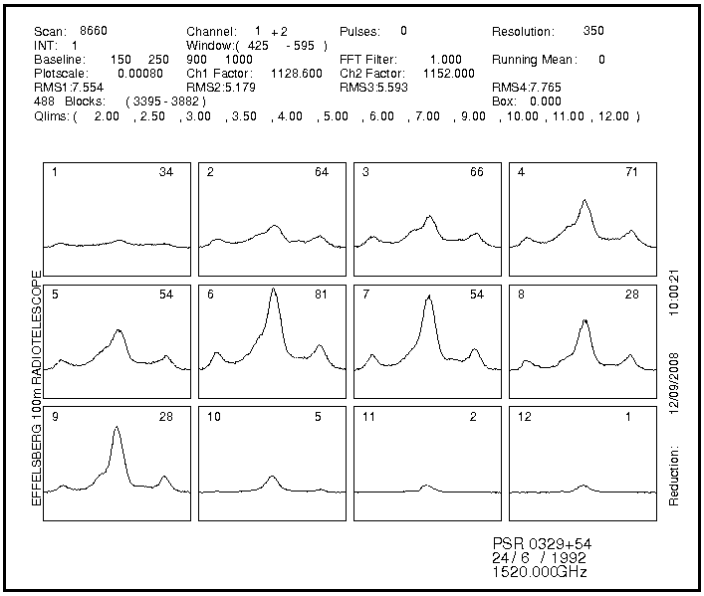
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Φυσικής
Τομέας Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής
Εργαστήριο Αστρονομίας

Μελέτη των μεμονωμένων παλμών των πάλσαρς ως συνάρτηση της ακτινοβολίας τους

Ελισάβετ Προέδρου



Επιβλέπων Καθηγητής:
Ιωάννης-Hugh Seiradakis

Θεσσαλονίκη Οκτώβριος 2008

Περίληψη

Αντικείμενο αυτής της Πτυχιακής Εργασίας είναι η μελέτη των μεμονωμένων παλμών των pulsars PSR 0525+21, PSR 0329+54 και PSR 1822-09 συναρτήσει της ακτινοβολίας τους. Η μελετάται η συμπεριφορά της κύριας συνιστώσας, της πρώτης και δεύτερης συνιστώσας ως συνάρτηση της έντασης των παλμών. Οι παλμοί χωρίζονται σε δώδεκα κατηγορίες σύμφωνα με την μέγιστη τιμή των παλμών τους. Τα προφίλ δημιουργούνται μελετώνται και οι μέγιστες τιμές των παλμών καταγράφονται. Η μελέτη καταδεικνύει ο λόγος της Πρώτης προς την Κύρια συνιστώσα και ο λόγος της Δεύτερης προς την Κύρια συνιστώσα ελαττώνεται με την αύξηση της κλασματικής έντασης (σίγμα). Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται για τον λόγο της Δεύτερης προς την Πρώτη συνιστώσα σε δύο από τις τρεις καταγραφές του πάλσαρ PSR 0329+54. Στην τρίτη καταγραφή παρατηρείται αύξηση αντί για μείωση με την αύξηση του σίγμα, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με τις άλλες δύο καταγραφές. Μελέτη περισσότερων πάλσαρ είναι απαραίτητη για την καλύτερη κατανόηση και εξήγηση του φαινομένου.

Περίληψη στην Αγγλική - Abstract

The subject of this theses is the study of the single pulses of pulsars Pulsar PSR 0525+21, Pulsar PSR 0329+54 and Pulsar PSR 1822-09 in correlation to their emitted radiation. The behaviour of the core (main) components and conal (first & second) components in connection with their intensity, is investigated. The pulses are distributed to twelve categories according to their maximum intensities. The resulting profiles are studied and the maximum values of each component recorded. The study reveals that the First to Main and Second to Main component's ratio decreases as the fractionated intensity (sigma) increases. The same phenomenon occurs for the Second to First component's ratio for two out of the three scans from PSR 0329+54. Increase instead of decrease is for the Second to First component's ratio with the increase of the sigma in contrast to the rest of the results. Study of more pulsars is needed for these results to be explained and theories created.

Περιεχόμενα:

(Α) Εισαγωγή:

(Β) Πειραματικά Δεδομένα:

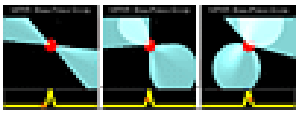
(Α) Εισαγωγή

1. Μια σύντομη Ιστορία της ανακάλυψης των πάλσαρ

Η λέξη πάλσαρ προέρχεται από τη σύντμηση της λέξης 'παλλόμενος αστέρας' και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1967. Ο πρώτος πάλσαρ παρατηρήθηκε από την Jocelyn Bell Burnell και τον Antony Hewish τον Ιούλιο του 1967. Αρχικά η αφύσικη κανονικότητα της εκπομπή του προκάλεσε πολλά ερωτήματα, μάλιστα το αποκάλεσαν LGM-1, (Little Green Men: Μικροί Πράσινοι Άνθρωποι). Η υπόθεση ότι τα σήματα προέρχονταν από εξωγήινους πολιτισμούς, δεν μελετήθηκε ποτέ σοβαρά, έγινε όμως αρκετή συζήτηση για τις πιθανές επιπτώσεις, αν αποδεικνυόταν ότι ήταν. Ο πάλσαρ ονομάστηκε αργότερα CP 1919 και είναι γνωστός με πολλά ονόματα, PSR 1919+21, PSR B1919+21 και PSR J1921+2153. Παρόλο που ο CP 1919 εκπέμπει μόνο στα ραδιοκύματα, οι πάλσαρς εκπέμπουν και στις ακτίνες-Χ και/ή τις ακτίνες -γ.

Το 1968 οι Thomas Gold και τον Franco Pacini πρότειναν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον, ότι οι πάλσαρς ήταν περιστρεφόμενοι αστέρων νετρονίων. Η θεωρία επιβεβαιώθηκε με την ανακάλυψη του πάλσαρ στο νεφέλωμα του Καρκίνου που εμφάνιζε πολύ μικρή περίοδο (33-millisecond).

Πολλά από τα κύρια χαρακτηριστικά των πάλσαρς, που εκπέμπουν στο φάσμα των ραδιοκυμάτων καθιερώθηκαν λίγο μετά την ανακάλυψη τους από τους Jocelyn Bell Burnell και Antony Hewish. Υπάρχουν ακόμη πολλές ερωτήσεις που δεν έχουν απαντηθεί, ιδιαίτερα σχετικά με τον μηχανισμό εκπομπής τους. Το βασικό μοντέλο που έχει καθιερωθεί είναι γνωστό ως το μοντέλο του Φάρου. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, οι πάλσαρς είναι ταχέως περιστρεφόμενοι, υψηλά μαγνητισμένοι αστέρες νετρονίων που σχηματίστηκαν ως αποτέλεσμα της έκρηξης ενός υπερκαινοφανούς με μάζα 5-10 μάζες Ηλίου. Το μοντέλο αυτό φαίνεται στο Σχήμα 1 παρακάτω.



Σχήμα 1: *Ο περιστρεφόμενος αστέρας νετρονίου*

Στους αστέρες νετρονίων, τα φορτισμένα σωματίδια επιταχύνονται κατά μήκος των μαγνητικών γραμμών στην μαγνητόσφαιρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την επιτάχυνση των σωματιδίων, τα οποία με τη σειρά τους εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κυρίως στην περιοχή των ραδιοκυμάτων, με την μορφή μιας σειράς παλμών που παράγονται καθώς ο μαγνητικός άξονας τέμνει την ακτίνα όρασης του παρατηρητή σε κάθε περιστροφή. Η περίοδος των παλμών είναι η περίοδος περιστροφής του αστέρα νετρονίων.

2. Προφίλ των πάλσαρ

Η μέση τιμή της πυκνότητας ροής, στα 400 MHz παίρνει τιμές μεταξύ 1 και 100 mJy (1 Jy = 10^{-26} $Wm^{-2}Hz^{-1}$). Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται η πρόσθεση πολλών εκατοντάδων παλμών για να παραχθεί ένα ευδιάκριτο προφίλ. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό είναι, ότι παρόλο που οι μεμονωμένοι παλμοί διαφέρουν πολύ μεταξύ τους, το ολοκληρωμένο προφίλ παραμένει σταθερό σε οποιαδήποτε συχνότητα και αν παρατηρηθεί, και είναι το χαρακτηριστικό αποτύπωμα του κάθε πάλσαρ.

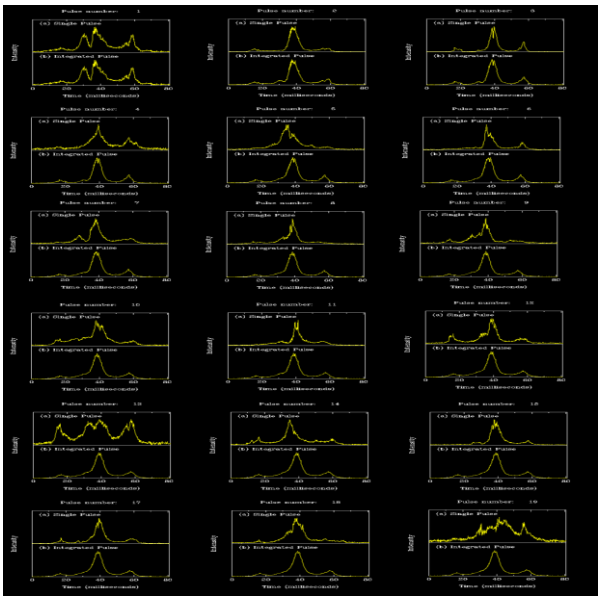
(i) Ολοκληρωμένο προφίλ

Το πιο εντυπωσιακό χαρακτηριστικό των πάλσαρς είναι η κανονικότητα της περιόδου των παλμών τους. Τόσο ο χρόνος άφιξης όσο και η πόλωση των μεμονωμένων παλμών μεταβάλετε σε μεγάλη κλίμακα.

Τα μεμονωμένα προφίλ σχηματίζονται με την υπέρθεση μια αλληλουχίας μερικών εκατοντάδων μεμονωμένων παλμών. Αυτό επιτυγχάνεται με δειγματοληψία του ραδιοφωνικού σήματος σε μικρά χρονικά διαστήματα και με την υπέρθεση της αλληλουχίας των δειγμάτων αυτών στην περίοδο του πάλσαρ. Αφού οι μεμονωμένοι παλμοί είναι συχνά πολωμένοι, είναι απαραίτητο να εξασφαλίσουμε ότι η ολική ισχύς έχει καταγραφεί. Άρα οι δύο ορθογώνια πολωμένες καταστάσεις της πόλωσης πρέπει να ληφθούν ξεχωριστά και να προστεθούν.

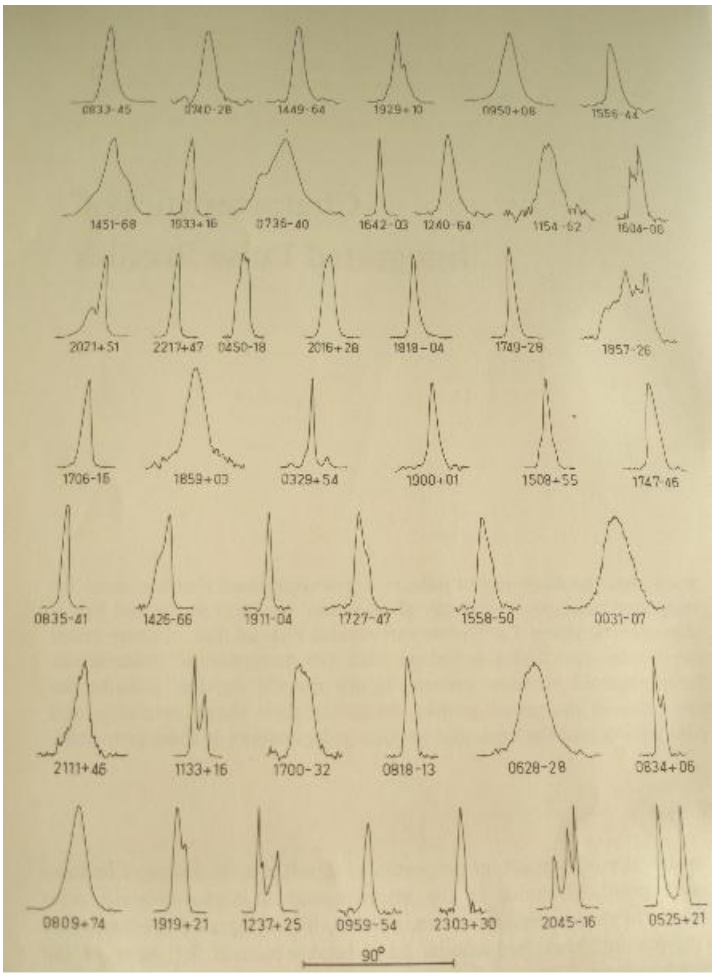
Τα ολοκληρωμένα προφίλ των πάλσαρς παραμένουν σταθερά σε σχήμα και πόλωση για μεγάλες χρονικές περιόδους. Αυτός είναι και ο λόγος που το ολοκληρωμένο προφίλ είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό της εκπομπής των πάλσαρ. Επειδή το σχήμα, η ισχύς και η θέση των μεμονωμένων παλμών διαφέρει πολύ από παλμό σε παλμό είναι φανερό, ότι η μορφή του ολοκληρωμένου προφίλ, εξαρτάται από τον αριθμό των μεμονωμένων παλμών που θα ολοκληρωθούν για τη δημιουργία του.

Χρήσιμες πληροφορίες παίρνουμε απομονώνοντας τυπικές ιδιότητες του ολοκληρωμένου προφίλ, παραδείγματος χάρη το μέσο πλάτος του. Ο λόγος σήματος-θορύβου στο ολοκληρωμένο προφίλ βελτιώνεται με την χρήση αποδέκτη μεγαλύτερου εύρους ζώνης και με ολοκλήρωση των χρόνων. Είναι όμως απαραίτητο να περιορίσουμε το εύρος ζώνης για τα πάλσαρ με μεγάλα μέτρα διασποράς.



Σχήμα 2*: Μεταβολή του ολοκληρωμένου προφίλ με την αύξηση των παλμών*

Λόγω της βελτίωσης του λόγου σήματος προς το θόρυβο σε πολλές διαφορετικές συχνότητες, έχουμε κατορθώσει να πάρουμε τα ολοκληρωμένα προφίλ των περισσότερων γνωστών πάλσαρ. Αυτές οι παρατηρήσεις είναι συχνά πολύπλοκες, με πολλαπλές συνιστώσες ή αναγνωρίσιμες κορυφές και κάθε πάλσαρ έχει ένα μοναδικό προφίλ. Στα προφίλ των περισσότερων πάλσαρ κυριαρχεί μία συνιστώσα, αλλά είναι συνηθισμένοι και πάλσαρ με προφίλ πολλαπλών συνιστωσών. Το βασικό σχήμα ενός προφίλ με πολλαπλές συνιστώσες είναι συνήθως 'διπλό' και έχει δύο κύριες κορυφές που συνδέονται με μια περιοχή σέλας. Ολοκληρωμένα προφίλ 45 πάλσαρ, με ποικιλία σχημάτων φαίνονται παρακάτω.



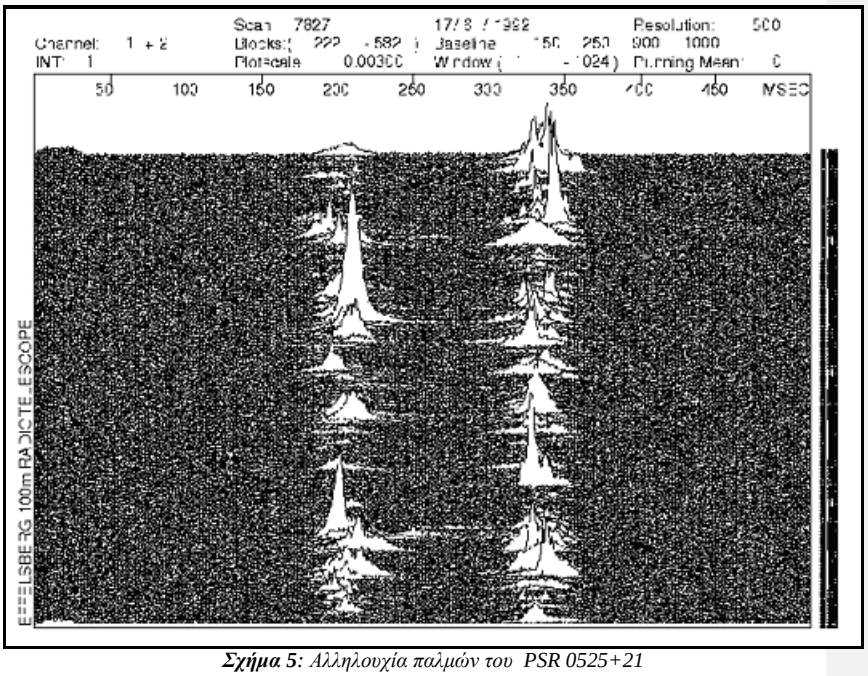
Σχήμα 3*: Ολοκληρωμένα προφίλ 45 πάλσαρ, όλα σχεδιασμένα για την ίδια κλίμακα πλάτους. Τα προφίλ καταγράφηκαν σε συχνότητες μεταξύ 400 και 650 MHz και τοποθετήθηκαν σε σειρά αυξανόμενης περιόδου.*

Το σχήμα του ολοκληρωμένου προφίλ εξαρτάται ελαφρά από την συχνότητα παρατήρησης (γενικά οι ιδιότητες των πάλσαρ δεν εξαρτώνται από την συχνότητα, αλλά έχουν παρατηρηθεί κάποιες συστηματικές αλλαγές τους σε έναν σημαντικό αριθμό πάλσαρ.) Για τους πάλσαρ με διπλό προφίλ οι Craft & Comella (1968) βρήκαν ότι η απόσταση μεταξύ δύο κορυφών έχει την τάση να αυξάνει στις χαμηλότερες συχνότητες και συχνά η απόσταση μεταξύ αναγνωρίσιμων συνιστωσών ποικίλει με τη συχνότητα.

(ii) Μεμονωμένοι παλμοί

Η καλά οργανωμένη, χαρακτηριστική συμπεριφορά του ολοκληρωμένου προφίλ των πάλσαρς, γίνεται πολύ πιο αιφνιδιαστική, όταν κάποιος εξετάζει σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια την πολυπλοκότητα και την ποικιλία των μεμονωμένων παλμών που προστίθωνται για να δημιουργηθεί το ολοκληρωμένο προφίλ. Η ένταση και η μορφή των παλμών ποικίλει από παλμό σε παλμό σε μια πολύ σύντομη χρονική κλίμακα. Η ένταση, το σχήμα και η πολικότητα των μεμονωμένων παλμών

από ένα συγκεκριμένο πάλσαρ ποικίλουν σε μεγάλο βαθμό, από την μια περίοδο στην επόμενη. Γενικά δεν έχουν την ίδια μορφή με το ολοκληρωμένο προφίλ.
Η αλληλουχία των παλμών μπορεί να εμφανίζει τόσο χαοτικές διακυμάνσεις ώστε να είναι δύσκολο να πιστέψει κανείς ότι η υπέρθεση μερικών εκατοντάδων παλμών μας δίνει το ολοκληρωμένο προφίλ. Μια τέτοια ακολουθία από τον PSR 0525+21 φαίνεται παρακάτω.



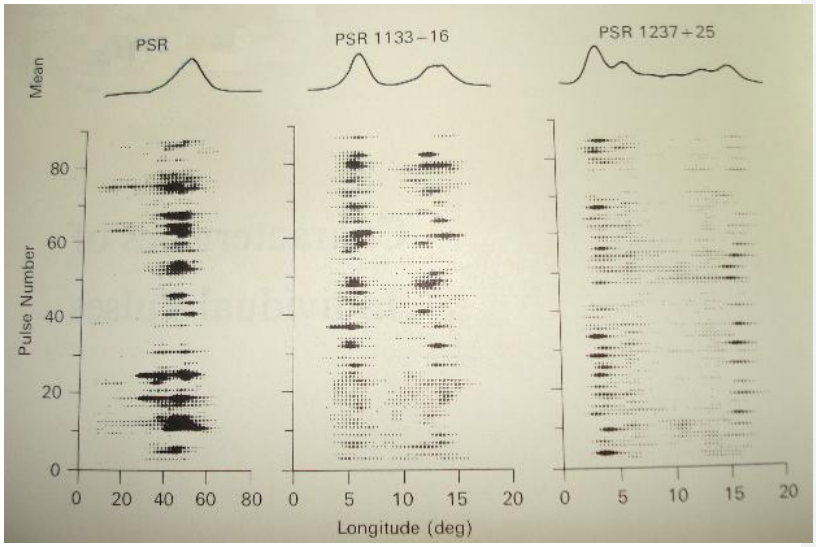
Σχήμα 5: *Αλληλουχία παλμών του PSR 0525+21*

Οι μεμονωμένοι παλμοί συχνά έχουν πλάτος ίσο με το ένα δέκατο ή και λιγότερο του πλάτους του ολοκληρωμένου προφίλ. Μπορεί να εμφανίζονται σε τυχαίες θέσεις του προφίλ, η εμφάνιση τους όμως δεν είναι απολύτως τυχαία. Συχνά διαδοχικοί παλμοί εμφανίζονται ως στενοί παλμοί στην ίδια σχεδόν θέση. Σε μερικούς πάλσαρς η αλληλουχία πολλών παλμών συσχετίζεται με αυτόν τον τρόπο. Συχνά παρατηρείται μια αργοκίνητη μετατόπιση της φάσης (θέσης), συνήθως προς το αρχικό κομμάτι του προφίλ. Πολλοί πάλσαρς εκπέμπουν παλμούς με δύο ή περισσότερες συνιστώσες. Αυτό σε συνδυασμό με την χαρακτηριστική παρατηρούμενη πόλωση στο εσωτερικό της περιορισμένου εύρους συνιστώσας, έχει οδηγήσει στην απομόνωση της ως βασικής συνιστώσας της ακτινοβολίας των πάλσαρς. Αυτοί οι παλμοί είναι γνωστοί ως 'υποπαλμοί'.

Υποπαλμοί

Οι μεμονωμένοι παλμοί αποτελούνται από ένα ή περισσότερους υποπαλμούς. Αυτοί οι υποπαλμοί, φαίνεται ότι είναι η βασική μονάδα εκπομπής και έχουν μια σχετικά απλό, σχεδόν Γκαουσιανό σχήμα και πλάτος μεταξύ 3-10 βαθμούς μήκους. Οι υποπαλμοί εμφανίζονται σε ποικίλα μήκη στο εσωτερικό του ολοκληρωμένου προφίλ και συχνά επικαλύπτονται. Έτσι δύο ή περισσότεροι υποπαλμοί εμφανίζονται σε έναν μεμονωμένο παλμό. Οι συνιστώσες ή κορυφές σχηματίζονται στο

ολοκληρωμένο προφίλ όταν οι υποπαλμοί είναι πιο δυνατοί και/ή εμφανίζονται πιο συχνά σε συγκεκριμένο μήκος. Διαγράμματα μήκους-χρόνου των αυξομειώσεων της ένταση, σε αλληλουχίες μεμονωμένων παλμών από τρία πάλσαρς φαίνονται στο Σχήμα 6. Αυτά τα διαγράμματα δείχνουν ότι οι υποπαλμοί είναι γενικά στενοί σε σύγκριση με το ολοκληρωμένο προφίλ και εμφανίζονται σε συγκεκριμένα μήκη. Αυτό είναι ιδιαίτερα αληθινό για πάλσαρ με πολλαπλές συνιστώσες, όπως ο PSR 1133+16 and PSR 1237+25.



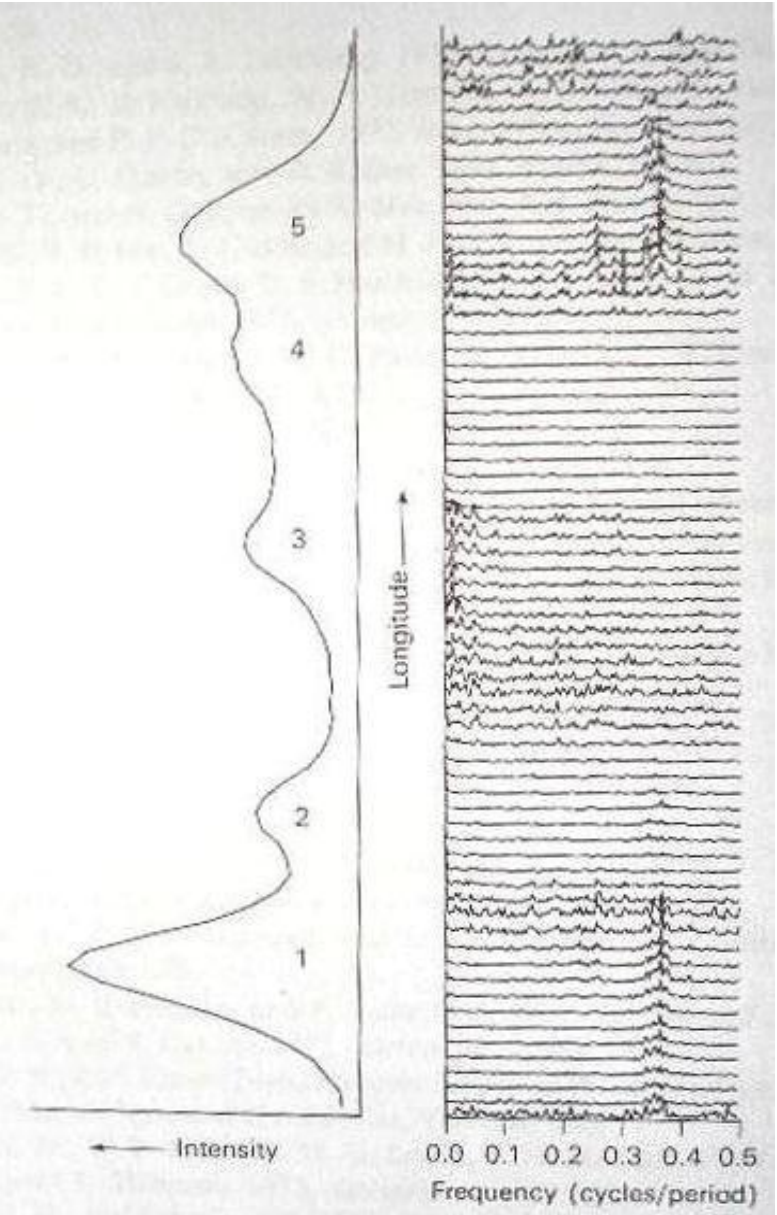
***Σχήμα 6**: Τα διαγράμματα γεωγραφικού πλάτους-χρόνου για τους τρεις πάλσαρς δείχνουν τις αυξομειώσεις το σχήμα και τη μορφή μιας σειράς μεμονωμένων παλμών. Κάθε οριζόντια σειρά κουκίδων αντιπροσωπεύει ένα παλμό . Το μέγεθος της κουκίδας δείχνει την ένταση των παλμών. Οι διαδοχικοί παλμοί έχουν τοποθετηθεί από κάτω προς τα πάνω στο διάγραμμα. Τα μεμονωμένα προφίλ φαίνονται στην κορυφή του σχήματος.*

Τα πλάτη των υποπαλμών εξαρτώνται έντονα είτε από τη συχνότητα είτε από το πλάτος μέσα στο ολοκληρωμένο προφίλ, αν και υποπαλμοί που εμφανίζονται μεταξύ συνιστωσών σε προφίλ με πολλαπλές συνιστώσες, έχουν την τάση να είναι πιο πλατείς από το μέσο όρο. Παρατηρείται επίσης ελαφριά συσχέτιση μεταξύ της έντασης των υποπαλμών και του πλάτους τους και οι ισχυρότεροι παλμοί έχουν την τάση να είναι έχουν μικρότερο εύρος από το μέσο όρο. Παρατηρήσεις σε διάφορες συχνότητες με σημαντική απόσταση μεταξύ τους, δείχνουν ότι η ένταση των υποπαλμών εμφανίζει καλή συσχέτιση σε μεγάλα διαστήματα συχνοτήτων. Άρα η διαδικασία εκπομπής των υποπαλμών εμφανίζει μεγάλου εύρος, με εύρος συχνοτήτων μεγαλύτερο από 200 MHz. Ο Robinson και οι συνεργάτες του (1968) έδειξαν ότι το φάσμα των περισσοτέρων παλμών από τον 1919+21 ήταν παρόμοιο και άρα παρόμοιο με αυτό του ολοκληρωμένου προφίλ. Πιθανόν αυτή να είναι η πραγματική μορφή όλων των πάλσαρς. Για πάλσαρς με προφίλ πολλαπλών συνιστωσών αυτή η συσχέτιση των συχνοτήτων, μαζί με παρατηρούμενη εξάρτηση συχνότητας διαχωρισμού υπονοεί ότι το διάστημα του γεωγραφικού πλάτους μεταξύ ενός υποπαλμού και του κέντρου του προφίλ είναι μεγαλύτερο σε χαμηλές συχνότητες σε σχέση με τις υψηλές συχνότητες με εξάρτηση περίπου $\nu^{-0,25}$.

Αυξομειώσεις της ένταση

Είναι φανερό ότι η ένταση των υποπαλμών μεταβάλλεται έντονα από τον ένα παλμό στον επόμενο. Υπάρχουν δύο χαρακτηριστικοί τύποι αυξομειώσεων, το nulling των παλμών και η περιοδική μεταβολή των παλμών.

Το φαινόμενο του nulling *είναι ένα κοινό φαινόμενο κατά το οποίο η ένταση παλμού ξαφνικά πέφτει και παίρνει μια πολύ μικρή τιμή για μερικούς παλμούς και μετά απότομα γυρίζει στην αρχική του τιμή. Σε προφίλ πολλαπλών συνιστωσών ελαττώνεται η ένταση όλων των συνιστωσών. Ο* Ritchings *(1976) βρήκε ότι η ένταση των παλμών κατά τη διάρκεια του* nulling *είναι λιγότερη από το 1% της κανονικής έντασης των παλμών. Σε πολλά πάλσαρς είναι συχνό το φαινόμενο εμφάνισης κενών (*nulls*) για ένα ή δύο παλμούς. Εμφανίζονται και κενά με μεγαλύτερη διάρκεια 3-10 περιόδους παλμών. Ο* Ritchings *(1976) έχει δείξει ότι το κλάσμα του χρόνου που ο πάλσαρ εμφανίζει κενά σχετίζεται με την περίοδο του πάλσαρ και την παράγωγο της περιόδου. Η εμφάνιση αυτών των μεγαλύτερων κενών φαίνεται να είναι τυχαία – δεν έχουν παρατηρηθεί σημαντικές περιοδικότητες. Όμως ανάλυση δύναμης-φάσματος των εντάσεων αλληλουχιών παλμών δείχνουν ότι περιοδικές αυξομειώσεις της έντασης των παλμών εμφανίζονται σε ένα σημαντικό αριθμό πάλσαρς. Παρακάτω φαίνονται οι ξεχωριστά υπολογιζόμενες διακυμάνσεις του φάσματος για διάφορα πλάτη του προφίλ μαζί με το αντίστοιχο ολοκληρωμένο προφίλ του PSR 1237+25. Οι πέντε ευδιάκριτες συνιστώσες φαίνονται παρακάτω.*



Σχήμα 8*: ξεχωριστά υπολογιζόμενες διακυμάνσεις για διάφορα πλάτη του προφίλ στο προφίλ του PSR μαζί με το αντίστοιχο ολοκληρωμένο προφίλ του*

Συμπεραίνουμε εύκολα αυτή η αυξομείωση επηρεάζει μόνο τους υποπαλμούς που εμφανίζονται στα πλάτη των δύο εξωτερικών συνιστωσών.

I. Pulsar που μελετήθηκαν

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την πτυχιακή πάρθηκαν με το ραδιοτηλεσκόπιο Effelsberg του Ινστιτούτου Max Planck. Μελετήθηκαν οι πάλσαρς PSR 0525+21, PSR 0329+54, PSR 0450+55, PSR 1822-09, PSR 0823+26, PSR 1133+73.

II. Πρόγραμμα επεξεργασίας δεδομένων

(2.1) Κυρίως Μενού:

Το όνομα του προγράμματος επεξεργασίας δεδομένων είναι jhspuls, το οποίο διαμορφώθηκε καταλλήλως για τις ανάγκες της έρευνας. Όταν τρέχουμε το πρόγραμμα εμφανίζεται στην οθόνη η λίστα των εντολών του κυρίου προγράμματος, που φαίνεται παρακάτω.

```
-------------------------------------------------------------
|     PULSAR ANALYSIS:  MAIN MENUE 1.0      |
-------------------------------------------------------------
(help)  list of options
(exit)  program end
(addata) 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
(show) 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
(quality)  classify data according to their quality
(path)  choose input path, default= ./
(call)  read commands from file
(retu)  return from macro execution
(exec)  execute an OS command
(quit)  exit program
```

Σχήμα 9: *Η λίστα των εντολών του κυρίου προγράμματος*

Οι κύριες εντολές και οι λειτουργίες του φαίνονται παρακάτω:

(1.1) (file):	*επιλέγει και ανοίγει το αρχείο που επιλέξαμε*
(1.2)(show):	*εκτυπώνει στην οθόνη τα περιεχόμενα του αρχείου*
(1.3) (read):	*διαβάζει τα δεδομένα του αρχείου που επιλέξαμε Πρέπει να πληκτρολογήσουμε τον αριθμό του αρχικού και του τελικού block που θέλουμε να διαβάσουμε.*
(1.4) (ad12)	*προσθέτει τα κανάλια 1 και 2 (έτσι επιτυγχάνεται η εξάλειψη της μονάδας διαβάθμισης στην αρχή του ολοκληρωμένου προφίλ του καναλιού 2. Πρέπει να πληκτρολογήσουμε το μήκος της μονάδας διαβάθμισης.*
(1.5) (plot)	*ανοίγει το υπομενού plot που επιτρέπει την τύπωση των παλμών στα αντίστοιχα διαγράμματα.*
(1.6) (quality)	*ανοίγει το υπομενού quality που επιτρέπει την ταξινόμηση των παλμών σε 12 κατηγορίες σύμφωνα με την ένταση*
(1.7) (exit)	*διαταγή εξόδου του προγράμματος*

(2.2) Υπομενού Quality:

Το υπομενού Quality κατανέμει τους παλμούς σε 12 κατηγορίες σύμφωνα με ένταση τους. Ως μονάδα έντασης των παλμών θέτουμε το σίγμα (σ), που ορίζεται ως ο λόγος της μέγιστης έντασης του παλμού προς τη μέση απόκλιση του θορύβου του σήματος.
Τιμή $\sigma = 1$ *σημαίνει ότι η μέγιστη ένταση των παλμών είναι ίση με την μέση απόκλιση του θορύβου του σήματος, οπότε δεν είναι παρατηρήσιμος παλμός. Θα πρέπει* $\sigma > 1$ *και μεγαλύτερο από 1,5 κατά προτίμηση ώστε να είναι έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα.*
Αφού θέσουμε τα όρια του σ, οι παλμοί τυπώνονται σε ένα διάγραμμα με το υποπρόγραμμα Plot.
Όταν ανοίγουμε του μενού Quality εμφανίζεται η παρακάτω λίστα εντολών.

```
-----------------------------------------------------------------
|     PULSAR ANALYSIS:  MENUE 2.4  (Quality)                    |
-----------------------------------------------------------------

(exit)     exit program
(wind)     start - end sample        [   1-1024]
(base)     choose baseline range     [ 150- 250- 900-1000]
(blocks)   choose records to work with  [   1-   1]
(ad12)  add channel 1 and 2. (ad34)  add channel 3 and 4
(filt)   smooth data with FFT (data overwritten) [1.0000]
(channel)  channel number          [ 1]
(limits)   set quality limits
(plot)     plot the profile
(help)     show options
(back)     go back to main program
(start)    start the distribution of pulses
```

Σχήμα 10 *: Λίστα επιλογών του υπομενού Quality*

Οι κύριες εντολές και οι λειτουργίες τους φαίνονται παρακάτω:

(2.1) (blocks)	*καθορίζει το αρχικό και τελικό block του αρχείο που χρησιμοποιήσαμε.*
(2.2) (ad12)	*προσθέτει τα κανάλια 1 και 2. Δουλεύει με τον ίδιο τρόπο όπως η εντολή ad12 στο κύριο μενού με τη διαφορά ότι αυτή η εντολή απαιτεί να γνωρίζουμε τις τιμές (δηλαδή να τις έχουμε υπολογίσει με την εντολή ad12 στο κυρίως μενού.*
(2.3) (wind)	*καθορίζει το παράθυρο τα όρια του παραθύρου στο οποίο βρίσκεται ο παλμός (εξ' ορισμού τα όρια είναι 1–1024).*
(2.4) baseline	*καθορίζει το baseline.*
(2.5) limits	*καθορίζει τα όρια για την κατανομή των παλμών. Τα όρια εξαρτώνται από την ένταση των παλμών.*

(2.6) start	*ξεκινάει την διαδικασία της κατανομής των παλμών στα δώδεκα παράθυρα, σύμφωνα με την ένταση τους.*
(2.7) plot	*ανοίγει το υπομενού Plot, που είναι υπεύθυνο για την τύπωση των διαγραμμάτων της ποιότητας των παλμών (quality).*

Για την τύπωση των διαγραμμάτων πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το υπομενού Plot.

(2.3) Υποπρόγραμμα Plot:

Όταν ανοίγει το υπομενού Plot η ακόλουθη λίστα εντολών:

```
-----------------------------------------------------------------------
|     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]
(nplo)     number of channels to be plotted [12]
(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
(pl12)     plot each of the 12 windows
(pr12)     print each of the 12 windows
```

Figure 11*: The command options for the Plot submenu*

Οι κύριες εντολές και οι λειτουργίες τους φαίνονται παρακάτω:

(3.1) (wind) — *καθορίζει το παράθυρο τα όρια του παραθύρου στο οποίο βρίσκεται ο παλμός (εξ' ορισμού τα όρια είναι 1–1024). Αν θέσουμε 1 1024 θα πάρουμε το σύνολο της περιόδου του παλμού.*

(3.2) (fact) — *δίνει την κλίμακα του διαγράμματος*

(3.3) (start) — *ξεκινάει το τύπωμα του ολοκληρωμένου προφίλ και τα 12 παράθυρα του διαγράμματος.*

(3.4) (channel) — *καθορίζει τον αριθμό του καναλιού που τυπώνεται*

(3.5) (nplo) — *καθορίζει τον αριθμό των παραθύρων που τυπώνονται.*

(3.6) (pl12) — *επιτρέπει την εκτύπωση καθενός από τα 12 παράθυρα ξεχωριστά.*

(3.7) (pr12) — *επιτρέπει την εκτύπωση των τιμών του κάθε παλμού για καθένα από τα 12 παράθυρα ξεχωριστά.*

III. Ανάλυση των δεδομένων και Αποτελέσματα

Το διάγραμμα αποτελείται από 12 παράθυρα. Ξεκινώντας από το παράθυρο με την χαμηλότερη ένταση, οι παλμοί χωρίζονται σε δώδεκα παράθυρα. Στην επάνω δεξιά γωνία του κάθε παραθύρου εμφανίζεται ο αριθμός του παραθύρου ενώ στην επάνω αριστερή γωνία εμφανίζεται ο αριθμός των παλμών που περιέχονται στο παράθυρο. Πάνω από τα δώδεκα παράθυρα εμφανίζονται οι τιμές των ορίων του σ.
Για την δημιουργία του ολοκληρωμένου προφίλ χρησιμοποιούμε τις εντολές (1.1) - (1.5) και (3.3) με αυτή τη σειρά. Για την δημιουργία του διαγράμματος ποιότητας χρησιμοποιούμε τις εντολές (1.1) - (1.4), (1.6), (2.1) - (2.7) και (3.3), με τη σειρά που αναγράφονται.
Χρησιμοποιούμε την εντολή pr12 για να τυπώσουμε στην οθόνη τις τιμές των παλμών. Έπειτα καταγράφουμε τις μέγιστες τιμές των συνιστωσών και τις τοποθετούμε σε διάγραμμα συναρτήσει του σίγμα· από τη μορφή της καμπύλης βγάζουμε τα συμπεράσματα μας.

Χρησιμοποιήσαμε πέντε πάλσαρς:

(1)Pulsar PSR 0525+21:

Μελετήσαμε 6 καταγραφή 7699, 7700, 7702, 7827, 7833, 9008. Οι καταγραφές 7699 και 7700 λόγω του υψηλού θορύβου που εμφανίζουν είναι ακατάλληλες για επεξεργασία.

(2) Pulsar PSR 0329+54:

Μελετήσαμε 8 καταγραφή 8653, 8654, 8655, 8656, 8657, 8658, 8659 και 8660. Οι καταγραφές 8654, 8655, 8656, 8656, 8658 και 8659 είναι ακατάλληλες για επεξεργασία, λόγω του υψηλού θορύβου που εμφανίζουν ή του μικρού αριθμού παλμών.

(3) Pulsar PSR 0450+55:

Μελετήθηκε μια μόνο καταγραφή, η 9038. Είναι ακατάλληλη για επεξεργασία λόγω του υψηλού θορύβου που εμφανίζει.

(4) Pulsar PSR 1822-09:

Μελετήσαμε 2 καταγραφές 9118 και 9119, τα οποίες είναι ακατάλληλες για επεξεργασία λόγω του υψηλού θορύβου που εμφανίζει.

(5) Pulsar PSR 0823+26:

Μελετήσαμε 1 καταγραφή, την 9175, η οποία είναι ακατάλληλη για επεξεργασία, επειδή η δεύτερη από τις δύο συνιστώσες δεν είναι ορατή.

(6) Pulsar PSR 1133+73:

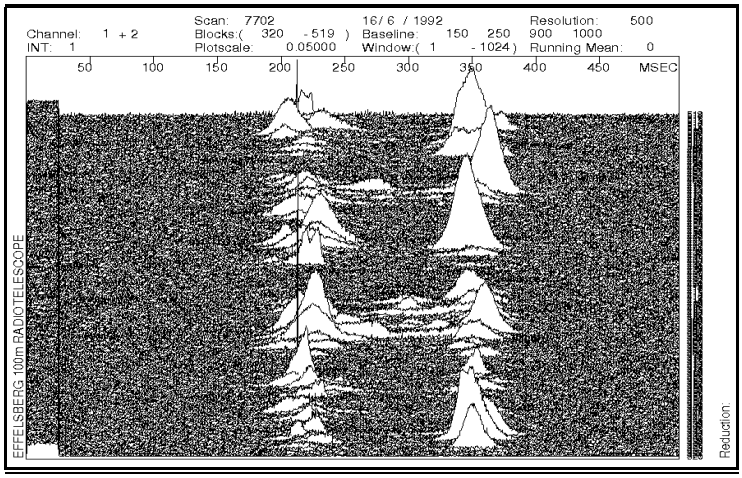
Μελετήσαμε 1 καταγραφή, την 6160, η οποία είναι πολύ καλής ποιότητας.

Παρακάτω φαίνονται οι καταγραφές που μελετήθηκαν εκτενώς.

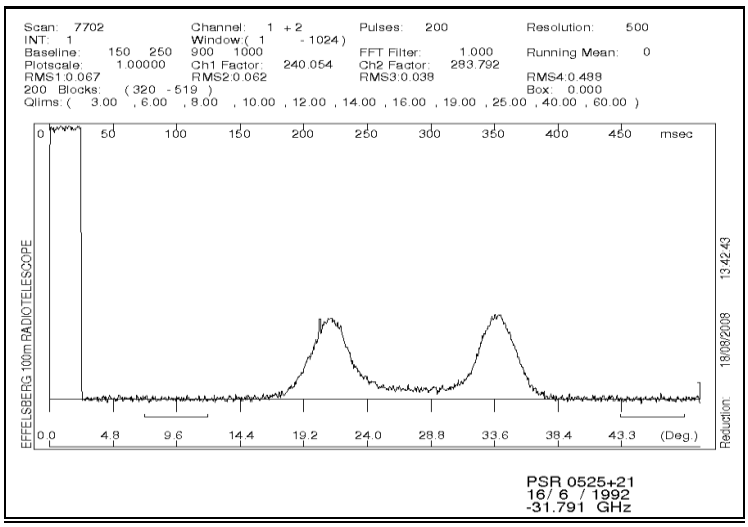
(3.1) Pulsar PSR 0525+21

Scan 7702

Η ακολουθία των παλμών και το ολοκληρωμένο προφίλ του scan φαίνεται παρακάτω. Η μελέτη της ακολουθίας παλμών και του ολοκληρωμένου προφίλ αποκαλύπτει ότι ο λόγος έντασης-θορύβου έχει μεγάλη τιμή. Κύρια συνιστώσα είναι η συνιστώσα με τη μεγαλύτερη τιμή. Σε αυτή την περίπτωση θεωρούμε ότι αυτή είναι η δεύτερη από τις δύο συνιστώσες.

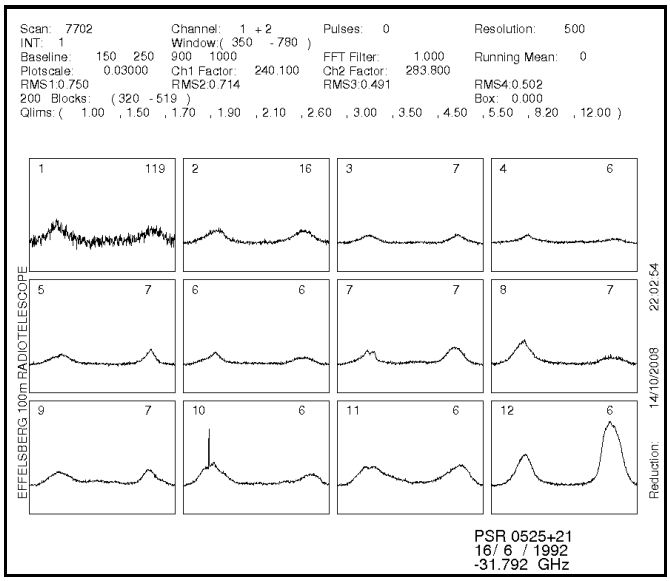


***Σχήμα 12**: Ακολουθία των παλμών του Scan 7702*



***Σχήμα 13**: Ολοκληρωμένο προφίλ του Scan 7702*

Στο πρώτο παράθυρο εμφανίζονται οι παλμοί με σίγμα μικρότερο ή ίσο με 1. Για τα υπόλοιπα παράθυρα παρατηρούμε ότι ενώ για μικρές τιμές του σίγμα η μέγιστη ένταση της κύριας συνιστώσας είναι μεγαλύτερη ή ίση με την μέγιστη τιμή της πρώτης συνιστώσας, για σίγμα ίσο με 12 συμβαίνει το αντίστροφο.



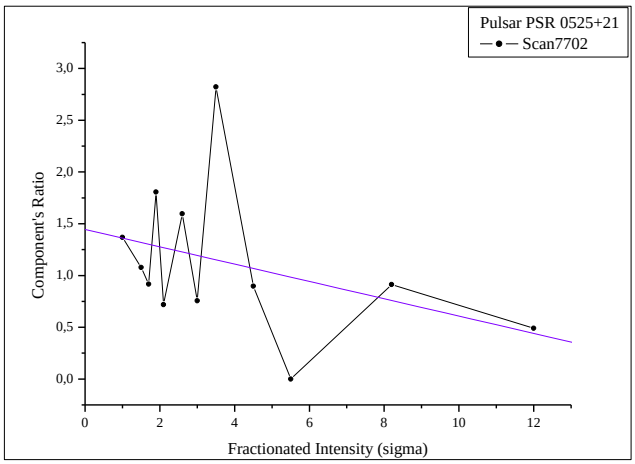
***Σχήμα 14**: Διάγραμμα Ποιότητας του Scan 7702*

Οι μέγιστες τιμές της κάθε συνιστώσας για το κάθε παράθυρο καθώς και ο λόγος τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3: Scan 7702

Κανάλι	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Κύρια Συνιστώσα	6,42423E+01	5,11077E+01	3,31740E+01	1,89508E+01	5,48953E+01	2,75729E+01
Πρώτη Συνιστώσα	8,79558E+01	5,50596E+01	3,04267E+01	3,42236E+01	3,94471E+01	4,39975E+01
Κύρια/Πρώτη Συνιστώσα	**1,36912595**	**1,077324943**	**0,917185145**	**1,805918484**	**0,71858793**	**1,595679091**
Κανάλι	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Κύρια Συνιστώσα	6,43737E+01	3,17826E+01	5,78139E+01	8,46954E+07	7,58969E+01	2,28837E+02
Πρώτη Συνιστώσα	4,86955E+01	8,96570E+01	5,18995E+01	4,33142E+01	6,92767E+01	1,12412E+02
Κύρια/Πρώτη Συνιστώσα	**0,756450227**	**2,820946052**	**0,897699342**	**5,11411E-07**	**0,912773776**	**0,49123175**

Από τον παραπάνω πίνακα παίρνουμε το παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 15*: Λόγος της Κύριας προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 7702*

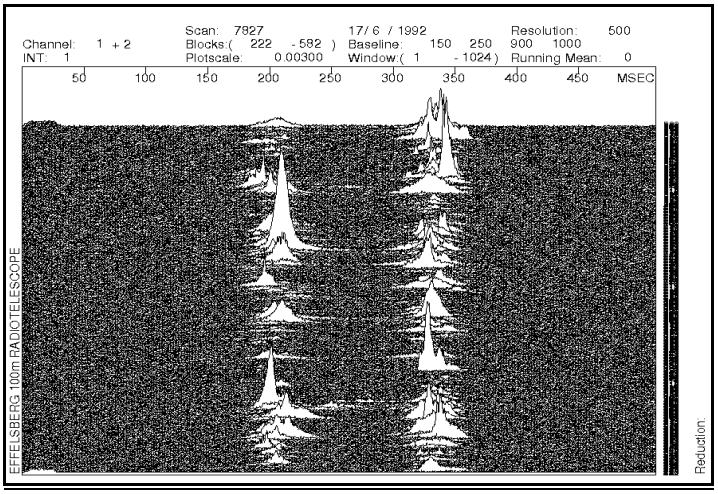
Η γραμμική προσέγγιση της δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$\boxed{y = 1{,}44488 - 0{,}0837x}$$

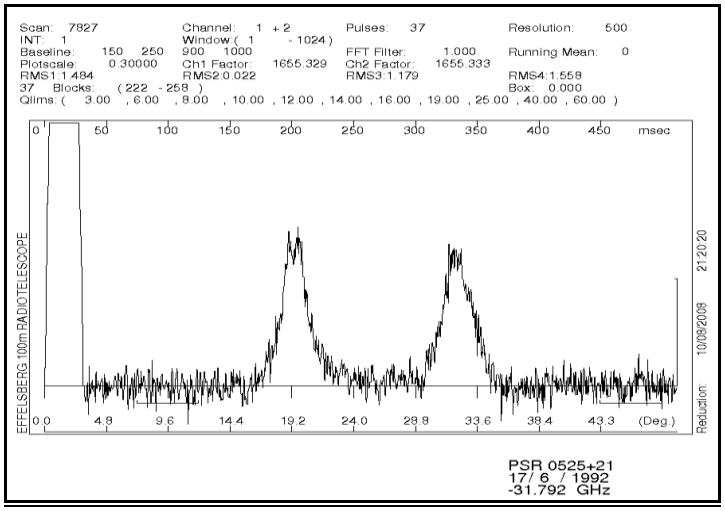
Έχουμε φθίνουσα ευθεία άρα ο λόγος της πρώτης προς τη δεύτερη συνιστώσα ελαττώνεται με την αύξηση του σίγμα.

Η συμπεριφορά των υπόλοιπων scans είναι αντίστοιχη όπως φαίνεται παρακάτω.

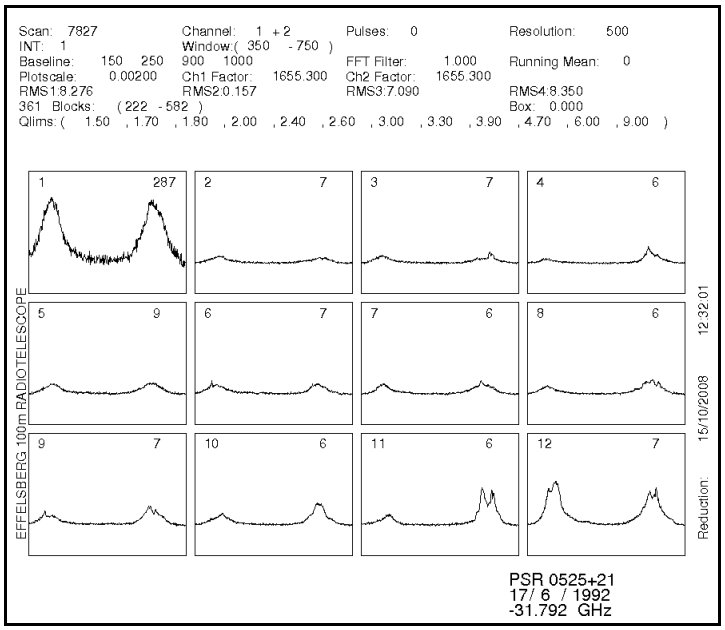
Scan 7827



Σχήμα 16*: Ακολουθία των παλμών του Scan 7827*



***Σχήμα 17**: Ολοκληρωμένο προφίλ του Scan 7827*

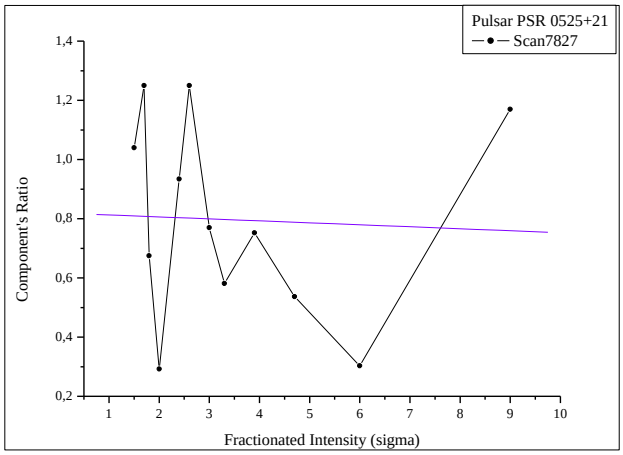


***Σχήμα 18**: Διάγραμμα Ποιότητας του Scan 7827*

Πίνακας 4: Scan 7827

Κανάλι	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Κύρια Συνιστώσα	3,14263E+03	2,83329E+02	5,60928E+02	8,20638E+02	5,64945E+02	5,24957E+02
Πρώτη Συνιστώσα	3,26651E+03	3,53359E+02	3,78862E+02	2,39296E+02	5,27821E+02	6,54857E+02
Κύρια/Πρώτη	**1,03942E+00**	**1,24717E+00**	**6,75420E-01**	**2,91598E-01**	**9,34287E-01**	**1,24745E+00**
Κανάλι	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**

Κύρια Συνιστώσα	6,57147E+02	7,22625E+02	9,35910E+02	1,11774E+03	1,84866E+03	1,84178E+03
Πρώτη Συνιστώσα	5,05865E+02	4,19593E+02	7,03410E+02	6,00092E+02	5,59656E+02	2,15844E+03
Κύρια/Πρώτη	**7,69790E-01**	**5,80651E-01**	**7,51579E-01**	**5,36880E-01**	**3,02736E-01**	**1,17193E+00**

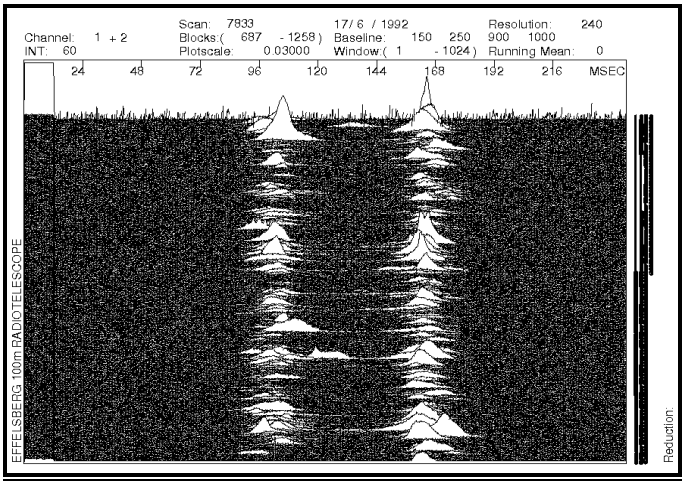


Σχήμα 19*: Λόγος της Κύριας προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 7827*

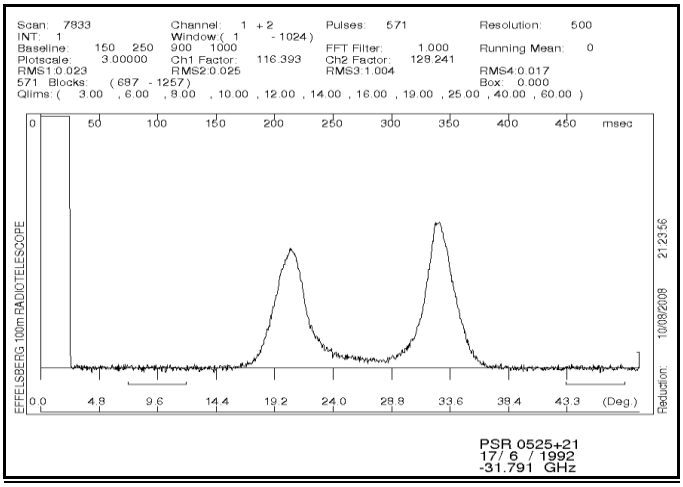
Η γραμμική προσέγγιση της δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$y = 0{,}81943 - 0{,}0066x$$

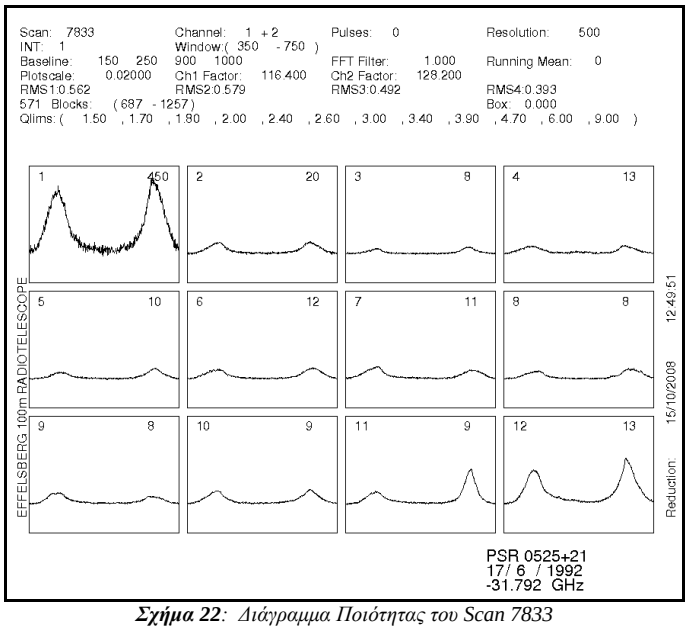
Scan 7833



Σχήμα 20*: Ακολουθία των παλμών του Scan 7833*



***Σχήμα 21**: Ολοκληρωμένο προφίλ του Scan 7833*



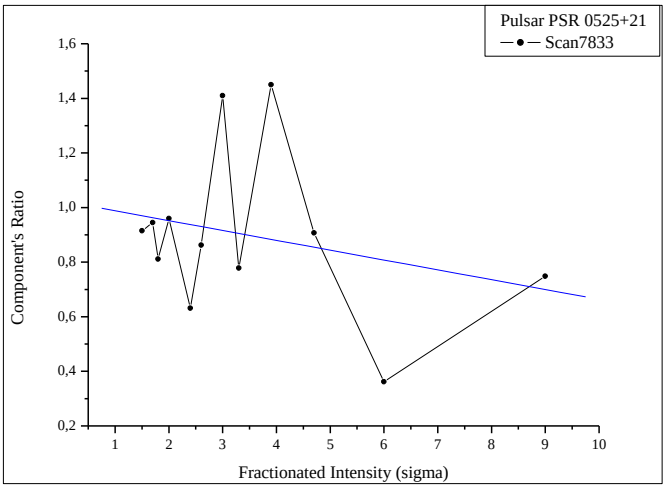
***Σχήμα 22**: Διάγραμμα Ποιότητας του Scan 7833*

Πίνακας 5: Scan 7833

Κανάλι	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Κύρια Συνιστώσα	3,86701E+02	6,35501E+01	3,44812E+01	4,27509E+01	5,62271E+01	5,83766E+01
Πρώτη Συνιστώσα	3,53781E+02	6,00491E+01	2,79682E+01	4,10224E+01	3,54950E+01	5,03094E+01
Κύρια/Πρώτη	**9,14870E-01**	**9,44910E-01**	**8,11114E-01**	**9,59568E-01**	**6,31279E-01**	**8,61808E-01**
Κανάλι	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Κύρια Σψνιστώσα	4,59277E+01	5,35281E+01	4,04546E+01	7,55540E+01	1,81534E+02	2,36303

Μορφοποιημένος πίνακας

Πρώτη Συνιστώσα	6,48841E+01	4,16590E+01	5,87473E+01	6,85591E+01	6,56274E+01	1,76648E+02
Κύρια/Πρώτη	**1,41274E+00**	**7,78264E-01**	**1,45218E+00**	**9,07419E-01**	**3,61516E-01**	**7,47549E-01**

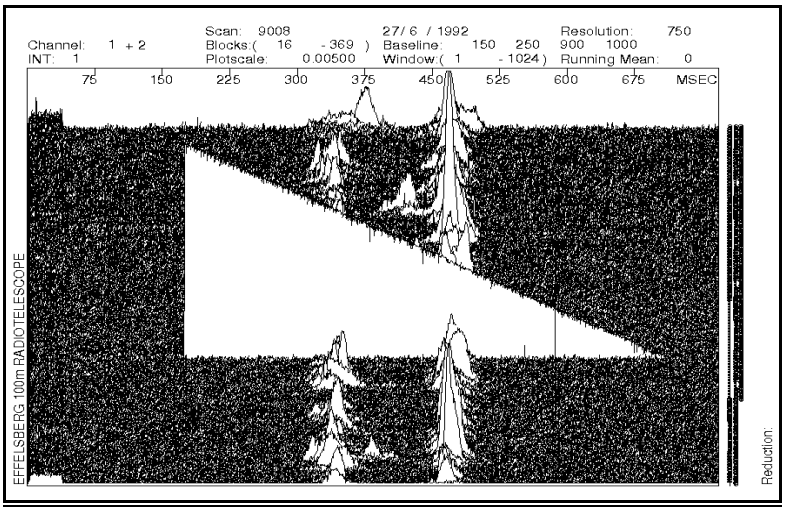


Σχήμα 23*: Λόγος της Κύριας προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 7833*

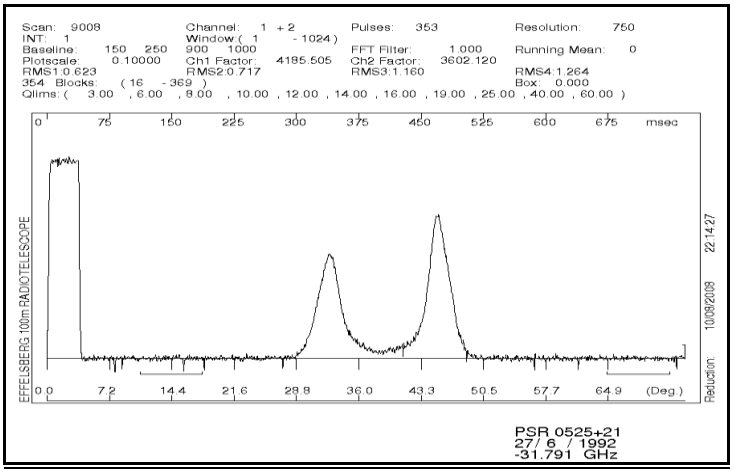
Η γραμμική προσέγγιση της δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$\boxed{y = 1{,}02412 - 0{,}03605x}$$

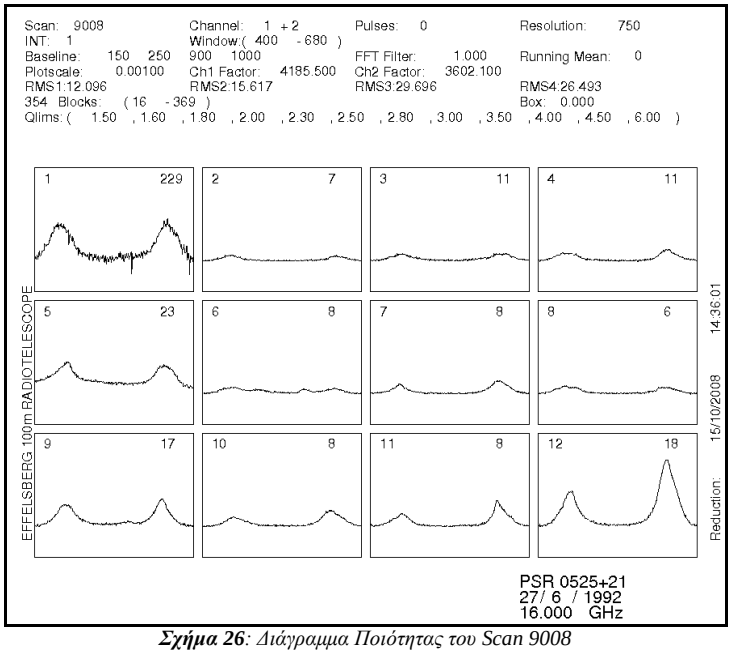
Scan 9008



Σχήμα 24*: Ακολουθία των παλμών του Scan 9008*



***Σχήμα 25**: Ολοκληρωμένο προφίλ του Scan 9008*

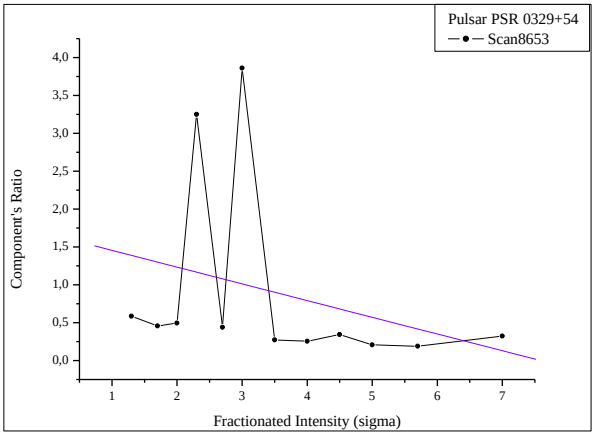


***Σχήμα 26**: Διάγραμμα Ποιότητας του Scan 9008*

Πίνακας 6: (Scan 9008)

Κανάλι	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Κύρια Συνιστώσα	4,09432E+03	5,66879E+02	7,24650E+02	1,14222E+03	2,82512E+03	5,27774E+02
Πρώτη Συνιστώσα	3,77499E+03	5,66135E+02	7,02633E+02	7,98146E+02	3,10997E+03	6,62089E+02
Κύρια/Πρώτη	**0,922006585**	**0,998687551**	**0,969617057**	**0,698767313**	**1,100827575**	**1,254493401**
Κανάλι	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Κύρια Συνιστώσα	1,28773E+03	6,40781E+02	2,71765E+03	1,60748E+03	2,55585E+03	6,54702E+03
Πρώτη Συνιστώσα	9,37580E+02	8,21818E+02	2,17775E+03	9,81575E+02	1,25515E+03	3,47113E+03

Κύρια/Πρώτη	**0,72808741**	**1,282525543**	**0,801335713**	**0,610629681**	**0,49108907**	**0,530184725**



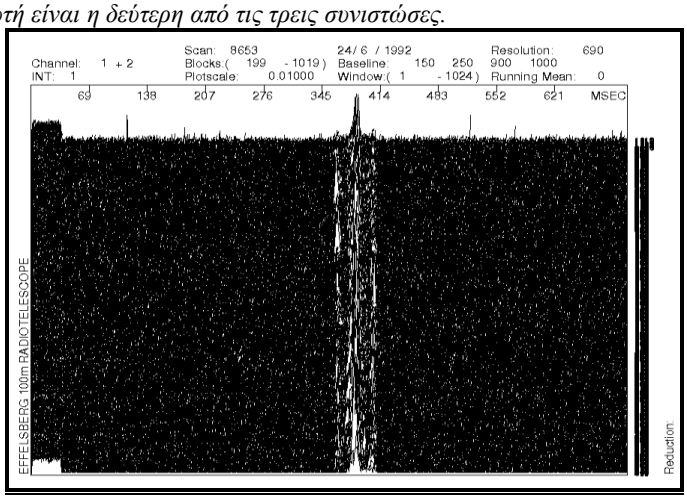
Σχήμα 27*: Λόγος της Κύριας προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 9008*

$$y = 1{,}22462 - 0{,}12133x$$

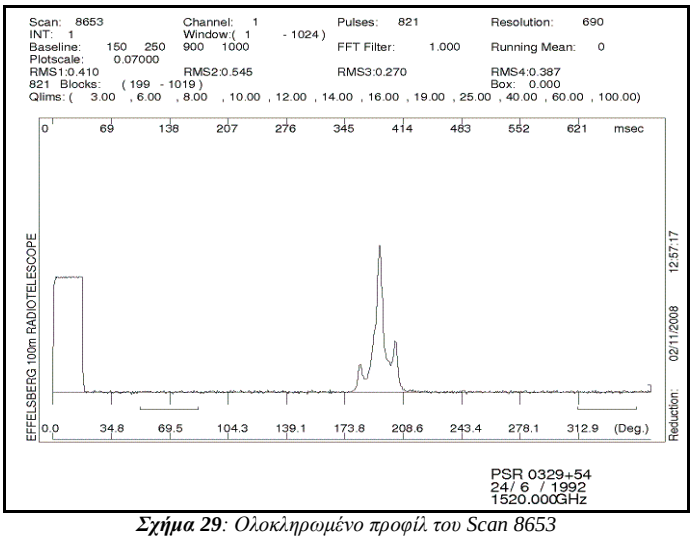
(3.2)Pulsar PSR 0329+54

Scan 8653

Η ακολουθία των παλμών και το ολοκληρωμένο προφίλ του scan φαίνεται παρακάτω. Η μελέτη της ακολουθίας παλμών και του ολοκληρωμένου προφίλ αποκαλύπτει ότι ο λόγος έντασης-θορύβου έχει μεγάλη τιμή. Κύρια συνιστώσα είναι η συνιστώσα με τη μεγαλύτερη τιμή. Σε αυτή την περίπτωση θεωρούμε ότι αυτή είναι η δεύτερη από τις τρεις συνιστώσες.

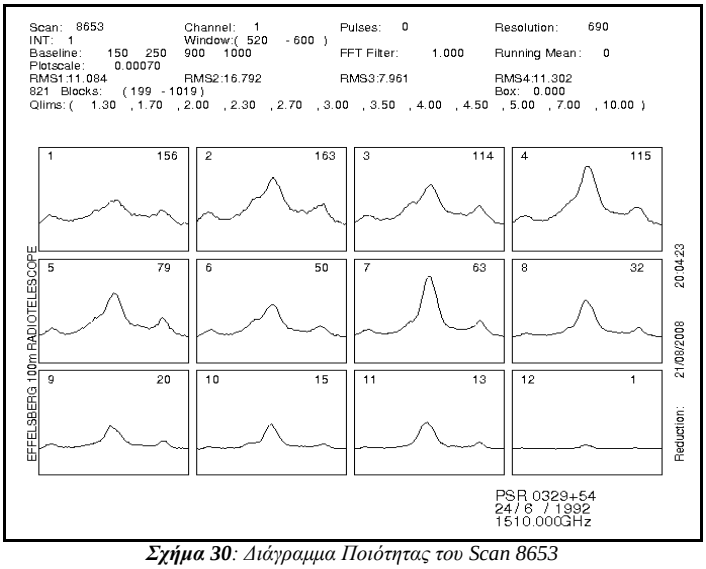


Σχήμα 28*: Ακολουθία των παλμών του Scan 8653*



***Σχήμα 29**: Ολοκληρωμένο προφίλ του Scan 8653*

Στο πρώτο παράθυρο εμφανίζονται οι παλμοί με σίγμα 1,3. Για τα υπόλοιπα παράθυρα παρατηρούμε ότι ενώ για μικρές τιμές του σίγμα η μέγιστη ένταση της κύριας συνιστώσας είναι μικρότερη ή ίση με την μέγιστη τιμή της πρώτης συνιστώσας, για σίγμα ίσο με 12 συμβαίνει το αντίστροφο.



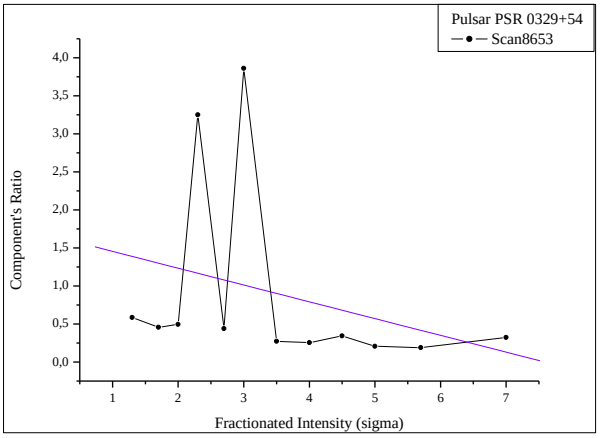
***Σχήμα 30**: Διάγραμμα Ποιότητας του Scan 8653*

Οι μέγιστες τιμές της κάθε συνιστώσας για το κάθε παράθυρο καθώς και ο λόγος τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 7: Scan 8653

Κανάλι	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Κύρια Συνιστώσα	4,23175E+03	7,98990E+03	6,79306E+03	3,01236E+03	7,35451E+03	1,38183E+03
Πρώτη Συνιστώσα	2,47774E+03	3,65244E+03	3,35836E+03	9,78191E+03	3,23932E+03	5,33750E+03
Δεύτερη Συνιστώσα	1,78297E+03	2,20450E+03	1,71994E+03	1,61362E+03	1,56176E+03	1,83100E+03
Κύρια / Πρώτη	**5,85512E-01**	**4,57132E-01**	**4,94381E-01**	**3,24726E+00**	**4,40454E-01**	**3,86263E+00**
Κύρια / Δεύτερη	**4,21332E-01**	**2,75911E-01**	**2,53191E-01**	**5,35666E-01**	**2,12354E-01**	**1,32505E+00**
Δεύτερη / Πρώτη	**7,19595E-01**	**6,03569E-01**	**5,12137E-01**	**1,64960E-01**	**4,82126E-01**	**3,43044E-01**
Κανάλι	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Κύρια Συνιστώσα	1,01158E+04	6,20241E+03	3,85373E+03	4,15354E+03	2,41188E+03	2,61364E+03
Πρώτη Συνιστώσα	2,75045E+03	1,58479E+03	1,32381E+03	8,54605E+02	4,57116E+02	8,40341E+02
Δεύτερη Συνιστώσα	1,30040E+03	6,57105E+02	8,33542E+02	3,31461E+02	1,81588E+02	3,43992E+02
Κύρια / Πρώτη	**2,71896E-01**	**2,55512E-01**	**3,43514E-01**	**2,05753E-01**	**1,89527E-01**	**3,21521E-01**
Κύρια / Δεύτερη	**1,28551E-01**	**1,05943E-01**	**2,16295E-01**	**7,98020E-02**	**7,52890E-02**	**1,31614E-01**
Δεύτερη / Πρώτη	**4,72795E-01**	**4,14632E-01**	**6,29654E-01**	**3,87853E-01**	**3,97247E-01**	**4,09348E-01**

Από τον παραπάνω πίνακα παίρνουμε το παρακάτω διάγραμμα:

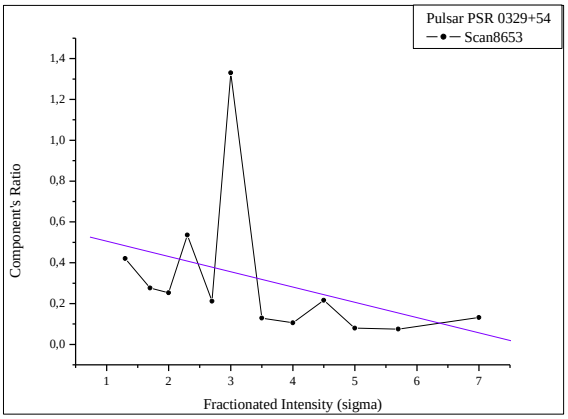


Σχήμα 31*: Λόγος της Κύριας προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 8653*

Η γραμμική προσέγγιση της δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$\boxed{y = 1{,}67533 - 0{,}22077x}$$

Έχουμε φθίνουσα ευθεία άρα ο λόγος της πρώτης προς τη δεύτερη συνιστώσα ελαττώνεται με την αύξηση του σίγμα.

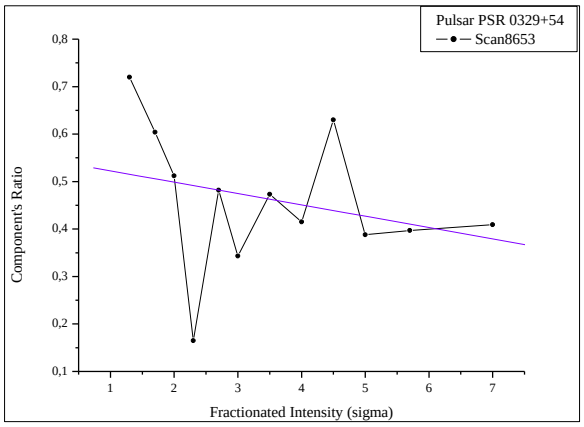


***Σχήμα 32**: Λόγος της Κύριας προς τη Δεύτερη Συνιστώσα για το scan 8653*

Η γραμμική προσέγγιση της δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$\boxed{y = 0{,}57996 - 0{,}07479x}$$

Έχουμε φθίνουσα ευθεία άρα ο λόγος της πρώτης προς τη δεύτερη συνιστώσα ελαττώνεται με την αύξηση του σίγμα.



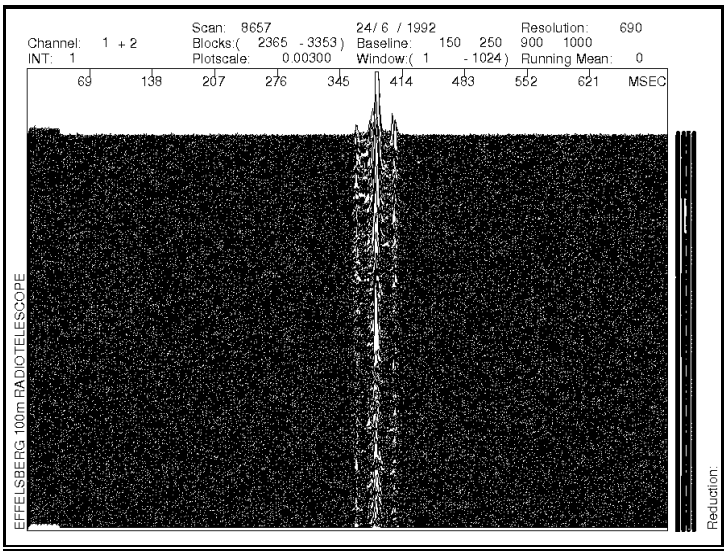
***Σχήμα 33**: Λόγος της Δεύτερης προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 8653*

Η γραμμική προσέγγιση της δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

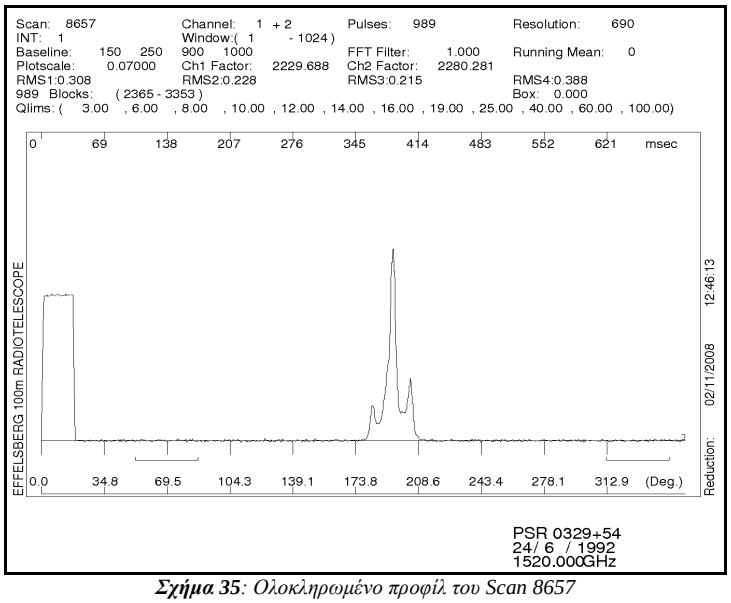
$$\boxed{y = 0{,}54646 - 0{,}02388x}$$

Έχουμε φθίνουσα ευθεία άρα ο λόγος της πρώτης προς τη δεύτερη συνιστώσα ελαττώνεται με την αύξηση του σίγμα.

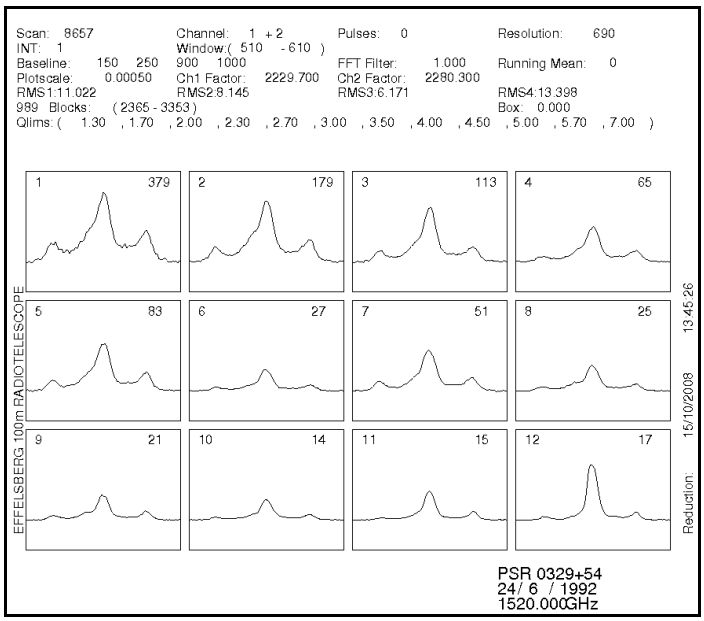
Scan 8657



***Σχήμα 34**: Ακολουθία των παλμών του Scan 8657*



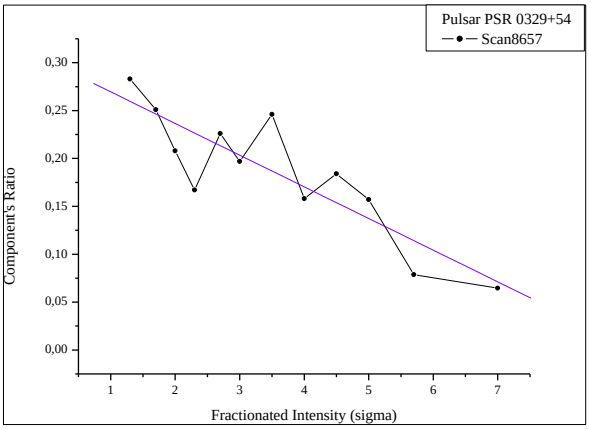
***Σχήμα 35**: Ολοκληρωμένο προφίλ του Scan 8657*



Σχήμα 36*: Διάγραμμα Ποιότητας του Scan 8657*

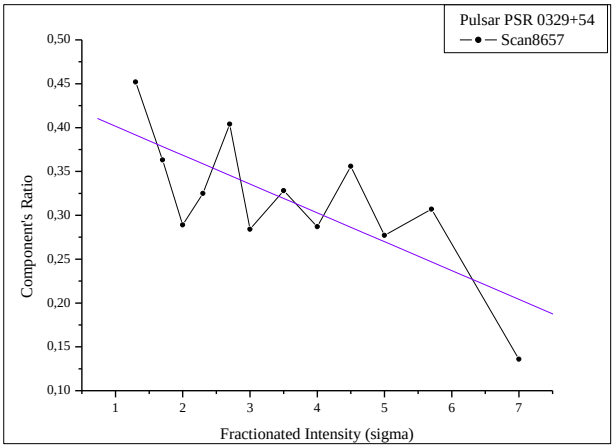
Πίνακας 10: Scan 8657

Κανάλι	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Κύρια Συνιστώσα	1,41081E+04	1,23051E+04	1,09211E+04	7,17012E+03	9,54365E+03	4,32741E+03
Πρώτη Συνιστώσα	3,99775E+03	3,08415E+03	2,26895E+03	1,19761E+03	2,15992E+03	8,53691E+02
Δεύτερη Συνιστώσα	6,37136E+03	4,46727E+03	3,16114E+03	2,32681E+03	3,85348E+03	1,22877E+03
Κύρια / Πρώτη	**2,83366E-01**	**2,50640E-01**	**2,07758E-01**	**1,67028E-01**	**2,26320E-01**	**1,97275E-01**
Κύρια / Δεύτερη	**4,51610E-01**	**3,63042E-01**	**2,89453E-01**	**3,24515E-01**	**4,03774E-01**	**2,83950E-01**
Δεύτερη / Πρώτη	**1,59374E+00**	**1,44846E+00**	**1,39322E+00**	**1,94288E+00**	**1,78408E+00**	**1,43936E+00**
Κανάλι	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Κύρια Συνιστώσα	8,18941E+03	5,17353E+03	5,13310E+03	4,05827E+03	5,77428E+03	1,11835E+04
Πρώτη Συνιστώσα	2,01782E+03	8,19115E+02	9,44893E+02	6,38348E+02	4,54254E+02	7,21531E+02
Δεύτερη Συνιστώσα	2,68893E+03	1,48678E+03	1,82800E+03	1,12596E+03	1,77013E+03	1,52112E+03
Κύρια / Πρώτη	**2,46394E-01**	**1,58328E-01**	**1,84078E-01**	**1,57296E-01**	**7,86685E-02**	**6,45175E-02**
Κύρια / Δεύτερη	**3,28342E-01**	**2,87382E-01**	**3,56120E-01**	**2,77448E-01**	**3,06554E-01**	**1,36015E-01**
Δεύτερη / Πρώτη	**1,33259E+00**	**1,81511E+00**	**1,93461E+00**	**1,76387E+00**	**3,89678E+00**	**2,10818E+00**



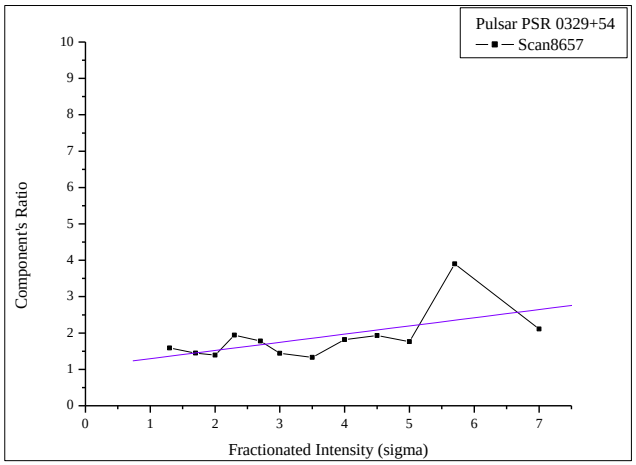
***Σχήμα 37**: Λόγος της Κύριας προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 8657*

$$y = 0{,}30269 - 0{,}03307x$$



***Σχήμα 38**: Λόγος της Κύριας προς τη Δεύτερη Συνιστώσα για scan 8657*

$$y = 0{,}43437 - 0{,}03289x$$



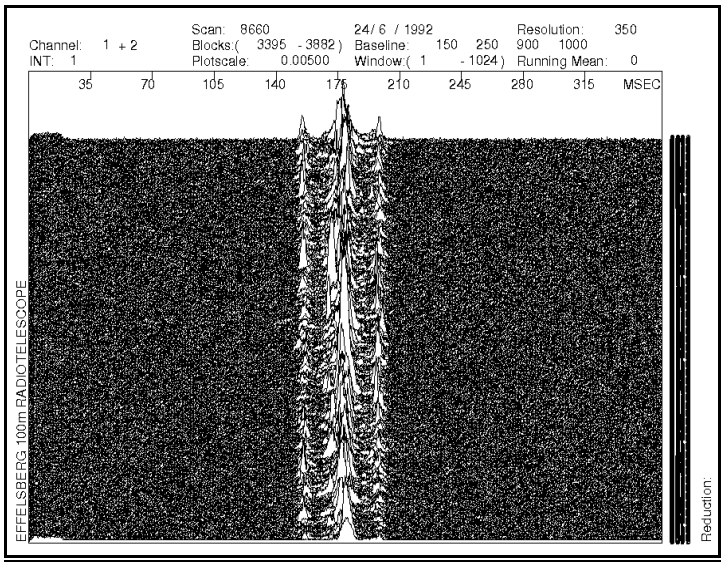
Σχήμα 39*: Λόγος της Δεύτερης προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 8657*

Η γραμμική προσέγγιση της δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

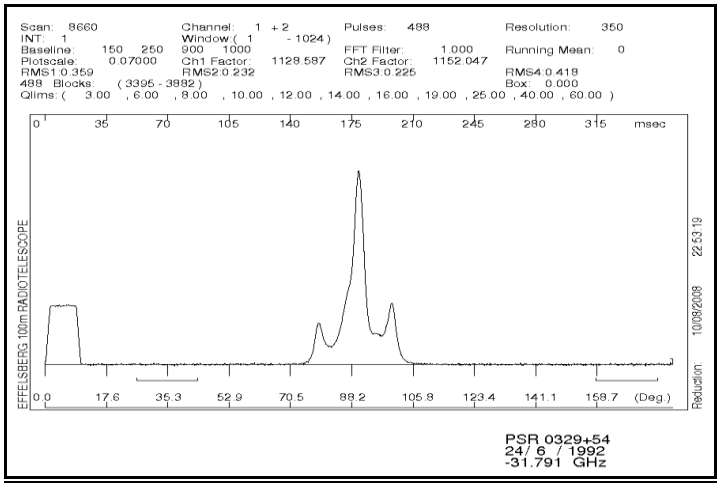
$$\boxed{y = 1{,}06949 + 0{,}22497x}$$

Παρατηρούμε ότι η κλίση της ευθείας είναι θετική σε αντίθεση με την κλίση της ευθείας του scan 8653 και του επόμενου στην ίδια περίπτωση.

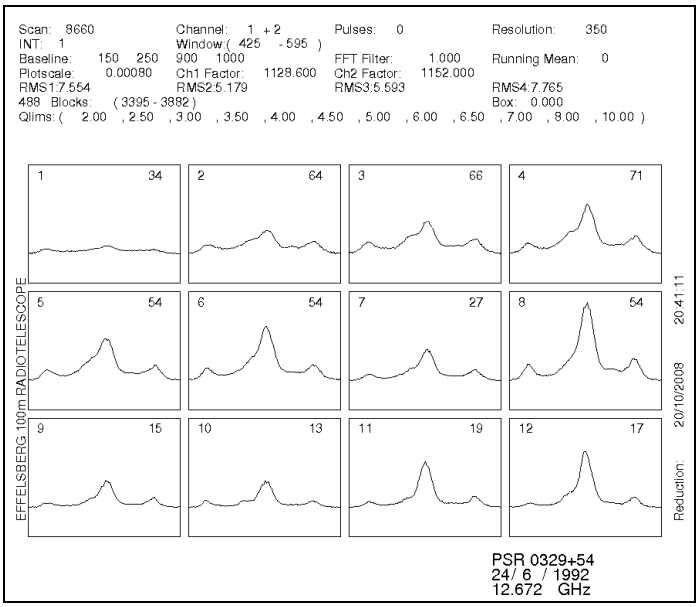
<u>Scan 8660</u>



Σχήμα 40*: Ακολουθία των παλμών του Scan 8660*



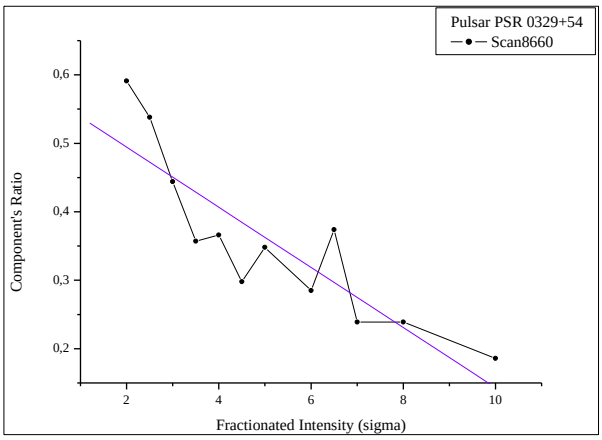
***Σχήμα 41**: Ολοκληρωμένο προφίλ του Scan 8660*



***Σχήμα 42:** Διάγραμμα Ποιότητας του Scan 8660*

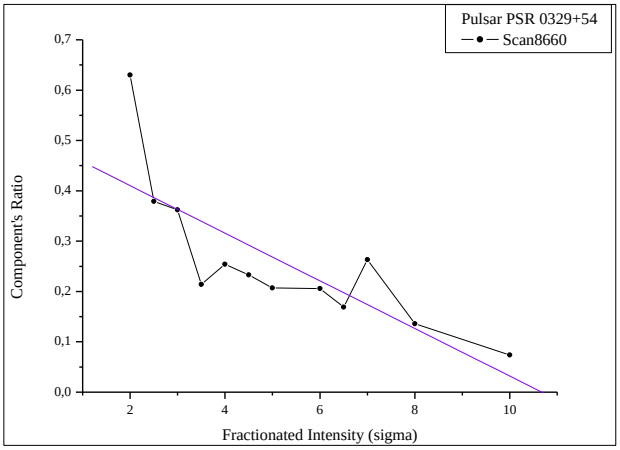
Πίνακας 11: Scan 8660

Κανάλι	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Κύρια Συνιστώσα	1,03973E+03	3,01144E+03	4,25396E+03	6,36269E+03	5,32857E+03	6,91810E+03
Πρώτη Συνιστώσα	6,14979E+02	1,62098E+03	1,88704E+03	2,27436E+03	1,94950E+03	2,06001E+03
Δεύτερη Συνιστώσα	6,55037E+02	1,14165E+03	1,53870E+03	1,36243E+03	1,35223E+03	1,60938E+03
Κύρια / Πρώτη	**5,91480E-01**	**5,38274E-01**	**4,43596E-01**	**3,57453E-01**	**3,65858E-01**	**2,97771E-01**
Κύρια / Δεύτερη	**6,30007E-01**	**3,79104E-01**	**3,61710E-01**	**2,14128E-01**	**2,53770E-01**	**2,32633E-01**
Δεύτερη / Πρώτη	**1,06514E+00**	**7,04296E-01**	**8,15404E-01**	**5,99039E-01**	**6,93629E-01**	**7,81249E-01**
Κανάλι	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Κύρια Συνιστώσα	3,99572E+03	1,00268E+04	3,49303E+03	3,40538E+03	5,85361E+03	7,14527E+03
Πρώτη Συνιστώσα	1,39190E+03	2,85347E+03	1,30524E+03	8,13183E+02	1,39988E+03	1,33220E+03
Δεύτερη Συνιστώσα	**8,28276E+02**	**2,06222E+03**	**5,90691E+02**	**8,96497E+02**	**7,93443E+02**	**5,26870E+02**
Κύρια / Πρώτη	**3,48348E-01**	**2,84584E-01**	**3,73670E-01**	**2,38794E-01**	**2,39148E-01**	**1,86445E-01**
Κύρια / Δεύτερη	**2,07291E-01**	**2,05671E-01**	**1,69106E-01**	**2,63259E-01**	**1,35548E-01**	**7,37369E-02**
Δεύτερη / Πρώτη	**5,95069E-01**	**7,22706E-01**	**4,52554E-01**	**1,10245E+00**	**5,66794E-01**	**3,95489E-01**



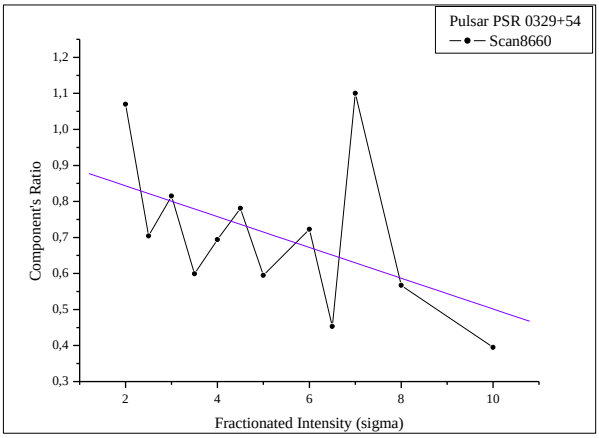
***Σχήμα 43**: Λόγος της Κύριας προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 8660*

$$y = 0{,}58234 - 0{,}04392x$$



Σχήμα 44*: Λόγος της Κύριας προς τη Δεύτερη Συνιστώσα για scan 8660*

$$y = 0{,}505 - 0{,}04731x$$

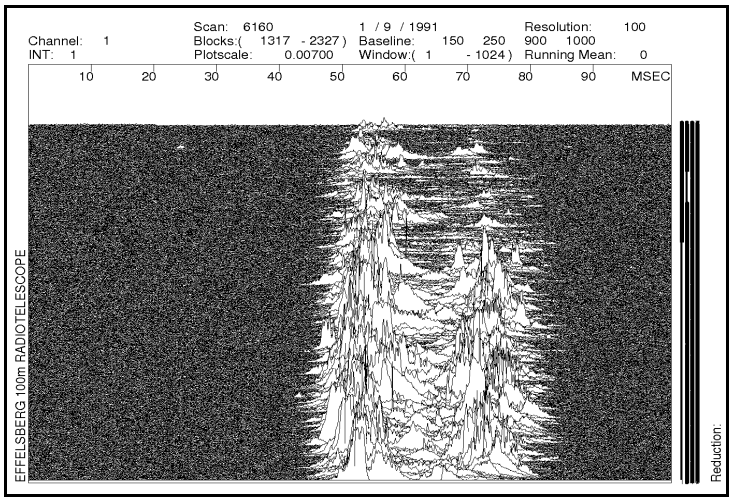


Σχήμα 45*: Λόγος της Δεύτερης προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 8660*

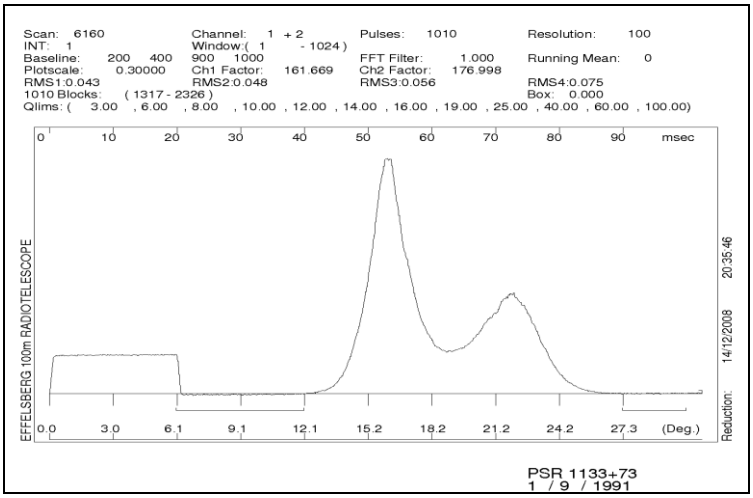
$$y = 0{,}92877 - 0{,}04273x$$

(3.3)Pulsar PSR 1133+73

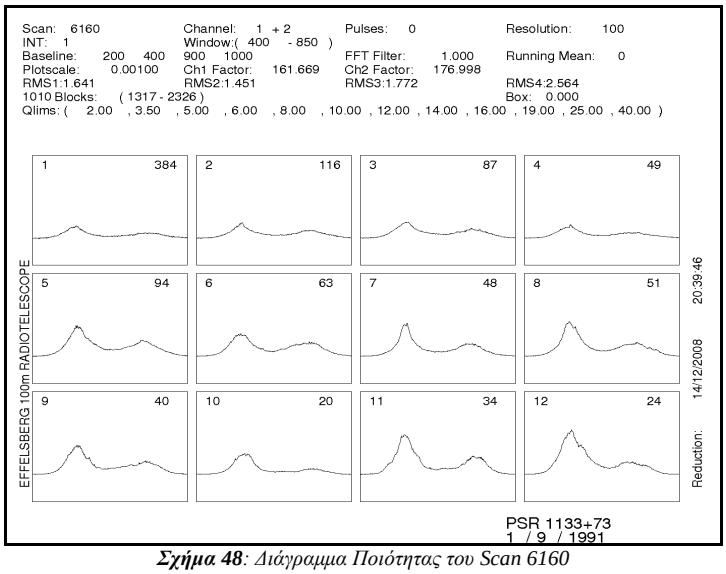
Scan 6160



***Σχήμα 46**: Ακολουθία των παλμών του Scan 6160*



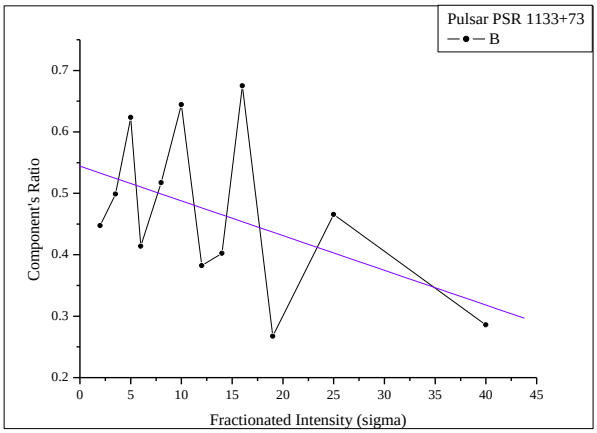
***Σχήμα 47**: Ολοκληρωμένο προφίλ του Scan 6160*



***Σχήμα 48**: Διάγραμμα Ποιότητας του Scan 6160*

Table : Scan 6160

Κανάλι	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Κύρια Συνιστώσα	1,33713E+03	1,71308E+03	1,77601E+03	1,51417E+03	3,38741E+03	2,48254E+03
Πρώτη Συνιστώσα	5,98323E+02	8,54395E+02	1,10737E+03	6,26553E+02	1,75230E+03	1,59936E+03
Κύρια / Πρώτη	**0,447468085**	**0,498747869**	**0,623515633**	**0,413793035**	**0,517297877**	**0,644243396**
Κανάλι	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Κύρια Συνιστώσα	3,61134E+03	3,84298E+03	3,15635E+03	2,34340E+03	4,35998E+03	4,89948E+03
Πρώτη Συνιστώσα	1,38095E+03	1,54634E+03	1,47555E+03	6,26881E+02	2,02957E+03	1,40058E+03
Κύρια / Πρώτη	**3,82393E-01**	**4,02380E-01**	**4,67486E-01**	**2,67509E-01**	**4,65500E-01**	**2,85863E-01**



***Σχήμα 49**: Λόγος της Κύριας προς τη Πρώτη Συνιστώσα για το scan 6160*

$$y = 0.54427 - 0{,}00566x$$

VI. Συμπεράσματα:

- *Για τον πάλσαρ PSR 0525+21:*
  - *Η γραμμική προσαρμογή του λόγου της Πρώτης προς τη Κύρια συνιστώσα είναι φθίνουσα ευθεία. Άρα ο λόγος των δύο συνιστωσών μειώνεται με την αύξηση του σ.*
  - *Η κλίση της γραμμική προσαρμογή της καταγραφής 9008 είναι μεγαλύτερη από την κλίση στις υπόλοιπες τρεις καταγραφές (7702, 7827, 7833). Το φαινόμενο αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι η καταγραφή αυτή έγινε σε μεγαλύτερη συχνότητα (1,6 GHz αντί για 1,42 GHz)*

- *Για τον πάλσαρ PSR 0329+54:*
  - *Η γραμμική προσαρμογή του λόγου της Πρώτη προς τη Κύρια συνιστώσα και του λόγου της Δεύτερης προς την Κύρια συνιστώσα είναι φθίνουσα ευθεία.*
  - *Η γραμμική προσαρμογή του λόγου της Δεύτερης προς την Πρώτη τη συνιστώσα είναι φθίνουσα ευθεία για τα Scan 8653 και 8660 αλλά είναι αύξουσα ευθεία για το Scan 8657.*

- *For pulsar PSR 1133+73:*
  - *Η γραμμική προσαρμογή του λόγου της Πρώτης προς τη Κύρια συνιστώσα είναι φθίνουσα ευθεία. Άρα ο λόγος των δύο συνιστωσών μειώνεται με την αύξηση του σ.*

Τα αποτελέσματα της γραμμικής προσαρμογής του λόγου της Πρώτης προς την Κύρια συνιστώσα και του λόγου της Δεύτερης προς την Κύρια συνιστώσα είναι παρόμοια με τα αποτελέσματα της πτυχιακής της Σίας Μεταλληνού.
Ενώ τα αποτελέσματα του λόγου της Δεύτερης προς την Πρώτη συνιστώσα δεν μπορούν να συγκριθούν καθώς η Σία Μεταλληνού δεν έκανε τέτοια μελέτη.

Η αρνητική κλίση των ευθειών γραμμικής προσαρμογής, υποδεικνύει ότι οι παρατηρούμενες συνιστώσες προέρχονται από διαφορετικές πηγές ακτινοβολίας, οι οποίες βρίσκονται στο εσωτερικό του κώνου ακτινοβολίας του pulsar.
Αν οι παρατηρούμενες συνιστώσες προέρχονταν από την ίδια πηγή ακτινοβολίας τότε ο λόγος τους θα έπρεπε είτε να παραμένει σταθερός είτε να αυξάνει με την αύξηση της έντασης της ακτινοβολίας, όχι να μειώνεται.
Η θετική κλίση της ευθείας γραμμικής προσαρμογής στο Scan 8657, πιθανώς να οφείλεται σε mode changing (κάτι για το οποίο είναι γνωστός ο PSR 0329+54). Καθώς οι εντάσεις των παρατηρούμενων συνιστωσών διαφέρουν στα δύο modes.

(Γ). Βιβλιογραφία

Pulsars, Manchester, Richard N., Taylor, Joseph H. (Joseph Hooton) W. H. Freeman, c1977.

Pulsars, Graham-Smith, Francis, (Francis Graham), Sir, 1923- Cambridge University Press, 1977.

Pulsar astronomy, Lyne, Andrew. G., Graham-Smith, Francis, Sir, 1923- Cambridge University Press, 2006.

Cordes, James. M. (1975). Astrophys. J. 195, 193.

Craft, H. D., J. M. Comella, and Frank. D Drake. 1968. Nature, 218:1122

Craft, H. D. & Comella, J. M., (1968). Nature,. 220, 676.

Gold, Tommy. 1968. Nature, 218:731

Hesse, K. H., and Wielebinski Richard. 1974. Astron. Astrphys., 31:409.

Huguenin, G. R., J. H. Taylor, R. M. Hjellming, and C. M. Wade. 1971. Nature Phys. Sci., 243:50.

Komesaroff, M. M. 1970. Nature, 225:612

Ritchings, R. Timothy. 1976. Mon. Not. Roy Astron. Soc., 176:249.

Robinson, B. J., B. F. C. Cooper, F. F. Gardner, R. Wielebinski, and Tom. L. Landecker. 1968. Nature, 218:1143.

Taylor, J. H., and G. R. Huguenin. 1971. Astrophys. J., 167:273

Taylor, J. H., and R. N. Manchester. 1975. Astron. J., 80:794.

Taylor, J. H. and R. N. Manchester, and G. R. Huguenin. 1975. Astrophys. J., 195:513

Komesaroff, M. M, Morris, Dave. & Cooke, D.J., 1970. Astrophys. Lett., 5, 37.

Dunkan. R. Lorimer, Max Planck Institut für Radioastronomie, Auf dem Hügel 69, D-53121, Bonn, Germany.

www.wikipedia.com

Γλώσσα Fortran 77 , Συγγραφέας: Shelley, John, 1940-, Νινής, N. (in greek)

FORTRAN 77:με στοιχεία του MS-DOS, Συγγραφέας: Λάζος, Κωνσταντίνος Ε. (in greek)

Fortran, Σωτήριος Κ. Περσίδης, Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, ΙΔΕΑ, Αθήνα

Manchester, R. N., Hobbs, G. B., Teoh, A. & Hobbs, M., AJ, 129, 1993-2006 (2005)

http://www.atnf.csiro.au/research/pulsar/psrcat/

http://www.mpifr-bonn.mpg.de/survey.html