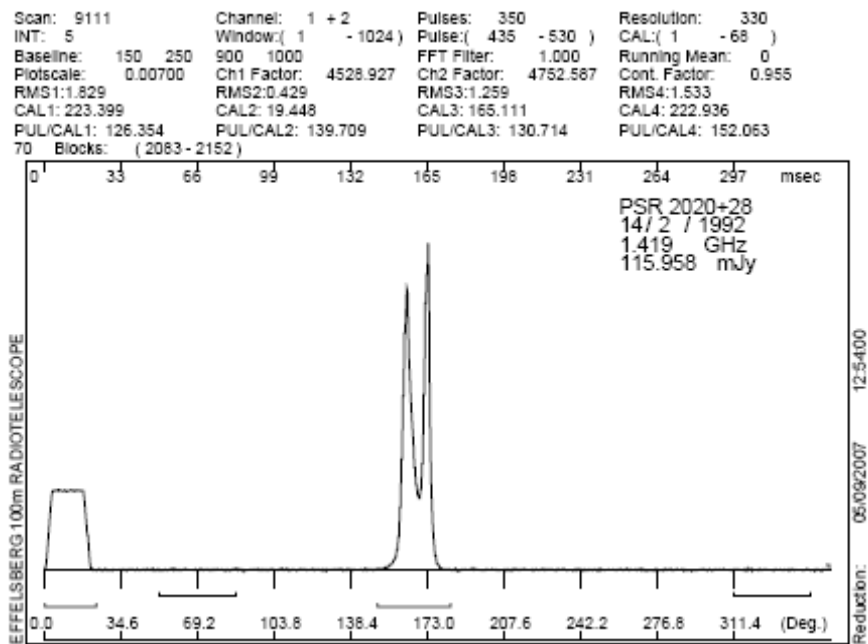
Σχήμα 32: Προφίλ του PSR0740-28 στη συχνότητα των 1.42 GHz



Σχήμα 33: Προφίλ του PSR1133+16 στη συχνότητα των 1.42 GHz



Σχήμα 34: Προφίλ του PSR1742-30 στη συχνότητα των 1.42 GHz



Σχήμα 35: Προφίλ του PSR2020+28 στη συχνότητα των 1.42 GHz

Από τα παραπάνω σχήματα, φαίνεται ότι, καταρχήν, οι PSR0525+21, PSR1133+16 και PSR2020+28 έχουν καθαρό διπλό προφίλ, ο PSR1742-30 πιθανόν τριπλό ενώ ο PSR0740-28 έχει δύο κορυφές με δομή όμως σε κάθε μια από τις κορυφές ώστε το προφίλ του να είναι τετραπλό.

Αναλυτικά το προφίλ των παραπάνω pulsars σε κάθε μία από τις συχνότητες στις οποίες μελετήθηκαν παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

2.3. Το πρόγραμμα JHSPULS

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των παλμών είναι το JHSPULS, ένα πρόγραμμα που ξεκίνησε να δημιουργείται το 1983 από τον W.Sieber αλλά τροποποιήθηκε και πήρε τη βασική του μορφή το 1991- 1992 από τον Γ. Σειραδάκη. Το πρόγραμμα έχει γραφεί σε Fortran 77 και η συγκεκριμένη έκδοση που χρησιμοποιήθηκε έτρεχε σε λειτουργικό περιβάλλον Linux.

Το βασικό μενού του προγράμματος εικονίζεται στο Σχήμα 36. Το μενού εμφανίζεται μετά την εκτέλεση της εντολής jhspuls.

```

***** Pulsar data reduction program *****

LINUX-g77 - Version 06-DEC-2005

-----
| PULSAR ANALYSIS: MAIN MENUE 1.0 |
-----
(help) list of options. (exit) program end
(adddata) add data
(ad12) add channel 1 and 2. (ad34) add channel 3 and
4
(base) subtract baseline (data overwritten) [ 150-
250- 900-1000]

```

```

    (fast)    fast plot of successive blocks
    (filt)    smooth data with FFT (data overwritten)
[1.0000]
    (head)    print header
    (look)    quick look (lineprinter mode) of successive
pulses
    (mean)    compute mean,rms over baseline range and ratio
max/sigma
    (flux)    compute pulse energy and flux
    (tsys)    evaluate calibration and tsys
    (plot)    plot the profile
    (print)    print current data
    (read)    read and integrate blocks
    (radd)    read data from .ADD or .ASC file
    (scan)    read and integrate a whole scan
    (shift)    read & shift blocks in time & write to new
file
    (sequ)    plot sequence of successive blocks
    (showfile) show contents of file
    (smooth) smooth data with running mean (data
overwritten) [ 0]
    (succ)    succession of fluxes
    (peak)    compute ratios of the peaks
    (wadd)    write data to .ADD and/or .ASC file
    (freq)    set observation frequency
    (file)    choose input file, default= ./
                                   pul9999.dat
    (path)    choose input path, default= ./
    (call)    read commands from file
    (retu)    return from macro execution
    (exec)    execute an OS command

```

Σχήμα 36: Το βασικό μενού του προγράμματος

Οι κυριότερες από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της έρευνας αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι οι εξής (οι εντολές εμφανίζονται με τη σειρά που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση ενός scan ενός pulsar):

- **file:** Πρόκειται για την πρώτη εντολή που πρέπει να εκτελείται. Με την εντολή αυτή επιλέγεται ο φάκελος, το PULXXXX.DAT δηλαδή το αρχείο που θα ανοιχθεί.
- **show:** Με την εντολή αυτή, τυπώνεται στην οθόνη το περιεχόμενο του φακέλου, τα scans δηλαδή αρχεία που περιέχονται. Στο Σχήμα 37 εικονίζεται ένα παράδειγμα χρήσεως των εντολών file και show. Το αρχείο του παραδείγματος αποτελείται από 24 scans (scans 8935 – 8958) τα οποία δεν ανήκουν σε ένα μόνο pulsar, όπως φαίνεται από τις συνοδευτικές πληροφορίες που αναγράφονται δίπλα σε κάθε scan. Ως block του κάθε scan αναγράφεται το νούμερο του πρώτου block του κάθε scan.

```

JHSPULS> file
Please enter name of file to be processed.
Current file:
PUL8935.DAT

```

```

current file
./PUL8935.DAT
JHSPULS> show
SCAN 8935. PSR 0136+57 . 13/ 2/1992 21:10:33. rec_scan 1.
block 1.
SCAN 8936. PSR 0136+57 . 13/ 2/1992 21:13:18. rec_scan 3.
block 3.
SCAN 8937. PSR 0154+61 . 13/ 2/1992 21:18:13. rec_scan 12.
block 15.
SCAN 8938. PSR 0154+61 . 13/ 2/1992 21:23: 1. rec_scan 11.
block 26.
SCAN 8939. PSR 0011+47 . 13/ 2/1992 21:28:47. rec_scan 12.
block 38.
SCAN 8940. PSR 0105+65 . 13/ 2/1992 21:33:47. rec_scan 12.
block 50.
SCAN 8941. PSR 0105+65 . 13/ 2/1992 21:35: 7. rec_scan 3.
block 53.
SCAN 8942. PSR 0105+65 . 13/ 2/1992 21:37:18. rec_scan 7.
block 60.
SCAN 8943. PSR 0138+59 . 13/ 2/1992 21:44: 2. rec_scan 21.
block 81.
SCAN 8944. PSR 0138+59 . 13/ 2/1992 21:47:26. rec_scan 12.
block 93.
SCAN 8945. PSR 0320+39 . 13/ 2/1992 21:58:34. rec_scan 20.
block 113.
SCAN 8946. PSR 0320+39 . 13/ 2/1992 22: 1:39. rec_scan 11.
block 124.
SCAN 8947. PSR 0320+39 . 13/ 2/1992 22: 5:57. rec_scan 8.
block 142.
SCAN 8948. PSR 0320+39 . 13/ 2/1992 22:16:22. rec_scan 49.
block 191.
SCAN 8949. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:31:57. rec_scan 49.
block 240.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:36: 1. rec_scan 1.
block 247.
SCAN 8951. PSR 0531+21 . 13/ 2/1992 22:54: 0. rec_scan 40.
block 287.
SCAN 8952. PSR 0531+21 . 13/ 2/1992 22:56: 8. rec_scan 6.
block 293.
SCAN 8953. PSR 0531+21 . 13/ 2/1992 22:59:34. rec_scan 12.
block 305.
SCAN 8954. PSR 0531+21 . 13/ 2/1992 23:16:50. rec_scan 40.
block 345.
SCAN 8955. PSR 0531+21 . 13/ 2/1992 23:21: 3. rec_scan 15.
block 360.
SCAN 8956. PSR 0531+21 . 13/ 2/1992 23:31:25. rec_scan 40.
block 400.
SCAN 8957. PSR 0531+21 . 13/ 2/1992 23:41:44. rec_scan 40.
block 440.
----- CAREFUL... TELESCOPE NOT ON SOURCE !!!
SCAN 8958. PSR 0538+49 . 13/ 2/1992 23:57:19. rec_scan 40.
block 480.
----- CAREFUL... TELESCOPE NOT ON SOURCE !!!
Error during reading file 99. IERR= -1

File contains 481 blocks.

```

Σχήμα 37: Χρήση των εντολών file και show αρχείο PUL8935.DAT

- **scan:** Η εντολή αυτή επιλέγει ένα συγκεκριμένο scan και ολοκληρώνει (αθροίζει δηλαδή το ένα πάνω στο άλλο) τα blocks που έχουν καταγραφεί σε αυτό. Επιπλέον τυπώνει και στην οθόνη αναλυτικά τα καταγεγραμμένα blocks(βλ. Σχήμα 38), το σύνολό τους και το σύνολο των παλμών. Για το συγκεκριμένο scan 8950 που έχει επιλεγεί βλέπουμε μια ομάδα από 40 blocks που συνολικά περιέχουν την καταγραφή 3560 παλμών με αριθμό παλμών ανά block (int) $3560/40=89$.

```
JHSPULS> scan
Please specify scan number and first record:
8950
247
Adding arrays cleared
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:36: 1. rec_scan 1.
block 247.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:36:16. rec_scan 1.
block 248.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:36:31. rec_scan 2.
block 249.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:36:45. rec_scan 3.
block 250.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:37: 0. rec_scan 4.
block 251.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:37:15. rec_scan 5.
block 252.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:37:30. rec_scan 6.
block 253.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:37:45. rec_scan 7.
block 254.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:38: 0. rec_scan 8.
block 255.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:38:14. rec_scan 9.
block 256.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:38:30. rec_scan 10.
block 257.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:38:44. rec_scan 11.
block 258.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:38:59. rec_scan 12.
block 259.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:39:14. rec_scan 13.
block 260.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:39:29. rec_scan 14.
block 261.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:39:44. rec_scan 15.
block 262.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:39:59. rec_scan 16.
block 263.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:40:13. rec_scan 17.
block 264.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:40:28. rec_scan 18.
block 265.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:40:43. rec_scan 19.
block 266.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:40:58. rec_scan 20.
block 267.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:41:13. rec_scan 21.
block 268.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:41:27. rec_scan 22.
block 269.
```

```

SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:41:43. rec_scan 23.
block 270.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:41:57. rec_scan 24.
block 271.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:42:12. rec_scan 25.
block 272.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:42:27. rec_scan 26.
block 273.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:42:42. rec_scan 27.
block 274.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:42:56. rec_scan 28.
block 275.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:43:11. rec_scan 29.
block 276.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:43:25. rec_scan 30.
block 277.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:43:41. rec_scan 31.
block 278.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:43:56. rec_scan 32.
block 279.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:44:11. rec_scan 33.
block 280.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:44:26. rec_scan 34.
block 281.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:44:40. rec_scan 35.
block 282.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:44:55. rec_scan 36.
block 283.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:45:10. rec_scan 37.
block 284.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:45:25. rec_scan 38.
block 285.
SCAN 8950. PSR 0740-28 . 13/ 2/1992 22:45:40. rec_scan 39.
block 286.
40 blocks added. Number of pulses: 3560

```

Σχήμα 38: Χρήση της εντολής scan

- **read:** Αντί της εντολής scan, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η read, εντολή με την οποία προσδιορίζεται το πρώτο και το τελευταίο block που θα ολοκληρωθούν καθώς και το shift (μετατόπιση) που ενδεχομένως πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της πρόσθεσης των παλμών – σε περιπτώσεις π.χ. που ο παλμός μετακινούνταν κατά μήκος του παραθύρου εξαιτίας λανθασμένης περιόδου παρατήρησης ή pulsar σε διπλό σύστημα, οπότε η περίοδος μεταβάλλεται με το χρόνο.
- **sequ:** Με την εντολή αυτή δημιουργούνται απεικονίσεις σειρών από blocks σε συνάρτηση με το χρόνο, δημιουργούνται δηλαδή τριδιάστα διαγράμματα. Προσδιορίζεται και εδώ το πρώτο και το τελευταίο block, τα οποία στη συνέχεια σχεδιάζονται το ένα πίσω από το άλλο και ολοένα ψηλότερα έτσι ώστε τα blocks να είναι ευδιάκριτα. Η εντολή αυτή δίνει μια αναλυτική εικόνα των blocks που έχουν καταγραφεί οπότε μπορούν να εντοπιστούν ενδεχόμενα ελαττωματικά blocks και να αφαιρεθούν. Θα μπορούσε επίσης να μελετηθεί η εμφάνιση φαινομένων όπως το nulling, το drifting κ.α.
- **plot:** Η εντολή αυτή οδηγεί σε ένα υπομενού του προγράμματος (Σχήμα 39). Μετά την ολοκλήρωση των blocks, μπορεί να γίνει μια πρώτη γραφική παράσταση με

τη βοήθεια της οποίας μπορεί να υπολογισθεί το εύρος της περιοχής που καταλαμβάνει ο παλμός (ON) και του παραθύρου βαθμονόμησης (calibration window) και να εκτιμηθούν οι εκτός παλμού (OFF) περιοχές του παλμού για να τεθούν εκεί σημεία για τη ρύθμιση του baseline και τον υπολογισμό του θορύβου.

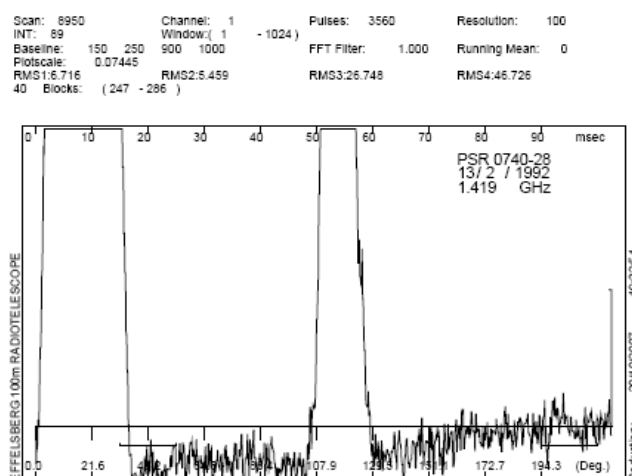
```
JHSPULS> plot

-----
|          PULSAR ANALYSIS:  MENUE 2.1  (Plot profile)          |
-----

(wind)      start - end sample          [ 1/1024]
(base)      choose baseline range       [ 150- 250- 900-1000]
(factor)    plotfactor                   [ 0.00000]
(mult)      period multiplication factor [ 1.00]
(channel)    channel number              [ 1]
(four)      plot all 4 channels          [ 0]
(nerg)      energy computation           [ 0]
(errorbox)  plot a Resolution [ 0.00msec] x 1 RMS box
(hpfl)      creates a hpg-file output
(help)      show options
(back)      go back to main program
(start)     start plotting
```

Σχήμα 39: Το υπομενού plot.

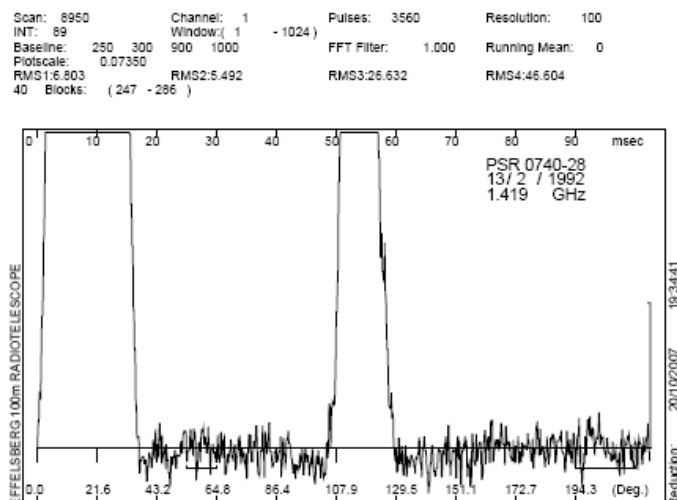
- **start:** Με την εντολή αυτή, όπως φαίνεται και παραπάνω, ξεκινά ο σχεδιασμός της γραφικής παράστασης. Το ποιο κανάλι θα σχεδιαστεί καθορίζεται με την εντολή channel (default είναι το κανάλι 1). Η γραφική παράσταση είναι ένα ps αρχείο το οποίο δημιουργείται στο ίδιο φάκελο όπου βρίσκεται το πρόγραμμα και τα δεδομένα.



Σχήμα 40: Γραφική παράσταση του Channel 1

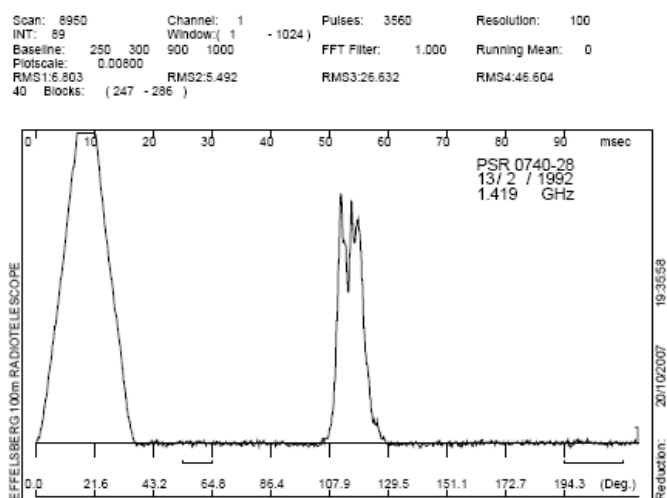
- **base:** Η παραπάνω γραφική παρασάτση χρειάζεται αλλαγές καταρχήν στο baseline. Με την εντολή base δηλώνουμε τέσσερα σημεία , την αρχή και το τέλος δύο διαστημάτων των OFF περιοχών του φάσματος όπου πρέπει να τεθεί το baseline. Οι δύο περιοχές συνήθως επιλέγονται εκατέρωθεν της ON περιοχής του παλμού. Ως default baseline που έχουν οριστούν τα σημεία [150-250] και [900-1000]. Στο σχήμα

41 απεικονίζεται το ίδιο φάσμα με νέο baseline (στη συγκεκριμένη περίπτωση ορίστηκαν τα σημεία [250-300] και [900-1000]).



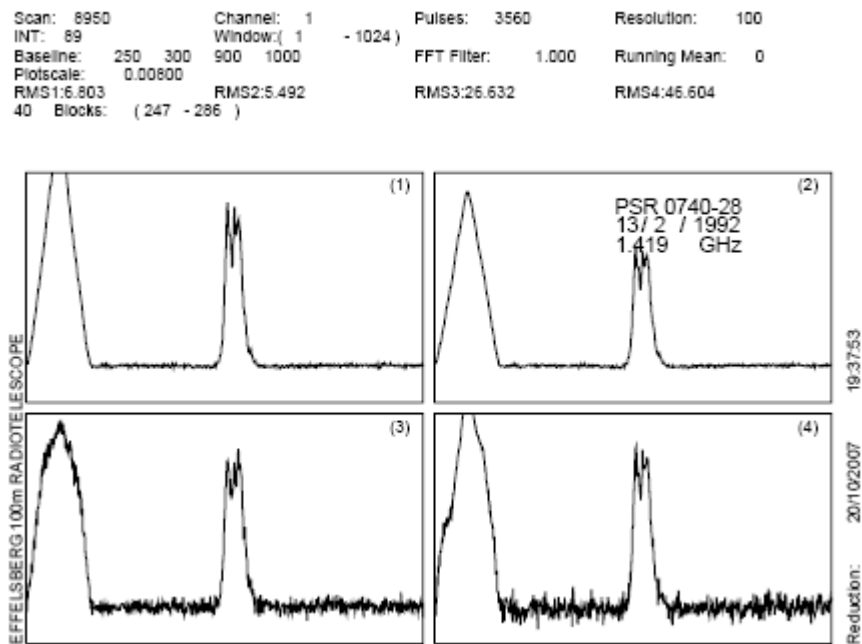
Σχήμα 41: Το φάσμα του σχήματος 40 με διορθωμένο baseline

- **factor:** Η εντολή αυτή στο υπομενού του plot καθορίζει την κλίμακα με την οποία σχεδιάζεται η γραφική παράσταση. Στο Σχήμα 42 απεικονίζεται το φάσμα του σχήματος 41 με διορθωμένη κλίμακα.



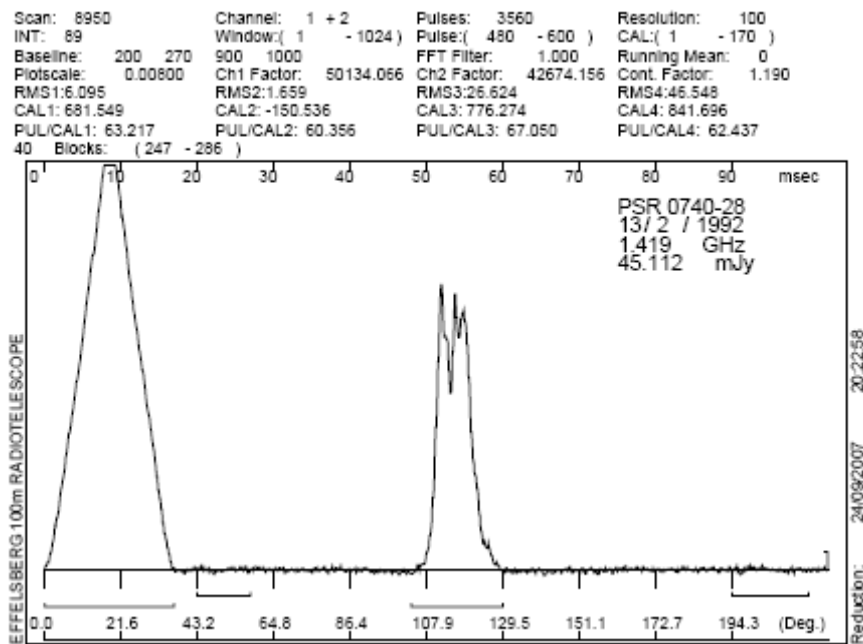
Σχήμα 42: Το φάσμα του σχήματος 11β με διορθωμένη κλίμακα.

- **window:** Η εντολή αυτή ρυθμίζει τον άξονα X. Η default τιμή είναι 1-1024.
- **four:** Καλό είναι να γίνεται στο σημείο αυτό μια γραφική παράσταση και των τέσσερων καναλιών των μετρήσεων. Με την εντολή four μπορεί να επιλεγεί με την τιμή 1 ο σχεδιασμός και των τεσσάρων καναλιών, με την τιμή 0 ο σχεδιασμός ενός μόνο καναλιού. Στο Σχήμα 43 εικονίζεται η πρώτη γραφική παράσταση του scan 8950 για όλα τα κανάλια.



Σχήμα 43: Γραφική παράσταση και των τεσσάρων καναλιών

- **back:** Αφού έχουν καθοριστεί η κλίμακα και το baseline της γραφικής παράστασης, πρέπει να προστεθούν τα δύο κανάλια – έτσι ώστε να απεικονιστεί η συνολική ένταση. Η εντολή πρόσθεσης των δύο καναλιών βρίσκεται στο κυρίως πρόγραμμα οπότε με τη χρήση της εντολής back γίνεται έξοδος από το υπομενού plot.
- **ad12:** Προτού προστεθούν τα 2 κανάλια, συνήθως επαναφέρουμε με τις εντολές scan ή read τις αρχικές τιμές των (x,y) δεδομένων του scan οι οποίες έχουν μεταβληθεί μετά τη χρήση της εντολής base και τη δημιουργία της γραφικής παράστασης. Η εντολή ad12 εμφανίζει τους συντελεστές με τους οποίους πρέπει να προστεθούν τα δύο κανάλια. Μετά την πρόσθεση των καναλιών, με την εντολή plot δημιουργούμε την τελική γραφική παράσταση.
- **nerg:** η εντολή αυτή καθορίζει τον υπολογισμό της ενέργειας της ON περιοχής του παλμού στην επόμενη γραφική παράσταση. Για τον υπολογισμό αυτό, το πρόγραμμα ζητάει τον συντελεστή της ενέργειας – που καταγράφεται σε ξεχωριστούς πίνακες τη στιγμή των μετρήσεων και υπολογίζεται με τη βοήθεια σταθερών ραδιοπηγών –, το σημείο μέχρι το οποίο φτάνει το παράθυρο βαθμονόμησης και την αρχή και το τέλος της ON περιοχής του παλμού. Η τιμή της ενέργειας εμφανίζεται στην επόμενη γραφική παράσταση (Σχήμα 44).



Σχήμα 44: Η τελική γραφική παράσταση όπου έχουν προστεθεί τα 2 κανάλια (Channel:1+2) και όπου έχει υπολογισθεί και η ενέργεια (45.112 mJy)

2.4. Προσθήκη νέων υποπρογραμμάτων στο κυρίως πρόγραμμα

Για την ανάλυση που έγινε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, χρειάστηκε να εμπλουτιστεί το πρόγραμμα JHSPULS με δύο υποπρογράμματα και να γίνεται χρήση δύο ακόμη εντολών:

- **peak:** Προστέθηκε η εντολή peak στο κυρίως μενού. Ο κώδικας του υποπρογράμματος δίνεται στο τέλος του 2^{ου} κεφαλαίου. Με την εντολή peak ζητείται αρχικά ο προσδιορισμός του αριθμού των κορυφών του προφίλ. Στη συνέχεια ζητείται το πλάτος της κάθε κορυφής, δηλαδή ζητείται το αρχικό και το τελικό σημείο της. Τα όρια αυτά δεν χρειάζεται να είναι ακριβή. Το υποπρόγραμμα χρειάζεται απλώς ένα παράθυρο μέσα στο οποίο θα αναζητήσει την υψηλότερη τιμή έντασης. Για κάθε κορυφή το πρόγραμμα επιστρέφει αρχικά τις συντεταγμένες (x,y) της κάθε κορυφής ενώ στη συνέχεια εμφανίζει έναν πίνακα 12×12 με τους λόγους των κορυφών. Στη θέση (1,2) εμφανίζεται ο λόγος της 2^{ης} κορυφής προς την 1^η ενώ στη θέση (2,1) ο αντίστροφος. Η χρήση πίνακα έγινε για να χρησιμοποιείται πάντοτε στα διαγράμματα ο λόγος της χαμηλότερης κορυφής προς την ψηλότερη (ο δεκαδικός δηλαδή αριθμός). Συνήθως τα προφίλ των pulsars διέθεταν 2 κορυφές ή ενδιαφερόμασταν μόνο για τις 2 βασικές κορυφές οπότε ήταν συμπληρωμένες μόνο οι θέσεις (1,1), (1,2), (2,1), (2,2) του πίνακα.

Το υποπρόγραμμα παρακάτω ζητάει το resolution της γραφικής παράστασης και την περίοδο του pulsar σε ms και εμφανίζει 2 πίνακες 12×12 με τις αποστάσεις των κορυφών σε ms και σε °. Στα Σχήματα 45 και 46 εικονίζονται αντίστοιχα ο υπολογισμός των λόγων των υψών των κορυφών και των αποστάσεών τους για το scan 8950.

```
JHSPULS> peak
How many peaks:
2
```

```

Please specify peak window:
500
530
Peak No 1 500 530
Maximum peak value 520. 958.753906

Please specify peak window:
530
570
Peak No 2 530 570
Maximum peak value 538. 927.398438

Maximum values x of peaks
520.00 538.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00

Maximum values y of peaks
958.8 927.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
0.0 0.0 0.0 0.0

The ratios of the peaks are:
1.00 0.97 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.03 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

```

Σχήμα 45: Τμήμα της εντολής peak όπου έχει υπολογισθεί ο λόγος των εντάσεων των κορυφών για το scan 8950. Οι λόγοι εμφανίζονται με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

```

Give resolution:
100
Give period of the pulsar (in msec):
166.752
2,1 Difference: 18.
x differences of peaks (in msec):
0.000000 1.800000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
-1.800000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
.....
x differences of peaks (in degrees):
0.000000 3.886010 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
-3.886010 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000

```

```

0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
.....

```

Σχήμα 46: Τμήμα της εντολής peak όπου έχει υπολογισθεί η απόσταση των κορυφών του παλμού σε ms (ο πρώτος πίνακας) και σε ° (ο δεύτερος πίνακας).

- **mean:** Για τη μελέτη των παραπάνω μεταβολών, αναζητήθηκαν καταγραφές παλμών των pulsars του Πίνακα III από το 1991 έως το 2003 και από τον όγκο των δεδομένων που προέκυψε για κάθε pulsar έπρεπε να τεθεί κάποιο κριτήριο για την επιλογή των καλύτερων φασμάτων. Η εντολή mean του κυρίως προγράμματος – με την οποία υπολογίζεται η μέση τιμή του θορύβου και το σ – εμπλουτίστηκε έτσι ώστε να βρίσκει την μέγιστη τιμή έντασης του φάσματος και να επιστρέφει το λόγο του μέγιστου προς το σ . Για κάθε φάσμα που μελετήθηκε καταγράφηκε και ο λόγος αυτός (βλ. Παράρτημα B) ο οποίος πριν την δημιουργία των διαγραμμάτων χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο. Δεν τέθηκε εξ'αρχής κάποιο ενιαίο όριο του λόγου άνω του οποίου να θεωρείται ένα φάσμα καλό καθώς σε πολύ υψηλές συχνότητες ο λόγος αυτό είναι πολύ μικρός (<10) ενώ στις χαμηλές συνήθως μεγάλος (>50). Ο κώδικας του υποπρογράμματος αυτού επίσης παρατίθεται στο τέλος του 2^{ου} κεφαλαίου. Στο Σχήμα 47 εικονίζεται το πώς λειτουργεί η εντολή mean για το scan 8950 που έχει χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα.

```

JHSPULS> mean

----- Mean and standard deviation over
baseline range -----
                                left( 250- 300)                                right(
900-1000)
                                Mean                                Rms                                Mean
Rms
      Channel 1:  0.2476E+00  0.5764E+01                                0.8645E+00
0.6080E+01
      Channel 2:  0.4428E-04  0.1432E+01                                0.1216E-03
0.1656E+01
      Channel 3:  0.1723E+00  0.2224E+02                                0.5712E+00
0.2663E+02
      Channel 4:  0.2678E+00  0.5257E+02                                0.9335E+00
0.4661E+02
Please specify end of calibration window:
173
Maximum peak value 520 958
logos= 161

```

Σχήμα 47: Εφαρμογή της εντολής mean

2.5 Κώδικες των υποπρογραμμάτων

▪ Κώδικας της εντολής peak

```
c -----
c | 35.      compute ratios of peaks      |
c -----
35  write(unit=io1, fmt=2041)
2041 format(16h How many peaks:)
    read(unit=io2, fmt=*, err=110) numpeak
c
    do 501 i=1,12
        peaks(i)=0
        peaksx(i)=0
501  continue
c
    do 502 i=1,12
        do 503 j=1, 12
            peakratios(i,j)=0
503    continue
502  continue
c
    do 2042 i=1, numpeak
        write(unit=io1, fmt=2043)
2043  format(28h Please specify peak window:)
        read(unit=io2, fmt=*, err=110) peakbeg, peakend
        write(unit=io1, fmt=*) 'Peak No', i,peakbeg, peakend
        megistox=peakbeg
        megistoy=rdata1(peakbeg)
        do 2044 j=peakbeg, peakend
            write(unit=io1, fmt=*) rdata1(j)
            if (rdata1(j) .gt. megistoy)then
                megistox=j
                megistoy=rdata1(j)
            end if
2044  continue
        write(unit=io1, fmt=*) 'Maximum peak
value',megistox,megistoy
```

```

        peaks(i)=megistoy
        peaksx(i)=megistox
2042 continue
c
        write(unit=io1, fmt=*) 'Maximum values x of peaks'
        write(unit=io1, fmt='(2x,12f7.2)') peaksx
        write(unit=io1, fmt=*) ' '
c
        write(unit=io1, fmt=*) 'Maximum values y of peaks'
        write(unit=io1, fmt='(2x,12f8.1)') peaks
        write(unit=io1, fmt=*) ' '
c
        write(unit=io1, fmt=*) 'The ratios of the peaks are:'
        do 2045 i=1, numpeak
            do 2046 j=1, numpeak
                peakratios(i,j)=peaks(i)/peaks(j)
2046         continue
2045 continue
        write(unit=io1, fmt='(2x,12f6.2)') peakratios
c
        write(unit=io1, fmt=*) 'Give resolution:'
        read(unit=io2, fmt=*, err=110) scanres
        write(unit=io1, fmt=*) 'Give period of the pulsar (in
msec):'
        read(unit=io2, fmt=*, err=110) pulsper
        diff21=peaksx(2)-peaksx(1)
        write(unit=io1, fmt=*) '2,1 Difference:',diff21
        write(unit=io1, fmt=*) 'x differences of peaks (in
msec):'
        do 2047 i=1, numpeak
            do 2048 j=1, numpeak
                peakdiffres(i,j)=(peaksx(i)-
peaksx(j))*scanres/1000
2048         continue
2047 continue
        write(unit=io1, fmt='(2x,12f11.6)') peakdiffres
c

```

```

        write(unit=io1, fmt=*) 'x differences of peaks (in
degrees):'
        do 2049 i=1, numpeak
            do 2050 j=1, numpeak
                peakdiffdeg(i,j)=(peakdiffres(i,j)*360)/pulsper
2050      continue
2049 continue
        write(unit=io1, fmt='(2x,12f11.6)') peakdiffdeg
c
        goto 110
c

```

▪ Κώδικας της εντολής mean

```

c -----
c | Calculate MEAN and STANDARD DEVIATION over baseline |
c -----

      subroutine
meanrms(rdata1,rdata2,rdata3,rdata4,nppc,nll,nlr,
      + nrl,nrr)
c
      dimension rdata1(1), rdata2(1), rdata3(1), rdata4(1)
c
c      real rdata1, rdata2, rdata3, rdata4
c
c      common /io1/ io1, io2, io3, null, ieins, izwei
c

      call testn(nppc, nll, nlr, nrl, nrr)

      call strm(rdata1, nll, nlr, rmwl1, strl1)

      call strm(rdata1, nrl, nrr, rmwr1, strr1)

      call strm(rdata2, nll, nlr, rmwl2, strl2)

      call strm(rdata2, nrl, nrr, rmwr2, strr2)

      call strm(rdata3, nll, nlr, rmwl3, strl3)

```

```

call strm(rdata3, nrl, nrr, rmwr3, strr3)

call strm(rdata4, nll, nlr, rmwl4, strl4)

call strm(rdata4, nrl, nrr, rmwr4, strr4)

write(unit=io1, fmt=1000) nll, nlr, nrl, nrr

1000 format(/,' ----- Mean and standard deviation ',

+          'over          baseline range -----',/,

+          23x,'left(',i4,'-',i4,')',18x,'right(',i4,'-',

',i4,')',/,

+          23x,'Mean          Rms',16x,'Mean          Rms')

write(unit=io1, fmt=1010) rmwl1, strl1, rmwr1, strr1

1010 format(8x,10hChannel 1:,e12.4,e12.4,7x,e12.4,e12.4)

write(unit=io1, fmt=1020) rmwl2, strl2, rmwr2, strr2

1020 format(8x,10hChannel 2:,e12.4,e12.4,7x,e12.4,e12.4)

write(unit=io1, fmt=1030) rmwl3, strl3, rmwr3, strr3

1030 format(8x,10hChannel 3:,e12.4,e12.4,7x,e12.4,e12.4)

write(unit=io1, fmt=1040) rmwl4, strl4, rmwr4, strr4

1040 format(8x,10hChannel 4:,e12.4,e12.4,7x,e12.4,e12.4)

c      Elegxos poiotos fasmatos
c
c      write(unit=io1, fmt=*) 'Please specify frequency:'

```



```

c      read(unit=io2, fmt=*, err=1050) syxn
c      if (syxn .eq. 1.420)then
c      spol=20*((strl1+strr1)/2)
c      else if (syxn .eq. 4.750)then
c      spol=8*((strl1+strr1)/2)
c      else
c      spol=4*((strl1+strr1)/2)
c      end if
c      write(unit=io1, fmt=*) 'spol=', spol
c
c      spol is in experimental case because I do not know
c      what limits to choose for each freuency

1050 write(unit=io1, fmt=*) 'Please specify end of
calibration window:'
      read(unit=io2, fmt=*, err=1050) endcalwind
      spol=((strl1+strr1)/2)
      megistoxn=1+endcalwind
      megistoyrn=rdata1(megistoxn)
      plusdyo=2+endcalwind
      do 1051 i=plusdyo, 1023
          if (rdata1(i) .gt. megistoyrn)then
              megistoxn=i
              megistoyrn=rdata1(i)
          end if
1051 continue
c
      write(unit=io1, fmt=*) 'Maximum peak
value', megistoxn, megistoyrn
      logos=megistoyrn/spol
      write(unit=io1, fmt=*) 'logos=', logos
c      if (megistoyrn .gt. spol)then
c          write(unit=io1, fmt=*) 'Good scan'
c      else
c          write(unit=io1, fmt=*) 'Bad scan'
c      end if
c

```

```
    return  
c  
    end  
c
```

Κεφάλαιο 3: Ανάλυση δεδομένων

Από το πλήθος των δεδομένων που μελετήθηκαν για κάθε pulsar, για τη δημιουργία των διαγραμμάτων και τη συνακόλουθη εξαγωγή συμπερασμάτων επιλέχθηκαν εκείνα μόνο που ικανοποιούν για τις συχνότητες μέχρι 5 GHz το κριτήριο μέγιστο εντάσεως / $\sigma > 20$, όπου σ η τυπική απόκλιση. Για τις υψηλότερες συχνότητες το επίπεδο του θορύβου είναι υψηλό οπότε τα αντίστοιχα αποτελέσματα που έχουν χρησιμοποιηθεί στα διαγράμματα συνήθως ικανοποιούν το κριτήριο μέγιστο / $\sigma > 5$.

3.1 Μεταβολή της απόστασης των κορυφών του προφίλ ως προς τη συχνότητα

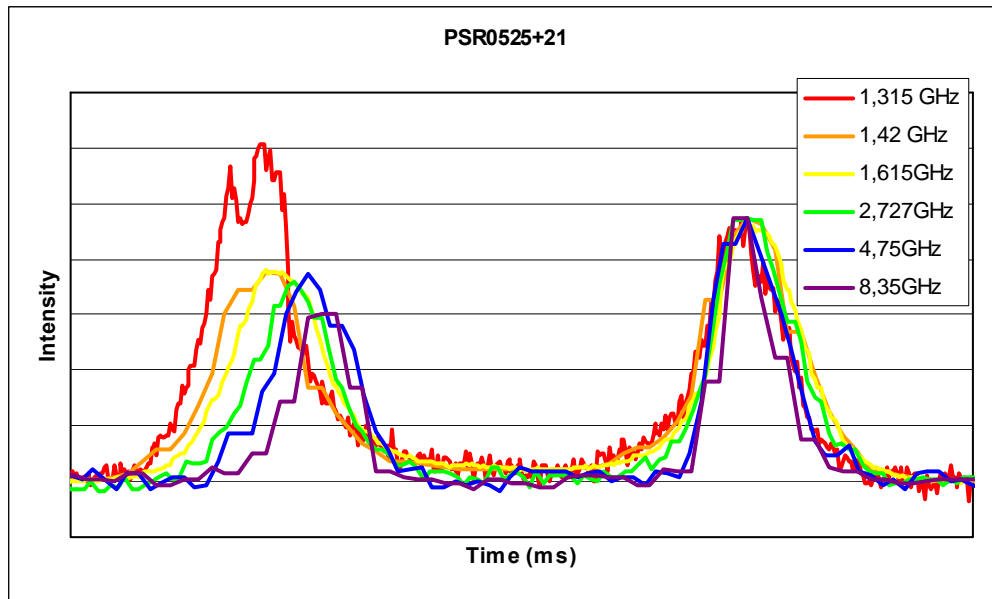
Όπως αναφέρθηκε στη θεωρητική εισαγωγή, τα προφίλ των pulsars εμφανίζονται πιο διευρυμένα στις χαμηλές συχνότητες. Οι συχνότητες αυτές εκπέμπονται από πιο υψηλό σημείο της μαγνητόσφαιρας όπου οι δυναμικές γραμμές είναι πιο ανοικτές.

Τα βήματα της μελέτης ήταν:

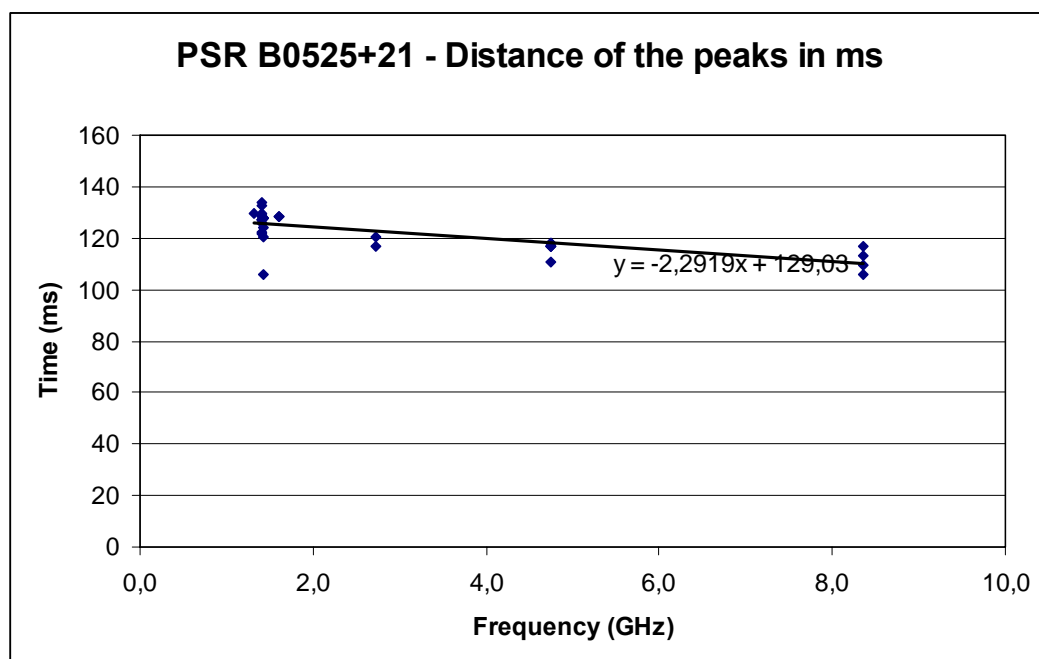
- Δημιουργία διαγραμμάτων υπέρθεσης των προφίλ στις διάφορες συχνότητες. Επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά προφίλ του κάθε pulsar για κάθε συχνότητα – τα προφίλ αυτά παρατίθενται στο Παράρτημα Α – με όσο το δυνατόν χαμηλότερο επίπεδο θορύβου. Με υπέρθεση των προφίλ αυτών διαπιστώνεται εύκολα η μεταβολή της διάρκειας των παλμών στις διάφορες συχνότητες.
- Δημιουργία διαγραμμάτων της απόστασης των κορυφών ως συνάρτηση της συχνότητας. Κάθε σημείο των διαγραμμάτων αντιστοιχεί στο αποτέλεσμα ενός scan. Τα διαγράμματα αυτά έχουν δημιουργηθεί από τους πίνακες του Παραρτήματος Β με την εφαρμογή του κριτηρίου που αναφέρθηκε παραπάνω.
- Προσέγγιση των διαγραμμάτων με κάποια εξίσωση.

Τα αποτελέσματα για καθέναν από τους 5 pulsars είναι τα ακόλουθα:

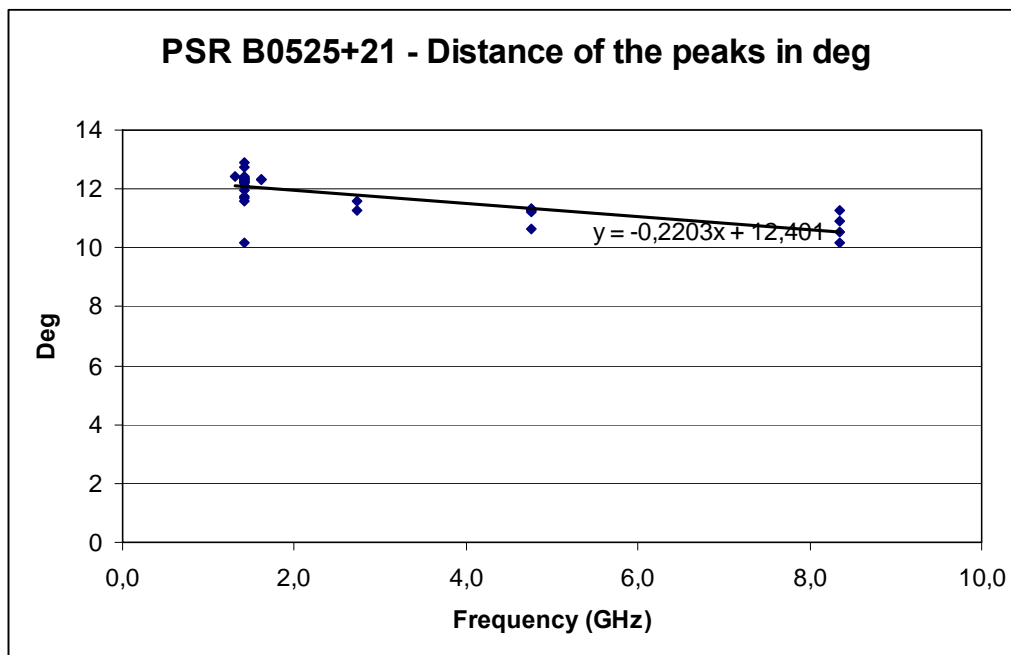
PSR B0525+21



Σχήμα 48: Ολοκληρωμένα προφίλ του PSR B0525+21 σε διάφορες συχνότητες.



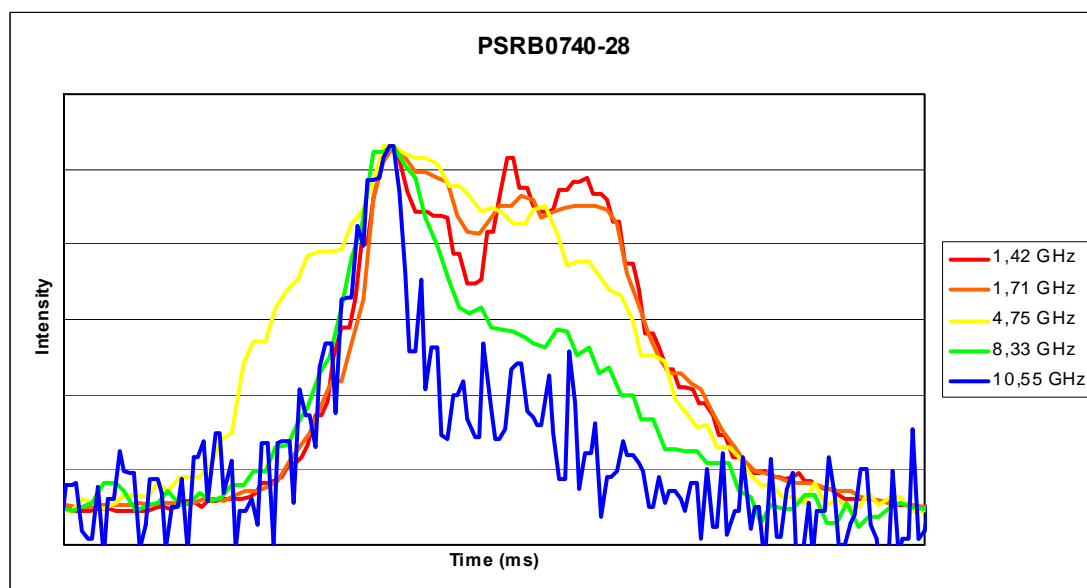
Σχήμα 49: Μεταβολή της απόστασης των παλμών, σε ms, με τη συχνότητα για τον PSR0525+21.



Σχήμα 50: Μεταβολή της απόστασης των παλμών, σε deg, με τη συχνότητα για τον PSR0525+21.

Το Σχήμα 48 αποκαλύπτει την πολύ χαρακτηριστική μείωση της διάρκειας του παλμού με την αύξηση της συχνότητας. Το προφίλ ολοένα και στενεύει με την απόσταση των κορυφών να μειώνεται, κάτι που φαίνεται και στα Σχήματα 49 και 50. Στα σχήματα αυτά έχει γίνει γραμμική προσέγγιση και οι αντίστοιχες εξισώσεις προβάλλονται πάνω στα διαγράμματα. Οι εξισώσεις έχουν, όπως ήταν αναμενόμενο, αρνητική κλίση.

PSR B0740-28

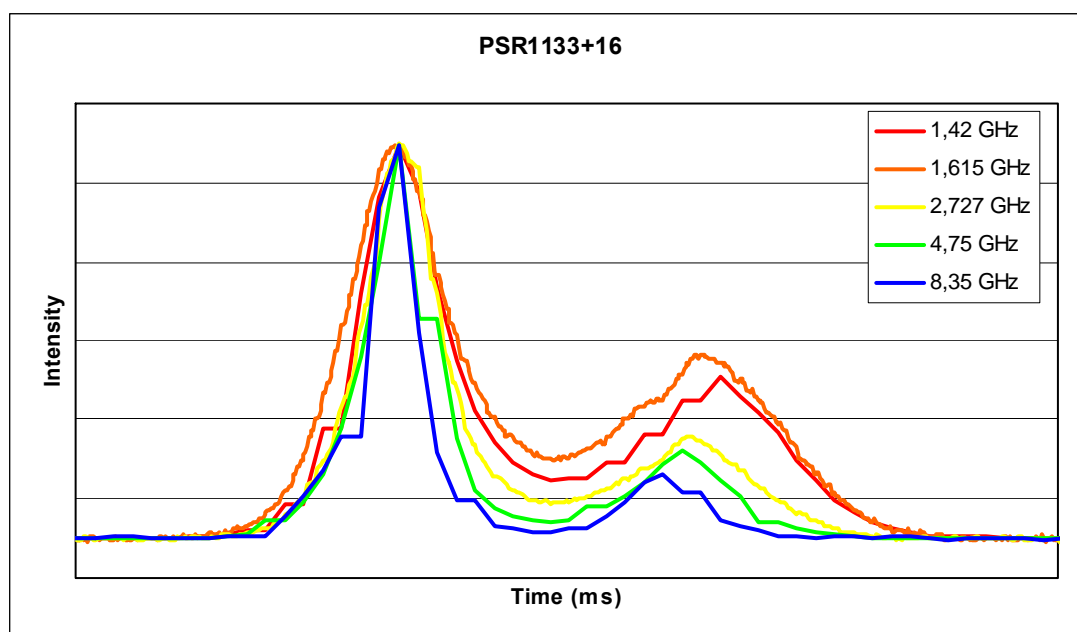


Σχήμα 51: Ολοκληρωμένα προφίλ του PSR B0740-28 σε διάφορες συχνότητες.

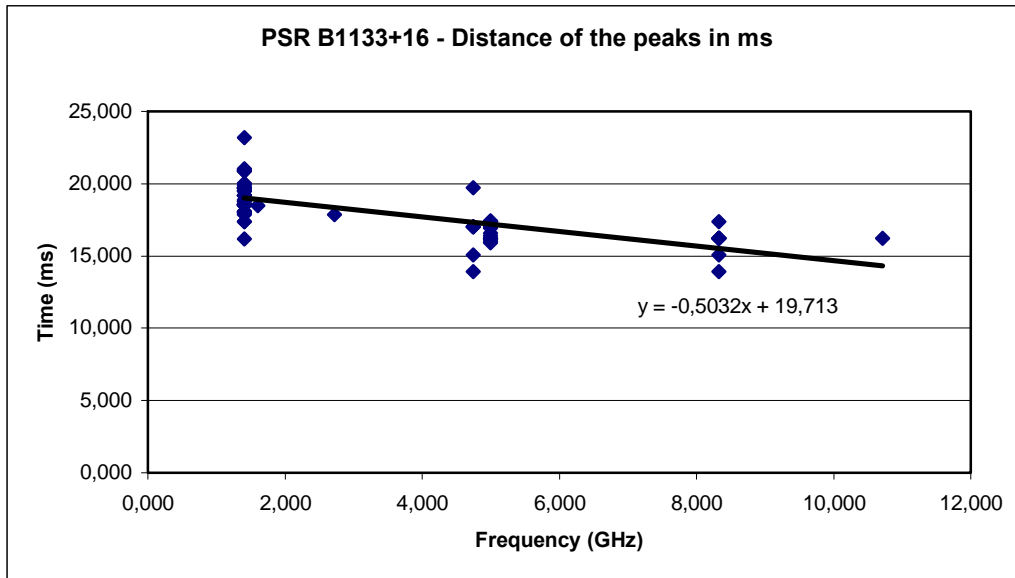
Η εικόνα του Σχήματος 51 δεν είναι τόσο ξεκάθαρη όσο η αντίστοιχη εικόνα του PSR B0525+21 (Σχήμα 48). Παρατηρείται μια σημαντική διαφορά στο εύρος του προφίλ από τη συχνότητα των 1.42 GHz έως τη συχνότητα των 10.55 GHz αλλά η μείωση αυτή δεν είναι συνεχής καθώς στη συχνότητα των 4.75 GHz το προφίλ έχει διευρυνθεί ξανά. Σε σχέση με τις υπόλοιπες συχνότητες, στα 4.75 GHz ο παλμός έχει μάλιστα τη μέγιστη διάρκειά του.

Ο PSR B0740-28 έχει στη συχνότητα των 1.42 GHz τετραπλό προφίλ. Η δομή αυτή δεν διατηρείται και σε υψηλότερες συχνότητες: οι τέσσερις κορυφές ενοποιούνται σε δύο με τη δεύτερη να είναι δυσδιάκριτη από μια συχνότητα και μετά. Η δυσκολία αυτή στον καθορισμό των κορυφών εμποδίζει τον υπολογισμό της μεταξύ τους απόστασης καθώς δεν υπάρχει ακρίβεια στη σχετική θέση εμφάνισης της δεύτερης κορυφής. Η ανάλυση δε μπόρεσε να καταλήξει σε ικανοποιητικά διαγράμματα μεταβολής της απόστασης των κορυφών.

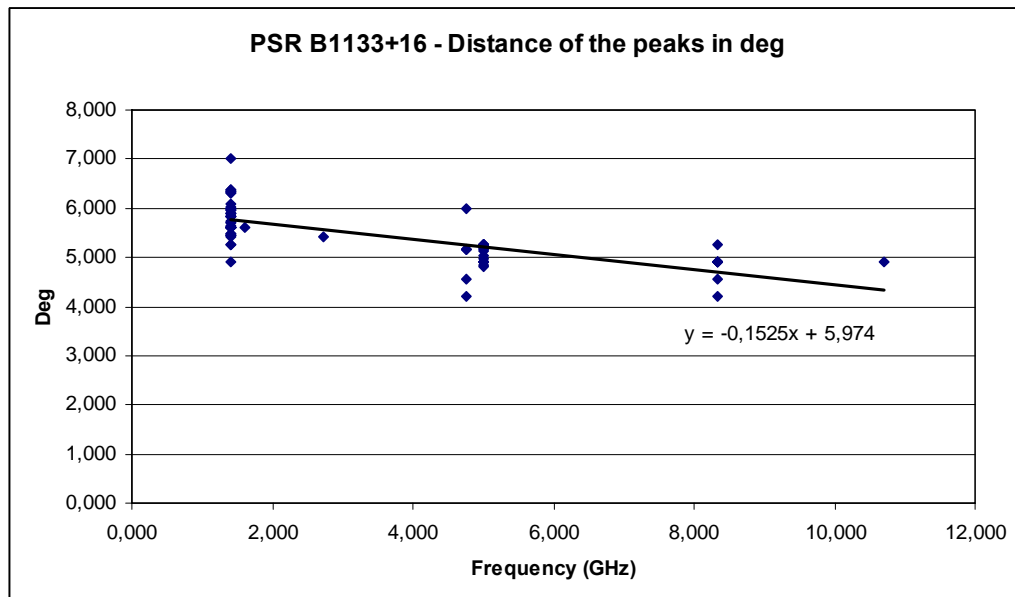
PSR B1133+16



Σχήμα 52: Ολοκληρωμένα προφίλ του PSR B1133+16 σε διάφορες συχνότητες.



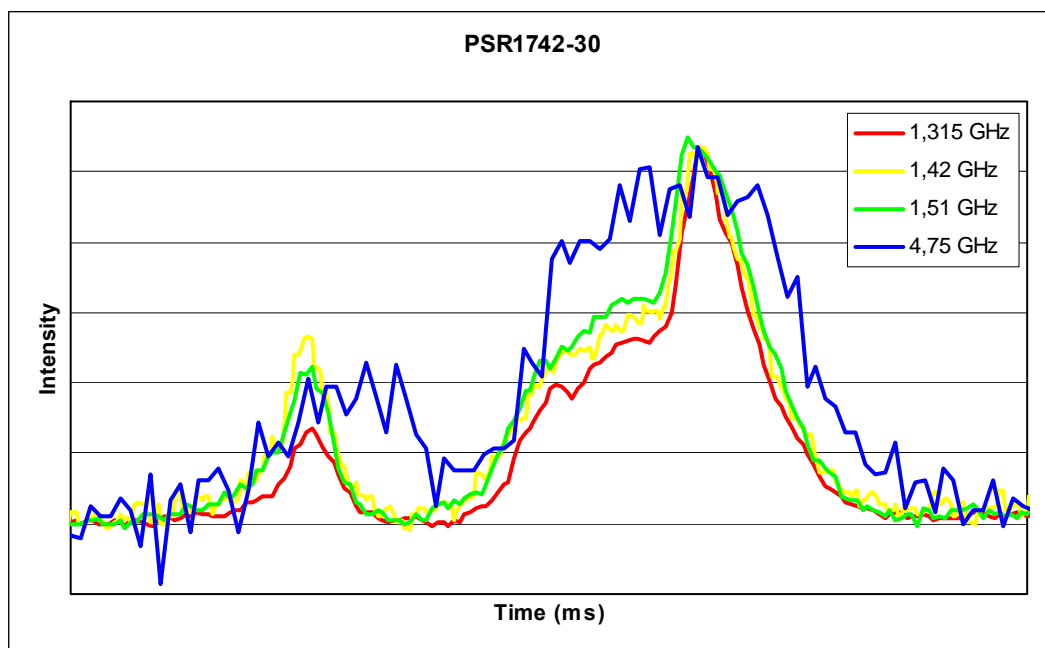
Σχήμα 53: Μεταβολή της απόστασης των παλμών, σε ms, με τη συχνότητα για τον PSR1133+16.



Σχήμα 54: Μεταβολή της απόστασης των παλμών, σε deg, με τη συχνότητα για τον PSR1133+16.

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 52, ο PSR B1133+16 δίνει πολύ ωραία εικόνα μείωσης της διάρκειας του παλμού καθώς αυξάνεται η συχνότητα. Η απόσταση μεταξύ των συνιστωσών φαίνεται ξεκάθαρα ότι μειώνεται και τα αντίστοιχα διαγράμματα, τα οποία έχουν δημιουργηθεί από πλήθος δεδομένων (scans), δηλαδή ολοκληρωμένων προφίλ, το επιβεβαιώνουν. Η κλίση των ευθειών είναι εδώ μικρότερη σε σχέση με την κλίση του PSR B0525+28.

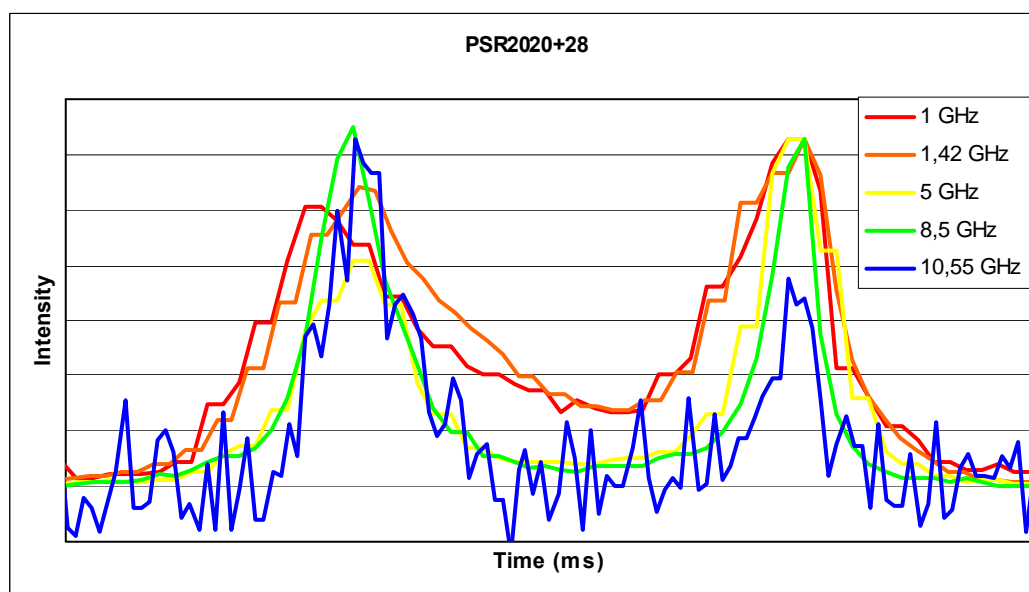
PSR B1742-30



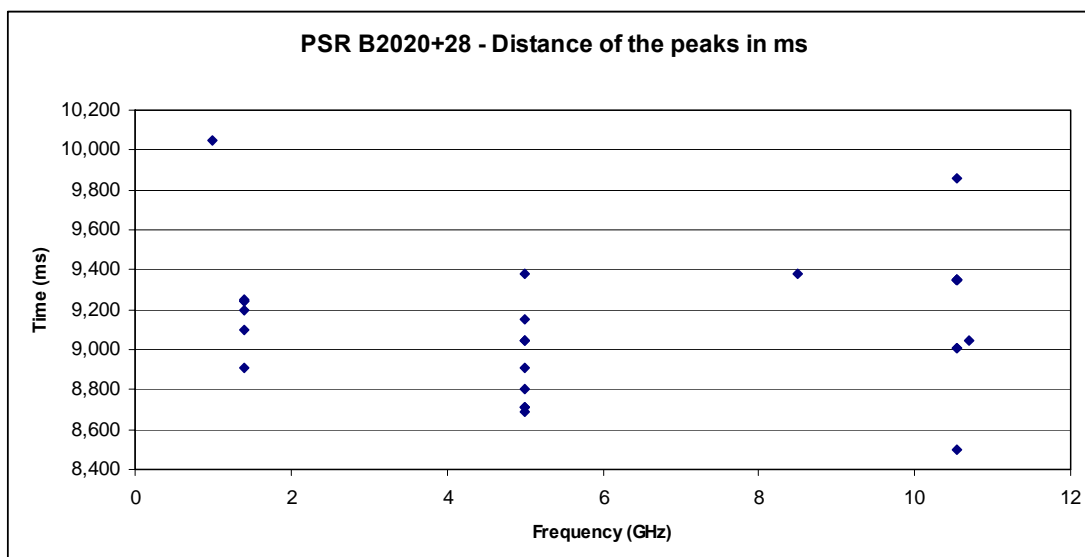
Σχήμα 55: Ολοκληρωμένα προφίλ του PSR B1742-30 σε διάφορες συχνότητες.

Το παραπάνω σχήμα δεν αποκαλύπτει την αναμενόμενη συμπεριφορά με τη συχνότητα. Συγκεκριμένα παρατηρείται ότι στα 1.315, 1.42 και 1.51 GHz το προφίλ του pulsar δεν διαφοροποιείται ως προς τη διάρκειά του ενώ στα 4.75 GHz έχει διευρυνθεί (αντίθετα με μια αναμενόμενη συρρίκνωση). Για τον συγκεκριμένο pulsar, τα διαθέσιμα δεδομένα κάλυπταν μόνο δύο συχνότητες (1.42 και 4.75 GHz), γεγονός που αποτέλεσε την αιτία για την οποία δεν δημιουργήθηκαν διαγράμματα μεταβολής της απόστασης των κορυφών με τη συχνότητα.

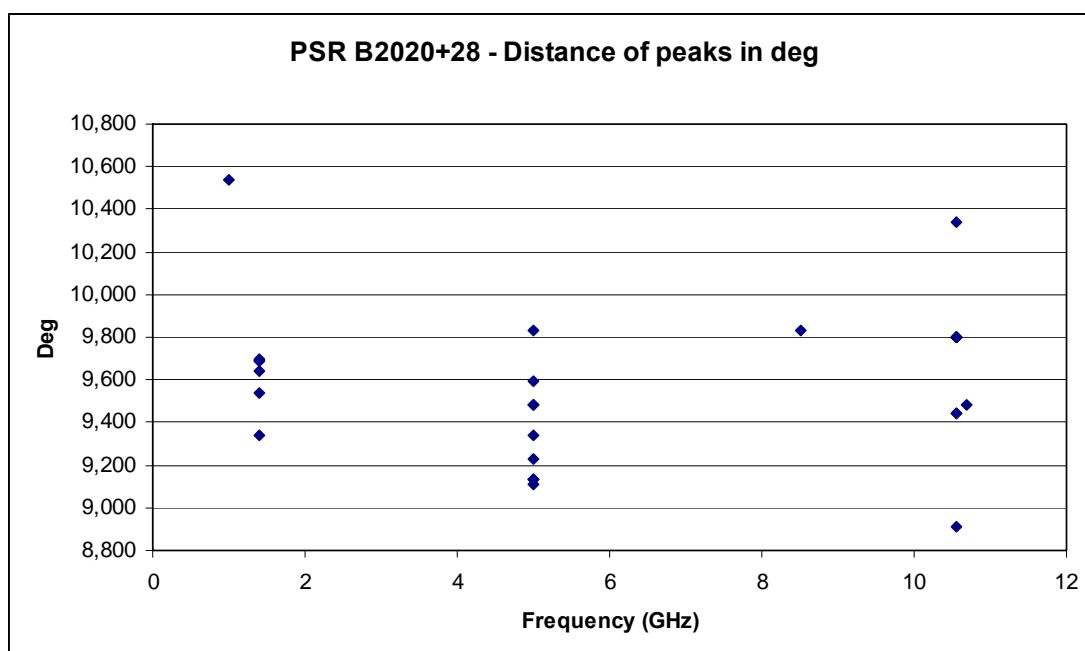
PSR B2020+28



Σχήμα 56: Ολοκληρωμένα προφίλ του PSR B2020+28 σε διάφορες συχνότητες.



Σχήμα 57: Μεταβολή της απόστασης των παλμών, σε ms, με τη συχνότητα για τον PSR B2020+28.



Σχήμα 58: Μεταβολή της απόστασης των παλμών, σε deg, με τη συχνότητα για τον PSR B2020+28.

Ούτε ο pulsar αυτός έχει ξεκάθαρη εικόνα. Μελετώντας τη διάρκεια του προφίλ, παρατηρείται ότι το προφίλ στα 10,55 GHz είναι λιγότερο διευρυμένο σε σχέση με το προφίλ στα 1GHz, γενικά όμως δεν υπάρχει τάση μετατόπισης των κορυφών. Την εικόνα αυτή δίνουν και τα Σχήματα 57 και 58.

3.2 Μεταβολή του λόγου των εντάσεων των κορυφών ως προς τη συχνότητα

Τα βήματα της μελέτης αυτής ήταν:

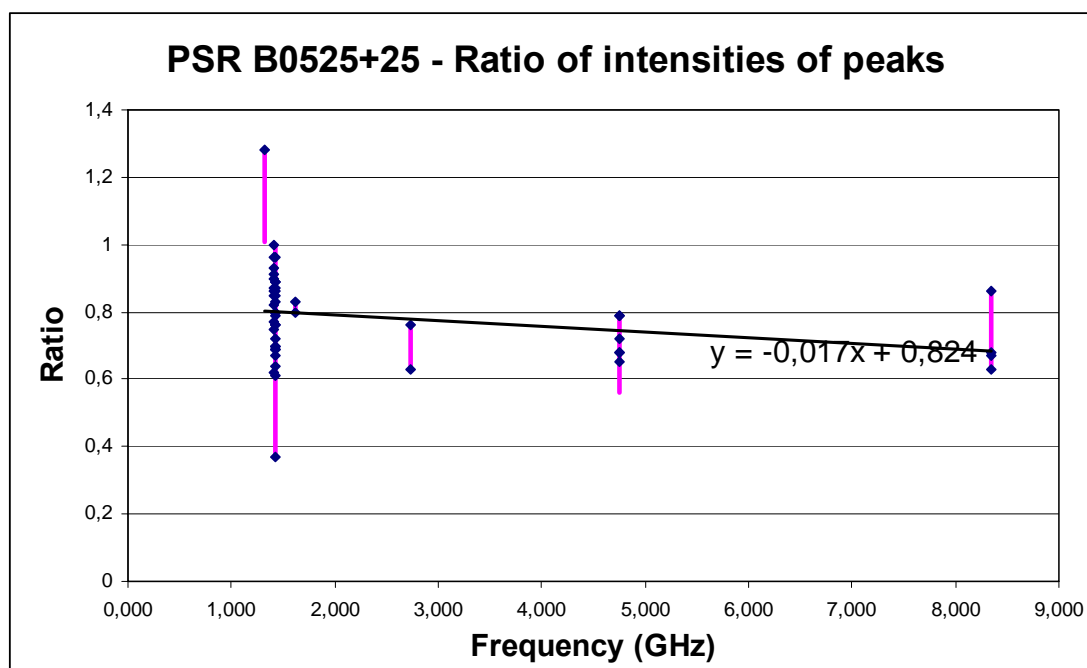
- Δημιουργία διαγραμμάτων του λόγου της εντάσεως των κορυφών με τη συχνότητα. Για την εύρεση του λόγου της εντάσεως χρησιμοποιήθηκε η εντολή peak. Κάθε σημείο των διαγραμμάτων αντιστοιχεί πάλι στο αποτέλεσμα ενός scan ενώ η επιλογή των σημείων έγινε με το κριτήριο που αναφέρθηκε στην αρχή του κεφαλαίου 3. Οι κάθετες μπάρες δηλώνουν το εύρος των σημείων αν είχε εφαρμοστεί ένα λιγότερο αυστηρό κριτήριο: μέγιστο έντασης /σ > 5.

Για κάθε pulsar, ως λόγος υπολογίστηκε η διαίρεση του ύψους της χαμηλότερης προς την υψηλότερη κορυφή (σε περιπτώσεις που το ύψος μεταβαλλόταν και κάποια αρχικά υψηλότερη κορυφή μετατρέποταν σε χαμηλότερη μετά από κάποια συχνότητα, ως υψηλότερη (χαμηλότερη) κορυφή για τον υπολογισμό του λόγου τίθονταν η κορυφή που ήταν υψηλότερη (χαμηλότερη) στο μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων).

- Προσέγγιση των διαγραμμάτων με κάποια εξίσωση.

Τα αποτελέσματα για καθέναν από τους 5 pulsars είναι τα ακόλουθα:

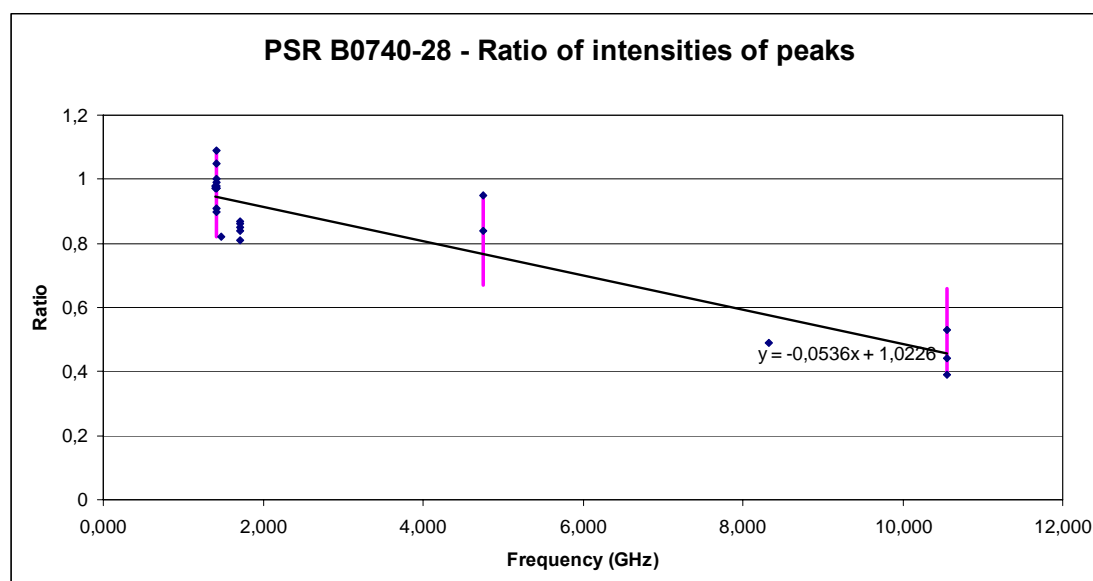
PSR B0525+21



Σχήμα 59: Διάγραμμα του λόγου των εντάσεων των κορυφών ως προς τη συχνότητα για τον PSR B0525+21.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 48, η ένταση της πρώτης κορυφής – αν εξαιρέσουμε τη συχνότητα των 1.315 GHz – ολόένα μειώνεται καθώς η διάρκεια του προφίλ μειώνεται (καθώς αυξάνεται δηλαδή η συχνότητα). Η κλίση της μείωσης δίνεται στο παραπάνω σχήμα από την εξίσωση της γραμμικής προσέγγισης.

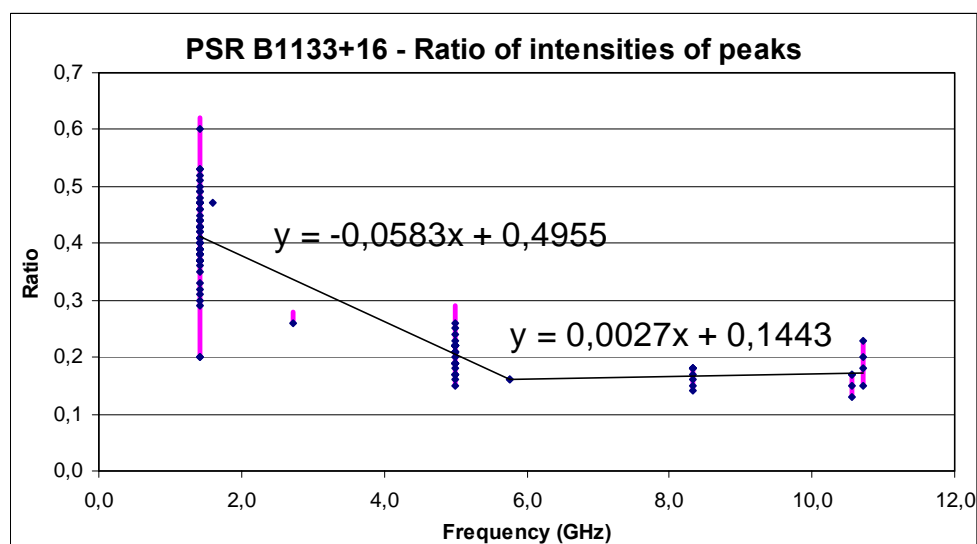
PSR B0740-28



Σχήμα 60: Διάγραμμα του λόγου των εντάσεων των κορυφών ως προς τη συχνότητα για τον PSR B0740-28.

Το παραπάνω σχήμα δίνει την ίδια εικόνα με το προηγούμενο αντίστοιχο σχήμα του PSR B0525+21. Η κλίση εδώ είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τον PSR B0525+21.

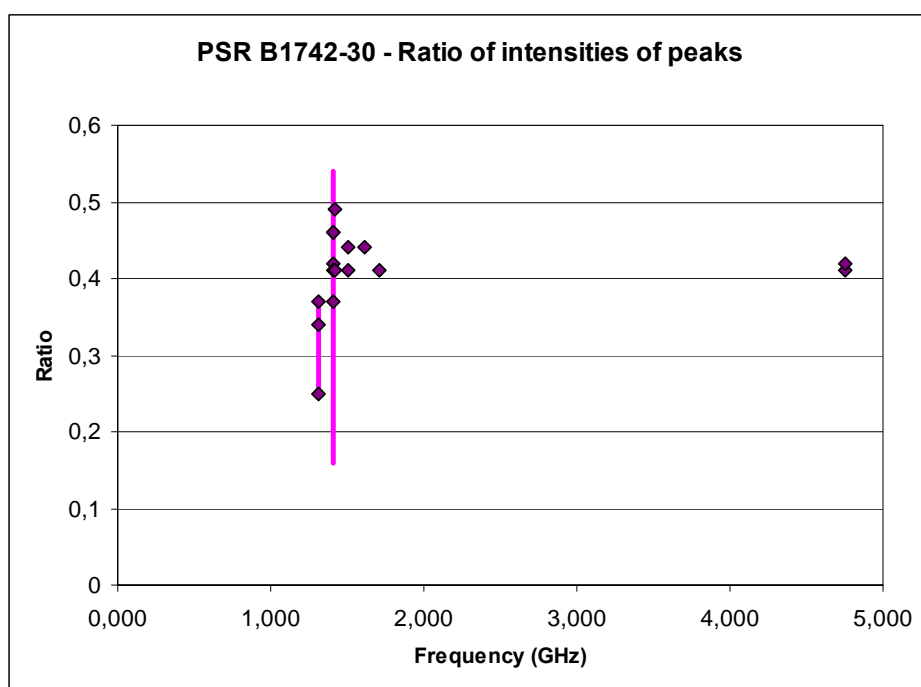
PSR B1133+16



Σχήμα 61: Διάγραμμα του λόγου των εντάσεων των κορυφών ως προς τη συχνότητα για τον PSR B1133+16.

Και στον PSR B1133+16 παρατηρείται μείωση του ύψους μιας συνιστώσας, εδώ της κορυφής στα δεξιά - βλ. Σχήμα 52 – όπως συνέβαινε και στον PSR B0740-28.. Εδώ φαίνεται να υπάρχει γραμμική σχέση με δύο κλίσεις.

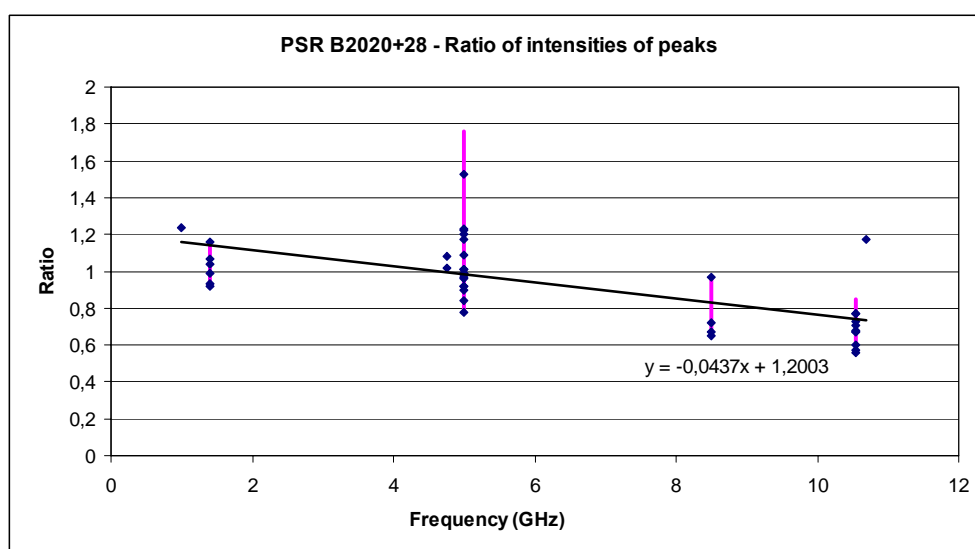
PSR B1742-30



Σχήμα 62: Διάγραμμα του λόγου των εντάσεων των κορυφών ως προς τη συχνότητα για τον PSR B1742-30.

Το παραπάνω σχήμα δεν αποκαλύπτει την αναμενόμενη συμπεριφορά που είδαμε στους παραπάνω pulsars. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, τα διαθέσιμα δεδομένα καλύπτουν μόνο δύο περιοχές συχνοτήτων (~1.42 και 4.75 GHz). Η ύπαρξη δεδομένων και για άλλες συχνότητες θα έδινε πιο κατατοπιστική εικόνα της μεταβολής του λόγου των υψών.

PSR B2020+28



Σχήμα 63: Διάγραμμα του λόγου των εντάσεων των κορυφών ως προς τη συχνότητα για τον PSR2020+28.

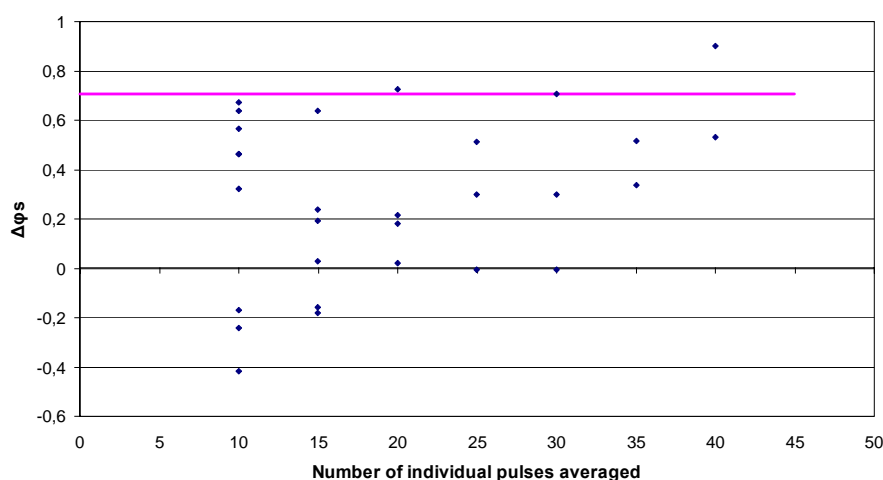
Παρόλο που η ανάλυση στην υποενότητα 3.1 δεν έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα για τον συγκεκριμένο pulsar, το παραπάνω διάγραμμα δείχνει ότι ο pulsar μειώνει το σχετικό λόγο των κορυφών του. Η κλίση της μείωσης είναι περίπου της ίδιας τάξης μεγέθους με τον PSR B0740-28.

3.3 Μεταβολή της απόστασης των κορυφών του προφίλ σε σχέση με τη μεταβολή της απόστασης των αντίστοιχων υποπαλμών στους μεμονωμένους παλμούς ανάμεσα σε δύο συχνότητες

Επειδή η ανάλυση αυτή σχετίζεται με την πρώτη ανάλυση, επιλέχθηκαν οι δύο pulsars που έδωσαν εκεί ικανοποιητικά αποτελέσματα δηλαδή ο PSR B0525+21 και ο PSR B1133+16. Στην ανάλυση αυτή, υπολογίζονται οι ακόλουθες ποσότητες:

- η απόσταση $\phi_{si}(4.75)$ μεταξύ των υποπαλμών για καθέναν από μια σειρά μεμονωμένων παλμών από κάποιο scan των 4.75 GHz.
- ο μέσος όρος των παραπάνω αποστάσεων $\phi_s(4.75)$
- η απόσταση $\phi_{si}(1.42)$ μεταξύ των υποπαλμών για καθέναν από μια σειρά μεμονωμένων παλμών από κάποιο scan των 1.42 GHz.
- ο μέσος όρος των παραπάνων αποστάσεων $\phi_s(1.42)$
- οι διαφορές $\Delta\phi_{si} = \phi_{si}(1.42) - \phi_{si}(4.75)$
- η διαφορά $\Delta\phi_s = \phi_s(1.42) - \phi_s(4.75)$
- η απόσταση $\phi_p(4.75)$ μεταξύ των κορυφών του προφίλ του συγκεκριμένου scan των 4.75 GHz από όπου προέρχονται και οι μεμονωμένοι παλμοί
- η απόσταση $\phi_p(1.42)$ μεταξύ των κορυφών του προφίλ του συγκεκριμένου scan των 1.42 GHz από όπου προέρχονται και οι μεμονωμένοι παλμοί.
- η διαφορά $\Delta\phi_p = \phi_p(1.42) - \phi_p(4.75)$

Αυτό που ενδιαφέρει είναι η μελέτη της μεταβολής της διαφοράς $\Delta\phi_s$ ως προς τη $\Delta\phi_p$. Η ακρίβεια της απόστασης ϕ_s , του μέσου δηλαδή όρου των αποστάσεων ϕ_{si} είναι καλύτερη όταν χρησιμοποιείται μεγάλος αριθμός μεμονωμένων παλμών για την εξαγωγή του μέσου όρου. Για την επιλογή του αριθμού αυτού έγιναν κάποιες δοκιμές από τις οποίες προέκυψε η ακόλουθη γραφική παράσταση (Σχήμα 66). Για τους ακόλουθους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν τελικά ομάδες των 20-30 μεμονωμένων παλμών.



Σχήμα 64: Υπολογισμός της διαφοράς $\Delta\phi_s$ για τον PSR B1133+16 με διαφορετικό αριθμό μεμονωμένων παλμών .

Όλες οι αποστάσεις είναι μετρημένες σε $^{\circ}$. Τα αποτελέσματα για καθέναν από τους δύο pulsars είναι τα ακόλουθα:

PSR B0525+21

Στον Πίνακα V έχουν καταγραφεί οι τιμές $\varphi_s(4.75)$, $\varphi_s(1.42)$, $\varphi_p(4.75)$, $\varphi_p(1.42)$, $\Delta\varphi_s$ και $\Delta\varphi_p$, για 2 ομάδες μετρήσεων (τα αποτελέσματα των δύο ομάδων προέρχονται από τη χρήση διαφορετικών scans).

Πίνακας V

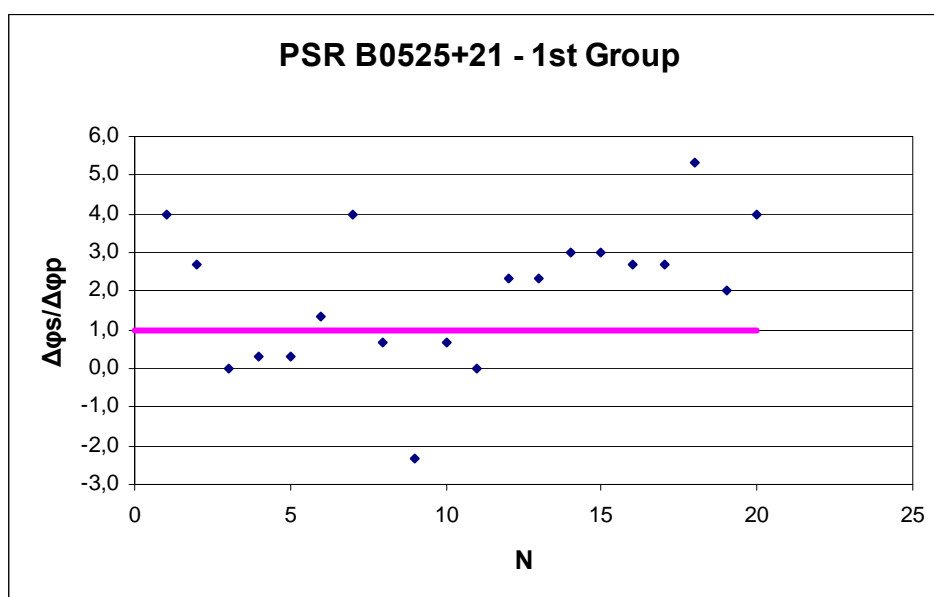
| | $\varphi_s(4.75)$ | $\varphi_s(1.42)$ | $\varphi_p(4.75)$ | $\varphi_p(1.42)$ | $\Delta\varphi_s$ | $\Delta\varphi_p$ |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 11.213 | 13.269 | 11.248 | 12.302 | 2.056 | 1.054 |
| 2 | 10.846 | 12.804 | 11.248 | 12.296 | 1.958 | 1.048 |

Από το παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι και για τις δύο ομάδες $\Delta\varphi_p < \Delta\varphi_s$.

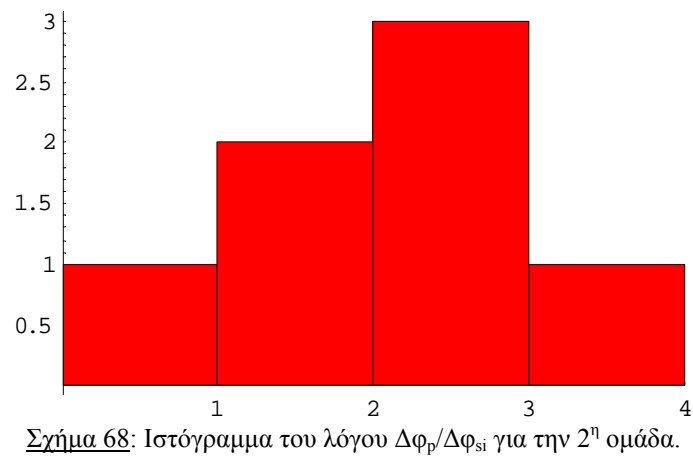
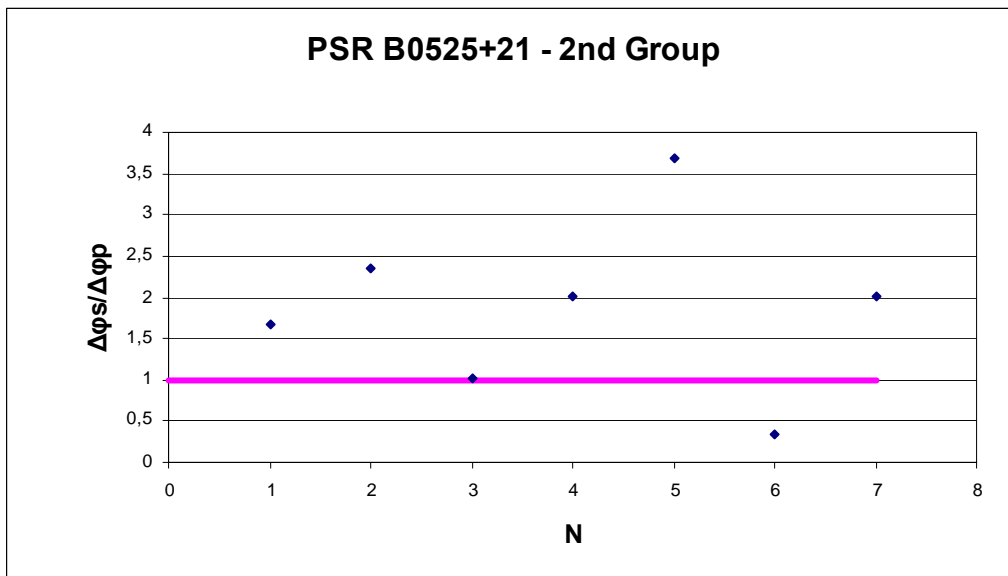
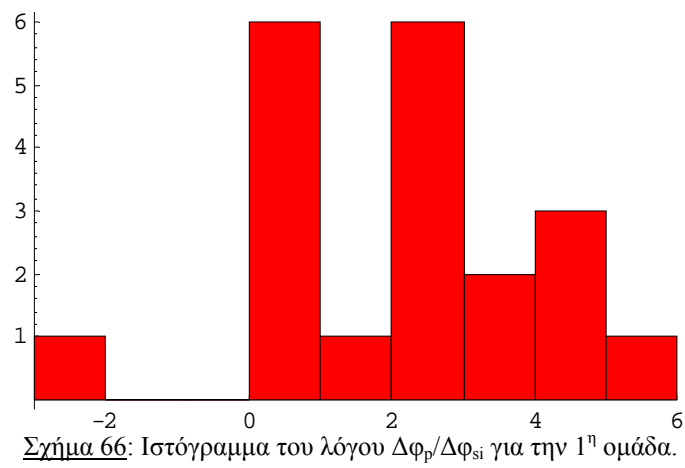
Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνεται και από τη γραφική παράσταση του λόγου $\Delta\varphi_p/\Delta\varphi_s$ για κάθε υποπαλμό (Σχήματα 65 και 67, ένα για κάθε ομάδα) και τα αντίστοιχα ιστογράμματα (Σχήματα 66 και 68). Ο λόγος είναι μεγαλύτερος από τη μονάδα στην πλειοψηφία των περιπτώσεων. Στον Πίνακα VI παρατίθεται η τυπική απόκλιση της απόστασης μεταξύ των συνιστωσών των μεμονωμένων παλμών φ_{si} και της αντίστοιχης απόστασης φ_p στα ολοκληρωμένα προφίλ (στην περίπτωση των προφίλ, για μεγαλύτερη ακρίβεια, η τυπική απόκλιση υπολογίστηκε από έξι scans και όχι μόνο από τα δύο scans που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση σε κάθε συχνότητα).

Πίνακας VI

| f (GHz) | $\sigma_{\varphi_{si}} (^{\circ})$ | $\sigma_{\varphi_p} (^{\circ})$ |
|---------|------------------------------------|---------------------------------|
| 1.42 | 1.487 | 0.112 |
| 4.75 | 0.799 | 0.203 |



Σχήμα 65: Γραφική παράσταση του λόγου $\Delta\varphi_p/\Delta\varphi_s$ για την 1^η ομάδα.



PSR B1133+16

Στον Πίνακα VII εικονίζονται οι τιμές $\phi_s(4.75)$, $\phi_s(1.42)$, $\phi_p(4.75)$, $\phi_p(1.42)$, $\Delta\phi_s$ και $\Delta\phi_p$, για 2 ομάδες μετρήσεων για τον PSR B1133+16.

Πίνακας VII

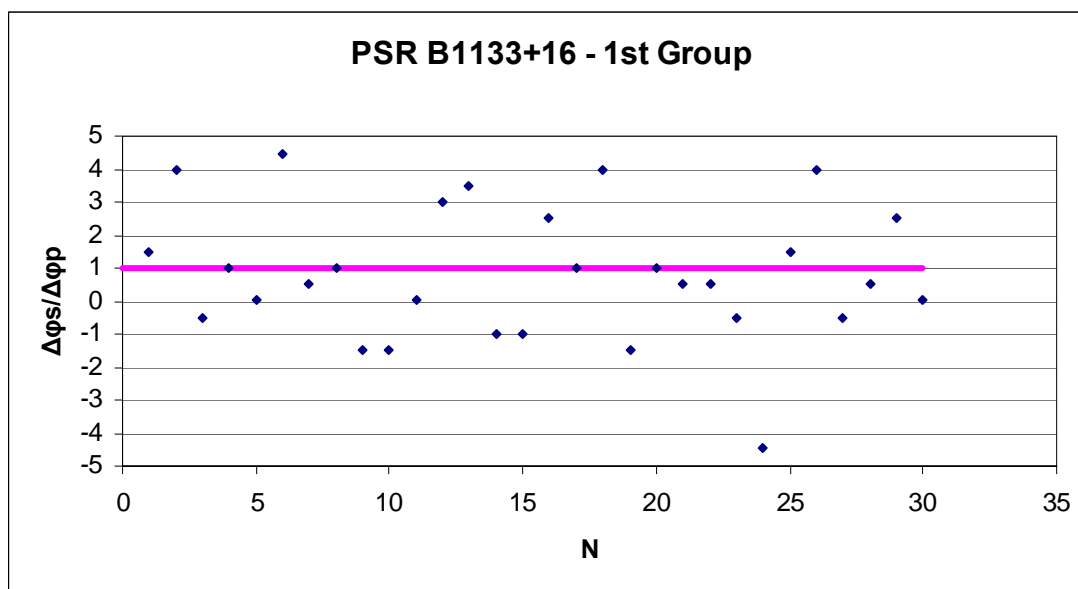
| | $\phi_s(4.75)$ | $\phi_s(1.42)$ | $\phi_p(4.75)$ | $\phi_p(1.42)$ | $\Delta\phi_s$ | $\Delta\phi_p$ |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 5.397 | 5.976 | 4.917 | 5.625 | 0.579 | 0.708 |
| 2 | 5.374 | 5.760 | 4.917 | 6.322 | 0.386 | 1.405 |

Από το παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι και για τις δύο ομάδες $\Delta\phi_p > \Delta\phi_s$, αντίθετα δηλαδή από ότι υπολογίστηκε για τον PSR B0525+21.

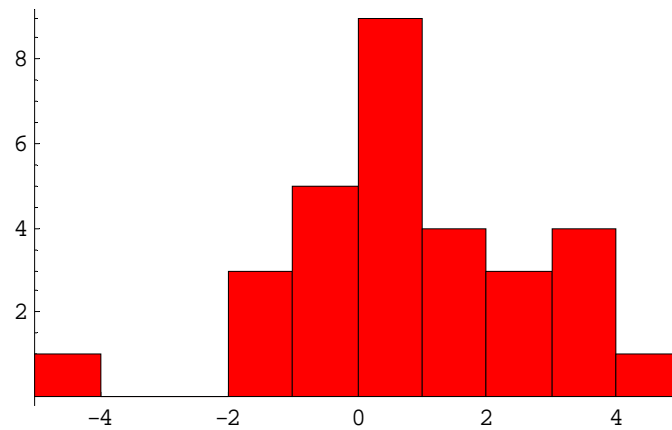
Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνεται και από τη γραφική παράσταση του λόγου $\Delta\phi_p/\Delta\phi_{si}$ για κάθε υποπαλμό (Σχήματα 69 και 71, ένα για κάθε ομάδα) και τα αντίστοιχα ιστογράμματα (Σχήματα 70 και 72). Ο λόγος είναι μικρότερος από τη μονάδα στην πλειοψηφία των περιπτώσεων. Ο πίνακας VIII είναι ο πίνακας των τυπικών αποκλίσεων των μεμονωμένων παλμών και των ολοκληρωμένων προφίλ για κάθε συχνότητα.

Πίνακας VIII

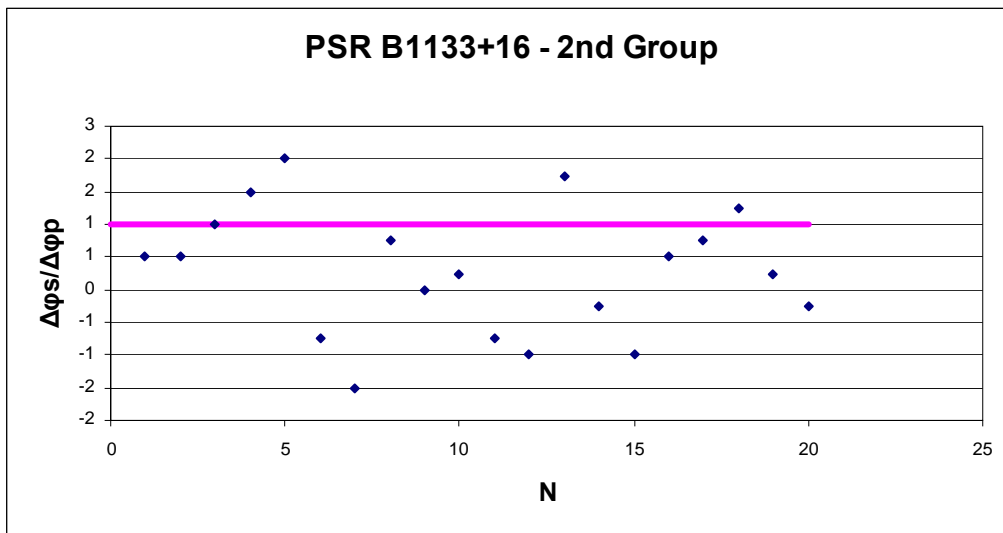
| f (GHz) | $\sigma_{\phi_{si}} (^{\circ})$ | $\sigma_{\phi_p} (^{\circ})$ |
|---------|---------------------------------|------------------------------|
| 1.42 | 1.129 | 0.258 |
| 4.75 | 0,913 | 0.174 |



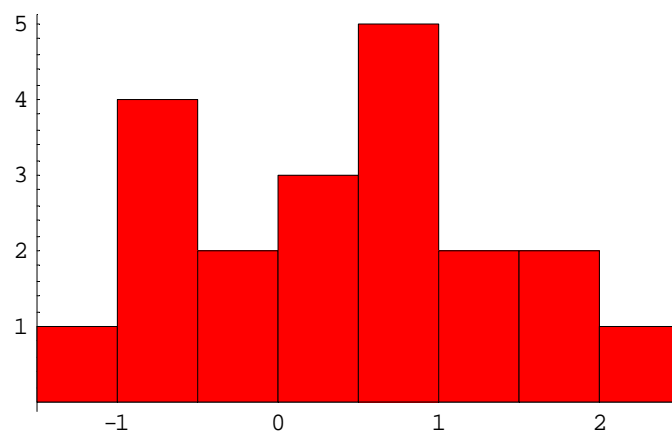
Σχήμα 69: Γραφική παράσταση του λόγου $\Delta\phi_p/\Delta\phi_{si}$ για την 1^η ομάδα.



Σχήμα 70: Ιστόγραμμα του λόγου $\Delta\phi_p/\Delta\phi_{si}$ για την 1^η ομάδα.



Σχήμα 71: Γραφική παράσταση του λόγου $\Delta\phi_p/\Delta\phi_{si}$ για την 2^η ομάδα.



Σχήμα 72: Ιστόγραμμα του λόγου $\Delta\phi_p/\Delta\phi_{si}$ για την 2^η ομάδα.

Κεφάλαιο 4: Θεωρητική ερμηνεία των αποτελεσμάτων

4.1 Μεταβολή της απόστασης των κορυφών του προφίλ ως προς τη συχνότητα

Όπως αναφέρθηκε και στη θεωρητική εισαγωγή, η μεγαλύτερη διάρκεια των προφίλ στις χαμηλές συχνότητες έχει ερμηνευτεί και συσχετιστεί με τη διαφορά του ύψους του σημείου εκπομπής στη μαγνητόσφαιρα. Οι χαμηλές συχνότητες μπορεί να προέρχονται από πιο υψηλό σημείο του κώνου εκπομπής όπου οι δυναμικές γραμμές είναι πιο ανοικτές δηλαδή ο κώνος – και συνακόλουθα και το προφίλ – είναι πιο διευρυμένος.

Συγκρίνοντας τα προφίλ της μεγαλύτερης με τη μικρότερη συχνότητα των 5 pulsars που μελετήθηκαν, παρατηρείται ότι όλοι οι pulsars εμφανίζουν μεγαλύτερη διάρκεια παλμού στη μικρότερη συχνότητα, με εξαίρεση των PSR B1742-30. Για τον pulsar αυτόν υπάρχουν δεδομένα από δύο ουσιαστικά συχνότητες (στα 4.75 GHz η διάρκεια του προφίλ είναι μεγαλύτερη από τα 1.42 GHz). Η απόκλιση του pulsar αυτού οφείλεται πιθανότατα στην έλλειψη καλών δεδομένων από πολλές συχνότητες που θα έδιναν γενικότερη εικόνα. Την άποψη αυτή επιβεβαιώνει η παρόμοια διεύρυνση των 4.75 GHz που εμφανίζεται και στον PSR B0740-28 του οποίου όμως η γενικότερη εικόνα δείχνει ότι η απόκλιση των 4.75 GHz αποτελεί κάτι μεμονωμένο και ότι η γενική τάση υπάρχει.

Για τον PSR B2020+28, η γενική τάση μπορεί να εμφανίζεται, τα διαγράμματα όμως στα σχήματα 59 και 60 δεν δείχνουν κάποια καθαρή μείωση της απόστασης των κορυφών με την αύξηση της συχνότητας. Σύμφωνα με τη J.Rankin, ο συγκεκριμένος pulsar δεν έχει διπλό προφίλ αλλά τριπλό με την core συνιστώσα του να βρίσκεται κρυμμένη στο δεξί τμήμα της πρώτης κορυφής. Η ύπαρξη και τρίτης κορυφής – η οποία επίσης μεταβάλλεται με τη συχνότητα - τροποποιεί σίγουρα τη γενική μεταβολή των άλλων δύο ως προς τη συχνότητα.

4.2 Μεταβολή του λόγου των υψών των κορυφών ως προς τη συχνότητα

Όπως αναφέρθηκε στη θεωρητική εισαγωγή, ο φασματικός δείκτης α μεταβάλλεται συχνά από το κέντρο προς την εξωτερική περιοχή του κώνου με την κεντρική περιοχή να είναι σχετικά ισχυρότερη στις χαμηλές συχνότητες (core συνιστώσες). Η εκπομπή της ακτινοβολίας των υψηλών συχνοτήτων συγκεντρώνεται στο εξωτερικό του κώνου. Η παρατήρηση των σχετικών εντάσεων των συνιστωσών των προφίλ των pulsars στις διάφορες συχνότητες μπορεί επομένως να αποτελέσει ένα καλό εργαλείο για τον εντοπισμό των διαφορετικής προέλευσης συνιστωσών.

Από τα διαγράμματα 59-63 της υποενότητας 3.2, παρατηρείται ότι, με εξαίρεση πάλι τον PSR B1742-30 για τον οποίο τα δεδομένα είναι ελλιπή, όλοι οι pulsars εμφανίζουν μείωση του λόγου των εντάσεων των κορυφών, μία δηλαδή από τις δύο κορυφές μεταβάλλεται – ή τουλάχιστον μεταβάλλεται περισσότερο – από την άλλη. Η κορυφή αυτή είναι η core συνιστώσα.

Για τον εντοπισμό της συνιστώσας αυτής, είναι πολύ χρήσιμες οι πρώτες γραφικές παραστάσεις που έχουν γίνει για κάθε pulsar στην υποενότητα 3.1 (σχήματα 48, 51, 52, 55 και 56). Τα συμπεράσματα για τους pulsars της μελέτης αυτής είναι τα εξής:

PSR B0525+21

Από το σχήμα 48 συμπεραίνεται ότι ως core συνιστώσα μπορεί να χαρακτηριστεί η πρώτη κορυφή η οποία είναι ιδιαίτερα ισχυρή στα 1.315 GHz ενώ χάνει σταδιακά ύψος (ένταση) καθώς αυξάνεται η συχνότητα.

PSR B0740-28

Το σχήμα 51 δείχνει χαρακτηριστική μείωση της εντάσεως με την αύξηση της συχνότητας για την δεύτερη κορυφή, στη δεξιά πλευρά του παλμού. Εκεί πρέπει να βρίσκεται επομένως η core συνιστώσα.

PSR B1133+16

Από το σχήμα 52 φαίνεται ότι ως core συνιστώσα μπορεί να χαρακτηριστεί η δεύτερη κορυφή.

PSR B1742-30

Για τον συγκεκριμένο pulsar, τα ελλιπή δεδομένα εμποδίζουν τη διαμόρφωση γενικής εικόνας μεταβολής της σχετικής εντάσεως των κορυφών. Δεν μπορούν να βγούν συμπεράσματα ως προς την θέση της core συνιστώσας.

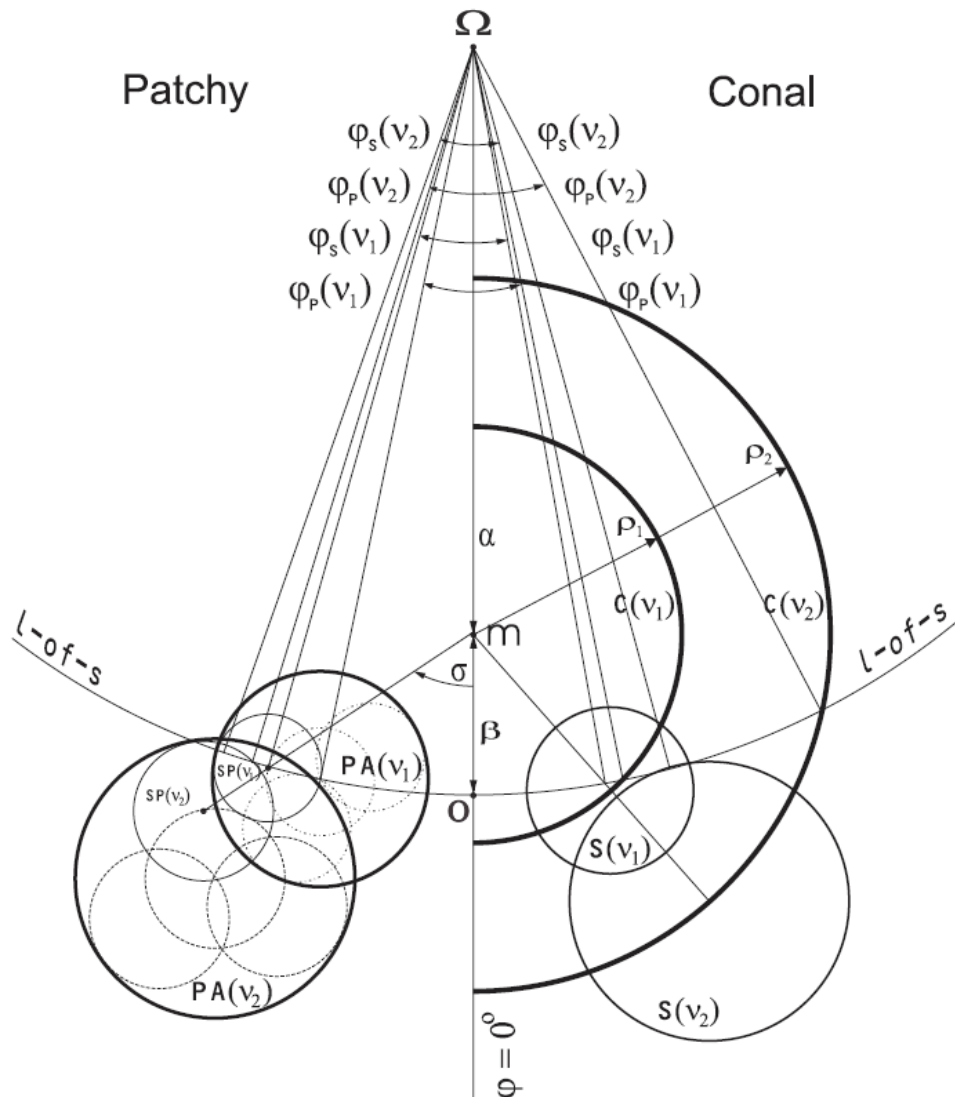
PSR B2020+28

Για τον pulsar αυτό, το διάγραμμα του σχήματος 63 παρουσιάζει μια σταθερή μεταβολή του λόγου των υψών των κορυφών. Η γενική εικόνα του σχήματος 56 δείχνει ότι κατά κύριο λόγο – όχι πάντα όμως – μεταβάλλεται η δεύτερη κορυφή αλλά core συνιστώσα πρέπει να αποτελεί πιθανότατα η τρίτη κορυφή η οποία είναι κρυμμένη στη δεξιά πλευρά της πρώτης κορυφής.

4.3 Μεταβολή της απόστασης των κορυφών του προφίλ σε σχέση με τη μεταβολή της απόστασης των αντίστοιχων υποπαλμών στους μεμονωμένους παλμούς ανάμεσα σε δύο συχνότητες

Τα αποτελέσματα της υποενότητας 3.1 μπορούν να συνδεθούν με τις φαινομενολογικές προσεγγίσεις του κώνου εκπομπής. Η ασθενής ή ισχυρή εξάρτηση των γεωγραφικών μηκών των κορυφών των υποπαλμών από τη συχνότητα γεωμετρικά μπορεί να συσχετιστεί με το “patchy” ή το “conal” μοντέλο αντίστοιχα. Αυτό μπορεί να γίνει κατανοητό με τη βοήθεια του Σχήματος 73 όπου αντιπαραβάλλονται τα δύο μοντέλα και πιο συγκεκριμένα οι γωνίες που σχηματίζουν οι εκπομπές υποπαλμών και των αντίστοιχων συνιστωσών του προφίλ σε δύο διαφορετικές συχνότητες. Η συχνότητα ν_1 είναι υψηλότερη από την ν_2 . Τα γεωγραφικά μήκη των υποπαλμών καθορίζονται από την τομή της ευθείας οράσεως με τις τοπικές συνιστώσες εκπομπής ενώ τα αντίστοιχα των ολοκληρωμένων προφίλ από την τομή της ευθείας οράσεως με τη γενική περιοχή την οποία ορίζουν οι τοπικές συνιστώσες με την κίνησή τους. Με s συμβολίζονται οι υποπαλμοί, με p το ολοκληρωμένο προφίλ. Στο “patchy” μοντέλο οι υποπαλμοί πηγάζουν από τις περιοχές $SP(\nu_i)$ οι οποίες μετακινούνται τοπικά μέσα στις κυκλικές εδω – για λόγους ευκολίας – υποπεριοχές $PA(\nu_i)$, τα γνωστά patches. Οι δυναμικές γραμμές που διέρχονται από τις $SP(\nu_i)$ περιοχές δεν διαφέρουν ιδιαίτερα σε αριθμό από τις αντίστοιχες των patches. Η αλλαγή συχνότητας από ν_1 σε ν_2 μεταβάλλει λίγο τις γωνίες $\phi_s(\nu_i)$ και $\phi_p(\nu_i)$, δηλαδή $\Delta\phi_s \approx \Delta\phi_p$. Στο “conal” μοντέλο οι τοπικές

συνιστώσες είναι οι κυκλικές περιοχές $S(v_i)$ οι οποίες με την κίνησή τους ορίζουν τους ομόκεντρους φλοιούς $c(v_i)$ ακτίνας ρ_i η τομή των οποίων με την ευθεία οράσεως δημιουργεί το ολοκληρωμένο προφίλ. Στο μοντέλο αυτό παρατηρούμε ότι ενώ οι γωνίες $\varphi_s(v_i)$ των τοπικών εκπομπών μπορεί να μεταβάλλονται λίγο, οι γωνίες των αντίστοιχων συνιστωσών του ολοκληρωμένου προφίλ $\varphi_p(v_i)$ απέχουν αρκετά μεταξύ τους. Για το μοντέλο αυτό δηλαδή $\Delta\varphi_s \leq \Delta\varphi_p$. Οι δυναμικές γραμμές που διέρχονται από τις $S(v_i)$ περιοχές διαφέρουν από τις αντίστοιχες των κώνων $c(v_i)$.



Σχήμα 73: Σχέδιο των περιοχών εκπομπής και του “patchy” (αριστερά) και του “conal” μοντέλων.
Σχήμα από J.Kijak, J.Gil [7].

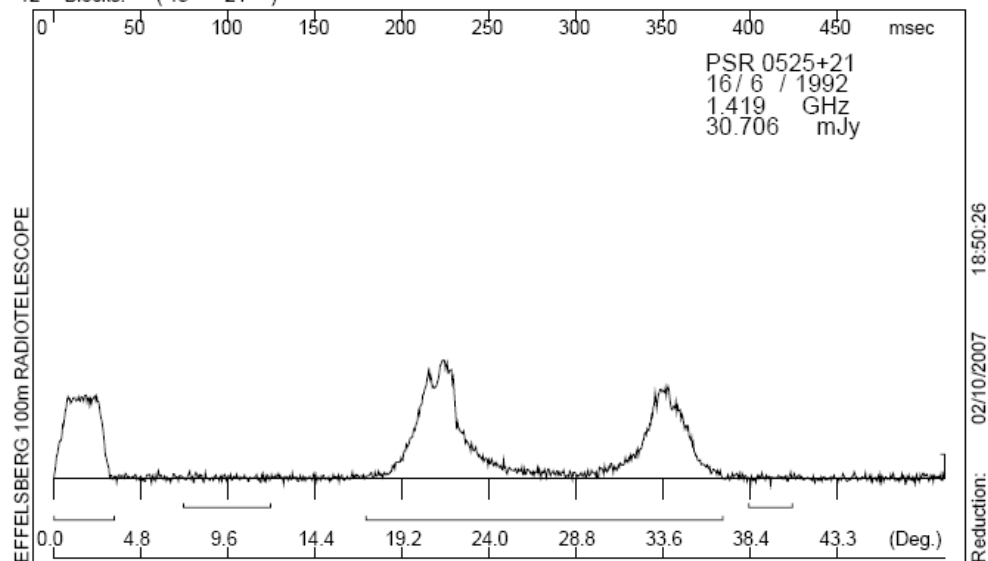
Στην υποενότητα 3.3 τα σχετικά αποτελέσματα των δύο pulsars ήταν αντιφατικά. Για τον PSR1133+16 βρέθηκε ότι $\Delta\varphi_p > \Delta\varphi_s$ ενώ για τον PSR0525+21 $\Delta\varphi_p < \Delta\varphi_s$, αποτέλεσμα που δεν δείχνει να επιβεβαιώνει την δομή του ούτε του “patchy” ούτε του “conal” μοντέλου. Το αποτέλεσμα έχει προκύψει από λίγες σχετικά μετρήσεις. Χρειάζεται πολύ παραπάνω μελέτη με πολύ περισσότερες ομάδες για να μπορέσει κανείς να καταλήξει σε συμπεράσματα.

Παράρτημα Α: Προφίλ των pulsars στις συχνότητες που έχουν παρατηρηθεί

PSR B0525+21 / PSR J0528+2200

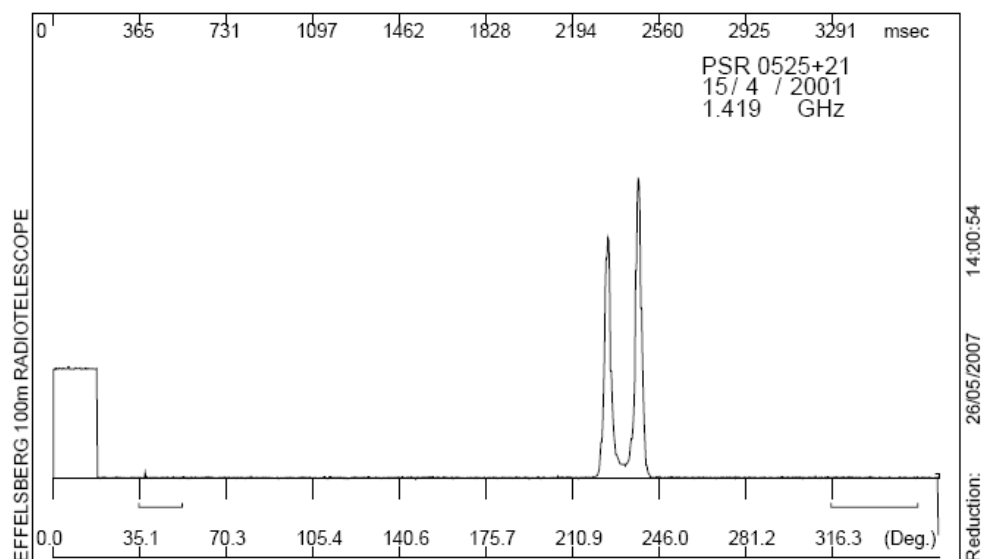
■ 1.315 GHz

| | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Scan: 7681 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 48 | Resolution: 500 |
| INT: 4 | Window: (1 - 1024) | Pulse: (360 - 770) | CAL: (1 - 70) |
| Baseline: 150 250 | 800 850 | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.01000 | Ch1 Factor: 11580.966 | Ch2 Factor: 11574.106 | Cont. Factor: 1.070 |
| RMS1:5.494 | RMS2:0.439 | RMS3:6.691 | RMS4:12.249 |
| CAL1: 131.884 | CAL2: 0.666 | CAL3: 175.306 | CAL4: 266.467 |
| PUL/CAL1: 214.974 | PUL/CAL2: -396.564 | PUL/CAL3: 201.162 | PUL/CAL4: 192.480 |
| 12 Blocks: (13 - 24) | | | |



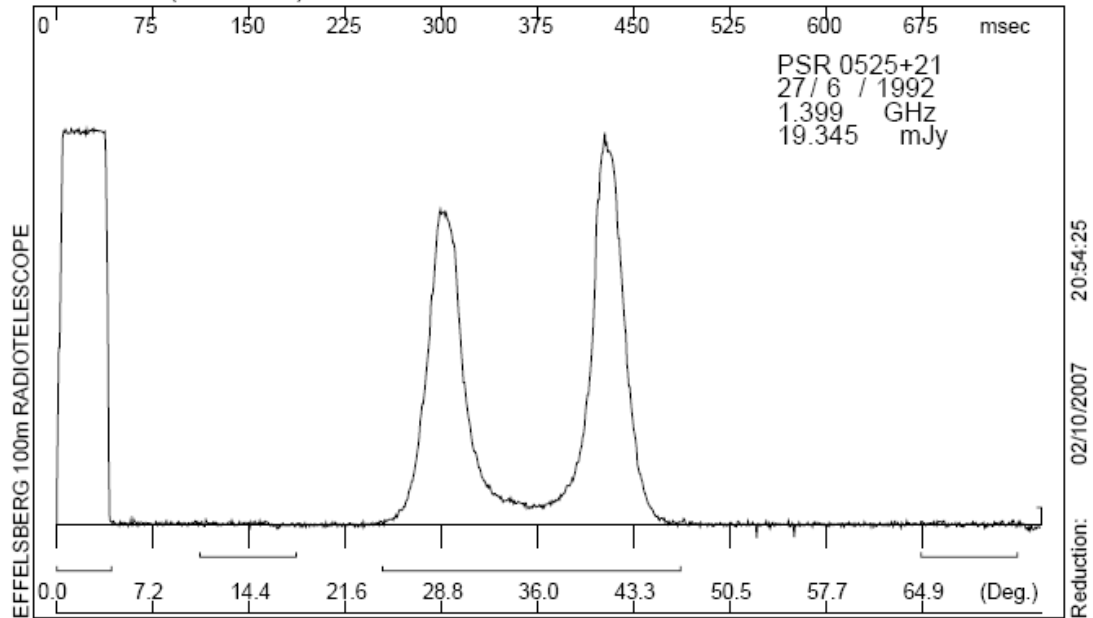
■ 1.420 GHz

| | | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| Scan: 1416 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 316 | Resolution: 3657 |
| INT: 1 | Window: (1 - 1024) | | |
| Baseline: 100 150 | 900 1000 | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.00300 | Ch1 Factor: 21301.904 | Ch2 Factor: 19095.172 | |
| RMS1:3.096 | RMS2:3.575 | RMS3:1.463 | RMS4:1.279 |
| 319 Blocks: (1 - 319) | | | |



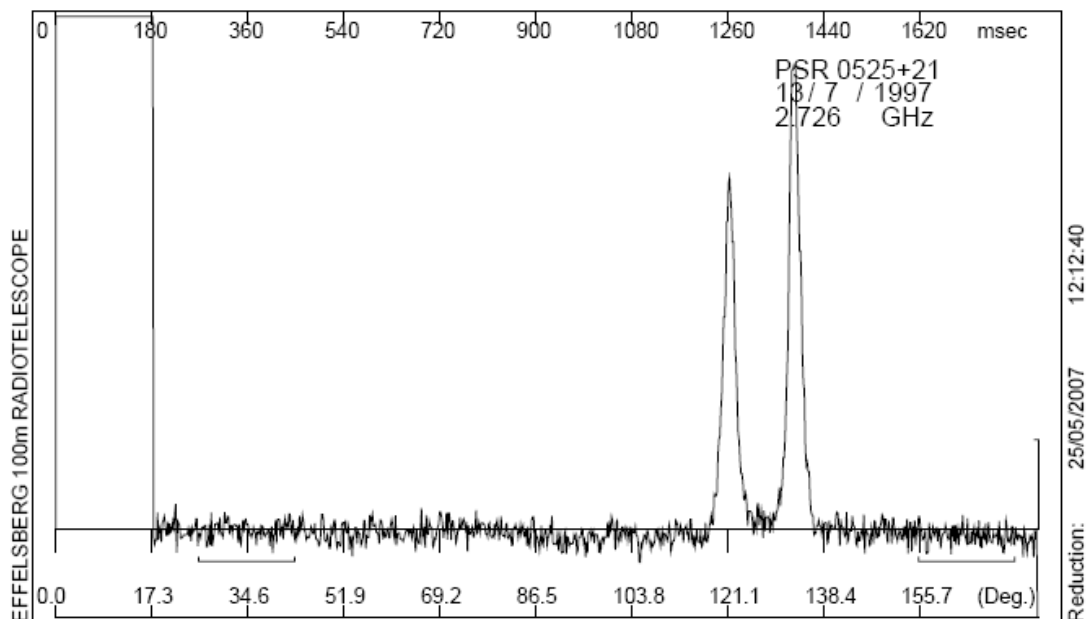
■ 1.615 GHz

| | | | |
|---------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Scan: 9009 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 607 | Resolution: 750 |
| INT: 1 | Window: (1 - 1024) | Pulse: (340 - 650) | CAL: (1 - 58) |
| Baseline: 150 250 | 900 1000 | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.09000 | Ch1 Factor: 2264.478 | Ch2 Factor: 2378.711 | Cont. Factor: 1.070 |
| RMS1:0.392 | RMS2:0.281 | RMS3:0.567 | RMS4:0.415 |
| CAL1: 80.107 | CAL2: -11.133 | CAL3: 97.245 | CAL4: 61.563 |
| PUL/CAL1: 90.289 | PUL/CAL2: 9.310 | PUL/CAL3: 86.534 | PUL/CAL4: 109.808 |
| 607 Blocks: (370 - 976) | | | |



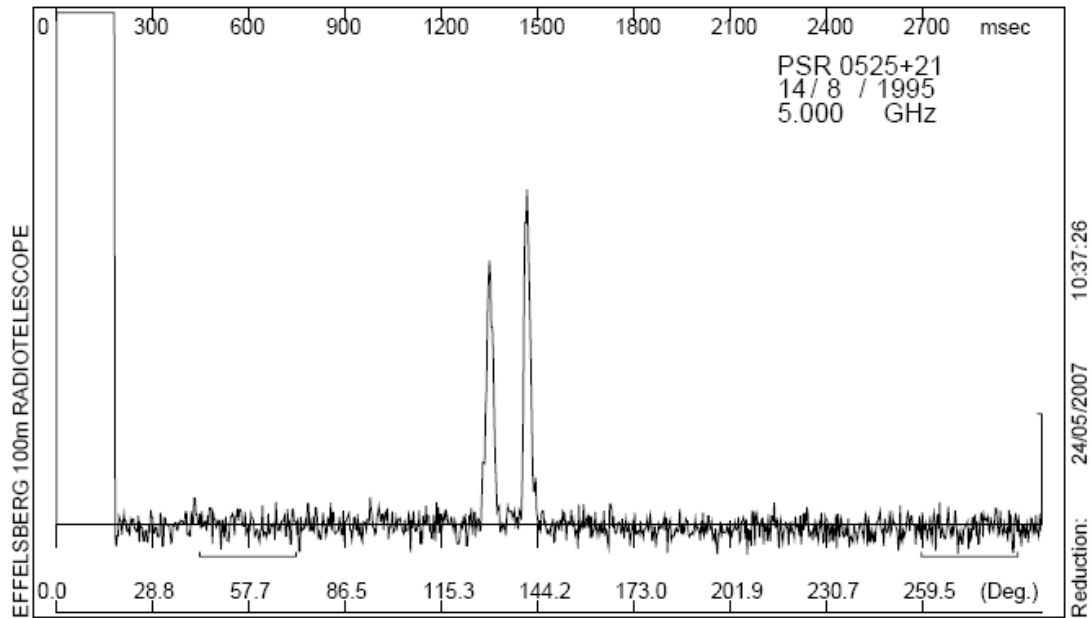
■ 2.727 GHz

| | | | |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Scan: 6366 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 2095 | Resolution: 1800 |
| INT: 1 | Window: (1 - 1024) | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Baseline: 150 250 | 900 1000 | Ch1 Factor: 9240.103 | Ch2 Factor: 9356.881 |
| Plotscale: 0.50000 | RMS1:0.378 | RMS2:0.361 | RMS3:0.157 |
| 2134 Blocks: (1 - 2134) | | | RMS4:0.173 |



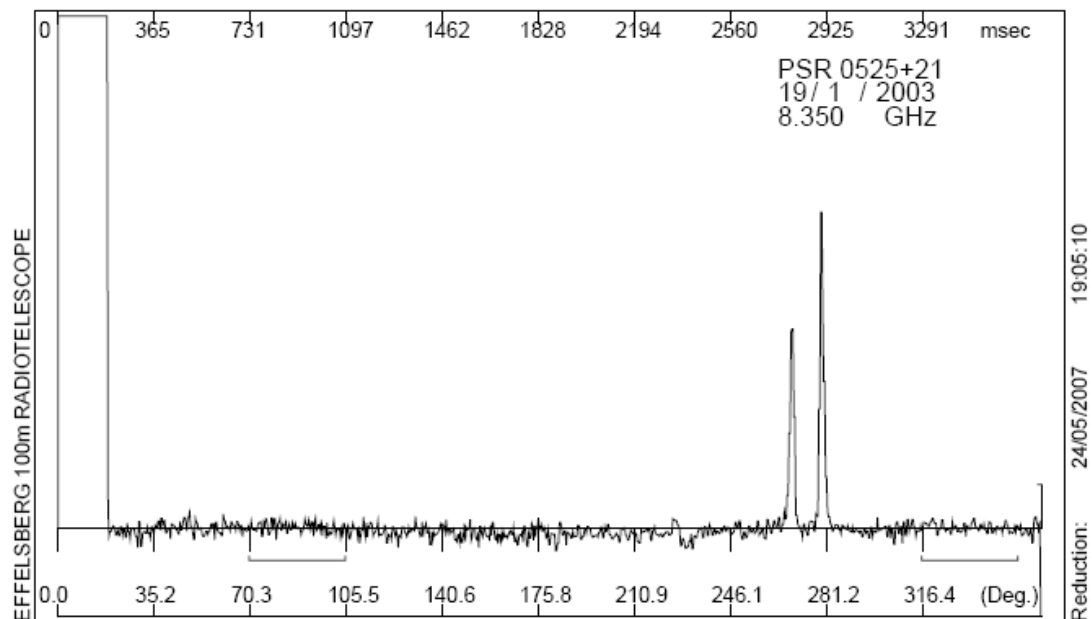
■ 4.750 GHz

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| Scan: 9589 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 132 | Resolution: 3000 |
| INT: 4 | Window: (1 - 1024) | | |
| Baseline: 150 250 | 900 1000 | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.07000 | Ch1 Factor: 62721.688 | Ch2 Factor: 60439.875 | |
| RMS1:3.349 | RMS2:3.351 | RMS3:1.382 | RMS4:1.341 |
| 33 Blocks: (1 - 33) | | | |



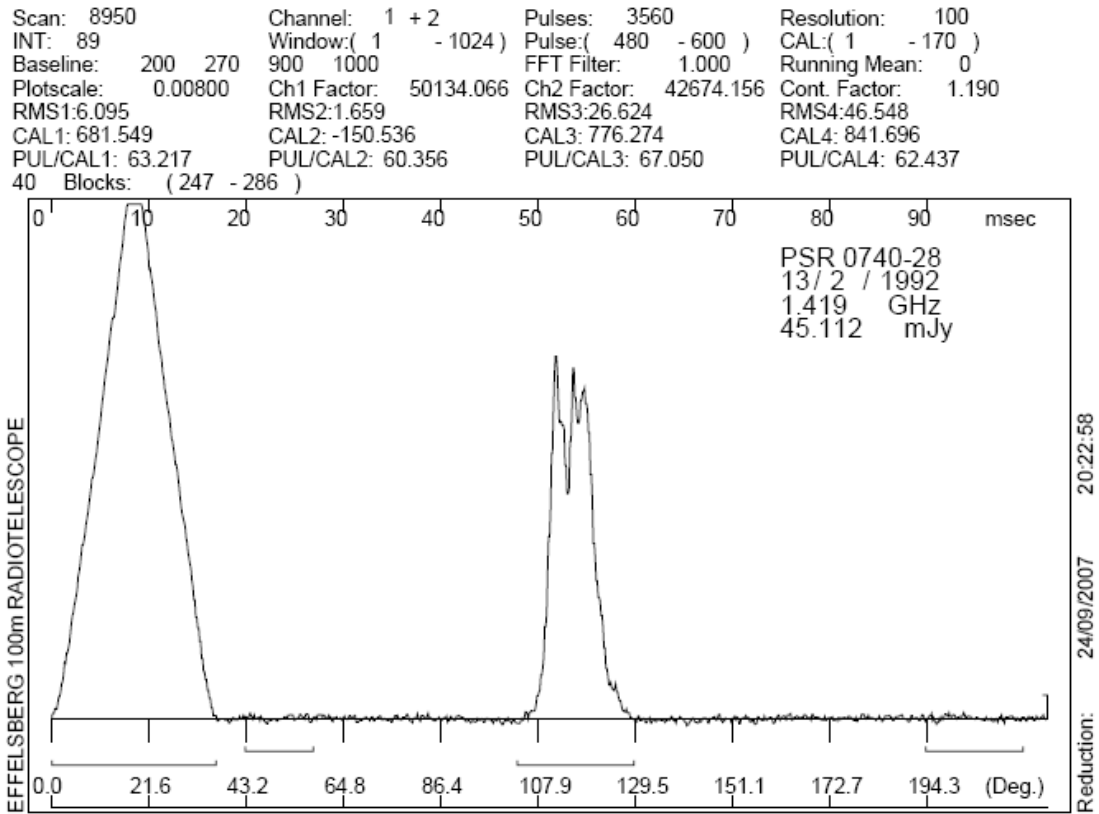
■ 8.350 GHz

| | | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| Scan: 1498 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 956 | Resolution: 3657 |
| INT: 1 | Window: (1 - 1024) | | |
| Baseline: 200 300 | 900 1000 | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.50000 | Ch1 Factor: 20361.744 | Ch2 Factor: 19706.844 | |
| RMS1:0.183 | RMS2:0.235 | RMS3:0.084 | RMS4:0.062 |
| 958 Blocks: (1 - 958) | | | |

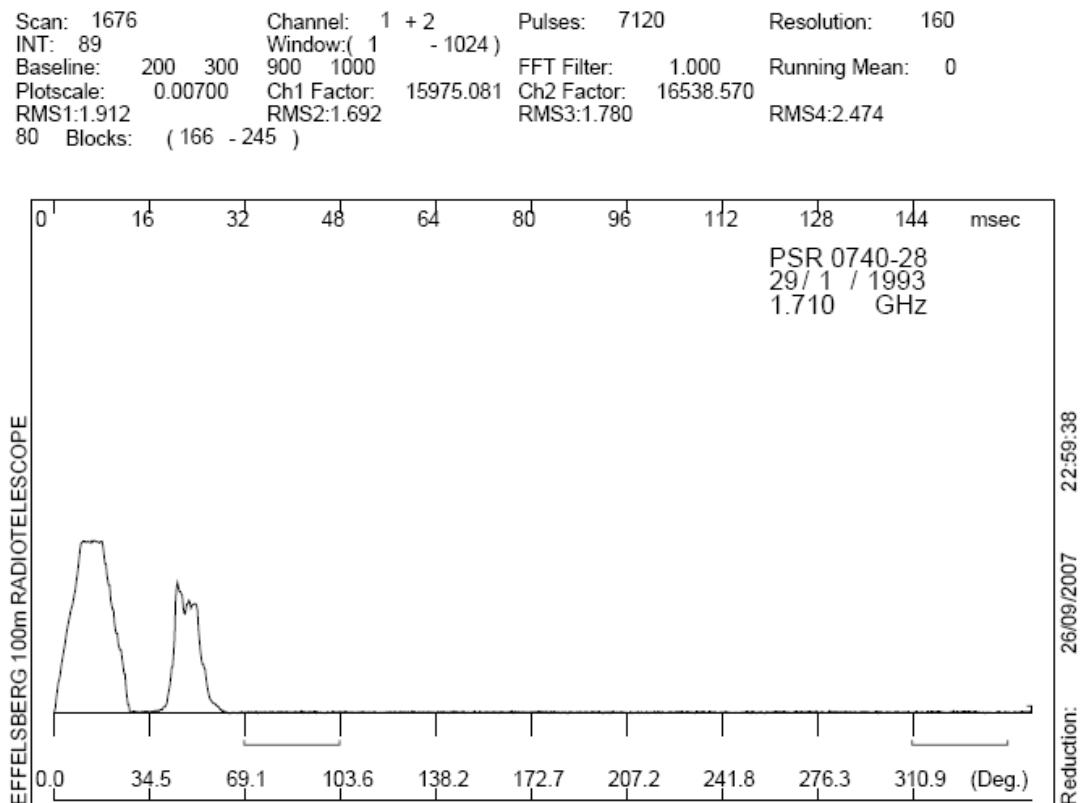


PSR B0740-28 / PSR J0742-2822

1.420 GHz

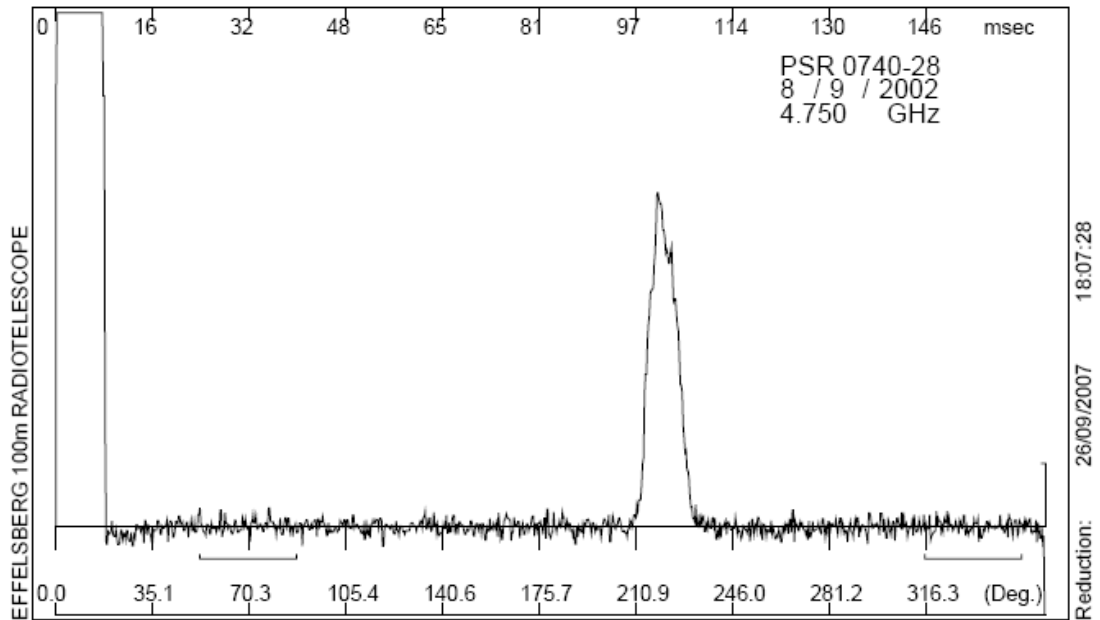


1.710 GHz



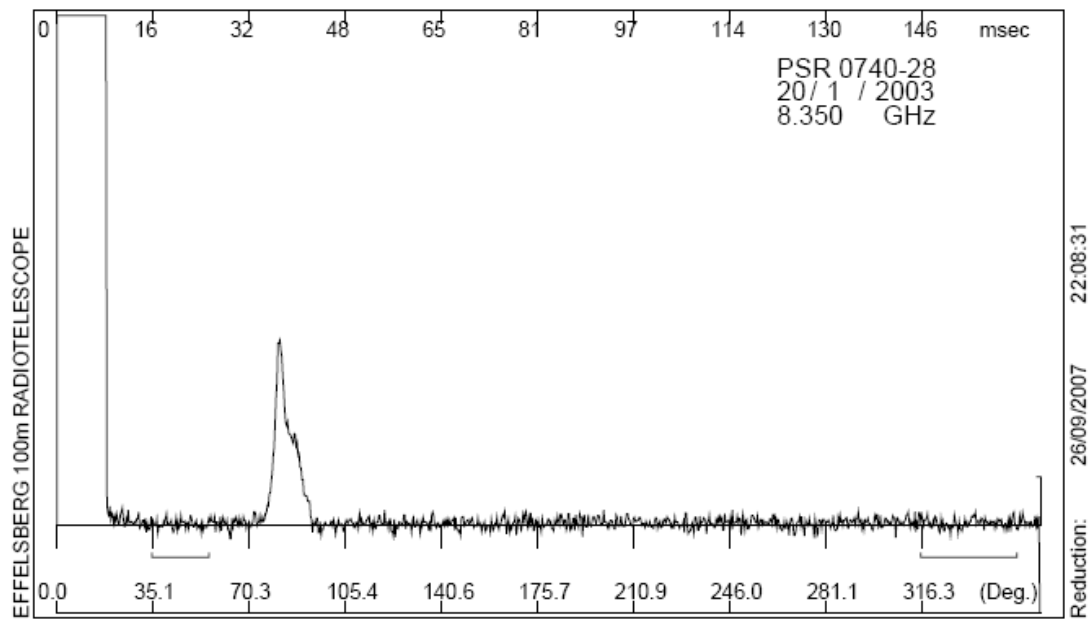
■ 4.750 GHz

Scan: 691 Channel: 1 + 2 Pulses: 3588 Resolution: 162
 INT: 1 Window: (1 - 1024)
 Baseline: 150 250 900 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
 Plotscale: 2.50000 Ch1 Factor: 1517.051 Ch2 Factor: 1255.704
 RMS1:0.053 RMS2:0.052 RMS3:0.026 RMS4:0.027
 3600 Blocks: (1 - 3600)



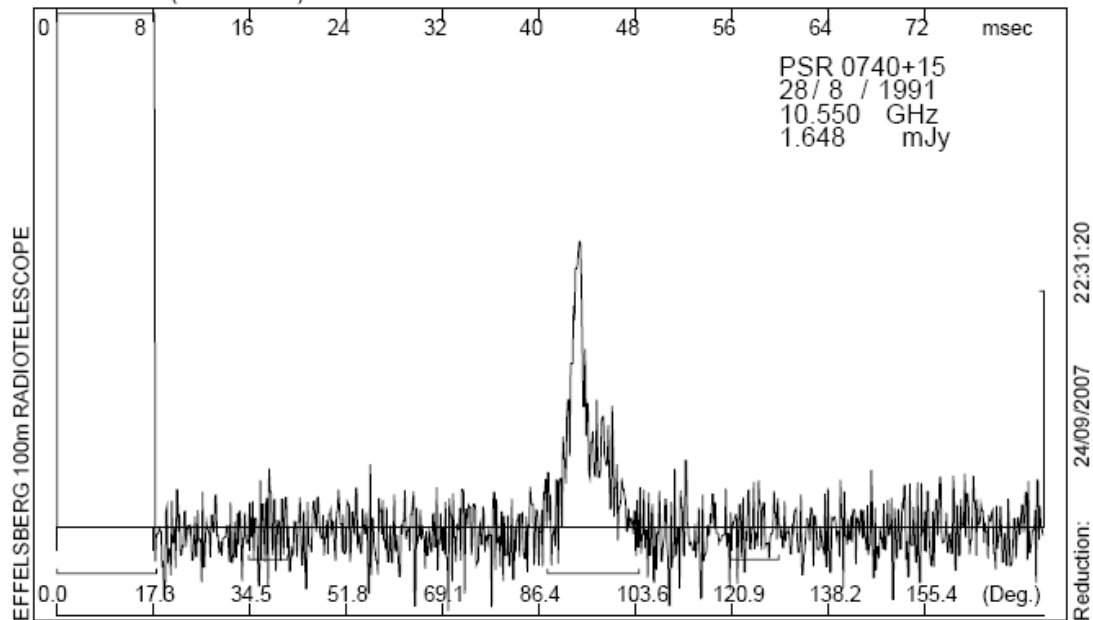
■ 8.330 GHz

Scan: 1508 Channel: 1 + 2 Pulses: 2612 Resolution: 162
 INT: 1 Window: (1 - 1024)
 Baseline: 100 159 900 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
 Plotscale: 2.00000 Ch1 Factor: 1758.185 Ch2 Factor: 1689.812
 RMS1:0.051 RMS2:0.051 RMS3:0.014 RMS4:0.013
 2667 Blocks: (1 - 2667)



■ 10.550 GHz

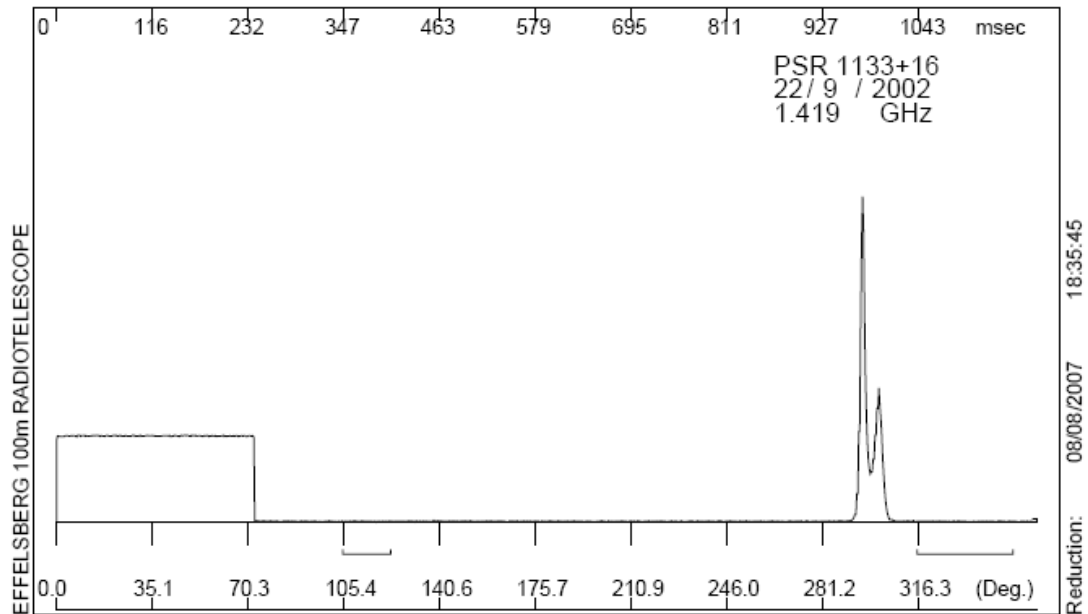
| | | | |
|--------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Scan: 5483 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 7120 | Resolution: 80 |
| INT: 89 | Window: (1 - 1024) | Pulse: (510 - 605) | CAL: (1 - 104) |
| Baseline: 200 240 | 700 750 | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 1.56822 | Ch1 Factor: 2748.319 | Ch2 Factor: 2289.393 | Cont. Factor: 6.780 |
| RMS1:0.319 | RMS2:0.268 | RMS3:0.363 | RMS4:0.300 |
| CAL1: 185.520 | CAL2: -9.845 | CAL3: -147.977 | CAL4: -12.770 |
| PUL/CAL1: 0.507 | PUL/CAL2: -0.145 | PUL/CAL3: -0.347 | PUL/CAL4: 1.816 |
| 80 Blocks: (913 - 992) | | | |



PSR B1133+16 / PSR J1136+1551

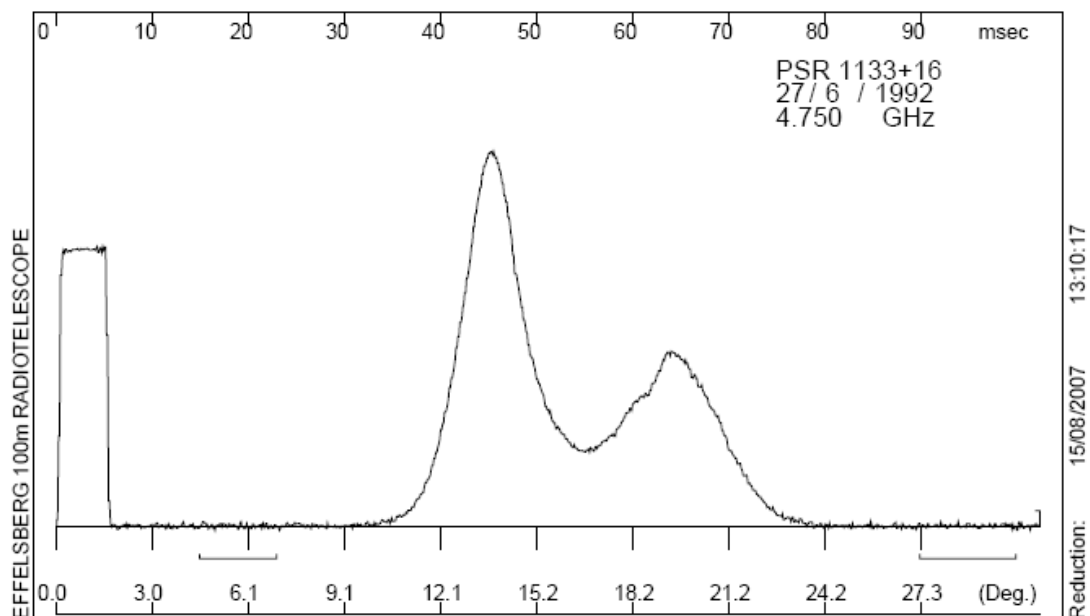
■ 1.420 GHz

Scan: 2326 Channel: 1 + 2 Pulses: 1728 Resolution: 1159
 INT: 12 Window: (1 - 1024)
 Baseline: 300 350 900 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
 Plotscale: 0.00070 Ch1 Factor: 68993.211 Ch2 Factor: 76392.242
 RMS1:7.591 RMS2:9.215 RMS3:4.144 RMS4:3.582
 145 Blocks: (1 - 145)



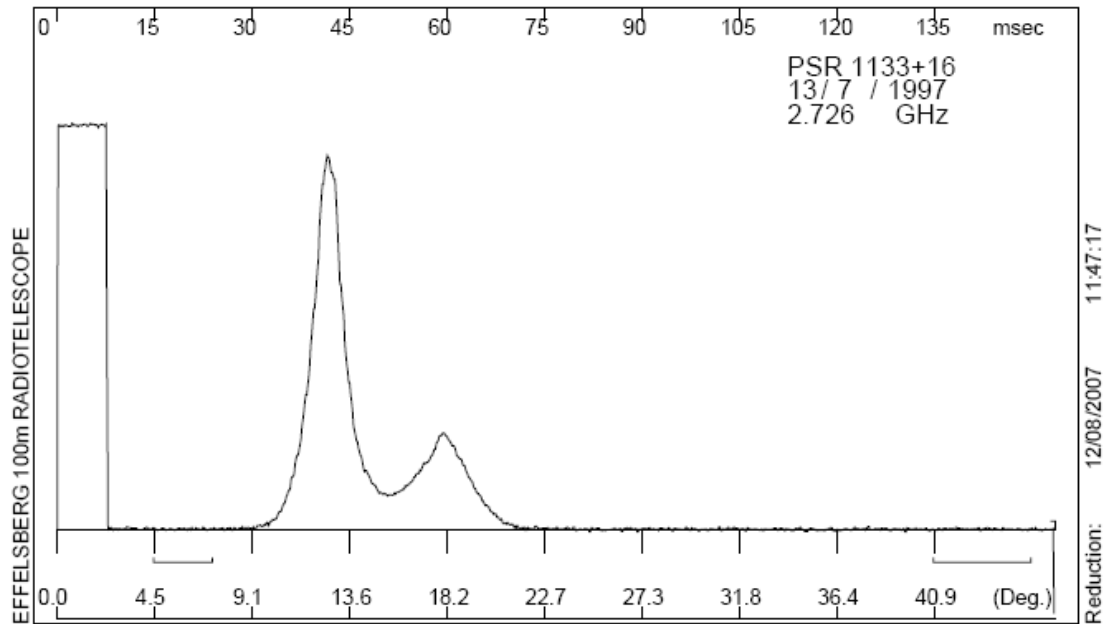
■ 1.615 GHz

Scan: 9016 Channel: 1 + 2 Pulses: 2201 Resolution: 100
 INT: 1 Window: (1 - 1024)
 Baseline: 150 230 900 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
 Plotscale: 0.80000 Ch1 Factor: 311.387 Ch2 Factor: 296.399
 RMS1:0.040 RMS2:0.044 RMS3:0.053 RMS4:0.046
 2201 Blocks: (1 - 2201)



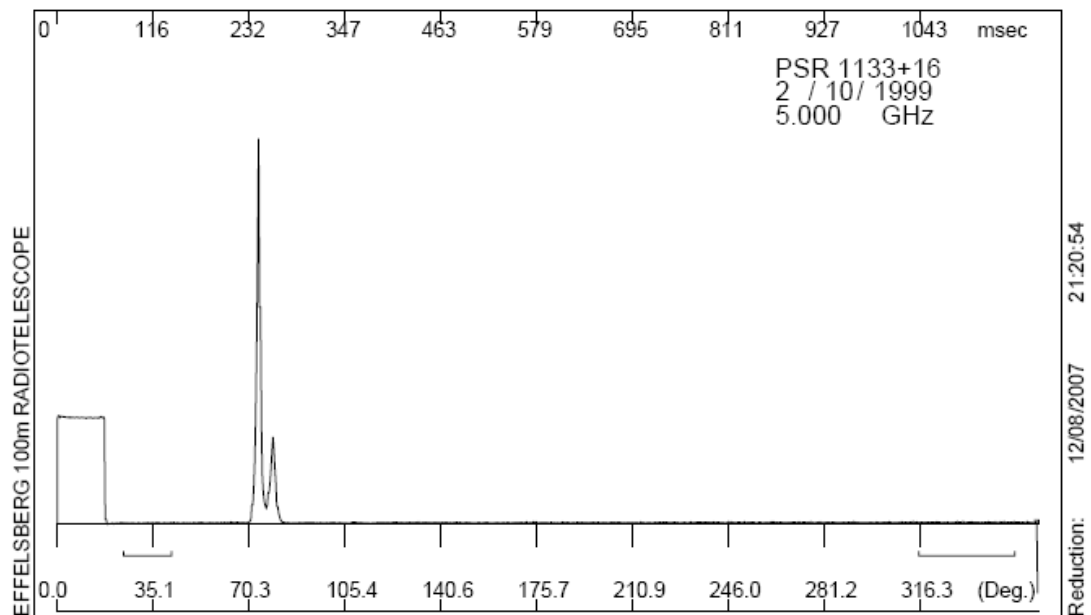
■ 2.727 GHz

| | | | |
|----------------------------|----------------------|---------------------|-----------------|
| Scan: 6388 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 3017 | Resolution: 150 |
| INT: 1 | Window: (1 - 1024) | | |
| Baseline: 100 160 900 1000 | | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.20000 | Ch1 Factor: 787.691 | Ch2 Factor: 778.093 | |
| RMS1:0.083 | RMS2:0.091 | RMS3:0.035 | RMS4:0.038 |
| 3076 Blocks: (1 - 3076) | | | |



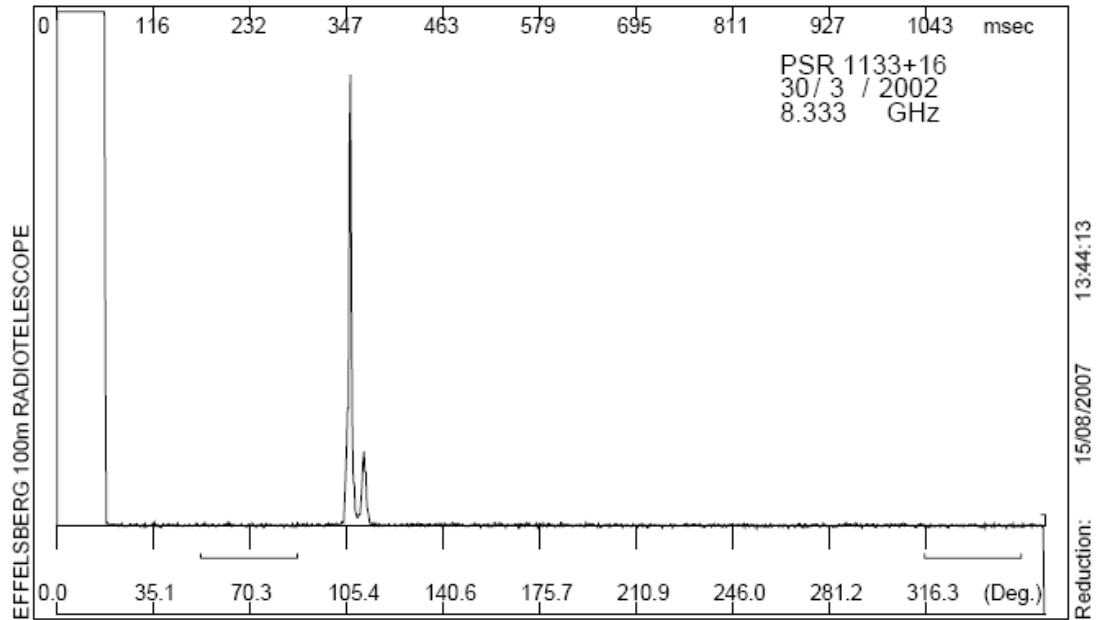
■ 4.750 GHz

| | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| Scan: 4054 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 3012 | Resolution: 1159 |
| INT: 12 | Window: (1 - 1024) | | |
| Baseline: 70 120 900 1000 | | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.01200 | Ch1 Factor: 36565.406 | Ch2 Factor: 30172.158 | |
| RMS1:0.518 | RMS2:0.540 | RMS3:0.259 | RMS4:0.259 |
| 251 Blocks: (1 - 251) | | | |



■ 8.350 GHz

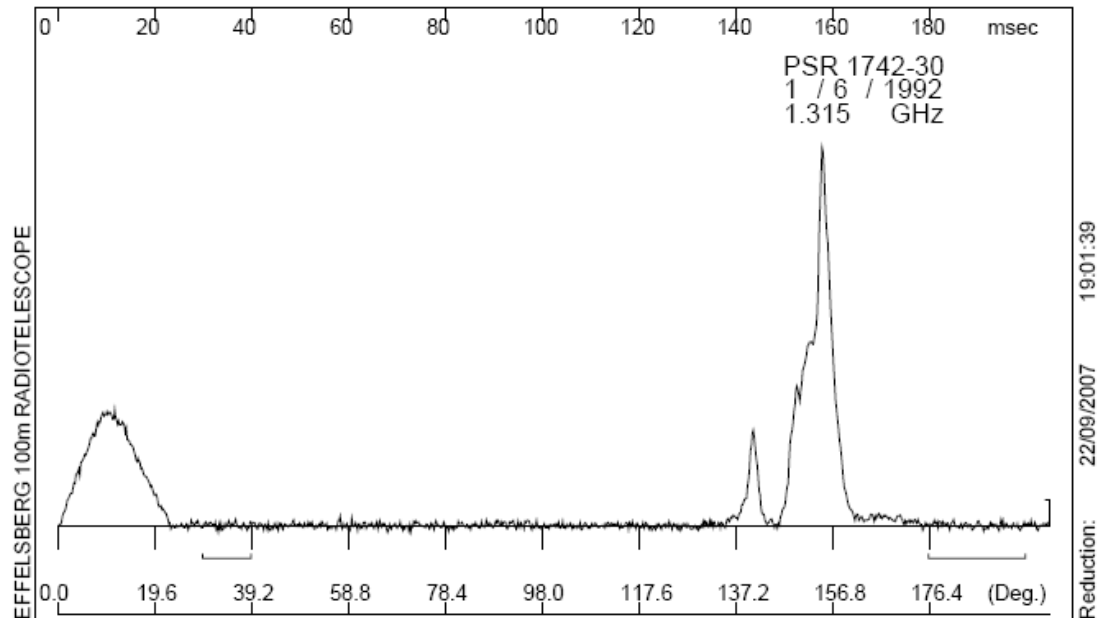
| | | | |
|---------------------------|----------------------|----------------------|------------------|
| Scan: 137 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 1007 | Resolution: 1159 |
| INT: 1 | Window: (1 - 1024) | | |
| Baseline: 150 250 | 900 1000 | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.18000 | Ch1 Factor: 6520.642 | Ch2 Factor: 6315.657 | |
| RMS1:0.120 | RMS2:0.111 | RMS3:0.049 | RMS4:0.037 |
| 1011 Blocks: (1 - 1011) | | | |



PSR B1742-30 / PSR J1745-3040

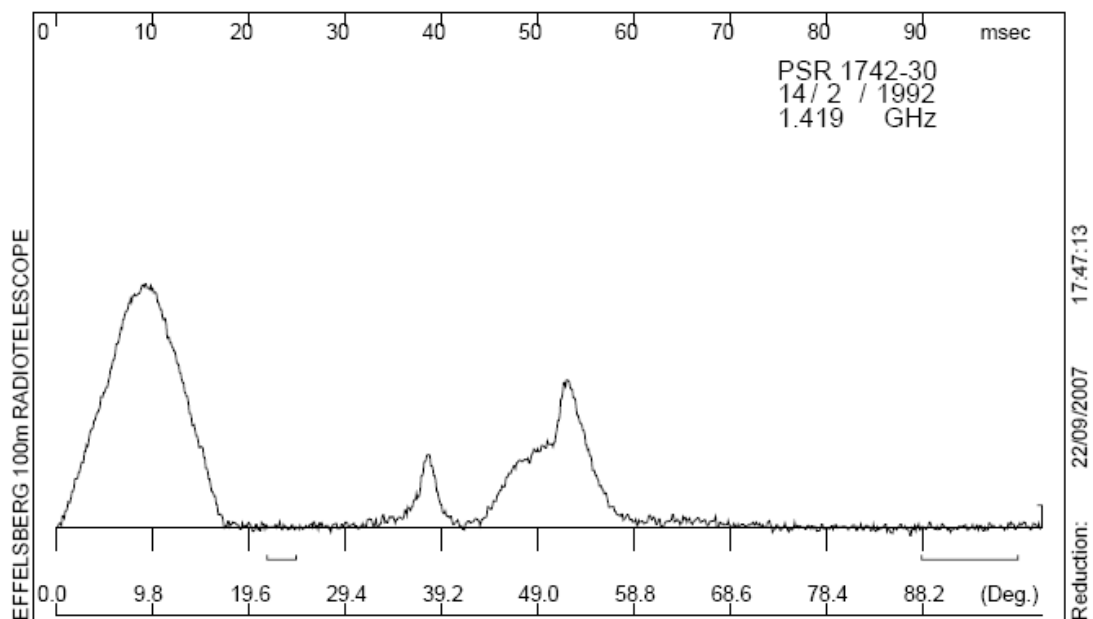
■ 1.315 GHz

Scan: 5161 Channel: 1 + 2 Pulses: 880 Resolution: 200
 INT: 40 Window: (1 - 1024)
 Baseline: 150 200 900 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
 Plotscale: 0.01500 Ch1 Factor: 25570.141 Ch2 Factor: 25573.309
 RMS1:3.629 RMS2:0.494 RMS3:3.548 RMS4:7.948
 22 Blocks: (640 - 661)



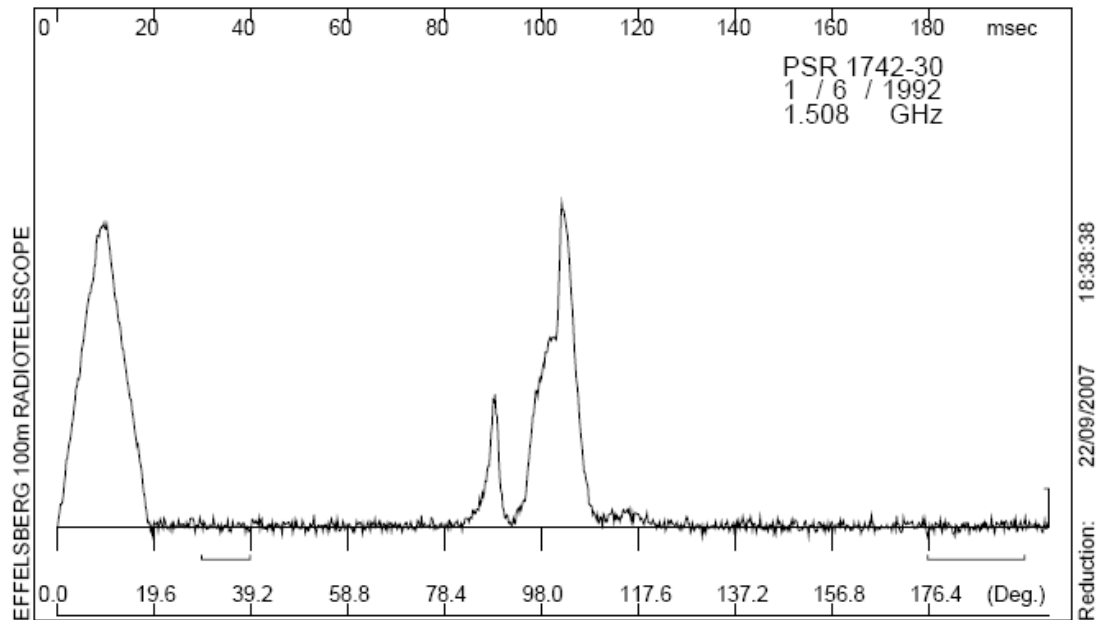
■ 1.420 GHz

Scan: 9050 Channel: 1 + 2 Pulses: 1600 Resolution: 100
 INT: 40 Window: (1 - 1024)
 Baseline: 220 250 900 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
 Plotscale: 0.02000 Ch1 Factor: 8210.271 Ch2 Factor: 11268.367
 RMS1:2.311 RMS2:0.771 RMS3:1.383 RMS4:1.453
 40 Blocks: (361 - 400)



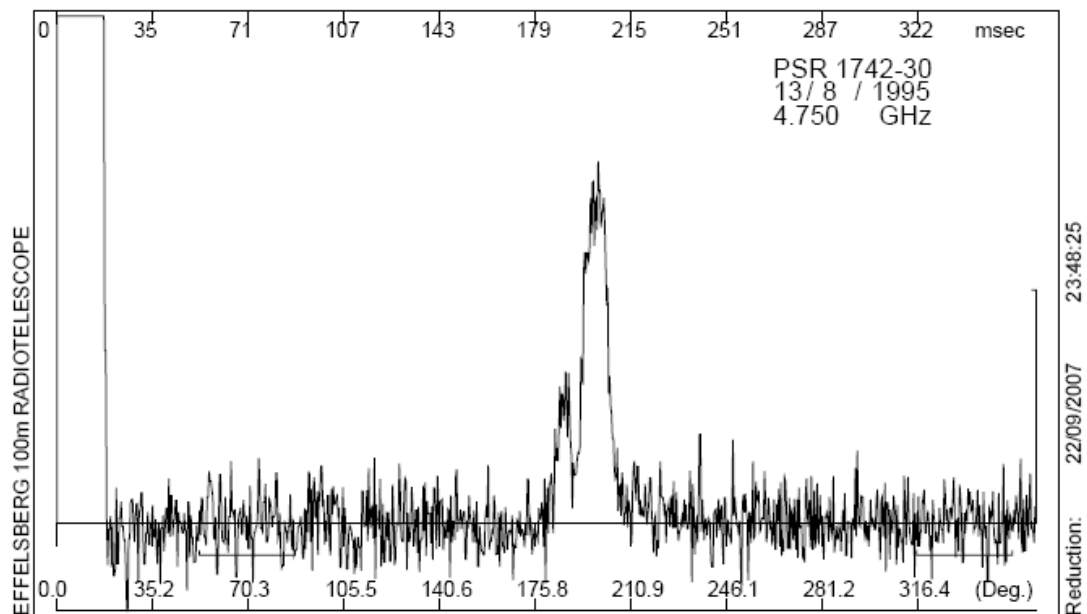
■ 1.510 GHz

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| Scan: 5155 | Channel: 1 + 2 | Pulses: 880 | Resolution: 200 |
| INT: 40 | Window: (1 - 1024) | | |
| Baseline: 150 200 | 900 1000 | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.01500 | Ch1 Factor: 25962.385 | Ch2 Factor: 23424.842 | |
| RMS1:5.375 | RMS2:6.507 | RMS3:7.446 | RMS4:8.533 |
| 22 Blocks: (572 - 593) | | | |



■ 4.750 GHz

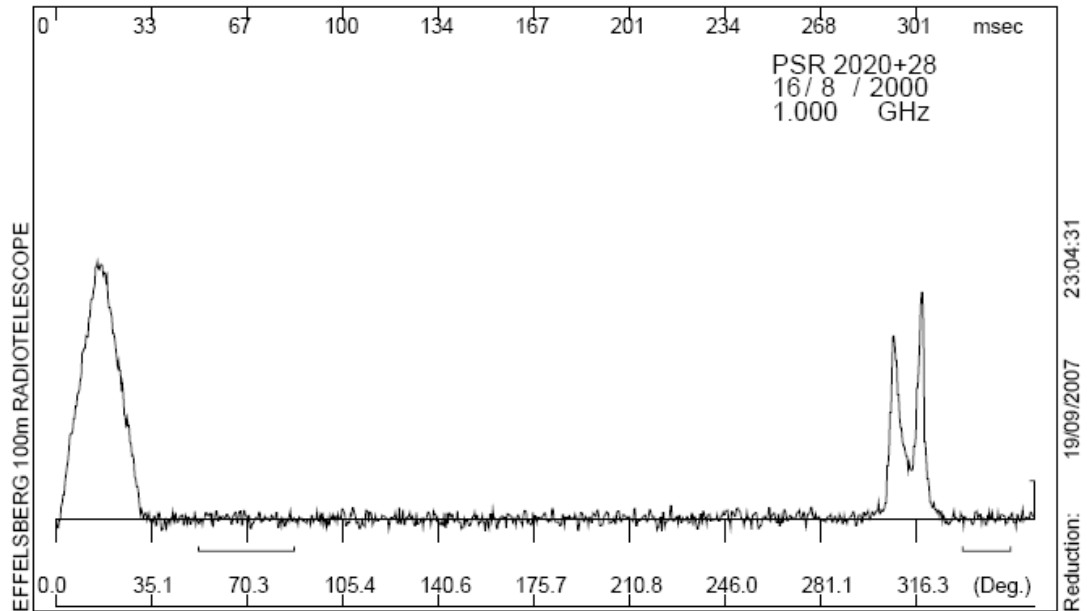
| | | | |
|-----------------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| Scan: 9533 | Channel: 1 | Pulses: 800 | Resolution: 358 |
| INT: 40 | Window: (1 - 1024) | | |
| Baseline: 150 250 | 900 1000 | FFT Filter: 1.000 | Running Mean: 0 |
| Plotscale: 0.04647 | | | |
| RMS1:10.760 | RMS2:13.053 | RMS3:4.396 | RMS4:6.089 |
| 20 Blocks: (3 - 22) | | | |



PSR B2020+28 / PSR J2022+2854

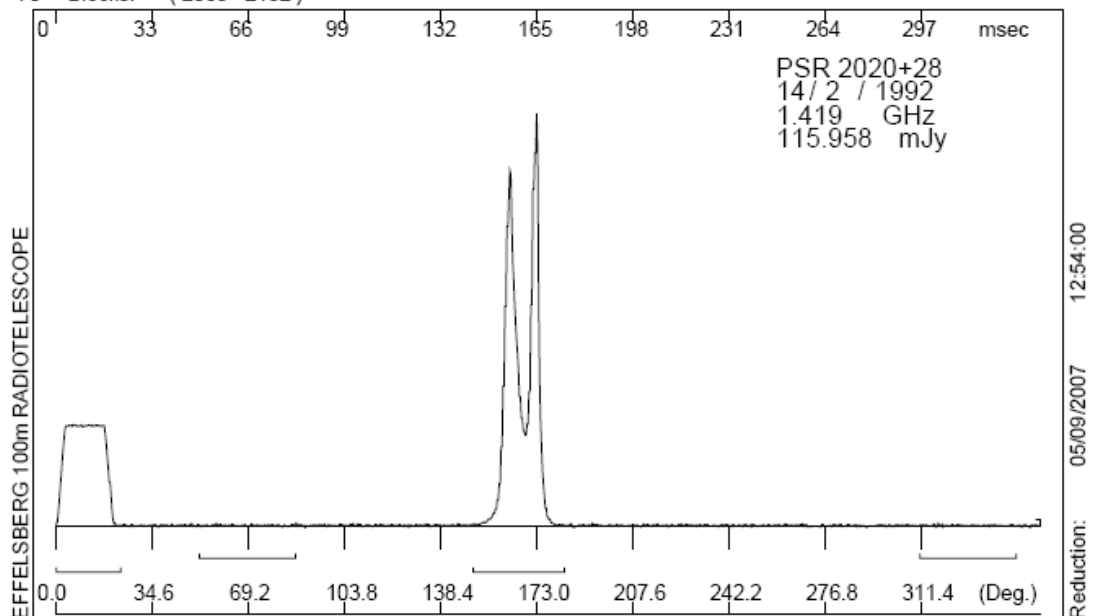
1.000 GHz

Scan: 4620 Channel: 1 + 2 Pulses: 172 Resolution: 335
INT: 43 Window: (1 - 1024)
Baseline: 150 250 950 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
Plotscale: 0.00500 Ch1 Factor: 36691.293 Ch2 Factor: 40894.973
RMS1:16.265 RMS2:21.221 RMS3:18.274 RMS4:22.851
4 Blocks: (1 - 4)



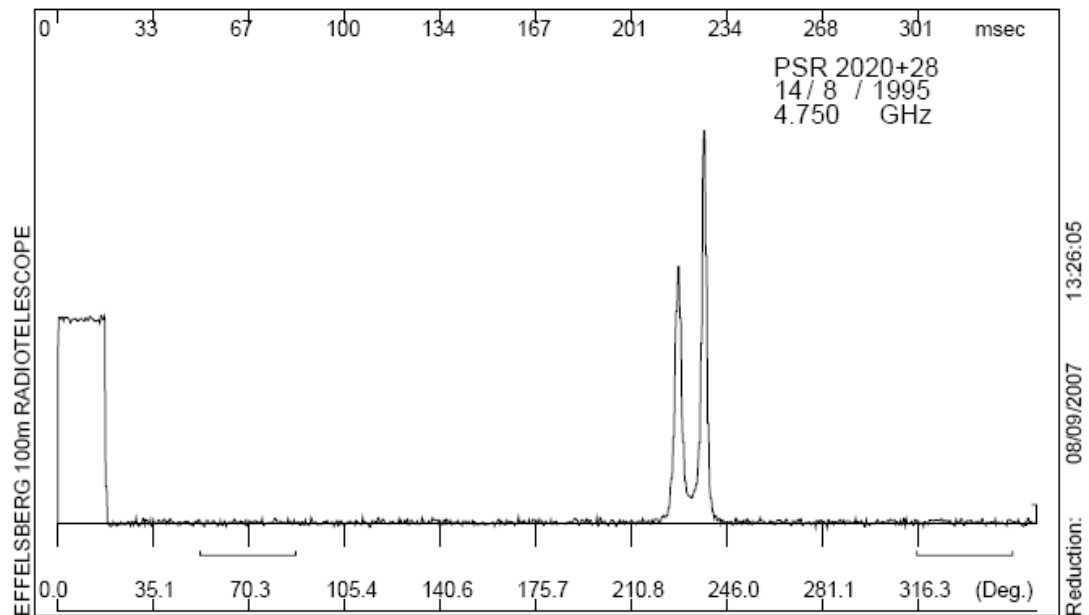
1.420 GHz

Scan: 9111 Channel: 1 + 2 Pulses: 350 Resolution: 330
INT: 5 Window: (1 - 1024) Pulse: (435 - 530) CAL: (1 - 68)
Baseline: 150 250 900 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
Plotscale: 0.00700 Ch1 Factor: 4528.927 Ch2 Factor: 4752.587 Cont. Factor: 0.955
RMS1:1.829 RMS2:0.429 RMS3:1.259 RMS4:1.533
CAL1: 223.399 CAL2: 19.448 CAL3: 165.111 CAL4: 222.936
PUL/CAL1: 126.354 PUL/CAL2: 139.709 PUL/CAL3: 130.714 PUL/CAL4: 152.063
70 Blocks: (2083 - 2152)



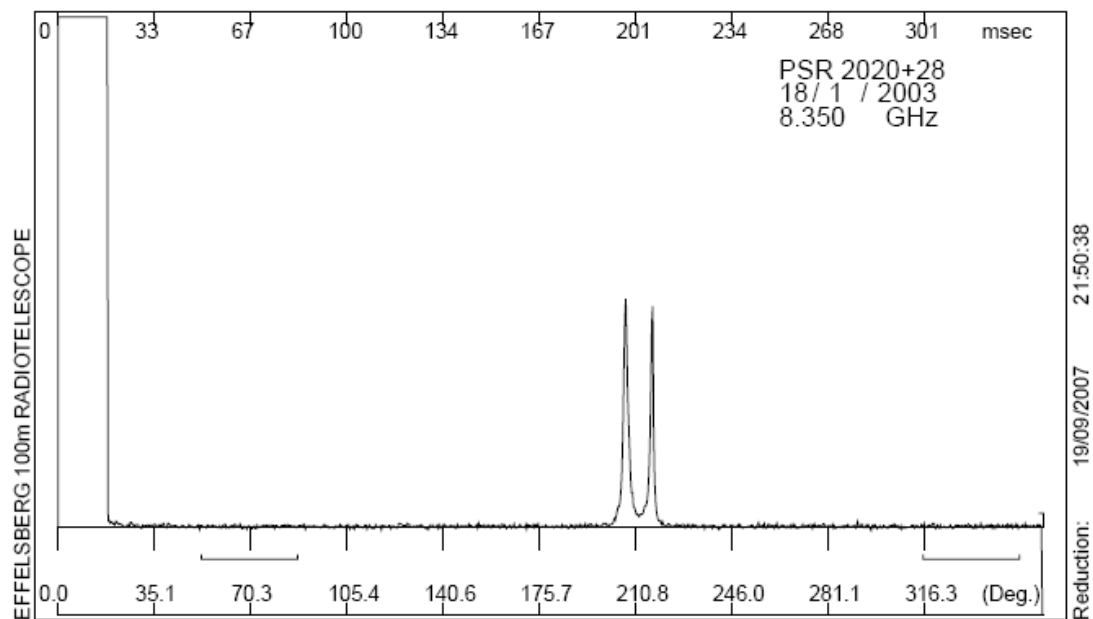
■ 5.000 GHz

Scan: 9569 Channel: 1 + 2 Pulses: 860 Resolution: 335
 INT: 43 Window: (1 - 1024)
 Baseline: 150 250 900 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
 Plotscale: 0.01000 Ch1 Factor: 72583.961 Ch2 Factor: 69846.070
 RMS1:3.857 RMS2:3.543 RMS3:1.686 RMS4:1.702
 20 Blocks: (2 - 21)

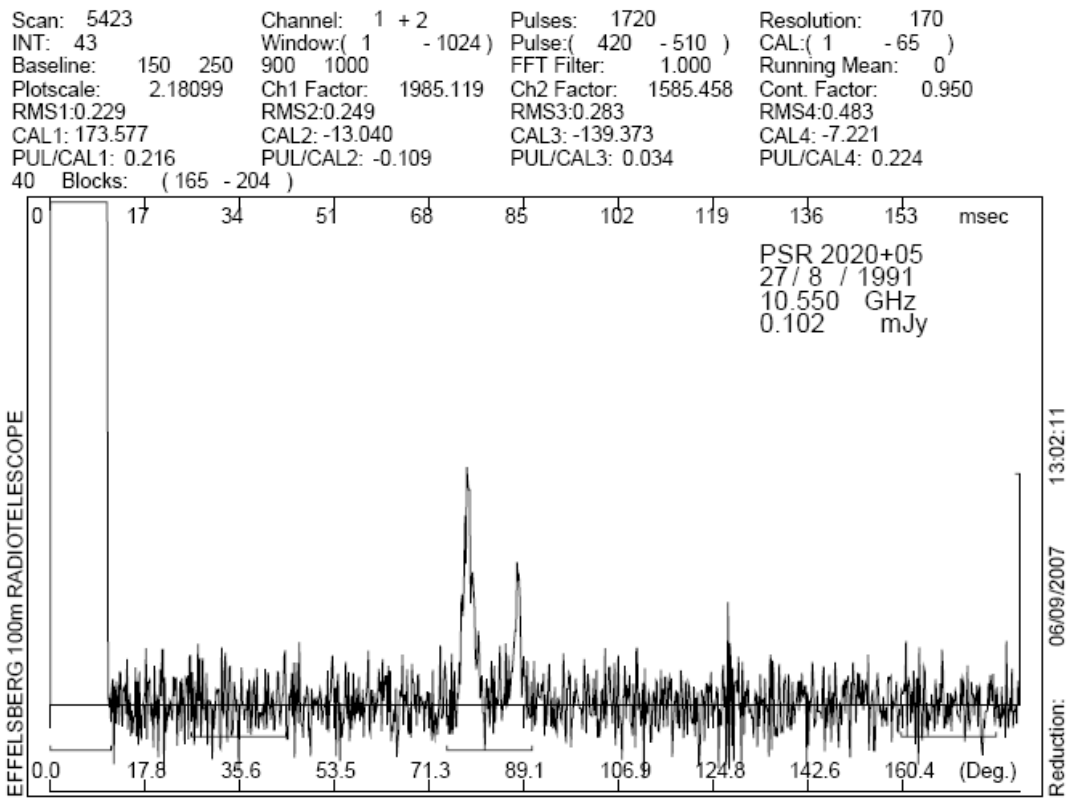


■ 8.500 GHz

Scan: 1408 Channel: 1 + 2 Pulses: 5222 Resolution: 335
 INT: 1 Window: (1 - 1024)
 Baseline: 150 250 900 1000 FFT Filter: 1.000 Running Mean: 0
 Plotscale: 1.00000 Ch1 Factor: 1807.099 Ch2 Factor: 1746.434
 RMS1:0.028 RMS2:0.025 RMS3:0.008 RMS4:0.008
 5239 Blocks: (1 - 5239)



■ 10.550 GHz



Αναλυτικοί πίνακες δεδομένων και αποτελεσμάτων των pulsars

| freq | file | date | scan | pulses | int | resol | Cal. wind | en.fact or | energy(mJy) | max /sig ma | ratio | diff | diff in msec | diff in deg | remarks | studied |
|-------|-------------|-----------|------|--------|-----|-------|-----------|------------|-------------|-------------|-------|------|--------------|-------------|--|---------|
| 1,315 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7677 | 20 | 4 | 3650 | Y | | | 13 | 1,01 | 37 | 135,050 | 12,980 | | N |
| 1,315 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7678 | 1 | 4 | 3650 | | | | | | | | | Too much noise | N |
| 1,315 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7679 | 16 | 4 | 1200 | | | | | | | | | Too much noise | N |
| 1,315 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7680 | 8 | 4 | 600 | | | | | | | | | Too much noise | N |
| 1,315 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7681 | 48 | 4 | 500 | Y | 1,070 | 30,706 | 49 | 1,28 | 259 | 129,500 | 12,447 | | Y |
| 1,315 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7682 | 8 | 4 | 500 | | | | | | | | | Only 2 blocks => I will not study this scan | N |
| 1,315 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7683 | 92 | 4 | 500 | | | | | | | | | Too much noise | N |
| 1,410 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7684 | 56 | 4 | 500 | Y | 1,070 | 13,041 | 27 | 0,91 | 268 | 134,000 | 12,879 | | Y |
| 1,410 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7685 | 84 | 4 | 500 | Y | 1,055 | 13,483 | 36 | 0,93 | 254 | 127,000 | 12,207 | | Y |
| 1,410 | PUL7677.DAT | 16/06/92 | 7686 | 64 | 4 | 500 | Y | 1,055 | 7,181 | 23 | 0,62 | 265 | 132,500 | 12,735 | | Y |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7687 | 200 | 4 | 500 | Y | 1,055 | 10,914 | 37 | 0,9 | 257 | 128,500 | 12,351 | | Y |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7688 | 196 | 4 | 500 | Y | 1,055 | 8,539 | 32 | 0,87 | 258 | 129,000 | 12,399 | | Y |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7694 | 20 | 4 | 500 | | | | | | | | | Only 5 blocks => I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7695 | 12 | 4 | 600 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7696 | 8 | 4 | 500 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7697 | 40 | 4 | 500 | Y | 1,055 | 11,371 | 35 | 0,85 | 252 | 126,000 | 12,111 | | Y |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7698 | 100 | 4 | 500 | Y | 1,055 | 10,252 | 62 | 0,77 | 244 | 122,000 | 11,726 | | Y |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7699 | 46 | 1 | 500 | | | | | | | | | Too much noise | N |
| | | | | | | | | | | | | | | | There is a difference at the heights of the peaks between Ch1 & Ch2 =>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7700 | 37 | 1 | 500 | | | | | | | | | | N |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7701 | 100 | 4 | 500 | Y | 1,055 | 10,580 | 66 | 0,86 | 243 | 121,500 | 11,678 | | Y |
| 1,410 | PUL7687.DAT | 16/06/92 | 7702 | 200 | 1 | 500 | Y | 1,055 | 7,630 | 44 | 0,96 | 259 | 129,500 | 12,447 | | Y |
| 1,410 | PUL7820.DAT | 17/6/1992 | 7824 | 16 | 4 | 3650 | | | | | | | | | I can not set the baseline | N |
| 1,410 | PUL7820.DAT | 17/6/1992 | 7825 | 12 | 4 | 600 | | | | | | | | | I can not see the entire pulse | N |
| 1,410 | PUL7820.DAT | 17/06/92 | 7826 | 100 | 4 | 500 | Y | 1,055 | 12,355 | 39 | 1 | 254 | 127,000 | 12,207 | | Y |
| 1,410 | PUL7820.DAT | 17/06/92 | 7827 | 361 | 1 | 500 | Y | 1,055 | 11,101 | 66 | 0,75 | 252 | 126,000 | 12,111 | | Y |
| 1,410 | PUL7820.DAT | 17/6/1992 | 7831 | 16 | 4 | 3650 | | | | | | | | | Too much noise | N |
| 1,410 | PUL7820.DAT | 17/6/1992 | 7832 | 28 | 4 | 600 | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL7820.DAT | 17/06/92 | 7833 | 571 | 1 | 500 | Y | 1,055 | 7,004 | 82 | 0,82 | 254 | 127,000 | 12,207 | | Y |
| 1,615 | PUL9006.DAT | 27/06/92 | 9006 | 8 | 4 | 3650 | | | | | | | | | Only 8 pulses => I will not study this scan | N |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|------------|------|------|----|------|---|--|-----|------|-----|---------|--------|---|---|
| 4,750 | PUL9878.DAT | 17/8/1995 | 9879 | 320 | 4 | 2000 | Y | | | | | | | There is a difference at the factors of Ch1&2 (the one is almost double than the other) | Y |
| 4,750 | PUL9884.DAT | 17/8/1995 | 9884 | 4 | 4 | 3600 | | | 159 | 0,79 | 59 | 118,000 | 11,342 | Too much noise | |
| 4,750 | PUL9884.DAT | 17/8/1995 | 9885 | 220 | 4 | 2000 | | | | | | | | Problematic | |
| 4,750 | PUL0564.DAT | 21/8/1995 | 564 | 44 | 4 | 3657 | | | | | | | | Too much noise | |
| 4,750 | PUL0565.DAT | 21/8/1995 | 565 | 16 | 4 | 3600 | | | | | | | | Noise & unsteady baseline | |
| 4,750 | PUL0661.DAT | 22/8/1995 | 661 | 8 | 4 | 3657 | | | | | | | | The pulse is split at the edge of the spectrum | |
| 4,750 | PUL0662.DAT | 22/8/1995 | 662 | 320 | 4 | 2000 | | | | | | | | problematic | |
| 4,750 | PUL0683.DAT | 8/9/2002 | 683 | 956 | 1 | 3657 | | | | 0,74 | | | | Fantastic! | |
| 4,750 | PUL0683.DAT | 8/9/2002 | 684 | 3 | 1 | 3657 | | | | | | | | Too much noise | |
| 4,750 | PUL3540.DAT | 30/1/2002 | 3540 | 14 | 1 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 4,750 | PUL3541.DAT | 30/1/2002 | 3541 | 33 | 1 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 4,750 | PUL3543.DAT | 30/01/02 | 3543 | 1109 | 1 | 3657 | Y | | 38 | 0,72 | 32 | 117,024 | 11,248 | | Y |
| 4,750 | PUL4440.DAT | 21/9/1995 | 4440 | 28 | 4 | 3657 | | | | | | | | Problematic | |
| 4,750 | PUL4441.DAT | 21/9/1995 | 4441 | 272 | 1 | 3657 | | | | | | | | There is a spike | N |
| 4,750 | PUL4588.DAT | 20/1/1997 | 4588 | 16 | 4 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 4,750 | PUL4595.DAT | 20/1/1997 | 4598 | 76 | 4 | 3657 | | | | | | | | There is a difference at the height of the peaks between the two channels. | |
| 4,750 | PUL4595.DAT | 20/1/1997 | 4599 | 16 | 4 | 3657 | | | | | | | | problematic | |
| 4,750 | PUL4595.DAT | 20/1/1997 | 4600 | 8 | 4 | 3657 | | | | | | | | Too much noise | |
| 4,750 | PUL4595.DAT | 20/1/1997 | 4601 | 15 | 1 | 700 | | | | | | | | Only the calibration window is seen | |
| 4,750 | PUL4602.DAT | 20/01/97 | 4602 | 462 | 1 | 700 | Y | | 20 | 0,56 | 168 | 117,600 | 11,303 | I am not sure whether we can trust this scan (due to unsteady baseline towards the end of the spectrum) | Y |
| 4,750 | PUL4603.DAT | 20/01/97 | 4603 | 5 | 1 | 300 | | | | | | | | Only 5 pulses | |
| 4,750 | PUL4604.DAT | 20/01/97 | 4604 | 459 | 1 | 300 | | | | | | | | Noise quite high | |
| 4,750 | PUL4770.DAT | 21/01/97 | 4770 | 36 | 4 | 3657 | | | | | | | | Ch1 has the 1st peak higher, Ch2 the 2nd. | |
| 4,750 | PUL4771.DAT | 21/01/97 | 4771 | 626 | 1 | 3657 | Y | | 21 | 0,65 | 32 | 117,024 | 11,248 | The baseline sets only if the spectrum is plotted twice. | Y |
| 4,750 | PUL4988.DAT | 26/9/1995 | 4988 | 44 | 4 | 3657 | | | | | | | | Too much noise | |
| 4,750 | PUL5112.DAT | 28/11/1993 | 5112 | 40 | 4 | 730 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 4,750 | PUL5112.DAT | 28/11/1993 | 5113 | 20 | 4 | 730 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 4,750 | PUL5118.DAT | 28/11/1993 | 5118 | 28 | 4 | 730 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 4,750 | PUL5800.DAT | 10/11/1995 | 5800 | 8 | 4 | 3657 | | | | | | | | Too much noise | |
| 4,750 | PUL5801.DAT | 10/11/1995 | 5801 | 944 | 4 | 1500 | | | | 0,58 | | | | Nice spectrum | |
| 4,750 | PUL5802.DAT | 10/11/1995 | 5802 | 468 | 4 | 1500 | | | | 0,71 | | | | nice | |
| 4,750 | PUL6573.DAT | 15/11/95 | 6573 | 24 | 4 | 3657 | N | | | | | | | No calibr. window => I can not add the two channels | N |
| 4,750 | PUL6574.DAT | 15/11/95 | 6574 | 240 | 4 | 2000 | Y | | 119 | 0,68 | 59 | 118,000 | 11,342 | | Y |
| 8,350 | PUL1495.DAT | 19/01/03 | 1495 | 354 | 1 | 3657 | Y | | 23 | 0,67 | 29 | 106,053 | 10,193 | | Y |
| 8,350 | PUL1495.DAT | 19/01/03 | 1496 | 1 | 1 | 3657 | | | | | | | | I pulse only | |
| 8,350 | PUL1498.DAT | 19/01/03 | 1498 | 956 | 1 | 3657 | Y | | 63 | 0,63 | 30 | 109,710 | 10,545 | The baseline sets only if the spectrum is plotted twice. | Y |
| 8,350 | PUL1499.DAT | 19/01/03 | 1499 | 28 | 1 | 3657 | | | | | | | | Too much noise | |
| 8,350 | PUL1506.DAT | 19/01/03 | 1506 | 955 | 1 | 3657 | | | | | | | | problematic | |
| 8,350 | PUL1507.DAT | 19/01/03 | 1507 | 950 | 1 | 3657 | Y | | 95 | 0,68 | 32 | 117,024 | 11,248 | Nice | Y |
| 8,350 | PUL9976.DAT | 29/03/02 | 9976 | 52 | 4 | 3657 | | | | | | | | The ratio of the peaks is opposite than expected | |
| 8,350 | PUL9977.DAT | 29/03/02 | 9977 | 304 | 4 | 3657 | Y | | 23 | 0,86 | 31 | 113,367 | 10,896 | | Y |
| 5,000 | PUL9450.DAT | 13/8/1995 | 9450 | 24 | 4 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 5,000 | PUL9450.DAT | 13/8/1995 | 9451 | 12 | 4 | 3652 | | | | | | | | problematic | |
| 2,727 | PUL6364.DAT | 13/07/97 | 6364 | 36 | 4 | 3657 | N | | | | | | | No calibr. window => I can not add the two channels | N |
| 2,727 | PUL6365.DAT | 13/07/97 | 6365 | 58 | 1 | 1800 | | | | | | | | the peaks have equal heights | |
| 2,727 | PUL6365.DAT | 13/07/97 | 6366 | 1 | 1 | 1800 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 2,727 | PUL6366.DAT | 13/07/97 | 6366 | 2095 | 1 | 1800 | Y | | 51 | 0,76 | 67 | 120,600 | 11,592 | | Y |
| 2,727 | PUL6367.DAT | 13/07/97 | 6367 | 42 | 1 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 2,727 | PUL6369.DAT | 13/07/97 | 6369 | 74 | 1 | 3657 | | | | | | | | Too much noise | |
| 2,727 | PUL6370.DAT | 13/07/97 | 6370 | 79 | 1 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 2,727 | PUL6375.DAT | 13/07/97 | 6375 | 77 | 1 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 2,727 | PUL6376.DAT | 13/07/97 | 6376 | 78 | 1 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 2,727 | PUL8950.DAT | 09/03/99 | 8950 | 108 | 4 | 3657 | | | | | | | | Too much noise | |
| 2,727 | PUL8951.DAT | 09/03/99 | 8951 | 652 | 4 | 3657 | Y | | 43 | 0,63 | 32 | 117,024 | 11,248 | | Y |
| 10,714 | PUL8061.DAT | 2/8/1995 | 8061 | 52 | 4 | 3657 | | | | | | | | problematic | |
| 10,714 | PUL8061.DAT | 2/8/1995 | 8062 | 92 | 4 | 3657 | | | | | | | | problematic | |
| 10,714 | PUL8061.DAT | 2/8/1995 | 8063 | 132 | 4 | 3657 | | | | | | | | problematic | |
| 10,714 | PUL8061.DAT | 2/8/1995 | 8064 | 60 | 60 | 240 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 10,714 | PUL8635.DAT | 7/1/1994 | 8635 | 156 | 4 | 730 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 1,420 | PUL0601.DAT | 8/11/2001 | 601 | 204 | 4 | 3657 | N | | | | | | | No calibr. window => I can not add the two channels | N |
| 1,420 | PUL0602.DAT | 8/11/2001 | 602 | 300 | 30 | 470 | | | | | | | | problematic | |
| 1,420 | PUL1328.DAT | 14/4/2001 | 1328 | 20 | 1 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 1,420 | PUL1329.DAT | 14/4/2001 | 1329 | 68 | 1 | 3657 | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 1,420 | PUL1340.DAT | 12/04/94 | 1340 | 12 | 4 | 730 | Y | | 34 | 0,76 | 32 | 23,360 | 2,245 | | Y |
| 1,420 | PUL1341.DAT | 12/04/94 | 1341 | 239 | 1 | 730 | Y | | 124 | 0,7 | 34 | 24,820 | 2,386 | | Y |
| 1,420 | PUL1342.DAT | 12/04/94 | 1342 | 15 | 1 | 730 | | | | | | | | problematic | |
| 1,420 | PUL1343.DAT | 12/04/94 | 1343 | 80 | 1 | 730 | Y | | 170 | 0,89 | 36 | 23,460 | 2,255 | | Y |
| 1,420 | PUL1344.DAT | 12/04/94 | 1344 | 79 | 1 | 340 | Y | | 71 | 0,67 | 69 | 26,400 | 2,537 | | Y |
| 1,420 | PUL1345.DAT | 12/04/94 | 1345 | 2 | 1 | 734 | | | | | | | | The pulse is split at the edge of the spectrum | |
| 1,420 | PUL1345.DAT | 12/04/94 | 1346 | 160 | 1 | 160 | Y | | 56 | 0,79 | 165 | 26,400 | 2,537 | | Y |
| 1,420 | PUL1347.DAT | 12/04/94 | 1347 | 161 | 1 | 160 | Y | | 100 | 0,86 | 159 | 25,440 | 2,445 | | Y |
| 1,420 | PUL1348.DAT | 14/04/94 | 1348 | 10 | 1 | 3657 | | | | | | | | Only 10 pulses | |
| 1,420 | PUL1349.DAT | 14/04/94 | 1349 | 160 | 1 | 160 | Y | | 151 | 0,83 | 156 | 24,960 | 2,399 | | Y |
| 1,420 | PUL1350.DAT | 14/04/94 | 1350 | 9 | 1 | 3657 | N | | | | | | | No calibr. window => I can not add the two channels | N |
| 1,420 | PUL1351.DAT | 14/04/94 | 1351 | 319 | 1 | 3657 | | | | | | | | problematic | |
| 1,420 | PUL1415.DAT | 15/04/01 | 1415 | 308 | 1 | 3657 | Y | | 356 | 0,96 | 29 | 106,053 | 10,193 | Nice | Y |
| 1,420 | PUL1416.DAT | 15/04/01 | 1416 | 316 | 1 | 3657 | Y | | 780 | 0,8 | 35 | 127,995 | 12,302 | Nice | Y |
| 1,420 | PUL1949.DAT | 08/06/95 | 1949 | 40 | 4 | 3657 | Y | | 63 | 0,85 | 34 | 124,338 | 11,951 | little noise | Y |
| 1,420 | PUL1949.DAT | 08/06/95 | 1950 | 80 | 4 | 1000 | | | | | | | | too much noise | |
| 1,420 | PUL1949.DAT | 08/06/95 | 1951 | 76 | 4 | 1000 | | | | | | | | There is a difference between the recordings of the two channels | |
| 1,420 | PUL3698.DAT | 07/08/96 | 3698 | 4 | 4 | 3657 | | | | | | | | Only 4 pulses | |
| 1,420 | PUL3699.DAT | 07/08/96 | 3699 | 479 | 1 | 3655 | Y | | 92 | 0,61 | 35 | 127,925 | 12,296 | | Y |
| 1,420 | PUL3699.DAT | 07/08/96 | 3700 | 49 | 1 | 3655 | Y | | 79 | 0,7 | 33 | 120,615 | 11,593 | | Y |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|-----------|------|-----|----|------|---|-----|------|----|---------|--------|--|--|--|--|--|---|
| 1,420 | PUL3699.DAT | 07/08/96 | 3701 | 2 | 1 | 3655 | | | | | | | | | | | Only 2 pulses | |
| 1,420 | PUL3910.DAT | 9/8/1996 | 3910 | 20 | 4 | 3657 | | | | | | | | | | | Too much noise | |
| 1,420 | PUL3911.DAT | 9/8/1996 | 3911 | 173 | 1 | 1200 | | | | | | | | | | | Too much noise | |
| 1,420 | PUL4669.DAT | 26/10/94 | 4669 | 8 | 4 | 730 | | | | | | | | | | | Only 2 blocks => I will not study this scan | |
| 1,420 | PUL4670.DAT | 26/10/94 | 4670 | 76 | 4 | 730 | Y | 149 | 0,69 | 35 | 25,550 | 2,456 | | | | | | Y |
| 1,420 | PUL4670.DAT | 26/10/94 | 4671 | 76 | 4 | 730 | Y | 452 | 0,8 | 34 | 24,820 | 2,386 | | | | | Nice | Y |
| 1,420 | PUL4670.DAT | 26/10/94 | 4672 | 76 | 4 | 730 | Y | 148 | 0,37 | 33 | 24,090 | 2,315 | | | | | | Y |
| 1,420 | PUL4670.DAT | 26/10/94 | 4673 | 76 | 4 | 730 | Y | 107 | 0,89 | 33 | 24,090 | 2,315 | | | | | There are 1-2 spike | Y |
| 1,420 | PUL4670.DAT | 26/10/94 | 4674 | 76 | 4 | 730 | Y | 81 | 0,64 | 35 | 25,550 | 2,456 | | | | | | Y |
| 1,420 | PUL4670.DAT | 26/10/94 | 4675 | 8 | 4 | 730 | | | | | | | | | | | Only 2 blocks => I will not study this scan | |
| 1,420 | PUL4676.DAT | 26/10/94 | 4676 | 28 | 4 | 730 | | | | | | | | | | | Too much noise | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | There is a difference between the recordings of the two channels | |
| 1,420 | PUL4676.DAT | 26/10/94 | 4677 | 28 | 4 | 730 | | | | | | | | | | | | |
| 1,420 | PUL4676.DAT | 26/10/94 | 4678 | 28 | 4 | 730 | Y | 134 | 0,69 | 35 | 25,550 | 2,456 | | | | | | Y |
| 1,420 | PUL4676.DAT | 26/10/94 | 4679 | 28 | 4 | 730 | Y | 199 | 0,87 | 33 | 24,090 | 2,315 | | | | | | Y |
| 1,420 | PUL4680.DAT | 26/10/94 | 4680 | 8 | 4 | 2 | | | | | | | | | | | Too much noise | |
| 1,420 | PUL5480.DAT | 13/5/2001 | 5480 | 16 | 4 | 3657 | | | | | | | | | | | Too much noise | |
| 1,420 | PUL5481.DAT | 13/5/2001 | 5481 | 14 | 1 | 3657 | | | | | | | | | | | Too much noise | |
| 1,420 | PUL5643.DAT | 14/7/1995 | 5643 | 156 | 4 | 3657 | | | | | | | | | | | Too much noise | |
| 1,420 | PUL5643.DAT | 14/7/1995 | 5644 | 84 | 4 | 3657 | | | | | | | | | | | Too much noise | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | There is a difference between the recordings of the two channels | |
| 1,420 | PUL5643.DAT | 14/7/1995 | 5645 | 156 | 4 | 3657 | | | | | | | | | | | | |
| 1,420 | PUL5730.DAT | 23/8/1996 | 5730 | 24 | 4 | 3657 | | | | | | | | | | | Too much noise | |
| 1,420 | PUL5731.DAT | 23/8/1996 | 5731 | 20 | 4 | 1800 | N | | | | | | | | | | No calibr. window => I can not add the two channels | N |
| 1,420 | PUL5732.DAT | 23/8/1996 | 5732 | 372 | 4 | 700 | N | | | | | | | | | | No calibr. window => I can not add the two channels | N |
| 1,420 | PUL5732.DAT | 23/8/1996 | 5733 | 24 | 4 | 700 | | | | | | | | | | | Quite a lot of noise | |
| 1,420 | PUL5738.DAT | 23/8/1996 | 5738 | 1 | 1 | 3657 | | | | | | | | | | | Only 1 pulse | |
| 1,420 | PUL5738.DAT | 23/8/1996 | 5739 | 1 | 1 | 3657 | | | | | | | | | | | Only 1 pulse | |
| 1,420 | PUL5739.DAT | 23/8/1996 | 5739 | 1 | 1 | 3657 | | | | | | | | | | | Only 1 pulse | |
| 1,420 | PUL5739.DAT | 23/8/1996 | 5740 | 1 | 1 | 3657 | | | | | | | | | | | Only 1 pulse | |
| 1,420 | PUL5740.DAT | 23/8/1996 | 5740 | 4 | 4 | 3657 | | | | | | | | | | | | |
| 1,420 | PUL5741.DAT | 23/8/1996 | 5741 | 78 | 1 | 1800 | Y | 223 | 0,72 | 71 | 127,800 | 12,284 | | | | | | Y |
| 1,420 | PUL5741.DAT | 23/8/1996 | 5742 | 266 | 38 | 375 | | | | | | | | | | | I can not see the pulse | |
| 1,420 | PUL5853.DAT | 16/07/95 | 5853 | 52 | 4 | 3657 | | | | | | | | | | | Not a good scan (there is an extra peak) | |
| 1,420 | PUL5854.DAT | 16/07/95 | 5854 | 44 | 4 | 3657 | Y | 987 | 0,76 | 35 | 127,995 | 12,302 | | | | | | Y |

PSR B0740-28

| freq(G Hz) | file | date | scan | pulses | int | resol | cal | en.facto r | energy(mJy) | max/ sigm | ratio (1 st peak) | diff in res | diff in deg | remarks | studied |
|------------|-------------|----------|------|--------|-----|-------|-----|---------------|-----------------|--------------|------------------------------------|-------------|-------------|--|---------|
| | | | | | | | | | | | | | | Ch1 has a spike at the 1 st peak which is maintained at the addition of two channels and affects the ratio. I studied | |
| 1,420 | PUL8935.DAT | 13/02/92 | 8949 | 623 | 89 | 160 | Y | 1,190 | 50,385 | 74 | 0,91 | | | Ch1+Ch2, Ch2 studied alone gives 0.89 ratio. | Y |
| 1,420 | PUL8935.DAT | 13/02/92 | 8950 | 3560 | 89 | 100 | Y | 1,190 | 45,112 | 154 | 0,97 | | | Nice | Y |
| 1,420 | PUL9422.DAT | 15/02/92 | 9423 | 712 | 89 | 100 | Y | 1,065 | 51,309 | 78 | 1 | | | Nice | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | Ch1 has a spike at the 2nd peak which is maintained at the addition of two channels and affects the ratio. I studied | |
| 1,420 | PUL9422.DAT | 15/02/92 | 9424 | 1780 | 89 | 100 | Y | 1,065 | 57,445 | 132 | 1,05 | | | Ch1+Ch2, Ch2 studied alone gives 1.08 ratio. | Y |
| 1,420 | PUL9422.DAT | 15/02/92 | 9425 | 89 | 89 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| | | | | | | | | | | | | | | Ch1 has a spike at the 1st peak which is maintained at the addition of two channels and affects the ratio. I studied | |
| 1,420 | PUL9422.DAT | 15/02/92 | 9426 | 300 | 1 | 100 | Y | 1,065 | 8,042 | 52 | 0,9 | | | Ch1+Ch2, Ch2 studied alone gives 0.85 ratio. | Y |
| 1,710 | PUL5062.DAT | 31/05/92 | 5078 | 1424 | 89 | 160 | Y | 1,055 | 31,292 | 17 | 0,98 | | | Ch1 was high, Ch2 was low Ch1+Ch2 was something between. Could it be due to polarization? | Y |
| 1,710 | PUL5062.DAT | 31/05/92 | 5079 | 1780 | 89 | 160 | Y | 1,055 | 29,175 | 79 | 0,84 | | | Ch1 was high, Ch2 was low Ch1+Ch2 was something between. Could it be due to polarization? | Y |
| 1,408 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7842 | 356 | 89 | 160 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 1,408 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7843 | 1780 | 89 | 160 | Y | 1,180 | 60,293 | 122 | 0,97 | | | Ch1 was high, Ch2 was low Ch1+Ch2 was something between. Could it be due to polarization? | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | Ch1 was again high, Ch2 was low Ch1+Ch2 was something between. I notice also a small difference at the shape of the pulse. | Y |
| 1,408 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7844 | 1780 | 89 | 160 | Y | 1,180 | 57,885 | 185 | 0,98 | | | Just noise | N |
| 4,750 | PUL7408.DAT | 08/09/91 | 7408 | 712 | 89 | 160 | N | | | | | | | Too much noise. I can not distinguish the 2 nd peak. Ch1 has not recorded the pulse | N |
| 4,750 | PUL7408.DAT | 08/09/91 | 7409 | 1157 | 89 | 160 | Y | | | | | | | Ch1 is weak. I added the two Channels. | Y |
| 4,750 | PUL7408.DAT | 08/09/91 | 7410 | 7120 | 89 | 160 | Y | 1,11(?) | 65,062 | 15 | 0,81 | | | The two channels are a little bit different | Y |
| 4,750 | PUL7408.DAT | 08/09/91 | 7410 | 7120 | 89 | 160 | Y | 1,11(?) | 29,875 | 11 | 0,67 | | | | |
| 10,550 | PUL5457.DAT | 28/08/91 | 5480 | 1335 | 89 | 160 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 10,550 | PUL5457.DAT | 28/08/91 | 5481 | 623 | 89 | 160 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 10,550 | PUL5457.DAT | 28/08/91 | 5482 | 356 | 89 | 160 | Y | 6,780 | 2,373 | 6 | 0,53 | | | Not many pulses=>noise. | Y |
| 10,550 | PUL5457.DAT | 28/08/91 | 5483 | 7120 | 89 | 80 | Y | 6,780 | 1,648 | 8 | 0,44 | | | | Y |
| 10,550 | PUL5457.DAT | 28/08/91 | 5484 | 7120 | 89 | 80 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 10,550 | PUL5829.DAT | 31/08/91 | 5836 | 801 | 89 | 160 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 10,550 | PUL5829.DAT | 31/08/91 | 5837 | 3560 | 89 | 160 | Y | 7,020 | 0,551 | 6 | 0,39 | | | | Y |
| 10,550 | PUL5829.DAT | 31/08/91 | 5838 | 3560 | 89 | 160 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 10,550 | PUL5829.DAT | 31/08/91 | 5839 | 3560 | 89 | 160 | Y | | | | | | | Pulse lost in noise | N |
| 10,550 | PUL5829.DAT | 31/08/91 | 5840 | 3560 | 89 | 160 | Y | 7,020 | 0,658 | 3 | 0,66 | | | Quite a lot of noise | Y |
| 10,550 | PUL5829.DAT | 31/08/91 | 5841 | 3560 | 89 | 160 | Y | | | | | | | Too much noise in the area of the 2 nd peak | N |
| 10,550 | PUL5829.DAT | 31/08/91 | 5842 | 3560 | 89 | 160 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 4,750 | PUL0126.DAT | 30/03/02 | 126 | 623 | 89 | 162 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 4,750 | PUL0127.DAT | 30/03/02 | 127 | 178 | 89 | 162 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 33,300 | PUL0128.DAT | 30/03/02 | 128 | 89 | 89 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 33,300 | PUL0129.DAT | 30/03/02 | 129 | 16554 | 89 | 162 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 4,750 | PUL0204.DAT | 13/12/94 | 204 | 267 | 89 | 32 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 4,750 | PUL0205.DAT | 13/12/94 | 205 | 2581 | 89 | 32 | Y | | | | | | | Ch2 is problematic. I would have studied Ch1 but there is too much noise and the 2 nd peak can not be distinguished. | N |
| | | | | | | | | | | | | | | Ch2 is again problematic. I study only Ch1 but there is a spike at the 2 nd peak and the whole pulse does seem a little weird. At the log something I can not understand is mentioned. I do not know whether we can trust this scan Exactly where calibration window ends begins the pulse. I will nt study this scan as also I can not see clearly the 2 nd peak. | |
| 4,750 | PUL0205.DAT | 13/12/94 | 206 | 10769 | 89 | 32 | Y | | | 22 | 0,95 | 0,416 | 0,8981002 | | Y |
| 4,750 | PUL0689.DAT | 08/09/02 | 689 | 86 | 1 | 162 | Y | | | | | | | Only 1 pulse=>I will not study this scan | N |
| 4,750 | PUL0689.DAT | 08/09/02 | 690 | 1 | 1 | | | | | | | 2,43 | 5,246114 | Only 1 pulse=>I will not study this scan | N |
| 4,750 | PUL0690.DAT | 08/09/02 | 690 | 89 | 89 | | | | | | | | | Only 1 pulse=>I will not study this scan | N |
| 4,750 | PUL0690.DAT | 08/09/02 | 691 | 3588 | 1 | 162 | Y | | | 73 | 0,84 | | | Nice | Y |
| 30,000 | PUL0730.DAT | 02/07/94 | 730 | 10947 | 89 | 32 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 30,000 | PUL0730.DAT | 02/07/94 | 731 | 14329 | 89 | 32 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 33,300 | PUL0840.DAT | 20/12/94 | 840 | 14329 | 89 | 32 | N | | | | | | | Just noise | N |
| 33,300 | PUL0840.DAT | 20/12/94 | 841 | 14329 | 89 | 32 | N | | | | | | | Just noise | N |
| 1,410 | PUL0962.DAT | 23/03/97 | 962 | 979 | 89 | 162 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 1,410 | PUL0962.DAT | 23/03/97 | 963 | 6942 | 89 | 30 | N | | | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. | N |
| 1,410 | PUL1361.DAT | 12/04/94 | 1361 | 356 | 89 | 32 | Y | | | 37 | 0,99 | 0,352 | 0,7599305 | | Y |
| 1,410 | PUL1362.DAT | 12/04/94 | 1362 | 253 | 1 | 10 | Y | | | 18 | ~1 | | | I can not distinguish the 2 peaks due to noise. Their height is almost the same, so their ratio is 1. | Y |
| 1,410 | PUL1363.DAT | 12/04/94 | 1363 | 60 | 1 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------|----------|------|-------|----|-----|---|-----|------|------|-----------|---|
| 1,410 | PUL1363.DAT | 12/04/94 | 1364 | 240 | 60 | 10 | Y | 41 | 0,97 | 0,28 | 0,6044905 | Y |
| 1,410 | PUL1365.DAT | 12/04/94 | 1365 | 1784 | 1 | 10 | Y | 82 | 0,98 | 0,35 | 0,7556131 | Ch1 kas 2 nd peak lower than 1 st (small difference) unlike Ch2 (again small difference). I added the two channels. Y |
| 1,700 | PUL1366.DAT | 12/04/94 | 1366 | 178 | 89 | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan N |
| 1,700 | PUL1366.DAT | 12/04/94 | 1367 | 300 | 20 | 32 | ? | | | | | I believe the pulse is seen 4 times N |
| 1,700 | PUL1366.DAT | 12/04/94 | 1368 | 239 | 1 | 10 | N | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. N |
| 1,700 | PUL1369.DAT | 12/04/94 | 1369 | 1794 | 1 | 10 | N | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. N |
| 1,600 | PUL1370.DAT | 12/04/94 | 1370 | 164 | 1 | 10 | N | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. N |
| 1,600 | PUL1370.DAT | 12/04/94 | 1371 | 1782 | 1 | 10 | N | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. N |
| 8,330 | PUL1508.DAT | 20/01/03 | 1508 | 2612 | 1 | 162 | Y | 20 | 0,49 | 2,43 | 5,246114 | Y |
| 8,330 | PUL1508.DAT | 20/01/03 | 1509 | 1509 | 1 | 1 | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan N |
| 1,41(?) | PUL1672.DAT | 29/01/93 | 1672 | 267 | 89 | 160 | N | | | | | Just noise. From the log it is not clear the freq. For sure it is between 1,41-1,71GHz. N |
| 1,41(?) | PUL1672.DAT | 29/01/93 | 1673 | 178 | 89 | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan N |
| 1,41(?) | PUL1672.DAT | 29/01/93 | 1674 | 7120 | 89 | 160 | Y | 279 | 0,8 | | | From the log it is not clear the freq. For sure it is between 1,41-1,71GHz. Y |
| 1,470 | PUL1672.DAT | 29/01/93 | 1675 | 7120 | 89 | 160 | Y | 282 | 0,82 | 3,04 | 6,5630397 | Y |
| 1,710 | PUL1672.DAT | 29/01/93 | 1676 | 7120 | 89 | 160 | Y | 235 | 0,86 | 1,92 | 4,1450777 | Ch1 was low, Ch2 was high. Ch1+Ch2 was something between. Could it be due to polarization? Y |
| 1,710 | PUL1672.DAT | 29/01/93 | 1677 | 1780 | 89 | 50 | Y | 95 | 0,81 | | | Ch1 was low, Ch2 was high. Ch1+Ch2 was something between. Could it be due to polarization? Y |
| 1,710 | PUL1672.DAT | 29/01/93 | 1678 | 178 | 89 | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan N |
| 1,710 | PUL1672.DAT | 29/01/93 | 1679 | 2336 | 1 | 50 | Y | 42 | 0,87 | 1,85 | 3,9939551 | Ch1 was low, Ch2 was high. Ch1+Ch2 was something between. Could it be due to polarization? Y |
| 1,710 | PUL1680.DAT | 30/01/93 | 1680 | 0 | 1 | | | | | | | Problematic N |
| 1,710 | PUL1680.DAT | 30/01/93 | 1681 | 0 | | | | | | | | Problematic N |
| 1,710 | PUL1682.DAT | 30/01/93 | 1682 | 3560 | 89 | 50 | Y | 110 | 0,85 | | | From the log it is not clear the freq. For sure it is between 1,41-1,71GHz. Y |
| 1,410 | PUL2028.DAT | 15/09/01 | 2028 | 21182 | 89 | 162 | N | | | | | No calibration window=>I can not add the channels. N |
| 1,410 | PUL2029.DAT | 15/09/01 | 2029 | 180 | 30 | 470 | | | | | | Problematic N |
| 1,410 | PUL2053.DAT | 16/09/01 | 2053 | 89 | 89 | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan N |
| 1,410 | PUL2054.DAT | 16/09/01 | 2054 | 10502 | 89 | | N | | | | | Problematic N |
| 1,410 | PUL2055.DAT | 16/09/01 | 2055 | 89 | 89 | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan N |
| 1,410 | PUL2056.DAT | 16/09/01 | 2056 | 10591 | 89 | 162 | | | | | | Problematic N |
| 1,410 | PUL2057.DAT | 16/09/01 | 2057 | 180 | 30 | 470 | | | | | | Problematic N |
| 1,410 | PUL2646.DAT | 09/02/94 | 2646 | 801 | 89 | 32 | Y | 188 | 1,09 | | | Ch1 has a spike at the 2nd peak which is maintained at the addition of two channels and affects the ratio. I studied Ch1+Ch2, Ch2 studied alone gives 1.11 ratio. Y |

PSR B1133+16

| freq | file | date | scan | pulses | int | resol | Cal. wind | en.fact or | energy(m Jy) | max/si gma | ratio | diff | diff in msec | diff in deg | remarks | studied |
|--------|-------------|----------|------|--------|-----|-------|--------------|---------------|-----------------|---------------|-------|------|-----------------|----------------|--|---------|
| 1,408 | PUL4534.DAT | 23/08/91 | 4534 | 88 | 1 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,408 | PUL4534.DAT | 23/08/91 | 4535 | 100 | 1 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,408 | PUL4534.DAT | 23/08/91 | 4536 | 101 | 1 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,408 | PUL4534.DAT | 23/08/91 | 4537 | 100 | 1 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,408 | PUL4534.DAT | 23/08/91 | 4538 | 101 | 1 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,408 | PUL4553.DAT | 23/08/91 | 4553 | 51 | 1 | 1160 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,408 | PUL4553.DAT | 23/08/91 | 4554 | 10 | 1 | 1160 | | | | | | | | | Ch2 off | N |
| 1,408 | PUL4553.DAT | 23/08/91 | 4555 | 24 | 1 | 300 | | | | | | | | | Ch2 off | N |
| 1,408 | PUL4553.DAT | 23/08/91 | 4556 | 6 | 1 | 150 | | | | | | | | | Ch2 off | N |
| 1,408 | PUL4553.DAT | 23/08/91 | 4557 | 504 | 1 | 150 | | 0,85 | 56,159 | 181 | 0,59 | 137 | 20,550 | 6,228 | Ch2 off | Y |
| 1,408 | PUL4553.DAT | 23/08/91 | 4558 | 216 | 1 | 150 | Y | 0,85 | 46,114 | 15 | 0,59 | 151 | 22,650 | 6,864 | difference to the factors of Ch1 and Ch2 | Y |
| 1,408 | PUL4553.DAT | 23/08/91 | 4559 | 15 | 1 | 150 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,408 | PUL4553.DAT | 23/08/91 | 4560 | 277 | 1 | 150 | Y | 0,74 | 25,722 | 28 | 0,45 | 119 | 17,850 | 5,409 | difference to the factors of Ch1 and Ch2 | Y |
| 1,408 | PUL4553.DAT | 23/08/91 | 4561 | 247 | 1 | 150 | Y | 0,74 | 21,096 | 106 | 0,53 | 130 | 19,500 | 5,910 | Ch3 off | Y |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6150 | 120 | 12 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6151 | 36 | 12 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6152 | 1004 | 1 | 1160 | Y | 0,95 | 42,244 | 2527 | 0,39 | 16 | 18,560 | 5,625 | Ch3&Ch4 low signal | Y |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6153 | 33 | 1 | 1160 | Y | 0,95 | 165,739 | 944 | 0,37 | 16 | 18,560 | 5,625 | All four channels have strong signal | Y |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6154 | 27 | 1 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6155 | 31 | 1 | 220 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6156 | 45 | 1 | 220 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6157 | 30 | 1 | 220 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6158 | 14 | 1 | 220 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6159 | 91 | 1 | 100 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6160 | 1010 | 1 | 100 | Y | 0,95 | 64,075 | 712 | 0,43 | 199 | 19,900 | 6,031 | Nice | Y |
| 1,410 | PUL6146.DAT | 01/09/91 | 6161 | 395 | 1 | 100 | Y | 0,95 | 4,157 | 26 | 0,37 | 180 | 18,000 | 5,455 | sigma is quite high | Y |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5355 | 144 | 12 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5356 | 144 | 12 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5357 | 48 | 12 | 1160 | Y | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. 2 nd peak is not clearly seen. Ch2 is far more strrrng than Ch1. | N |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5358 | 132 | 12 | 250 | Y | | | | | | | | Problematic | N |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5359 | 252 | 12 | 250 | Y | | | | | | | | Quite a lot of noise | N |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5360 | 504 | 12 | 250 | Y | | | 4 | | | | | Ch3&Ch4 off.Difference of factors of Ch1&Ch2 2 nd peak not seen | N |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5361 | 504 | 12 | 250 | Y | | | 3 | | | | | Ch3 and Ch4 off. 2 nd peak not seen | N |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5362 | 504 | 12 | 250 | Y | | | 3 | | | | | Ch3 and Ch4 off. 2 nd peak not seen | N |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5363 | 504 | 12 | 250 | Y | | | 3 | | | | | Ch3 and Ch4 off | N |
| 10,550 | PUL5346.DAT | 27/08/91 | 5364 | 504 | 12 | 250 | Y | | | 4 | | | | | Ch3&Ch4 off.Difference of factors of Ch1&Ch2 | N |
| 1,410 | PUL7610.DAT | 09/09/91 | 7611 | 24 | 12 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL7610.DAT | 09/09/91 | 7612 | 252 | 12 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL7610.DAT | 09/09/91 | 7613 | 252 | 12 | 1160 | Y | | | 158 | 0,48 | 17 | 19,720 | 5,976 | | Y |
| 1,410 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7830 | 36 | 12 | 1160 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7831 | 24 | 12 | 1160 | Y | 1,16 | 9,499 | 19 | 0,62 | 13 | 15,080 | 4,570 | Quite a lot of noise | Y |
| 1,410 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7832 | 36 | 12 | 1160 | | | | | | | | | Too much noise. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7833 | 144 | 12 | 500 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7834 | 144 | 12 | 500 | Y | 1,16 | 17,705 | 50 | 0,44 | 42 | 21,000 | 6,364 | Ch3 has weak signal | Y |
| 1,410 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7845 | 48 | 12 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7846 | 144 | 12 | 600 | Y | 1,16 | 12,726 | 56 | 0,32 | 32 | 19,200 | 5,819 | Ch1 has many strange reversed peaks | Y |
| 1,410 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7847 | 144 | 12 | 600 | Y | 1,16 | 14,647 | 76 | 0,37 | 30 | 18,000 | 5,455 | Ch1 & Ch3 have many strange reversed peaks | Y |
| 1,410 | PUL7826.DAT | 10/09/91 | 7848 | 12 | 12 | 600 | Y | 1,16 | 22,551 | 104 | 0,31 | 27 | 16,200 | 4,909 | Ch1 & Ch3 have many strange reversed peaks | Y |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|-----------|------|-----|----|------|---|------|--------|-----|------|-----|--------|-------|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | Ch3 & Ch4 have many strange reversed peaks. There i a difference at the factors of channels 1&2. The pulse is at the right end of the spectrum. | Y |
| 1,410 | PUL8980.DAT | 14/02/92 | 8983 | 36 | 12 | 1160 | Y | 1,18 | 11,989 | 106 | 0,29 | 16 | 18,560 | 5,625 | Too much noise. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8980.DAT | 14/02/92 | 8984 | 60 | 12 | 300 | | | | | | | | | Too much noise. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8980.DAT | 14/02/92 | 8985 | 108 | 12 | 100 | | | | | | | | | Too much noise. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8980.DAT | 14/02/92 | 8986 | 144 | 12 | 50 | | | | | | | | | Too much noise. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8980.DAT | 14/02/92 | 8987 | 252 | 2 | 50 | | | | | | | | | The pulse is not clearly seen (especially the 2 nd peak). I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8980.DAT | 14/02/92 | 8988 | 252 | 2 | 50 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9001 | 24 | 12 | 1160 | | | | | | | | | Nice | Y |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9002 | 120 | 12 | 300 | Y | 1,16 | 19,375 | 133 | 0,44 | 64 | 19,200 | 5,819 | I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9003 | 72 | 12 | 100 | | | | | | | | | I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9004 | 24 | 12 | 50 | | | | | | | | | Nice | Y |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9005 | 253 | 1 | 50 | Y | 1,16 | 54,756 | 148 | 0,43 | 362 | 18,100 | 5,485 | Nice | Y |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9006 | 253 | 1 | 50 | Y | 1,16 | 60,416 | 154 | 0,43 | 401 | 20,050 | 6,076 | Nice | Y |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9007 | 253 | 1 | 20 | Y | | | | | | | | Only 1 peak can be seen | N |
| | | | | | | | | | | | | | | | Only 1 peak can be seen due to resolution | N |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9008 | 101 | 1 | 10 | | | | | | | | | Only 1 peak can be seen due to resolution | N |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9009 | 253 | 1 | 10 | | | | | | | | | Only 1 peak can be seen due to resolution | N |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9010 | 253 | 1 | 5 | | | | | | | | | Only 1 peak can be seen due to resolution | N |
| 1,410 | PUL9001.DAT | 14/02/92 | 9011 | 4 | 1 | 5 | | | | | | | | | Not a good scan | N |
| 1,410 | PUL9010.DAT | 27/06/92 | 9015 | 206 | 1 | 1160 | | | | | | | | | Not a good scan | N |
| 1,410 | PUL9011.DAT | 14/02/92 | 9011 | 47 | 1 | 5 | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL0073.DAT | 31/10/01 | 73 | 360 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL0074.DAT | 31/10/01 | 74 | 780 | 30 | 470 | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL0075.DAT | 31/10/01 | 75 | 540 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL0157.DAT | 01/11/01 | 157 | 24 | 12 | 1150 | | | | | | | | | I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL0347.DAT | 20/11/02 | 347 | 36 | 12 | 1159 | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL0348.DAT | 20/11/02 | 348 | 564 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL0349.DAT | 20/11/02 | 349 | 120 | 30 | 470 | N | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL0928.DAT | 21/03/99 | 928 | 72 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Not many pulses. I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL0929.DAT | 21/03/99 | 929 | 60 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Not many pulses. I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL0930.DAT | 21/03/99 | 930 | 48 | 12 | 1159 | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL0931.DAT | 21/03/99 | 931 | 180 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | Ch3 has a problem at the calibr. window. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL0932.DAT | 21/03/99 | 932 | 144 | 12 | 1159 | Y | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL1013.DAT | 24/03/99 | 1013 | 96 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1027.DAT | 24/3/1999 | 1027 | 420 | 30 | 470 | | | | | | | | | 2 blocks olnhy=> I will not stuy this scan | N |
| 1,410 | PUL1170.DAT | 12/4/2001 | 1170 | 24 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1171.DAT | 12/4/2001 | 1171 | 510 | 30 | 470 | | | | | | | | | The resolution seems wrong | Y |
| 1,410 | PUL1225.DAT | 11/04/94 | 1225 | 96 | 12 | 232 | Y | | | 715 | 0,38 | 17 | 3,944 | 1,195 | Ch3 has a problem at the calibr. window. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL1225.DAT | 11/04/94 | 1226 | 96 | 12 | 232 | Y | | | | | | | | Ch3 has a problem at the calibr. window. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL1225.DAT | 11/04/94 | 1227 | 96 | 12 | 232 | Y | | | | | | | | The puse is at the edge of the spectrum. Ch3&4 are weak.I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1354.DAT | 14/04/01 | 1354 | 12 | 1 | 1159 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1354.DAT | 14/04/01 | 1355 | 4 | 1 | 1159 | | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1355.DAT | 14/04/01 | 1355 | 4 | 4 | 1159 | | | | | | | | | Only 5 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1355.DAT | 14/04/01 | 1356 | 5 | 1 | 1159 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1401.DAT | 12/04/94 | 1401 | 96 | 12 | 232 | | | | | | | | | Sigma is quite high. The resolution seems wrong | Y |
| 1,410 | PUL1402.DAT | 12/04/94 | 1402 | 503 | 1 | 30 | Y | | | 97 | 0,38 | 131 | 3,930 | 1,191 | There is a difference at the factors of the two channels.Resolution seems wrong | Y |
| 1,410 | PUL1403.DAT | 12/04/94 | 1403 | 503 | 1 | 30 | Y | | | 236 | 0,37 | 122 | 3,660 | 1,109 | Too much noise. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL1417.DAT | 15/04/01 | 1417 | 26 | 1 | 1159 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1418.DAT | 15/04/01 | 1418 | 761 | 1 | 1159 | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1428.DAT | 15/04/01 | 1428 | 36 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1429.DAT | 15/04/01 | 1429 | 60 | 15 | 1159 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1430.DAT | 15/04/01 | 1430 | 15 | 15 | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1431.DAT | 15/04/01 | 1431 | | | | | | | | | | | | | |
| 1,410 | PUL1444.DAT | 16/4/2001 | 1444 | 108 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Ch1 is off. I will not study this scan | N |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------|------------|-------|------|-------|------|---|------|------|-----|--------|-------|--|--|--|--|--|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ch2 is problematic now. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL1449.DAT | 16/4/2001 | 1449 | 24 | 12 | 1159 | | | | | | | | | | | | | Y |
| 1,410 | PUL1561.DAT | 31/08/95 | 1561 | 168 | 12 | 1159 | Y | 418 | 0,38 | 16 | 18,544 | 5,620 | | | | | | I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL1561.DAT | 31/08/95 | 1562 | 24 | 12 | 1159 | | | | | | | | | | | | | Y |
| 1,410 | PUL1561.DAT | 31/08/95 | 1563 | 96 | 12 | 1159 | Y | 174 | 0,35 | 20 | 23,180 | 7,025 | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1561.DAT | 31/08/95 | 1564 | | | | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1564A.DAT | 31/08/95 | 1564A | | | | | | | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1564B.DAT | 31/08/95 | 1564 | 36 | 12 | | | | | | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1564B.DAT | 31/08/95 | 1565 | 48 | 12 | | | | | | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1564B.DAT | 31/08/95 | 1566 | 48 | 12 | | | | | | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1564B.DAT | 31/08/95 | 1567 | 48 | 12 | | | | | | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1564B.DAT | 31/08/95 | 1568 | 48 | 12 | | | | | | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1564B.DAT | 31/08/95 | 1569 | 48 | 12 | | | | | | | | | | | | | | N |
| 1,410 | PUL1564B.DAT | 31/08/95 | 1570 | 252 | 12 | 80 | Y | 173 | 0,49 | 235 | 18,800 | 5,697 | | | | | | | Y |
| 1,410 | PUL1571.DAT | 13/10/97 | 1571 | 96 | 12 | 1159 | Y | 555 | 0,39 | 16 | 18,544 | 5,620 | | | | | | | Y |
| 1,410 | PUL1659.DAT | 10/09/01 | 1659 | 48 | 12 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1660.DAT | 10/09/01 | 1660 | 132 | 12 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1661.DAT | 10/09/01 | 1661 | 72 | 12 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1662.DAT | 10/09/01 | 1662 | 36 | 12 | 1159 | | | | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL1664.DAT | 10/09/01 | 1664 | 60 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL1665.DAT | 10/09/01 | 1665 | 228 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL1850.DAT | 26/11/2001 | 1850 | 10 | 12 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1986.DAT | 17/7/1998 | 1986 | 252 | 12 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL1999.DAT | 14/09/01 | 1999 | 124 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL2030.DAT | 15/09/01 | 2030 | 1688 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL2064.DAT | 16/09/01 | 2064 | 135 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL2210.DAT | 16/03/95 | 2210 | 194 | 1 | 100 | Y | 257 | 0,43 | 180 | 18,000 | 5,455 | | | | | | | Y |
| 1,410 | PUL2211.DAT | 16/03/95 | 2211 | 250 | 1 | 100 | Y | 420 | 0,47 | 195 | 19,500 | 5,910 | | | | | | | Y |
| 1,410 | PUL2212.DAT | 16/03/05 | 2212 | 248 | 1 | 100 | Y | 262 | 0,39 | 181 | 18,100 | 5,485 | | | | | | | Y |
| 1,410 | PUL2233.DAT | 29/06/01 | 2233 | 156 | 1 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL2233.DAT | 29/06/01 | 2234 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL2245.DAT | 29/06/01 | 2245 | 261 | 1 | 1159 | N | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL2246.DAT | 29/06/01 | 2246 | 191 | 1 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL2247.DAT | 29/06/01 | 2247 | 515 | 1 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL2321.DAT | 22/09/02 | 2321 | 768 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL2323.DAT | 22/09/02 | 2323 | 840 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL2326.DAT | 22/09/02 | 2326 | 1728 | 12 | 1159 | Y | 1191 | 0,41 | 17 | 19,703 | 5,971 | | | | | | | Y |
| 1,410 | PUL2362.DAT | 30/06/01 | 2362 | | | | | | | | | | | | | | | Ch2 has problem=>I will no study this scan | N |
| 1,410 | PUL2362.DAT | 30/06/01 | 2363 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL2363.DAT | 30/06/01 | 2363 | 594 | 1 | 1159 | Y | | | | | | | | | | | Ch2 has problem. I tried to add the two channels. Their factors different. Also sigma is quite big. Not very nice spectrum. | Y |
| 1,410 | PUL2364.DAT | 30/06/01 | 2364 | 303 | 1 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL2366.DAT | 30/06/01 | 2366 | 221 | 1 | 1159 | | | | | | | | | | | | Ch3&Ch4 are off. There is also difference at the factors of Ch1&2. | N |
| 1,410 | PUL2370.DAT | 30/06/01 | 2370 | 421 | 1 | 1159 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL2370.DAT | 30/06/01 | 2371 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL2371.DAT | 30/06/01 | 2371 | 806 | 1 | 1159 | Y | 227 | 0,2 | 15 | 17,385 | 5,269 | | | | | | Ch3&Ch4 are off. There is also difference at the factors of Ch1&2. | Y |
| 1,410 | PUL2859.DAT | 2/7/2002 | 2859 | 792 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL3327.DAT | 29/7/1998 | 3327 | 140 | 1 | 1000 | | | | | | | | | | | | Too much noise. I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL3328.DAT | 29/7/1998 | 3328 | 137 | 1 | 1000 | | | | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL3329.DAT | 29/7/1998 | 3329 | 141 | 1 | 1000 | | | | | | | | | | | | Not a good scan | N |
| 1,410 | PUL3330.DAT | 29/7/1998 | 3330 | 137 | 1 | 1000 | | | | | | | | | | | | Not a good scan | N |
| 1,410 | PUL3330.DAT | 29/7/1998 | 3331 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL3433.DAT | 1/11/2000 | 3433 | 244 | 1 | 500 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL3433.DAT | 1/11/2000 | 3434 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL3439.DAT | 1/11/2000 | 3439 | 4741 | 4741? | 3? | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL3439.DAT | 1/11/2000 | 3440 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL3442.DAT | 1/11/2000 | 3442 | 435 | 1 | 250 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL3543.DAT | 13/01/97 | 3543 | 1993 | 1 | 150 | Y | 374 | 0,43 | 126 | 18,900 | 5,728 | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------|-----------|--------|----------|-------|------|---|------|------|-----|--------|-------|--|---|
| 1,410 | PUL3638.DAT | 06/08/96 | 3638 | 479 | 1 | 50 | Y | 430 | 0,6 | 376 | 18,800 | 5,697 | I can not set the baseline very accurately due to the small resolution | Y |
| 1,410 | PUL3639.DAT | 06/08/96 | 3639 | 251 | 1 | 50 | Y | 429 | 0,52 | 371 | 18,550 | 5,622 | I can not set the baseline very accurately due to the small resolution | Y |
| 1,410 | PUL3640.DAT | 06/08/96 | 3640 | 61 | 1 | 25 | | | | | | | Only 1 peak can be seen due to resolution | N |
| 1,410 | PUL3641.DAT | 06/08/96 | 3641 | 499 | 1 | 20 | | | | | | | Only 1 peak can be seen due to resolution | N |
| 1,410 | PUL3650.DAT | 06/08/96 | 3650 | 976 | 1 | 400 | Y | 504 | 0,43 | 48 | 19,200 | 5,819 | Nice | Y |
| 1,410 | PUL3852.DAT | 08/08/96 | 3852 | 716 | 1 | 150 | Y | 100 | 0,4 | 124 | 18,600 | 5,637 | | Y |
| 1,410 | PUL3873.DAT | 04/08/98 | 3873 | 90 | 1 | 1159 | | | | | | | 1 st peak of Ch1 is very high. Strange form of noise at Ch2 | N |
| 1,410 | PUL3873.DAT | 04/08/98 | 3874 | 1 | 1 | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL3874.DAT | 04/08/98 | 3874 | 53 | 1 | 1159 | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL3874.DAT | 04/08/98 | 3875 | 81 | 1 | 1159 | Y | 50 | 0,42 | 15 | 17,385 | 5,269 | There is a difference at the factors of the two channels. | Y |
| 1,410 | PUL3874.DAT | 04/08/98 | 3876 | 7 | 1 | 1159 | | | | | | | Ch2 is off. Also too much noise Ch3 & Ch4 are off. There is a difference at the factors of Ch1&2. Sigma is quite high. I will study it though I am not so sure | N |
| 1,410 | PUL4612.DAT | 16/02/01 | 4612 | 97 | 1 | 1159 | Y | 122 | 0,47 | 18 | 20,862 | 6,322 | Nice | Y |
| 1,410 | PUL4613.DAT | 16/02/01 | 4613 | 1260 | 1 | 1159 | Y | 2160 | 0,41 | 18 | 20,862 | 6,322 | | Y |
| 1,410 | PUL5150.DAT | 11/10/02 | 5150 | 780 | 1 | 1159 | N | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL5172.DAT | 23/07/01 | 5172 | 960 | 12 | 1159 | N | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL5192.DAT | 23/07/02 | 5192 | 937 | 1 | 1159 | Y | 2167 | 0,44 | 17 | 19,703 | 5,971 | Nice | Y |
| 1,410 | PUL5564.DAT | 21/8/1996 | 5564 | | 1 | 480 | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL5564.DAT | 21/8/1996 | 5565 | 108 | 12 | 1160 | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL5564.DAT | 21/8/1996 | 5566 | 12 | 12 | 1160 | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL5564.DAT | 21/8/1996 | 5567 | 24 | 12 | 1160 | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL5564.DAT | 21/8/1996 | 5568 | 36 | 12 | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL5572.DAT | 21/08/96 | 5572 | 756 | 12 | 300 | Y | 312 | 0,41 | 64 | 19,200 | 5,819 | | Y |
| 1,410 | PUL5572.DAT | 21/08/96 | 5573 | 46 | 1 | 300 | Y | 79 | 0,4 | 70 | 21,000 | 6,364 | | Y |
| 1,410 | PUL5572.DAT | 21/08/96 | 5574 | 230 | 1 | 300 | Y | 131 | 0,42 | 65 | 19,500 | 5,910 | | Y |
| 1,410 | PUL5655.DAT | 14/07/95 | 5663 | 144 | 12 | 1160 | Y | 151 | 0,47 | 18 | 20,880 | 6,328 | | Y |
| 1,410 | PUL5655.DAT | 14/07/95 | 5664 | 84 | 12 | 1160 | Y | 113 | 0,51 | 17 | 19,720 | 5,976 | | Y |
| 1,410 | PUL5655.DAT | 14/07/95 | 5665 | 24 | 12 | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL5655.DAT | 14/07/95 | 5666 | 252 | 12 | 1160 | Y | 213 | 0,37 | 17 | 19,720 | 5,976 | | Y |
| 1,410 | PUL5655.DAT | 14/07/95 | 5667 | 96 | 12 | 1160 | Y | 97 | 0,43 | 17 | 19,720 | 5,976 | | Y |
| 1,410 | PUL5667.DAT | 22/8/1996 | 5667 | 398 | 1 | 80 | N | | | | 0,000 | 0,000 | No calibration window =>I can not add the two channels | |
| 1,410 | PUL5667.DAT | 22/8/1996 | 5668 | 12 | 1 | 80 | | | | | 0,000 | 0,000 | Too much noise and the peak is not well formed. | N |
| 1,410 | PUL5667.DAT | 22/8/1996 | 5669 | 2 | 1 | 80 | | | | | 0,000 | 0,000 | Only 2 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL5691.DAT | 03/10/95 | 5691 | 96 | 12 | 1159 | Y | 393 | 0,33 | 16 | 18,544 | 5,620 | | Y |
| 1,410 | PUL6049.DAT | 11/04/95 | 6049 | 247 | 1 | 1160 | Y | 881 | 0,46 | 18 | 20,880 | 6,328 | | Y |
| 1,410 | PUL6183C.DAT | 29/1/1998 | 6183C | 414 | 1 | 200 | N | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL6958.DAT | 29/08/96 | 6958 | 60 | 1 | 1159 | Y | 289 | 0,47 | 16 | 18,544 | 5,620 | | Y |
| 1,410 | PUL6958.DAT | 29/08/96 | 6959 | 495 | 1 | 1159 | Y | 1224 | 0,49 | 16 | 18,544 | 5,620 | | Y |
| 1,410 | PUL7104.DAT | 3/9/1997 | 7104 | 2002252? | 3326? | 4? | | | | | | | Problematic | N |
| 1,410 | PUL7841.DAT | 15/03/94 | 7841 | | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL7841.DAT | 15/03/94 | 7842 | 1512 | 12 | 232 | Y | 2214 | 0,4 | 16 | 3,712 | 1,125 | The resolution is wrong. It looks like ~1160 | Y |
| 1,410 | PUL7841.DAT | 15/03/94 | 7843 | 96 | 12 | 232 | Y | 756 | 0,44 | 16 | 3,712 | 1,125 | The resolution is wrong. It looks like ~1160 | Y |
| 1,410 | PUL7841.DAT | 15/03/94 | 7844 | 96 | 12 | 232 | Y | 551 | 0,4 | 16 | 3,712 | 1,125 | The resolution is wrong. It looks like ~1160 | Y |
| 1,410 | PUL7841.DAT | 15/03/94 | 7845II | 96 | 12 | 232 | Y | 512 | 0,38 | 16 | 3,712 | 1,125 | The resolution is wrong. It looks like ~1160 | Y |
| 1,410 | PUL7841.DAT | 15/03/94 | 7846II | 96 | 12 | 232 | Y | 451 | 0,5 | 17 | 3,944 | 1,195 | The resolution is wrong. It looks like ~1160 | Y |
| 1,410 | PUL7841.DAT | 15/03/94 | 7847II | 96 | 12 | 232 | Y | 753 | 0,3 | 16 | 3,712 | 1,125 | The resolution is wrong. It looks like ~1160 | Y |
| 1,410 | PUL7841.DAT | 15/03/94 | 7848II | 96 | 12 | 232 | Y | 443 | 0,39 | 17 | 3,944 | 1,195 | The resolution is wrong. It looks like ~1160 | Y |
| 1,410 | PUL7852.DAT | 16/03/94 | 7852 | | | | | | | | | | There is an interference before the pulse | N |
| 1,410 | PUL7852.DAT | 16/03/94 | 7853 | 50 | 1 | 232 | Y | 574 | 0,53 | 18 | 4,176 | 1,266 | The resolution is wrong. It looks like ~1160 | |
| 1,410 | PUL7852.DAT | 16/03/94 | 7854 | 50 | 1 | 232 | Y | 83 | 0,2 | 16 | 3,712 | 1,125 | The resolution is wrong. It looks like ~1160 | |
| 1,410 | PUL7852.DAT | 16/03/94 | 7855 | | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL7852.DAT | 16/03/94 | 7856 | | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL7852.DAT | 16/03/94 | 7857 | | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL7852.DAT | 16/03/94 | 7858 | | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL7866.DAT | 16/03/94 | 7866 | 96 | 1 | 232 | | | | | | | I can not see the pulse | N |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------|----------|-------|-------|----|------|---|------|------|-----|--------|-------|--|--|---|
| 1,410 | PUL7866.DAT | 16/03/94 | 7867 | 684 | 12 | 232 | | | | | | | | I can not see the pulse. There are some spikes | N |
| 1,410 | PUL7866.DAT | 16/03/94 | 7868 | 36 | 12 | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL7869.DAT | 16/03/94 | 7869 | 565 | 1 | 232 | Y | 1579 | 0,46 | 16 | 3,712 | 1,125 | | There are some small spikes.The resolution is wrong. It looks like ~1160 | Y |
| 1,410 | PUL7869.DAT | 16/03/94 | 7870 | 1 | 1 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. Ch3 & Ch4 are off. The 2 nd peak is “broken” into two parts. | N |
| 1,410 | PUL7871.DAT | 16/03/94 | 7871 | 144 | 1 | 80 | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. The resolution is wrong. | Y |
| 1,410 | PUL7873.DAT | 16/03/94 | 7873 | 517 | 1 | 40 | Y | 721 | 0,36 | 92 | 3,680 | 1,115 | | The resolution seems wrong. | Y |
| 1,410 | PUL7875.DAT | 16/03/94 | 7875 | 220 | 1 | 20 | Y | 70 | 0,38 | 185 | 3,700 | 1,121 | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL7875.DAT | 16/03/94 | 7876 | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| 1,410 | PUL7877.DAT | 16/03/94 | 7877 | 1491 | 1 | 10 | | | | | | | | I can not set the baseline correctly as the 2 nd peak does not seem to end | N |
| 1,410 | PUL7895.DAT | 27/04/95 | 7895 | 36 | 12 | 1160 | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL7913.DAT | 27/04/95 | 7913 | 257 | 1 | 1160 | N | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL8087I.DAT | 02/08/95 | 8087I | 62 | 1 | 1160 | N | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL8087J.DAT | 02/08/95 | 8087J | | | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL8087J.DAT | 02/08/95 | 8088 | 83 | 1 | 1160 | | | | | | | | There is a difference at the factors of the two channels. | N |
| 1,410 | PUL8307.DAT | 02/08/95 | 8307 | 273 | 1 | 1159 | | | | | | | | There is a difference at the factors of the two channels. | N |
| 1,410 | PUL8307.DAT | 02/08/95 | 8308 | 1027 | 1 | 1159 | ? | 1042 | 0,47 | | | | | There is an error at the scan 1024 | Y |
| 1,410 | PUL8307.DAT | 02/08/95 | 8309 | | | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL8700.DAT | 03/02/00 | 8700 | 48 | 12 | | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL8701.DAT | 03/02/00 | 8701 | 146 | 1 | 1159 | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL8750.DAT | 04/02/00 | 8750 | 2823 | 1 | 1000 | N | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 1,410 | PUL8750.DAT | 04/02/00 | 8751 | 4 | 1 | | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL9759.DAT | 06/01/01 | 9759 | 1104 | 12 | 1159 | N | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 2,727 | PUL6383.DAT | 13/07/97 | 6383 | 60 | 1 | 1159 | | | | | | | | Too many spikes | N |
| 2,727 | PUL6385.DAT | 13/07/97 | 6385 | 72 | 12 | 1159 | | | | | | | | Too many spikes | N |
| 2,727 | PUL6386.DAT | 13/07/97 | 6386 | 210 | 1 | 1159 | | | | | | | | 2 pulses are seen? | N |
| 2,727 | PUL6387.DAT | 13/07/97 | 6387 | 20 | 1 | 1159 | | | | | | | | 2 pulses are seen? | N |
| 2,727 | PUL6388.DAT | 13/07/97 | 6388 | 3017 | 1 | 150 | Y | 467 | 0,26 | 119 | 17,850 | 5,409 | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 2,727 | PUL8956.DAT | 09/03/99 | 8956 | | | | N | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 2,727 | PUL8957.DAT | 09/03/99 | 8957 | 18 | 1 | 40 | N | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 2,727 | PUL8958.DAT | 09/03/99 | 8958 | | | | N | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 2,727 | PUL8959.DAT | 09/03/99 | 8959 | 2011 | 1 | 40 | N | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 2,727 | PUL9384.DAT | 29/09/07 | 9384 | 108 | 12 | 1159 | | | | | | | | The calibr.window is reversed. | N |
| 2,727 | PUL9384.DAT | 29/09/07 | 9385 | 168 | 1 | 1159 | Y | 112 | 0,28 | 15 | 17,385 | 5,269 | | The calibr. window is at the right, beginning from ~600. I can not add the two channels. I will work with Ch1 only. | Y |
| 2,727 | PUL9386.DAT | 29/09/07 | 9386 | | | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL7499.DAT | 17/01/00 | 7499 | 16394 | 1 | 18 | | | | | | | | Scans 1-16470.Only 1 peak is seen. | N |
| 5,000 | PUL7499.DAT | 17/01/00 | 7499 | 7710 | 1 | 18 | | | | | | | | Scans 16472-24209. I will not study this scan | N |
| 5,000 | PUL0217.DAT | 13/12/94 | 217 | 501 | 1 | 232 | Y | 126 | 0,17 | 13 | 3,016 | 0,914 | | Ch3 & Ch4 have reversed cal. window. There is a small gap at Ch2 after the cal. window. There is a small difference at the factors of the two channels | Y |
| 5,000 | PUL0464.DAT | 20/08/95 | 464 | 279 | 1 | 1000 | | | | | | | | The resolution seems wrong. | N |
| 5,000 | PUL0696.DAT | 08/09/02 | 696 | 1005 | 1 | 1159 | Y | 512 | 0,22 | 14 | 16,226 | 4,917 | | I can not see the pulse | N |
| 5,000 | PUL0696.DAT | 08/09/02 | 697 | | | | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 5,000 | PUL0765.DAT | 18/07/96 | 765 | | | | | | | | | | | Only 5 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL0765.DAT | 18/07/96 | 766 | 45 | 5 | 1160 | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL0765.DAT | 18/07/96 | 767 | 40 | 5 | 1160 | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 5,000 | PUL0765.DAT | 18/07/96 | 768 | 50 | 5 | 1160 | | | | | | | | Problematic | N |
| 5,000 | PUL0765.DAT | 18/07/96 | 769 | 36 | 1 | 1160 | | | | | | | | Too much noise. | N |
| 5,000 | PUL0765.DAT | 18/07/96 | 770 | 37 | 1 | 100 | | | | | | | | Problematic | N |
| 5,000 | PUL0765.DAT | 18/07/96 | 771 | 35 | 1 | 200 | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 5,000 | PUL0775.DAT | 18/07/96 | 775 | 1446 | 1 | 35 | | | | | | | | Problematic | N |
| 5,000 | PUL0806.DAT | 18/07/96 | 806 | 1420 | 1 | 35 | | | | | | | | Too much noise. | N |
| 5,000 | PUL0806.DAT | 18/07/96 | 806 | 1420 | 1 | 35 | | | | | | | | Too much noise and the 2 nd peak is not well formed. Ch3&4 are off. | N |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------|----------|--------|------|----|------|---|--|------|------|-----|--------|-------|--|---|---|
| 5,000 | PUL0806.DAT | 18/07/96 | 807 | 1464 | 1 | 35 | | | | | | | | | Too much noise and the 2 nd peak is not well formed. Ch3&4 are off. | N |
| 5,000 | PUL2558.DAT | 02/07/01 | 2558 | 1001 | 1 | 1159 | Y | | 621 | 0,16 | 15 | 17,385 | 5,269 | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 5,000 | PUL2558.DAT | 02/07/01 | 2559 | | | | | | | | | | | | Only 6 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL2790.DAT | 01/07/02 | 2790 | 444 | 1 | 200 | Y | | 84 | 0,24 | 80 | 16,000 | 4,849 | | Ch3 & Ch4 are off. There is a difference at the factors of Ch1&2. | Y |
| 5,000 | PUL2792.DAT | 01/07/02 | 2792 | 3243 | 1 | 200 | Y | | 483 | 0,19 | 83 | 16,600 | 5,031 | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 5,000 | PUL2792.DAT | 01/07/02 | 2793 | | | | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL2988.DAT | 06/07/01 | 2988 | 2292 | 12 | 119 | | | | | | | | | Problematic | N |
| | | | | | | | | | | | | | | | Beside the typical cal window there is an extra one at the right part. I did not add the two channels. I worked with Ch1. | |
| 5,000 | PUL3568.DAT | 31/01/02 | 3568 | 1898 | 1 | 200 | Y | | 319 | 0,16 | 82 | 16,400 | 4,970 | | Only 2 blocks=>I will not study this scan. | Y |
| 5,000 | PUL3568.DAT | 31/01/02 | 3569 | | | | | | | | | | | | | N |
| 5,000 | PUL4047.DAT | 02/10/99 | 4047 | 2964 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 5,000 | PUL4049.DAT | 02/10/99 | 4049 | 2976 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 5,000 | PUL4051.DAT | 02/10/99 | 4051 | 3012 | 12 | 1159 | Y | | 1620 | 0,21 | 14 | 16,226 | 4,917 | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 5,000 | PUL4054.DAT | 02/10/99 | 4054 | 3012 | 12 | 1159 | Y | | 1361 | 0,22 | 15 | 17,385 | 5,269 | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 5,000 | PUL4451.DAT | 21/09/95 | 4451 | 1005 | 1 | 1159 | Y | | 237 | 0,22 | 15 | 17,385 | 5,269 | | Ch3 & Ch4 are off. Baseline not very good. | Y |
| 5,000 | PUL4635.DAT | | 4635 | | | | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan. | N |
| | | | | | | | | | | | | | | | After ~600 there is a reversed window so I can not add the two channels and I will work with Ch1. | Y |
| 5,000 | PUL4692.DAT | 02/06/00 | 4692 | 64 | 1 | 1159 | Y | | 110 | 0,22 | 16 | 18,544 | 5,620 | | There are spikes & noise | N |
| 5,000 | PUL4696.DAT | | 4696 | 100 | 1 | 75 | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 5,000 | PUL4698.DAT | | 4698 | 3311 | 1 | 75 | N | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL4698.DAT | | 4699 | 4 | 1 | | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 5,000 | PUL4934.DAT | | 4934 | | | | | | | | | | | | Ch1 has 1 spike. Resolution seems wrong | Y |
| 5,000 | PUL5140.DAT | | 5140 | 616 | 1 | 80 | Y | | 80 | 0,17 | 43 | 3,440 | 1,043 | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL5141.DAT | | 5141 | | | | | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 5,000 | PUL5150.DAT | 05/01/00 | 5150II | 6106 | 1 | 1159 | N | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 5,000 | PUL5151.DAT | 05/01/00 | 5151 | 249 | 1 | 1159 | Y | | 423 | 0,26 | 14 | 16,226 | 4,917 | | | Y |
| 5,000 | PUL5816.DAT | 10/11/95 | 5816 | 350 | 1 | 50 | | | | | | | | | There are some spikes. Not the same form of pulse at the two channels. | N |
| 5,000 | PUL5817.DAT | 10/11/95 | 5817 | 358 | 1 | 50 | | | | | | | | | Quite a lot of noise | N |
| 5,000 | PUL6377.DAT | 14/11/95 | 6377 | 562 | 1 | 500 | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 5,000 | PUL6380.DAT | 14/11/95 | 6380 | 228 | 1 | 50 | | | | | | | | | Quite a lot of noise | N |
| 5,000 | PUL6380.DAT | 14/11/95 | 6381 | 223 | 1 | 50 | | | | | | | | | Quite a lot of noise | N |
| 5,000 | PUL6382.DAT | 14/11/95 | 6382 | | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 5,000 | PUL6432.DAT | | 6434 | 96 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Quite a lot of noise | N |
| 5,000 | PUL6551.DAT | | 6551 | 234 | 1 | 80 | Y | | 30 | 0,29 | 215 | 17,200 | 5,213 | | Ch2 has spikes. I will study only Ch1 | Y |
| 5,000 | PUL6551.DAT | | 6552 | 1 | 1 | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL6554.DAT | | 6554 | 24 | 12 | | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL6554.DAT | 26/08/96 | 6555 | 465 | 1 | 300 | Y | | 161 | 0,22 | 57 | 17,100 | 5,182 | | | Y |
| 5,000 | PUL6561.DAT | 26/08/96 | 6561 | 384 | 1 | 300 | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 5,000 | PUL6562.DAT | 26/08/96 | 6562 | 310 | 1 | 300 | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 5,000 | PUL6722.DAT | 27/08/96 | 6722 | 96 | 12 | 1160 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 5,000 | PUL6722.DAT | 27/08/96 | 6723 | 18 | 1 | 200 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels | N |
| 5,000 | PUL6722.DAT | 27/08/96 | 6724 | 1 | 1 | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL6725.DAT | 27/08/96 | 6725 | 1501 | 1 | 40 | Y | | 51 | 0,25 | 432 | 17,280 | 5,237 | | I am not sure about the baseline. Also there is noise. | Y |
| 5,000 | PUL6726.DAT | 27/08/96 | 6726 | 19 | 1 | 7 | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 5,000 | PUL6726.DAT | 27/08/96 | 6727 | 151 | 1 | 7 | | | | | | | | | I can not see the pulse probably due to resolution | N |
| 5,000 | PUL6728.DAT | 27/08/96 | 6728 | 1482 | 1 | 7 | | | | | | | | | I can not see the pulse probably due to resolution | N |
| 5,000 | PUL7455.DAT | 23/11/95 | 7455 | 578 | 1 | 500 | | | | | | | | | Just noise | N |
| 5,000 | PUL7496.DAT | 16/01/00 | 7496 | 77 | 1 | 1000 | | | | | | | | | The pulse is seen twice. | N |
| 5,000 | PUL7496.DAT | 16/01/00 | 7497 | 1 | 1 | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL7497.DAT | 16/01/00 | 7497 | 83 | 1 | 18 | | | | | | | | | I can not see the pulse probably due to resolution | N |
| 5,000 | PUL7498.DAT | 16/01/00 | 7498 | 1140 | 1 | 18 | | | | | | | | | I can not see the pulse probably due to resolution | N |
| 5,000 | PUL7498.DAT | 16/01/00 | 7499 | 3 | 1 | | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL9002.DAT | 22/03/02 | 9005 | 3 | 1 | | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan. | N |
| 5,000 | PUL9005.DAT | 22/03/02 | 9005II | 2610 | 1 | 1159 | Y | | 1056 | 0,21 | 15 | 17,385 | 5,269 | | Ch3 & Ch4 are off. After ~600 there is a reversed cal window | Y |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|----------|------|------|----|-------|---|-------|-------|-----|------|-----|--------|-------|--|---|
| 5,000 | PUL9515.DAT | 13/08/95 | 9515 | 148 | 1 | 1160 | Y | | | 231 | 0,22 | 15 | 17,400 | 5,273 | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 5,000 | PUL9516.DAT | 13/08/95 | 9516 | 290 | 1 | 1000 | | | | | | | | | Just noise | N |
| 5,000 | PUL9675.DAT | 08/11/99 | 9675 | 92 | 1 | 1159 | | | | | | | | | There are spikes & noise | N |
| 5,000 | PUL9676.DAT | 08/11/99 | 9676 | 1397 | 1 | 300 | Y | | | 366 | 0,19 | 57 | 17,100 | 5,182 | After ~700 there is a reversed window | Y |
| 5,000 | PUL9686.DAT | 15/08/95 | 9686 | 249 | 1 | 500 | Y | | | 32 | 0,19 | 34 | 17,000 | 5,152 | Quite a lot of noise | Y |
| 5,000 | PUL9690.DAT | 15/08/95 | 9690 | 300 | 1 | 150 | Y | | | 88 | 0,21 | 116 | 17,400 | 5,273 | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 5,000 | PUL9691.DAT | 15/08/95 | 9691 | 300 | 1 | 50 | Y | | | 80 | 0,22 | 323 | 16,150 | 4,894 | Ch3 & Ch4 are off. Not very nice the | |
| 5,000 | PUL9692.DAT | 15/08/95 | 9692 | 598 | 1 | 50 | Y | | | 102 | 0,23 | 328 | 16,400 | 4,970 | form of the 1 st peak. | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 5,000 | PUL9780.DAT | 16/08/95 | 9782 | 36 | 12 | | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| 5,000 | PUL9780.DAT | 16/08/95 | 9783 | 48 | 12 | | | | | | | | | | Only 4 blocks=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| | | | | | | | | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. There is a | |
| 5,000 | PUL9784.DAT | 16/08/95 | 9784 | 504 | 12 | 150 | Y | | | 181 | 0,19 | 106 | 15,900 | 4,819 | difference at the factors of Ch1&2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | (the one is double than the other) | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. There is a | |
| 5,000 | PUL9784.DAT | 16/08/95 | 9785 | 504 | 12 | 150 | Y | | | 266 | 0,15 | 113 | 16,950 | 5,137 | difference at the factors of Ch1&2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | (the one is double than the other) | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | | There is a difference at the factors of | |
| 4,750 | PUL8662.DAT | 03/04/93 | 8662 | 1500 | 12 | 232 | Y | | | 272 | 0,22 | 14 | 3,248 | 0,984 | Ch1&2 (the one is double than the | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | | other). Resolution seems wrong. | |
| | | | | | | | | | | | | | | | There is a difference at the factors of | |
| 4,750 | PUL8662.DAT | 03/04/93 | 8663 | 1512 | 12 | 232 | Y | | | 329 | 0,2 | 13 | 3,016 | 0,914 | Ch1&2 (the one is double than the | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | | other). Resolution seems wrong. | |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7257 | 24 | 12 | | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| | | | | | | | | | | | | | | | Too much noise. Also there is a huge | |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7258 | | | | | | | | | | | | difference at the strength of the signal | |
| | | | | | | | | | | | | | | | at Ch1 and Ch2. Ch3&4 are off. | N |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7259 | 40 | 20 | | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7260 | 30 | 30 | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7261 | 30 | 30 | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7262 | 40 | 40 | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7263 | 80 | 40 | | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| | | | | | | | | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. There is a | |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7264 | 1500 | 20 | 1000 | Y | 22,67 | 5,040 | 85 | 0,21 | 17 | 17,000 | 5,152 | difference at the factors of Ch1&2 | Y |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7265 | 40 | 20 | | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7266 | 40 | 20 | | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this | |
| | | | | | | | | | | | | | | | scan. | N |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7267 | 820 | 20 | 1000 | Y | 22,67 | 4,346 | 96 | 0,21 | 17 | 17,000 | 5,152 | There is a difference at the factors of | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Ch1&2 | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. There is a | |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7268 | 1000 | 20 | 1000 | Y | 22,67 | 4,679 | 137 | 0,18 | 17 | 17,000 | 5,152 | difference at the factors of Ch1&2 | Y |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7269 | 17 | 1 | 2324? | | | | | | | | | The pulse is seen twice. | N |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7270 | 168 | 1 | 2324? | | | | | | | | | The pulse is seen twice. | N |
| 4,750 | PUL7257.DAT | 07/09/91 | 7271 | 17 | 1 | 2324? | | | | | | | | | The pulse is seen twice. | N |
| 1,600 | PUL9010.DAT | 27/06/92 | 9015 | 206 | 1 | 1160 | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,600 | PUL9016.DAT | 27/06/92 | 9016 | 2201 | 1 | 100 | Y | | | 216 | 0,47 | 185 | 18,500 | 5,606 | | Y |
| 8,330 | PUL0137.DAT | 30/03/02 | 137 | 1007 | 1 | 1159 | Y | | | 434 | 0,16 | 14 | 16,226 | 4,917 | Nice | Y |
| 8,330 | PUL0137.DAT | 30/03/02 | 138 | 1 | 1 | | | | | | | | 0,000 | 0,000 | Only 1 block=>I will not study this | |
| 8,330 | PUL3843.DAT | 05/12/02 | 3843 | 95 | 1 | 1159 | Y | | | 119 | 0,15 | 15 | 17,385 | 5,269 | scan. | N |
| 8,330 | PUL3844.DAT | 05/12/02 | 3844 | 140 | 1 | 1159 | Y | | | 120 | 0,18 | 14 | 16,226 | 4,917 | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 8,330 | PUL3844.DAT | 05/12/02 | 3845 | 5 | 5 | | | | | | | | 0,000 | 0,000 | Only 5 blocks=>I will not study this | |
| 8,330 | PUL3845.DAT | 05/12/02 | 3845 | 522 | 1 | 1159 | Y | | | 331 | 0,14 | 12 | 13,908 | 4,215 | scan. | N |
| 8,330 | PUL3846.DAT | 05/12/02 | 3846 | 4485 | 1 | 1159 | Y | | | 801 | 0,17 | 13 | 15,067 | 4,566 | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 8,330 | PUL4035.DAT | 02/10/99 | 4035 | | | | | | | | | | | | Ch3 & Ch4 are off. | Y |
| 8,330 | PUL4036.DAT | 02/10/99 | 4036 | 96 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Just noise | N |
| 8,330 | PUL4037.DAT | 02/10/99 | 4037 | 3012 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Just noise | N |
| 8,330 | PUL4039.DAT | 02/10/99 | 4039 | 2988 | 12 | 1159 | Y | | | 129 | 0,18 | 14 | 16,226 | 4,917 | Just noise | N |
| 8,330 | PUL4041.DAT | 02/10/99 | 4041 | 3000 | 12 | 1159 | Y | | | 118 | 0,18 | 14 | 16,226 | 4,917 | Ch4 is off. | Y |
| 8,330 | PUL4043.DAT | 02/10/99 | 4043 | 2976 | 12 | 1159 | Y | | | 172 | 0,18 | 14 | 16,226 | 4,917 | Ch4 is off. | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | | Ch4 is off. | Y |
| 4,750 | PUL2256.DAT | 03/08/92 | 2258 | 48 | 12 | 1160 | | | | | | | | | Just noise.4,75 according to log, 8,33 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | according to folder | N |
| 4,750 | PUL2256.DAT | 03/08/92 | 2259 | 612 | 12 | 1160 | Y | | | 118 | 0,22 | 17 | 19,720 | 5,976 | 4,75 according to log, 33,3 according | |
| | | | | | | | | | | | | | | | to folder | Y |
| 4,750 | PUL2256.DAT | 03/08/92 | 2260 | 504 | 12 | 1160 | | | | | | | | | Problematic.4,75 according to log, | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 33,3 according to folder | N |
| 10,714 | PUL2335.DAT | 04/08/92 | 2339 | 240 | 12 | 1160 | | | | | | | | | Ch2 is problematic. Too much noise | |
| | | | | | | | | | | | | | | | also at Ch1. | N |
| 10,714 | PUL2335.DAT | 04/08/92 | 2340 | 522 | 1 | 1160 | | | | | | | | | Too much noise and the 2nd peak is | |
| | | | | | | | | | | | | | | | not well formed. | N |

[illegible]

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|----------|------|------|----|------|---|-----|------|----|--------|-------|--|--|---|---|
| 33,300 | PUL0135.DAT | 30/03/02 | 135 | 14 | 1 | 1159 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels. I can not crossexamine the freq from the log | N |
| 33,300 | PUL0135.DAT | 30/03/02 | 136 | 14 | 1 | 1159 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 33,300 | PUL0136.DAT | 30/03/02 | 136 | 12 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 33,300 | PUL0140.DAT | 30/03/02 | 140 | 2532 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Just noise | N |
| 33,300 | PUL0754.DAT | 19/12/94 | 754 | 12 | 12 | 232 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 33,300 | PUL0754.DAT | 19/12/94 | 755 | 12 | 12 | 232 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan. | N |
| 4,750 | PUL2710.DAT | 31/07/00 | 2710 | 204 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels. 4,75 according to log, 33,3 according to folder | N |
| 4,750 | PUL2711.DAT | 31/07/00 | 2711 | 96 | 12 | 1159 | Y | 158 | 0,17 | 13 | 15,067 | 4,566 | | | 4,75 according to log, 33,3 according to folder | Y |
| 4,750 | PUL4441.DAT | 13/08/07 | 4441 | 3024 | 12 | 1159 | N | | | | | | | | No calibration window =>I can not add the two channels. 4,75 according to log, 33,3 according to folder | N |
| 4,750 | PUL4442.DAT | 13/08/07 | 4442 | 24 | 12 | 1159 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan.4,75 according to log, 33,3 according to folder | N |
| 4,750 | PUL4443.DAT | 13/08/07 | 4443 | 84 | 12 | 1159 | Y | 155 | 0,19 | 12 | 13,908 | 4,215 | | | 4,75 according to log, 33,3 according to folder | Y |
| 33,300 | PUL9902.DAT | 29/03/02 | 9902 | 2160 | 12 | 1159 | | | | | | | | | I can not see the pulse | N |

PSR B1742-30

| freq(GHz) | file | date | scan | pulses | int | resol | cal | en.factor | energy (mJy) | max/sigma | ratio (1 st / 2 nd) | ratio (1 st / 3 rd) | ratio (2 nd / 3 rd) | remarks | studied |
|-----------|-------------|----------|------|--------|-----|-------|-----|-----------|--------------|-----------|--|--|--|---|---------|
| | | | | | | | | | | | | | | No calibration window=>I can not add the pulses. Also there is quite a lot of noise I will study Ch1.Ch2 is a little sharper than Ch1. | |
| 1,408 | PUL4575.DAT | 23/08/91 | 4575 | 490 | 10 | 350 | N | | | 15 | 0,23 | | | Also I can not determine the position of the intermediate 3 rd peak due to the noise | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | No calibration window=>I can not add the pulses. Also there is quite a lot of noise I will study Ch1.Ch2 is a little sharper than Ch1. | |
| 1,408 | PUL4575.DAT | 23/08/91 | 4576 | 490 | 10 | 350 | N | | | 13 | 0,23 | | | Also I can not determine the position of the intermediate 3 rd peak due to the noise | Y |
| 1,408 | PUL4575.DAT | 23/08/91 | 4577 | 980 | 10 | 350 | Y | 0,845 | 7,593 | 11 | 0,16 | | | Ch1 has less noise than Ch2. I added channels. 1 st peak is barely seen due to noise. 3 rd peak is lost in noise. | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | No calibration window=>I can not add the pulses. I will study Ch1. | |
| | | | | | | | | | | | | | | Also I can not determine the position of the intermediate 3 rd peak due to the noise | Y |
| 1,408 | PUL4575.DAT | 23/08/91 | 4578 | 980 | 10 | 150 | N | | | 18 | 0,21 | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 1,408 | PUL7626.DAT | 09/09/91 | 7635 | 80 | 40 | | | | | | | | | Nice. There s no calibration window so I studied Ch1. | Y |
| 1,408 | PUL7626.DAT | 09/09/91 | 7636 | 480 | 40 | 350 | N | | | 42 | 0,42 | 0,67 | 0,63 | Nice | Y |
| 1,408 | PUL7626.DAT | 09/09/91 | 7637 | 480 | 40 | 175 | Y | 1,128 | 32,399 | 51 | 0,41 | 0,58 | 0,7 | Nice | Y |
| 1,408 | PUL7626.DAT | 09/09/91 | 7638 | 480 | 40 | 175 | Y | 1,128 | 26,219 | 42 | 0,46 | 0,87 | 0,53 | Nice although Ch1 and Ch2 are not identical | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | I can see the pulse more clearly in Ch1 but there is a lot of noise. I will not study this scan. | N |
| 4,75 | PUL6321.DAT | 02/09/91 | 6321 | 680 | 40 | 350 | N | | | | | | | I can see the pulse more clearly in Ch1 but there is a lot of noise. I will not study this scan. | N |
| 4,75 | PUL6321.DAT | 02/09/91 | 6322 | 800 | 40 | 350 | N | | | | | | | Less noise than before but there is too much uncertainty. I will not study this scan | N |
| 4,75 | PUL6321.DAT | 02/09/91 | 6323 | 800 | 40 | 350 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 4,75 | PUL7316.DAT | 07/09/91 | 7316 | 160 | 40 | 350 | N | | | | | | | Ch1 was quite weaker than Ch2. I added though the channels. | Y |
| 4,75 | PUL7316.DAT | 07/09/91 | 7317 | 1600 | 40 | 350 | Y | 1,110 | 23,925 | 5 | 0,35 | | | Practically just noise | N |
| 10,55 | PUL5511.DAT | 28/08/91 | 5518 | 1640 | 40 | 350 | N | | | | | | | Practically just noise | N |
| 10,55 | PUL5511.DAT | 28/08/91 | 5519 | 1600 | 40 | 350 | Y | | | | | | | Practically just noise | N |
| 10,55 | PUL5511.DAT | 28/08/91 | 5520 | 1600 | 40 | 350 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 10,55 | PUL5650.DAT | 29/08/91 | 5650 | 1480 | 40 | 350 | N | | | | | | | Nice | Y |
| 1,42 | PUL9042.DAT | 14/02/92 | 9046 | 320 | 40 | 350 | Y | | | 39 | 0,36 | | | Ch1 has too much noise unlike all other channels. I will study only ch2 | Y |
| 1,42 | PUL9042.DAT | 14/02/92 | 9047 | 760 | 40 | 140 | Y | | | 9 | 0,54 | 0,95 | 0,57 | | Y |
| 1,42 | PUL9042.DAT | 14/02/92 | 9048 | 240 | 40 | 100 | Y | | | 31 | 0,29 | 0,43 | 0,69 | Ch2 has now too much noise unlike Ch1. I will study only Ch1. | Y |
| 1,42 | PUL9042.DAT | 14/02/92 | 9049 | 1600 | 40 | 100 | Y | | | 60 | 0,41 | 0,72 | 0,57 | There is a difference in the factors of the two channels | Y |
| 1,42 | PUL9042.DAT | 14/02/92 | 9050 | 1600 | 40 | 100 | Y | | | 72 | 0,49 | 0,84 | 0,58 | There is a difference in the factors of the two channels | Y |
| 1,42 | PUL9042.DAT | 14/02/92 | 9051 | 40 | 40 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,42 | PUL9042.DAT | 14/02/92 | 9052 | 57 | 1 | 140 | Y | | | 16 | 0,51 | 1 | 0,51 | | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | I suppose that the freq is 1,42 Ghz, just like the above scan at the log (I am having a doubt about this because they measured at 5 freq at the time) | Y |
| 1,42(?) | PUL1881.DAT | 21/05/92 | 1881 | 360 | 40 | 350 | Y | 1,055 | 35,579 | 38 | 0,36 | 0,76 | 0,48 | Problematic | N |
| 1,315 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5147 | 880 | 40 | 200 | Y | | | | | | | Problematic | N |
| 1,315 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5148 | 240 | 40 | 200 | Y | | | | | | | Problematic | N |
| 1,315 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5149 | 440 | 40 | 200 | Y | | | | | | | I believe the pulse is recorded twice. I will not study this sr | N |
| 1,315 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5150 | 360 | 40 | 200 | Y | | | 63 | 0,34 | 0,82 | 0,41 | Nice | Y |
| 1,315 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5151 | 880 | 40 | 200 | Y | | | 114 | 0,37 | 0,59 | 0,63 | Nice | Y |
| 1,410 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5152 | 40 | 40 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5153 | 880 | 40 | 200 | Y | | | 84 | 0,37 | 0,56 | 0,66 | Nice | Y |
| 1,510 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5154 | 80 | 40 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 1,510 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5155 | 880 | 40 | 200 | Y | | | 92 | 0,41 | 0,7 | 0,59 | Nice | Y |
| 1,615 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5156 | 40 | 40 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 1,615 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5157 | 880 | 40 | 200 | Y | | | 60 | 0,44 | 0,65 | 0,67 | Nice | Y |
| 1,710 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5158 | | | | | | | | | | | Problematic | N |
| 1,710 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5159 | 880 | 40 | 200 | Y | | | 51 | 0,41 | 0,59 | 0,68 | Nice | Y |
| 1,315 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5160 | 40 | 40 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,315 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5161 | 880 | 40 | 200 | Y | | | 142 | 0,25 | 0,52 | 0,49 | Nice | Y |
| 1,41 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5162 | 120 | 40 | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan | N |
| 1,41 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5163 | 880 | 40 | 200 | Y | | | 63 | 0,46 | 0,68 | 0,67 | Nice | Y |
| 1,51 | PUL5127.DAT | 01/06/92 | 5164 | 880 | 40 | 200 | Y | | | 69 | 0,44 | 0,8 | 0,55 | Nice | Y |
| 4,75(?) | PUL5160.DAT | 23/07/94 | 5160 | 800 | 40 | 70 | N | | | | | | | Just noise | N |
| 4,75(?) | PUL5161.DAT | 23/07/94 | 5161 | 4880 | 40 | 70 | Y | | | | | | | Pulse almost lost in noise | N |
| 4,75 | PUL5169.DAT | 28/11/93 | 5169 | 2440 | 40 | 70 | Y | | | 11 | 0,41 | | | | Y |
| 10,7 | PUL2350.DAT | 04/08/92 | 2354 | 3600 | 40 | 350 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 10,7 | PUL2479.DAT | 05/08/92 | 2494 | 1800 | 40 | 350 | Y | | | | | | | Too much noise | N |
| 10,7 | PUL2496.DAT | 05/08/92 | 2496 | 120 | 40 | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan | N |
| 10,5 | PUL2496.DAT | 05/08/92 | 2497 | 1160 | 40 | 350 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 4,75 | PUL9532.DAT | 13/08/95 | 9532 | 80 | 40 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| | | | | | | | | | | | | | | Quite nice but I can not add the two channels (the factors are not displayed). I will study Ch1. | N |
| 4,75 | PUL9532.DAT | 13/08/95 | 9533 | 800 | 40 | 358 | Y | | | 14 | 0,42 | | | Just noise | N |
| 4,75 | PUL9534.DAT | 13/08/95 | 9534 | 280 | 1 | 1000 | N | | | | | | | | N |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|----------|------|------|----|------|---|----------|---------|-----|------|-------|--------|---|---|
| 1,410 | PUL7957.DAT | 28/04/95 | 7957 | 860 | 43 | 80 | Y | | | | | | | Ch1 has the 1st peak higher than the 2nd. Ch2 has the opposite=>I will not study it | N |
| 1,410 | PUL7958.DAT | 28/04/95 | 7958 | 860 | 43 | 80 | Y | | | | | | | Ch1 has the 1st peak higher than the 2nd. Ch2 has the opposite=>I will not study it | N |
| 1,410 | PUL8714.DAT | 03/02/00 | 8714 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8715.DAT | 03/02/00 | 8715 | 191 | 1 | 100 | N | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL8715.DAT | 03/02/00 | 8716 | 3 | 1 | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8716.DAT | 03/02/00 | 8716 | 88 | 1 | 300 | N | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL8716.DAT | 03/02/00 | 8717 | 1 | 1 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8717.DAT | 03/02/00 | 8717 | 3995 | 1 | 200 | N | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL8717.DAT | 03/02/00 | 8718 | 1 | 1 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8896.DAT | 13/02/92 | 8897 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8896.DAT | 13/02/92 | 8898 | 731 | 43 | 100 | Y | 1,19(?) | 51,872 | 146 | 1,04 | 9,1 | 9,54 | Ch1 and Ch2 agree. Ch3 and Ch4 don't agree with each other and with Channels 1 and 2. | Y |
| 1,410 | PUL8896.DAT | 13/02/92 | 8899 | 860 | 43 | 59 | Y | 1,19(?) | 83,130 | 167 | 0,92 | 8,909 | 9,34 | Ch1 and Ch2 agree. Ch3 and Ch4 almost off. Ch1 has more noise than Ch2. | Y |
| 1,410 | PUL8896.DAT | 13/02/92 | 8900 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8896.DAT | 13/02/92 | 8901 | 215 | 43 | | | | | | | | | Problematic. I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL8896.DAT | 13/02/92 | 8902 | 129 | 43 | | | | | | | | | Problematic. I will not study this scan. | N |
| 1,410 | PUL8896.DAT | 13/02/92 | 8903 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL8896.DAT | 13/02/92 | 8904 | 860 | 43 | 50 | Y | 1,19(?) | 81,953 | 129 | 0,93 | 9,2 | 9,645 | Ch1 and Ch2 agree. Ch3 and Ch4 almost off. | Y |
| 1,410 | PUL8896.DAT | 13/02/92 | 8905 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| ? | PUL8923.DAT | 21/06/98 | 8923 | 132 | 1 | 1000 | N | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| ? | PUL8923.DAT | 21/06/98 | 8924 | 1 | 1 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9109 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9110 | 344 | 43 | 330 | Y | 0,955(?) | 111,938 | 522 | 1,07 | 9,24 | 9,687 | Nice | Y |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9111 | 350 | 5 | 330 | Y | 0,955(?) | 115,958 | 636 | 1,16 | 9,24 | 9,687 | Nice | Y |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9112 | 135 | 5 | 50 | Y | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9113 | 240 | 5 | 330 | Y | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9114 | 120 | 5 | 100 | Y | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9115 | 70 | 5 | 50 | Y | | | | | | | The pulse is at the edge of the spectrum=> I can not set the background right => I will not study this scan. There are also extra peaks before the pulse. | N |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9116 | 345 | 5 | 50 | Y | 0,955(?) | 133,007 | 228 | 0,99 | 9,25 | 9,697 | There is a slight difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. I will study this scan | Y |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9117 | 174 | 1 | 50 | Y | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9118 | 350 | 1 | 50 | Y | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9119 | 175 | 1 | 50 | Y | | | | | | | Too much noise | N |
| 1,410 | PUL9074.DAT | 14/02/92 | 9120 | 23 | 1 | 50 | Y | | | | | | | Too much noise | N |
| 1,410 | PUL5250.DAT | 27/08/91 | 5250 | 826 | 14 | 330 | N | | | | | | | There is a difference in the form of the pulse between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL5250.DAT | 27/08/91 | 5251 | 350 | 14 | 330 | N | | | | | | | There is a difference in the form of the pulse between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL5250.DAT | 27/08/91 | 5252 | 168 | 14 | 330 | N | | | | | | | There is a difference in the form of the pulse between Ch1 and Ch2. | N |
| 10,550 | PUL5417.DAT | 27/08/91 | 5420 | 860 | 43 | 330 | N | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 10,550 | PUL5417.DAT | 27/08/91 | 5421 | 860 | 43 | 170 | N | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 10,550 | PUL5417.DAT | 27/08/91 | 5422 | 1720 | 43 | 170 | Y | 0,95 | 0,104 | 7 | 0,57 | 9,35 | 9,802 | | Y |
| 10,550 | PUL5417.DAT | 27/08/91 | 5423 | 1720 | 43 | 170 | Y | 0,95 | 0,102 | 8 | 0,6 | 9,01 | 9,446 | | Y |
| 10,550 | PUL5417.DAT | 27/08/91 | 5424 | 1720 | 43 | 170 | Y | 0,95 | 0,104 | 7 | 0,68 | 9,35 | 9,802 | | Y |
| 10,550 | PUL5417.DAT | 27/08/91 | 5425 | 1720 | 43 | 170 | Y | 0,95 | 0,091 | 7 | 0,56 | 9,01 | 9,446 | | Y |
| 10,550 | PUL5554.DAT | 29/08/91 | 5555 | 301 | 43 | 330 | N | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 10,550 | PUL5554.DAT | 29/08/91 | 5556 | 1720 | 43 | 170 | Y | 0,71 | 0,087 | 6 | 0,77 | 9,86 | 10,337 | | Y |
| 10,550 | PUL5554.DAT | 29/08/91 | 5557 | 1720 | 43 | 170 | Y | 0,71 | 0,091 | 1 | 0,8 | | | Wrong resolution | Y |
| 10,550 | PUL5554.DAT | 29/08/91 | 5558 | 1720 | 43 | 170 | Y | 0,71 | 0,082 | 5 | 0,67 | 9,35 | 9,802 | | Y |
| 10,550 | PUL5554.DAT | 29/08/91 | 5559 | 1720 | 43 | 170 | Y | 0,71 | 0,076 | 7 | 0,67 | 9,35 | 9,802 | | Y |
| 10,550 | PUL5554.DAT | 29/08/91 | 5560 | 1720 | 43 | 170 | Y | 0,71 | 0,071 | 2 | 0,85 | | | Wrong resolution | Y |
| 1,410 | PUL6022.DAT | 01/09/91 | 6031 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL6022.DAT | 01/09/91 | 6032 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL6022.DAT | 01/09/91 | 6033 | 1720 | 43 | 150 | Y | | | | | | | Ch2 has too much noise. Ch1 is not very clear either I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL6022.DAT | 01/09/91 | 6034 | 1720 | 43 | 150 | Y | | | | | | | Ch2 has too much noise. Ch1 is not very clear either I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL6022.DAT | 01/09/91 | 6035 | 860 | 43 | 150 | Y | | | | | | | Too much noise | N |
| 1,410 | PUL6022.DAT | 01/09/91 | 6036 | 860 | 43 | 150 | Y | | | | | | | Too much noise | N |
| 1,410 | PUL6208.DAT | 02/09/91 | 6208 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL6208.DAT | 02/09/91 | 6209 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 1,410 | PUL6208.DAT | 02/09/91 | 6210 | 27 | 1 | 330 | N | | | | | | | The pulse is at the left edge of the spectrum. Furthermore there is a lot of noise for this frequency. | N |
| 1,410 | PUL6208.DAT | 02/09/91 | 6211 | 8 | 1 | 330 | Y | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 1,410 | PUL6208.DAT | 02/09/91 | 6212 | 60 | 10 | 330 | N | | | | | | | The pulse is at the left edge of the spectrum. Furthermore there is a lot of noise for this frequency. | N |
| 1,410 | PUL6208.DAT | 02/09/91 | 6213 | 1410 | 10 | 330 | Y | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL6214.DAT | 02/09/91 | 6214 | 3490 | 10 | 330 | Y | | | | | | | There is a difference in the form of the pulse between Ch1 and Ch2. | N |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------|----------|-------|-------|----|-----|---|-----|------|-------|-------|--|--|--|---|
| 1,410 | PUL7706.DAT | 09/09/91 | 7706 | 387 | 43 | 330 | N | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 1,410 | PUL7706.DAT | 09/09/91 | 7707 | 516 | 43 | 330 | Y | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 5 | PUL0171.DAT | 12/12/94 | 171 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL0603.DAT | 21/08/95 | 603 | 129 | 43 | 335 | N | | | | | | | No calibration window => I can not add the two channels | N |
| 5 | PUL0603.DAT | 21/08/95 | 604 | 1720 | 43 | 110 | Y | 312 | 0,92 | 8,69 | 9,11 | | | Ch1 and Ch2 agree. Ch3 and Ch4 off. | Y |
| 5 | PUL1522.DAT | 15/03/98 | 1530 | 731 | 43 | 335 | | | | | | | | Problematic. I will not study this scan. | N |
| 5 | PUL2806.DAT | 02/07/02 | 2806 | 10926 | 1 | 335 | Y | 245 | 0,9 | 9,38 | 9,833 | | | Ch1 and Ch2 agree. Ch3 and Ch4 off. | Y |
| 5 | PUL2806.DAT | 02/07/02 | 2807 | 1 | 1 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL3458.DAT | 08/07/02 | 3458 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL3459.DAT | 08/07/02 | 3459 | 3467 | 1 | 335 | Y | 219 | 1,01 | 8,71 | 9,131 | | | Ch1 and Ch2 agree almost. | Y |
| 5 | PUL3461.DAT | 08/07/02 | 3461 | 473 | 43 | 335 | Y | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 5 | PUL3899.DAT | 04/07/99 | 3899 | 516 | 43 | 335 | N | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 5 | PUL3901.DAT | 04/07/99 | 3901 | 473 | 43 | 335 | N | | | | | | | No calibration window => I can not add the two channels | N |
| 33(?) | PUL4470.DAT | 14/08/00 | 4470 | 10191 | 43 | 335 | N | | | | | | | No calibration window => I can not add the two channels | N |
| 33(?) | PUL4471.DAT | 14/08/00 | 4471 | 344 | 43 | 335 | Y | 121 | 1,16 | | | | | Very low noise. Log says 9mm, file 6cm.??? | Y |
| 5 | PUL4772.DAT | 21/01/97 | 4772 | 258 | 43 | 335 | N | | | | | | | No calibration window => I can not add the two channels | N |
| | | | | | | | | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 5 | PUL4772A.DAT | 21/01/97 | 4772 | 486 | 1 | 335 | N | | | | | | | Nice | Y |
| 5 | PUL4772A.DAT | 21/01/97 | 4773 | 4561 | 1 | 335 | Y | 210 | 1,09 | 9,045 | 9,482 | | | | Y |
| 5 | PUL4959.DAT | 25/09/95 | 4959 | 258 | 43 | 335 | N | | | | | | | No calibration window => I can not add the two channels | N |
| 5 | PUL5076.DAT | 27/11/93 | 5081 | 129 | 43 | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL5076.DAT | 27/11/93 | 5082 | 292 | 1 | 66 | Y | 45 | 1,17 | 1,782 | 1,868 | | | Quite a lot of noise | Y |
| 5 | PUL5082B.DAT | 27/11/93 | 5082 | 435 | 1 | 66 | Y | 67 | 0,99 | 1,782 | 1,868 | | | Ch4 off | Y |
| 5 | PUL5083A.DAT | 27/11/93 | 5083A | 388 | 1 | 66 | Y | 69 | 1,01 | 1,782 | 1,868 | | | Ch4 off | Y |
| 5 | PUL5083B.DAT | 27/11/93 | 5083B | 88 | 1 | 66 | Y | 22 | 0,78 | 1,782 | 1,868 | | | Ch4 off | Y |
| 5 | PUL5086.DAT | 27/11/93 | 5086 | 19 | 1 | 66 | Y | 11 | 0,83 | | | | | Quite a lot of noise. Wrong resolution | Y |
| 5 | PUL5087A.DAT | 27/11/93 | 5087A | 276 | 1 | 66 | Y | 49 | 1,22 | 1,782 | 1,868 | | | Ch4 off | Y |
| 5 | PUL5087B.DAT | 27/11/93 | 5087B | 239 | 1 | 66 | Y | 41 | 1,23 | 1,716 | 1,799 | | | Ch4 off | Y |
| 5 | PUL5087C.DAT | 27/11/93 | 5087C | 390 | 1 | 66 | Y | 50 | 1,2 | 1,716 | 1,799 | | | Ch4 off | Y |
| 5 | PUL5088A.DAT | 27/11/93 | 5088A | 160 | 1 | 66 | Y | 24 | 0,99 | 1,716 | 1,799 | | | Ch4 off | Y |
| 5 | PUL5088B.DAT | 27/11/93 | 5088B | 433 | 1 | 66 | Y | 32 | 0,99 | 1,716 | 1,799 | | | Ch4 off | Y |
| 5 | PUL5088C.DAT | 27/11/93 | 5088C | 371 | 1 | 66 | Y | 33 | 0,96 | 1,782 | 1,868 | | | Ch4 off | Y |
| 5 | PUL5088D.DAT | 27/11/93 | 5088D | 63 | 1 | 66 | Y | 12 | 0,97 | | | | | Ch4 off. Wrong resolution | Y |
| 5 | PUL5089A.DAT | 27/11/93 | 5089A | 38 | 1 | 66 | Y | 12 | 1,76 | | | | | Ch4 off. Wrong resolution | Y |
| 5 | PUL5906.DAT | 02/03/02 | 5906 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL5907.DAT | 02/03/02 | 5907 | 1025 | 1 | 335 | Y | | | | | | | Problematic. I will not study this scan. | N |
| 5 | PUL6557.DAT | 16/07/97 | 6557 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL6557.DAT | 16/07/97 | 6558 | 56029 | 43 | 335 | Y | 439 | 0,84 | 8,71 | 9,131 | | | Nice. All 4 channels | Y |
| 5 | PUL6557.DAT | 16/07/97 | 6559 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL6567.DAT | 15/11/95 | 6567 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL6568.DAT | 15/11/95 | 6568 | 344 | 43 | 335 | N | | | | | | | Problematic. I will not study this scan. | N |
| 5 | PUL6569.DAT | 15/11/95 | 6569 | 129 | 43 | | | | | | | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL6570.DAT | 15/11/95 | 6570 | 3483 | 43 | 150 | Y | 191 | 0,92 | 9,15 | 9,592 | | | Ch3 and Ch4 off. | Y |
| 5 | PUL7486.DAT | 16/01/00 | 7486 | 7138 | 43 | 335 | N | | | | | | | No calibration window => I can not add the two channels | N |
| 5 | PUL8568.DAT | 30/01/00 | 8568 | 119 | 1 | 335 | N | | | | | | | No calibration window => I can not add the two channels | N |
| 5 | PUL8568.DAT | 30/01/00 | 8569 | 1 | 1 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| | | | | | | | | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 5 | PUL8569.DAT | 30/01/00 | 8569 | 88 | 1 | 150 | N | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL8569.DAT | 30/01/00 | 8570 | 1 | 1 | | | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 5 | PUL8570.DAT | 30/01/00 | 8570 | 4184 | 1 | 150 | N | | | | | | | Only 4 blocks,int 1=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL8570.DAT | 30/01/00 | 8571 | 4 | 1 | | | | | | | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | N |
| 5 | PUL8571.DAT | 30/01/00 | 8571 | 5661 | 1 | 150 | N | | | | | | | Only 10 blocks,int 1=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL8571.DAT | 30/01/00 | 8572 | 10 | 1 | | | | | | | | | Problematic. The pulse is not visible | N |
| 5 | PUL8572.DAT | 30/01/00 | 8572 | 180 | 30 | 470 | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 4,75 | PUL8804.DAT | 05/04/93 | 8806 | 86 | 43 | | | | | | | | | | Y |
| 4,75 | PUL8804.DAT | 05/04/93 | 8807 | 5203 | 43 | 66 | Y | 107 | 1,02 | 1,848 | 1,937 | | | Ch1 and Ch2 agree almost. | Y |
| 4,75 | PUL8804.DAT | 05/04/93 | 8808 | 5246 | 43 | 66 | Y | 103 | 1,08 | 1,782 | 1,868 | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL9568.DAT | 14/08/95 | 9568 | 43 | 43 | | | | | | | | | Ch3 and Ch4 off. | Y |
| 5 | PUL9568.DAT | 14/08/95 | 9569 | 860 | 43 | 335 | Y | 222 | 1,53 | 9,045 | 9,482 | | | Only 3 blocks=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL9622.DAT | 06/11/99 | 9622 | 129 | 43 | | | | | | | | | Problematic. I will not study this scan. | N |
| 5 | PUL9623.DAT | 06/11/99 | 9623 | 73 | 1 | 335 | | | | | | | | Problematic. I will not study this scan. | N |
| 5 | PUL9623.DAT | 06/11/99 | 9624 | 5159 | 1 | 150 | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL9829.DAT | 17/08/95 | 9829 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL9830.DAT | 17/08/95 | 9830 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL9830.DAT | 17/08/95 | 9831 | 2580 | 43 | 110 | | 78 | 0,98 | 8,91 | 9,341 | | | Ch1 and Ch2 agree almost. | Y |
| 5 | PUL9830.DAT | 17/08/95 | 9832 | 860 | 43 | 110 | | 36 | 0,97 | 8,8 | 9,225 | | | Ch1 and Ch2 agree. Ch3 and Ch4 off. | Y |
| 5 | PUL9952.DAT | 29/03/02 | 9952 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL6385.DAT | 03/09/91 | 6408 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL6385.DAT | 03/09/91 | 6409 | 860 | 43 | 330 | N | 18 | 0,97 | | | | | Ch2 has too much noise. I studied only Ch1. | Y |
| | | | | | | | | | | | | | | Only Ch2 has recorded the pulse but there is noise. I will not study this scan. | N |
| 5 | PUL7353.DAT | 08/09/91 | 7353 | 387 | 43 | 330 | N | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 5 | PUL7353.DAT | 08/09/91 | 7354 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only Ch2 has recorded the pulse but there is noise. I will not study this scan. | N |
| 5 | PUL7353.DAT | 08/09/91 | 7355 | 172 | 43 | 600 | N | | | | | | | Problematic (there is an extra calibration window??). I will not study this scan. | N |
| 5 | PUL7353.DAT | 08/09/91 | 7356 | 430 | 43 | 600 | Y | | | | | | | The pulse is barely seen. Too much noise also. | N |
| 10,55 | PUL5664.DAT | 29/08/91 | 5673 | 258 | 43 | 330 | N | | | | | | | Ch3 and Ch4 off. Too much noise | Y |
| 10,55 | PUL5664.DAT | 29/08/91 | 5674 | 1720 | 43 | 170 | Y | 6 | 0,71 | 8,5 | 8,911 | | | Ch3 and Ch4 off. Too much noise. Difference in the heights of the peaks between Ch1 and Ch2. | Y |
| 10,55 | PUL5664.DAT | 30/08/91 | 5675 | 1720 | 43 | 170 | Y | 5 | 0,77 | 9,35 | 9,802 | | | Ch3 and Ch4 off. Too much noise | Y |
| 10,55 | PUL5664.DAT | 30/08/91 | 5676 | 1720 | 43 | 170 | Y | 6 | 0,73 | 9,35 | 9,802 | | | I can not see the pulse | N |
| 30 | PUL0683.DAT | 02/07/94 | 683 | 10707 | 43 | 66 | N | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 30 | PUL0775.DAT | 02/07/94 | 775 | 5676 | 43 | 66 | N | | | | | | | | N |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--------------|----------|------|-------|----|------|---|-----|------|-------|--------|--|--|---|---|
| 30 | PUL0775.DAT | 02/07/94 | 776 | 6923 | 43 | 66 | Y | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 30 | PUL0775.DAT | 02/07/94 | 777 | 3483 | 43 | 66 | Y | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 30 | PUL0778.DAT | 02/07/94 | 778 | 5203 | 43 | 66 | Y | | | | | | | I can not see the pulse | N |
| 8,5 | PUL1408.DAT | 18/01/03 | 1408 | 5222 | 1 | 335 | Y | 150 | 0,97 | 9,38 | 9,833 | | | There is a difference in the height of the peaks between Ch1 and Ch2. | Y |
| 8,5 | PUL1408.DAT | 18/01/03 | 1409 | 0 | | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| ? | PUL1932.DAT | 26/09/98 | 1932 | 0 | 43 | 335 | | | | | | | | 0 pulses?! can see noise though. Problematic anyway | N |
| 30 | PUL2360.DAT | 07/02/94 | 2363 | 10535 | 43 | 66 | N | | | | | | | Just noise | N |
| 30 | PUL2364A.DAT | 07/02/94 | 2364 | 9202 | 43 | 66 | Y | | | | | | | Just noise | N |
| 30 | PUL2364B.DAT | 07/02/94 | 2364 | 43 | 43 | | | | | | | | | Only 1 block=>I will not study this scan | N |
| 8,5 | PUL3375.DAT | 15/07/94 | 3375 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 8,5 | PUL3376.DAT | 15/07/94 | 3376 | 1161 | 43 | 66 | Y | | | | | | | Ch2 is problematic=>I will not study this scan | N |
| 8,5 | PUL3377.DAT | 15/07/94 | 3377 | 860 | 43 | 66 | Y | | | | | | | Ch2 is problematic=>I will not study this scan | N |
| 8,5 | PUL3378.DAT | 15/07/94 | 3378 | 860 | 43 | 66 | Y | | | | | | | Ch2 is problematic=>I will not study this scan | N |
| 8,5 | PUL3378.DAT | 15/07/94 | 3379 | 1720 | 43 | 66 | Y | 18 | 0,77 | | | | | There is quite a lot of noise. Wrong resolution | Y |
| 42,9 | PUL4375.DAT | 18/12/99 | 4375 | 540 | 12 | 1159 | N | | | | | | | Problematic | N |
| 42,9 | PUL4376.DAT | 18/12/99 | 4376 | 96 | 12 | 1159 | N | | | | | | | Problematic | N |
| 42,9 | PUL4377.DAT | 18/12/99 | 4377 | 96 | 12 | 1159 | N | | | | | | | Problematic | N |
| 1 | PUL4620.DAT | 16/02/00 | 4620 | 172 | 43 | 335 | Y | 54 | 1,24 | 10,05 | 10,536 | | | | Y |
| 10,7 | PUL5064.DAT | 23/07/94 | 5064 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 10,7 | PUL5065.DAT | 23/07/94 | 5065 | 3139 | 43 | 66 | Y | | | | | | | Ch 1 is problematic. I will not study this scan | N |
| 8,5 | PUL5307A.DAT | 25/07/94 | 5307 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 8,5 | PUL5307B.DAT | 25/07/94 | 5307 | 14 | 1 | 66 | N | | | | | | | Just noise | N |
| 8,5 | PUL5308.DAT | 25/07/94 | 5308 | 2494 | 1 | 66 | Y | 38 | 0,67 | 1,782 | 1,868 | | | | Y |
| 8,5 | PUL5309.DAT | 25/07/94 | 5309 | 1179 | 1 | 66 | Y | 22 | 0,65 | | | | | Ch4 off | Y |
| 8,5 | PUL7829.DAT | 27/11/94 | 7829 | 215 | 43 | 66 | N | | | | | | | | N |
| 8,5 | PUL7829.DAT | 27/11/94 | 7830 | 1720 | 43 | 66 | Y | 26 | 0,72 | 1,782 | 1,868 | | | | Y |
| 8,5 | PUL7831.DAT | 27/11/94 | 7831 | 3483 | 43 | 66 | Y | 13 | 0,66 | | | | | Wrong resolution | Y |
| 8,5 | PUL7831.DAT | 27/11/94 | 7832 | | | | | | | | | | | I can not add the two channels due to the fact that the one ctor is not displayed | N |
| 10,7 | PUL8026.DAT | 01/08/95 | 8026 | 86 | 43 | | | | | | | | | Only 2 blocks=>I will not study this scan | N |
| 10,7 | PUL8027.DAT | 01/08/95 | 8027 | 3311 | 1 | 335 | Y | 33 | 1,17 | 9,045 | 9,482 | | | | Y |

Βιβλιογραφία

1. Bartel N., Morris D., Sieber W., Hankins T.H., “The mode-switching phenomenon in pulsars”, *Astrophys. J.*, 258, 776-789, (1982)
2. Βάρβογλης Χ., Σεραδάκης Γ.Χ., Εισαγωγή στη σύγχρονη αστρονομία, Θεσσαλονίκη, 1994
3. Gil J., Gupta Y., Gothoskar P.B., Kijak J., “Frequency Dependence of Pulsar Radiation Patterns”, *Astrophys.J.*, 565, 500-510 (2002)
4. Gil J.A., Sendyk M., “Spark Model for Pulsar Radiation Modulation Patterns”, *Astrophys.J.*, 541, 351-366 (2000)
5. Gil J., Gronkowski P., Rudnicki W., “Geometry of the emission region of 0950+08”, *Astron.Astrophys.* 132, 312-316 (1984)
6. Huguenin G.R., Taylor J.H. and Helfand D.J., “Slow variations of pulsar intensities”, *Astrophys. J. (Letters)*, 181, L139-L142 (1973)
7. Kijak J., Gil J., “Structure of pulsar beams: Conal versus patchy”, *Astron.Astrophys.* 392, 189-196 (2002)
8. Lorimer D.R., “Binary and Millisecond Pulsars”, *Living Rev. Relativity*, 8, (2005), 7, <http://www.livingreviews.org/lrr-2005-7>
9. Lyne A.G., Graham-Smith F., *Pulsar Astronomy*, Cambridge University Press, 1990
10. Manchester R.N., Taylor J.H. *Pulsars*, 1977
11. Manchester R.N., Taylor J.H., Huguenin G.R., “Observations of pulsar radio emission. II - Polarization of individual pulses”, *Astrophys.J.*, 196, 83-102 (1975)
12. Rankin J.M., “Toward an empirical theory of pulsar emission: VI.The geometry of the conal emission region”, *Astrophys.J.*, 405, 285-297 (1993)
13. Rankin J.M., “Toward an empirical theory of pulsar emission. III.Mode changing, Drifting subpulses, and pulse nulling”, *Astrophys.J.*, 301, 901-922 (1986)
14. Rankin J.M., “Toward an empirical theory of pulsar emission. I.Morphological taxonomy”, *Astrophys.J.*, 274, 333-358 (1983)
15. Seiradakis J.H., Gil J.A., Graham D.A., Jessner A., Kramer M., Malofeev V.M., Sieber W., Wielebinski R., “Pulsar profiles at high frequencies. I. The data”, *Astron.Astrophys.Suppl.Ser.* 111, 205-227 (1995)
16. Σεραδάκης Γ.Χ., Σημειώσεις ραδιοαστρονομίας, Θεσσαλονίκη, 2004

17. Taylor J.H., Manchester R.N., Huguenin G.R., "Observations of pulsar radio emission. I - Total-intensity measurements of individual pulses", *Astrophys.J.*, 195, 513-528 (1975)
18. http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/know_11/pulsars.html
19. <http://www.atnf.csiro.au/research/pulsar/psrcat/>
20. www.iiap.res.in/admin/PostDocuments/Gangadhara_Colloq.pdf