

8 m RADIOTELESKOOPIN TEKNIikka JA
HAVAINNOT

URSAN LAITEPÄIVÄT 29.03.2025

Janne Peltonen

Ursalo

SISÄLTÖ

- Antenni ja sen tekniikkaa
 - 8m peiliosa
 - Kääntösystemi
- Havainnot
 - Havaintoihin liittyvät radiolaitteet
 - Tähän mennessä tehdyt havainnot



ANTENNI

- Paraboloidipeili 8 m
- Toimii 432MHz..10GHz
- Aallonpituus 3cm..70cm
- F/D 0.5 (4m/8m)
- Peiliosa koostuu niitatuista kaarista 24 kpl
- Verkkopinta
 - Silmäkoko reunalla 20mm
 - Silmäkoko keskellä 10mm
- Pintatarkkuus riittänee 3cm asti
- Virhe saa olla +/-3mm
- Sama 1/10 wl sääntö kuin optisissa teleskoopeissa

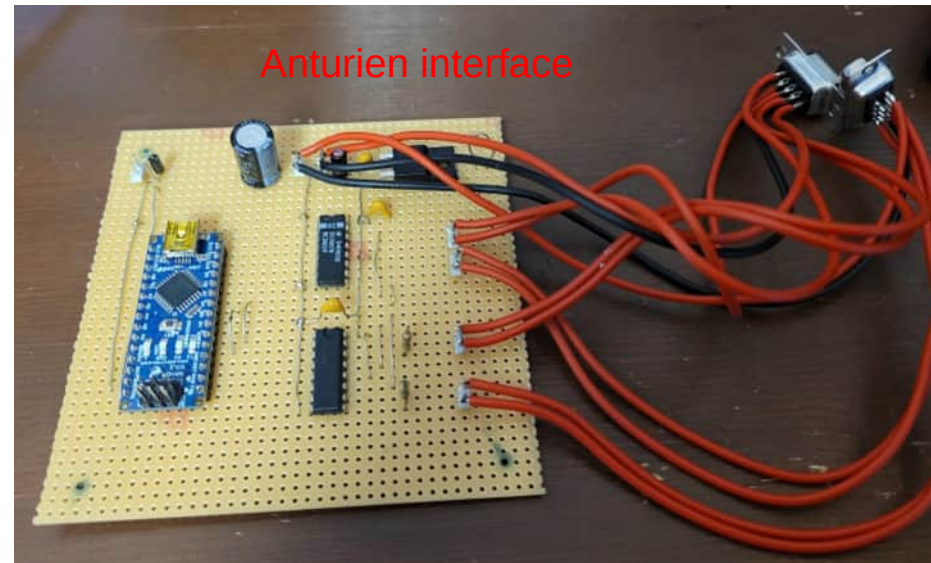
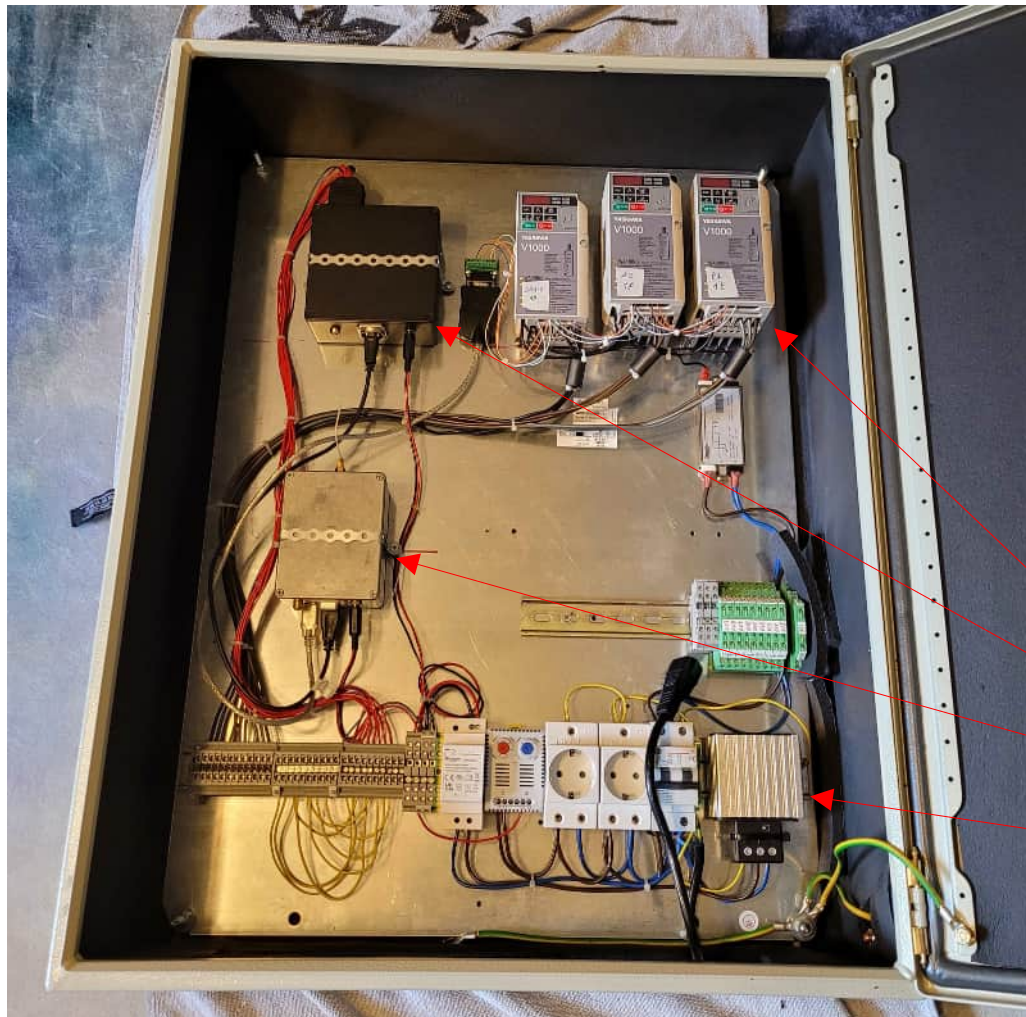


KÄÄNTÖSYSTEMI

- Jalustassa 3 moottoria
- EL-moottori
- AZ-moottori
- AZ-jarrun moottori
- Ohjaustietokone
- Raspberry pi 4
- Anturien interface
- Arduino nano
- Absoluuttianturit AZ&EL
- Rajakatkaisijat 6 kpl
- Moottorien ajurit
- 3 kpl taajuusmuuttajia



KÄÄNTÖSYSTEEMI



Taajuusmuuttajat

Anturien interface

Raspberry pi 4

Lämmitys & jäähdytys

Laatikko on eristetty 10mm neopreenillä

KÄÄNTÖSTEEMI

- Suunta-anturit



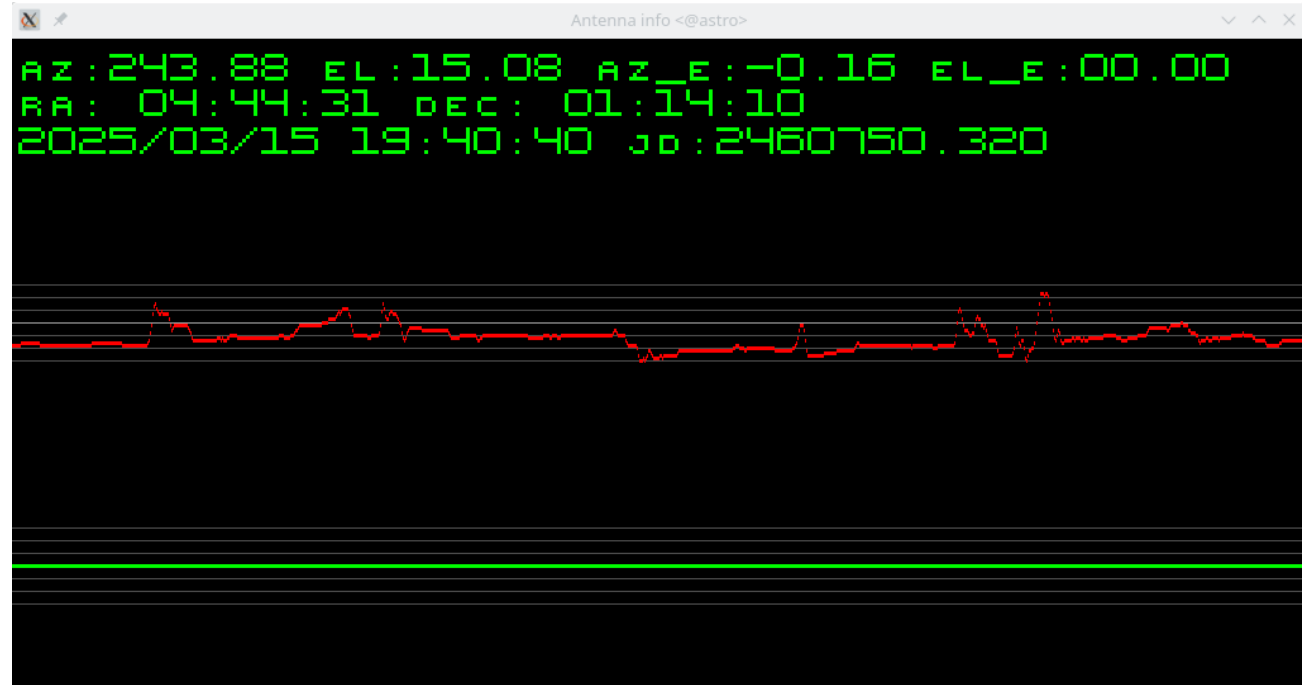
AZ-anturin ripustus



EL-anturin ripustus

KÄÄNTÖSYSTEMI

- Kääntöohjelma
- Antennin keilanleveys -3dB
 - 432 MHz $\rightarrow$ ± 0.85 deg
 - 1420 MHz $\rightarrow$ ± 0.25 deg
 - 6.7 GHz $\rightarrow$ ± 0.05 deg
- Seurantakohteet
 - Kuu
 - Aurinko
 - RA&DEC-kohteet



RA&DEC muunnoksessa on tarkkuusongelmia

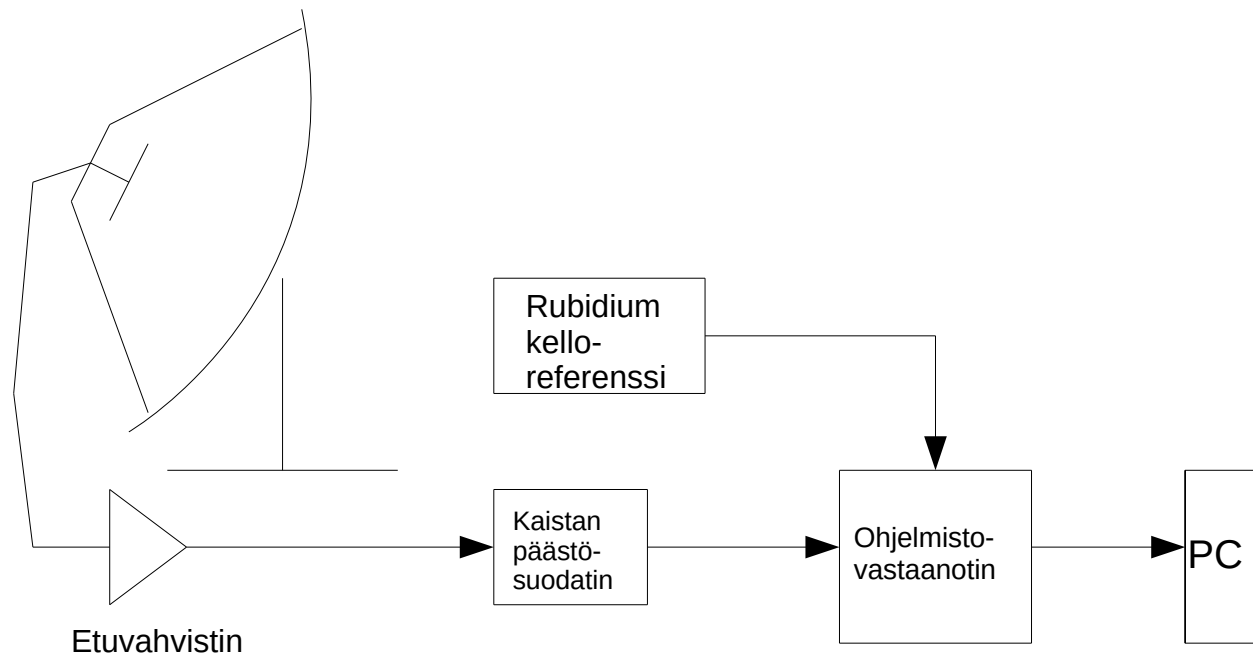
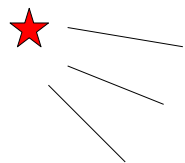
- UTC vs TT aika
- Epookit
- Muunnosfunktiot SOFA/ERFA-library
- Tarvitsen apua niihin!!

HAVAINNOT 8m ANTENNILLA

- Pulsarihavainnot
- Taajuusalue 435MHz
- Ektragalaktinen vety
- Taajuusalue 1420MHz

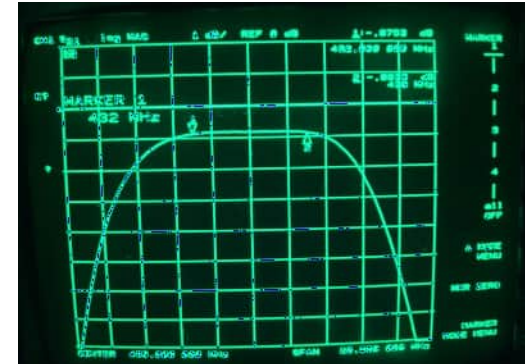
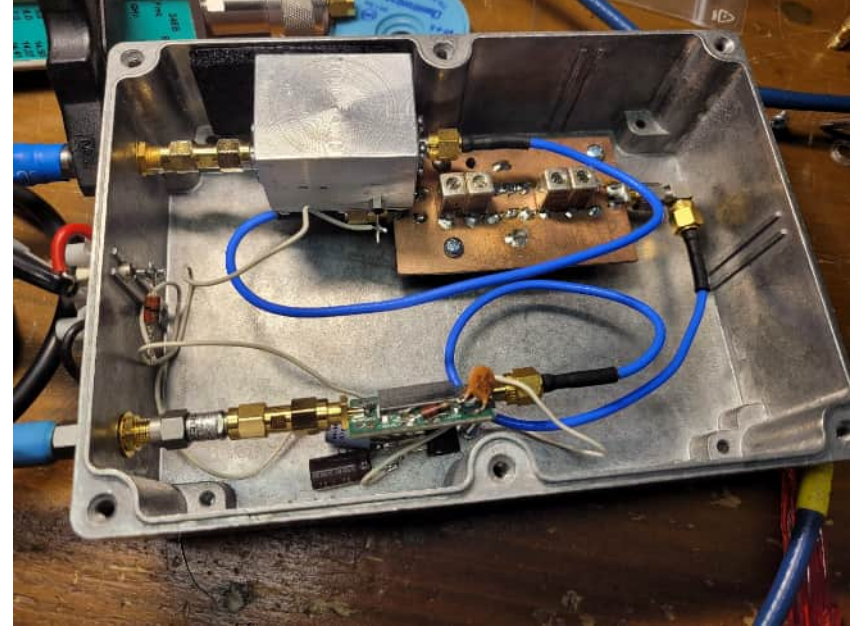
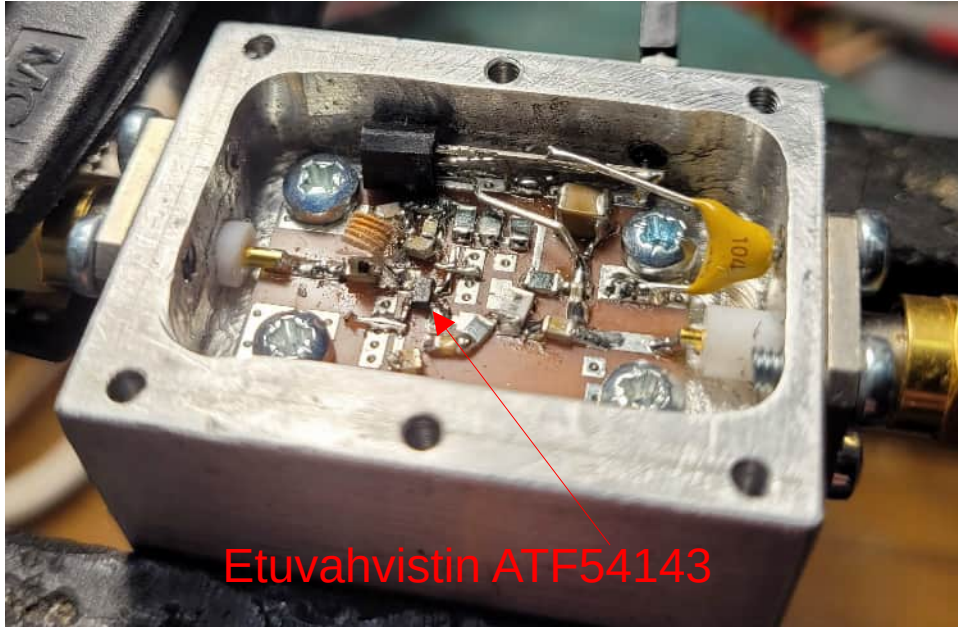


PULSARIVASTAANOTIN

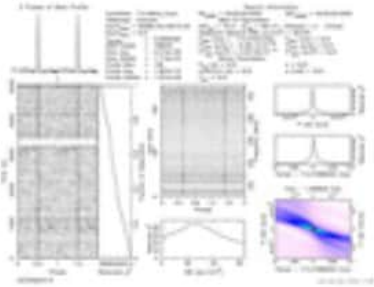


Vastaanottimen kohinaluku noin 0.35dB:tä / 35K

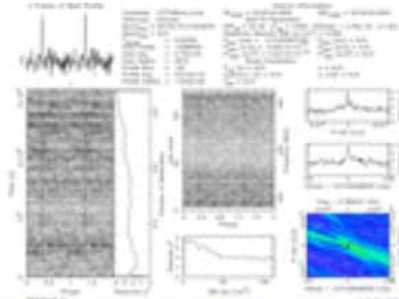
PULSARIVASTAANOTIN



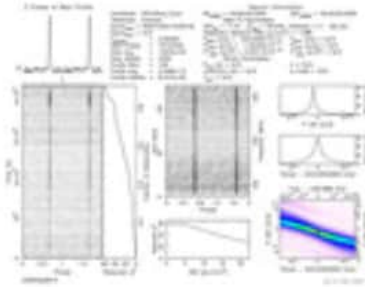
PULSAR HAVAINNOT 8m ANTENNILLA



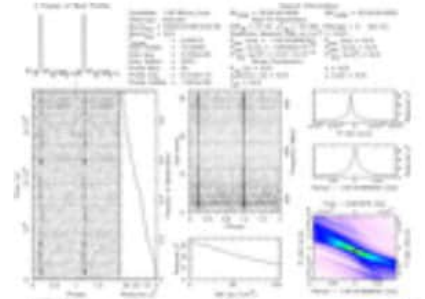
B0329 P54 03 10
2024



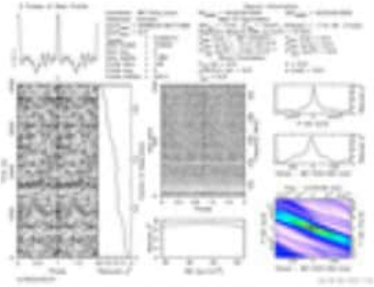
B0834 P06 01 03
2025



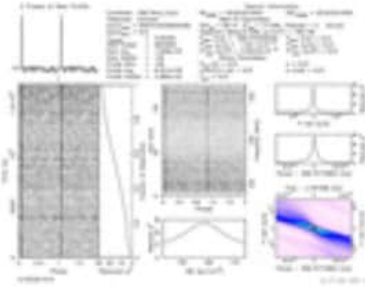
B0950 P08 27 12
2024



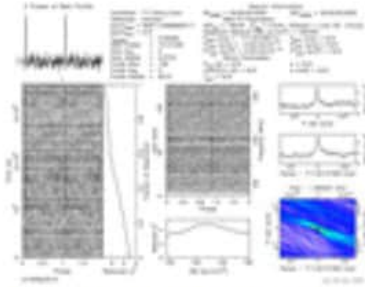
B1133 P16 24 01
2025



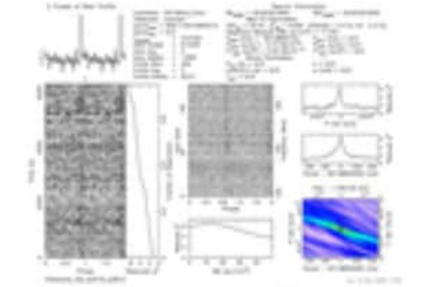
B1642 M03 06 10
2024



B1933 P16 27 12
2024



B1946 P35 27 12
2024



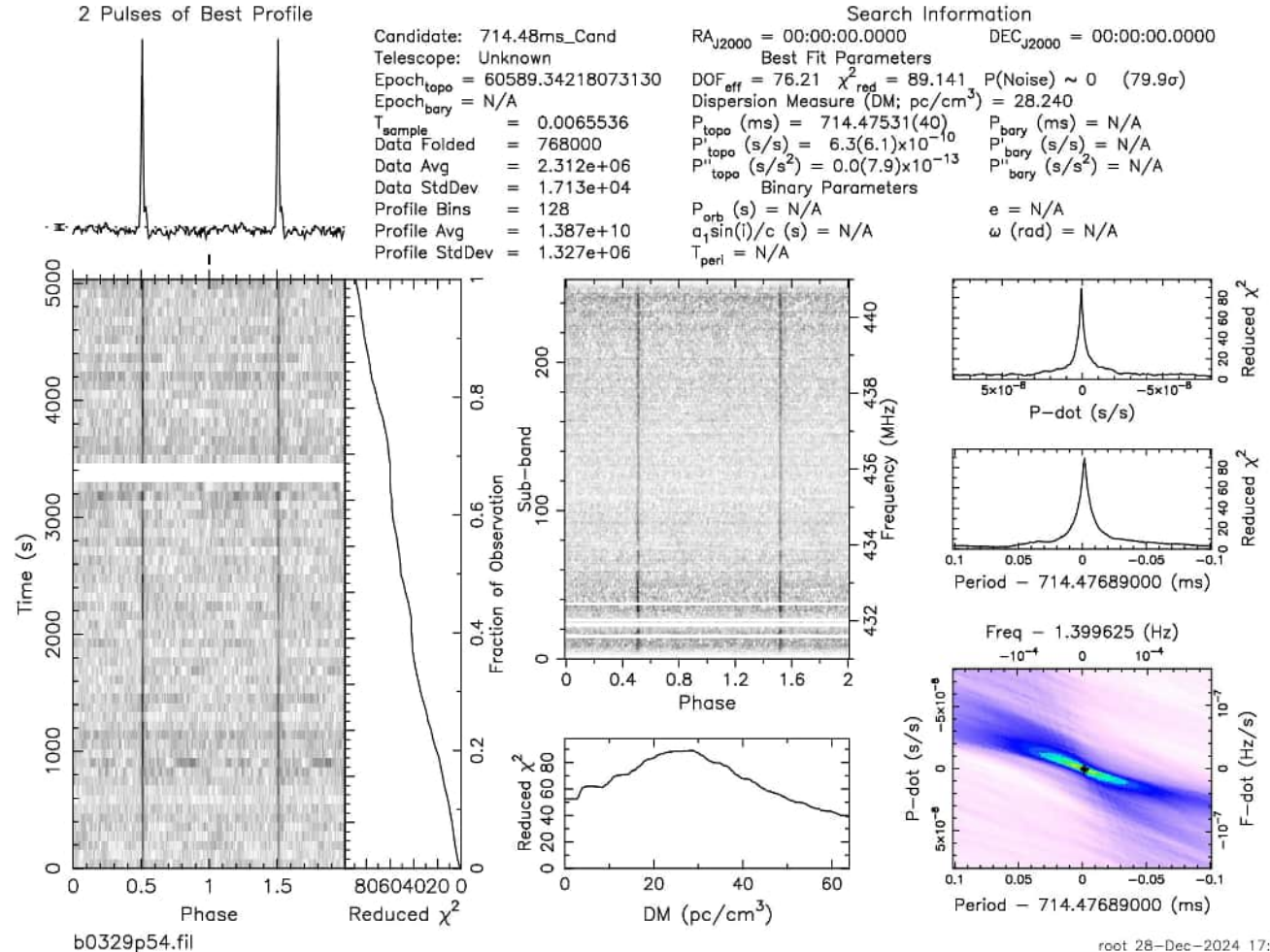
B2016 P28 05 11
2024

VAHVIN PULSARI B0329+54

- Flux 1500 mJ
- Periodi 0.714 ms
- DM 26.76
- Mittausaika 1.4 h

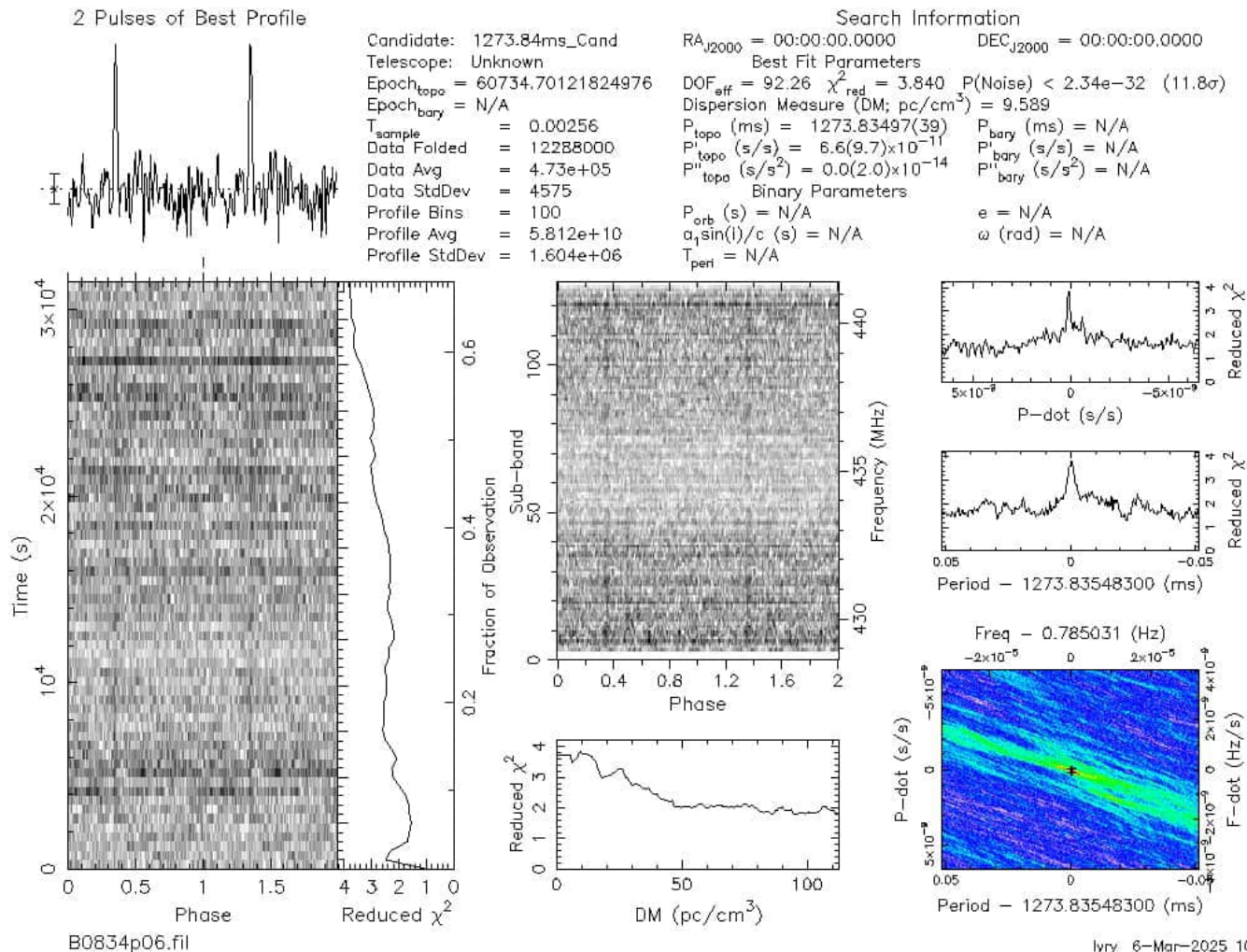
Dispersio antaa arvon etäisyydestä
 $d_{\text{parsek}} = \text{DM}/n_e$, $n_e \approx 0.03$
 (1 parsek = 3.26 vv)

$$\text{Age} = \frac{1}{(n-1)} \frac{P}{\dot{P}} = \frac{P}{2\dot{P}} \quad \text{for } n=3$$



HEIKOIN HAVAITTU PULSARI B0834+06

- Flux 89 mJ
- Periodi 1.27 s
- DM 12.86
- Mittausaika ~8.5 h

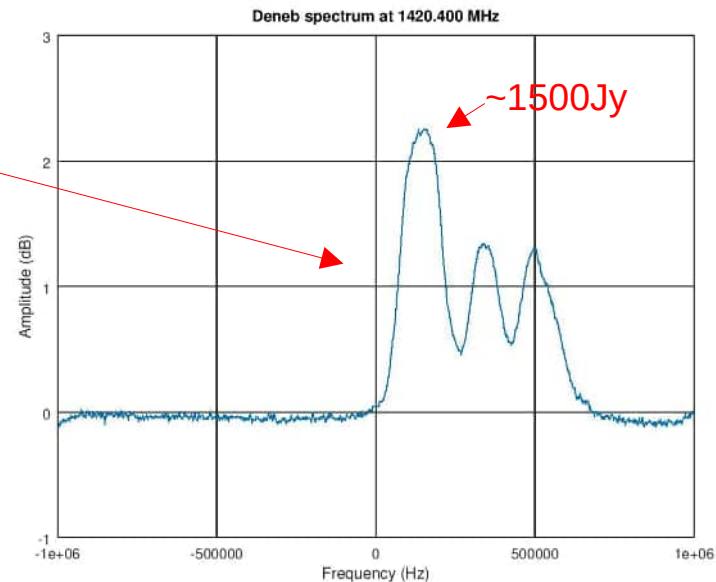


PULSARIHAVAINNOT

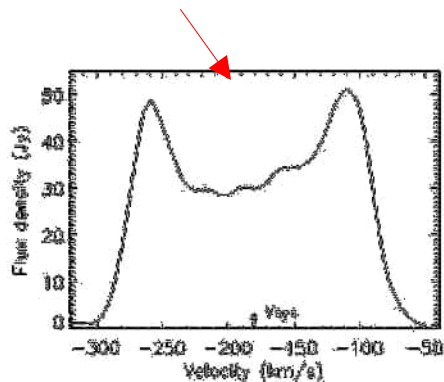
#	NAME	RAJ (hms)	DECJ (dms)	RAJD (deg)	DECJD (deg)	P0 (s)	DM (cm ⁻³ pc)	W50 (ms)	S400 (mJy)	S1400 (mJy)
1*#	B0329+54	03:32:59.4	+54:34:43.3	53.24754000	54.57870250	0.714520	26.76	6.600	1500.00	203.00
2 #	B0531+21	05:34:31.9	+22:00:52.1	83.63305654	22.01449797	0.033392	56.77	2.000	550.00	14.00
3*#	B0950+08	09:53:09.3	+07:55:35.7	148.28879042	7.92659722	0.253065	2.97	8.600	400.00	100.00
4*#	B1642-03	16:45:02.0	-03:17:57.8	251.25850250	-3.29939417	0.387690	35.76	3.800	393.00	25.76
5	J0341+5711	03:41	+57:11	55.25000000	57.18333333	1.888000	101.00	43.000	364.70	*
6*#	B2016+28	20:18:03.8	+28:39:54.2	304.51597208	28.66505889	0.557953	14.20	15.500	314.00	30.00
7 #	B1929+10	19:32:14.0	+10:59:33.3	293.05857083	10.99260556	0.226519	3.18	5.600	303.00	29.00
8*#	B1133+16	11:36:03.1	+15:51:14.1	174.01299917	15.85393972	1.187913	4.84	5.800	257.00	20.00
9*#	B1933+16	19:35:47.8	+16:16:39.9	293.94927458	16.27777389	0.358738	158.50	6.500	242.00	58.00
10	B1937+21	19:39:38.5	+21:34:59.1	294.91067162	21.58308871	0.001558	71.00	10.200	240.00	13.90
11	B2111+46	21:13:24.3	+46:44:08.8	318.35137292	46.73579000	1.014685	141.20	44.500	230.00	19.00
12	B1859+03	19:01:31.7	+03:31:05.9	285.38242083	3.51832500	0.655450	401.20	4.800	165.00	4.20
13	B1818-04	18:20:52.5	-04:27:37.7	275.21913917	-4.46047556	0.598082	84.44	9.300	157.00	10.07
14*	B1946+35	19:48:25.0	+35:40:11.0	297.10419458	35.66973806	0.717311	129.37	31.500	145.00	8.30
15	B1911-04	19:13:54.1	-04:40:47.6	288.47572292	-4.67991111	0.825936	89.39	8.900	118.00	6.80
16	B2045-16	20:48:35.6	-16:16:44.5	312.14850265	-16.27904264	1.961572	11.46	12.000	116.00	22.00
17	B1508+55	15:09:25.6	+55:31:32.3	227.35679083	55.52566500	0.739682	19.62	10.900	114.00	8.00
18	J2238+6021	22:38	+60:21	339.50000000	60.35000000	3.070000	185.30	25.000	111.10	*
19	B2217+47	22:19:48.1	+47:54:53.9	334.95057917	47.91498056	0.538469	43.40	5.500	111.00	3.00
20	B1237+25	12:39:40.4	+24:53:49.2	189.91858917	24.89702500	1.382449	9.25	45.200	110.00	23.00
21	B2154+40	21:57:01.8	+40:17:45.9	329.25770625	40.29610722	1.525266	71.12	38.600	105.00	17.00
22	B0818-13	08:20:26.3	-13:50:55.8	125.10992375	-13.84884972	1.238130	40.94	23.000	102.00	6.00
23*	B0834+06	08:37:05.6	+06:10:14.5	129.27350833	6.17071111	1.273768	12.86	26.000	89.00	5.00
24	B1831-03	18:33:41.8	-03:39:04.2	278.42456042	-3.65118278	0.686733	234.54	5.400	89.00	2.80
25	B2310+42	23:13:08.6	+42:53:13.0	348.28592042	42.88695639	0.349434	17.28	8.800	89.00	15.00

EKSTRAGALAKTINEN VETY

- Vety säteilee taajuudella 1420.405752 MHz (lepotaajuus/rest frequency)
- **Linnunradan** vety on helppo havaita pienelläkin antennilla
- Linnunradan ulkopuolisena kohteena vedyn taajuudella säteilevät galaksit
- Vahvin **ekstragalaktinen** vetykohde on M31
- Voimakkuudet melko samassa suhteessa kuin optisellakin alueella
- M31, M33, M81, M101, jne



Linnunradan tasoa Denebin suuntaan

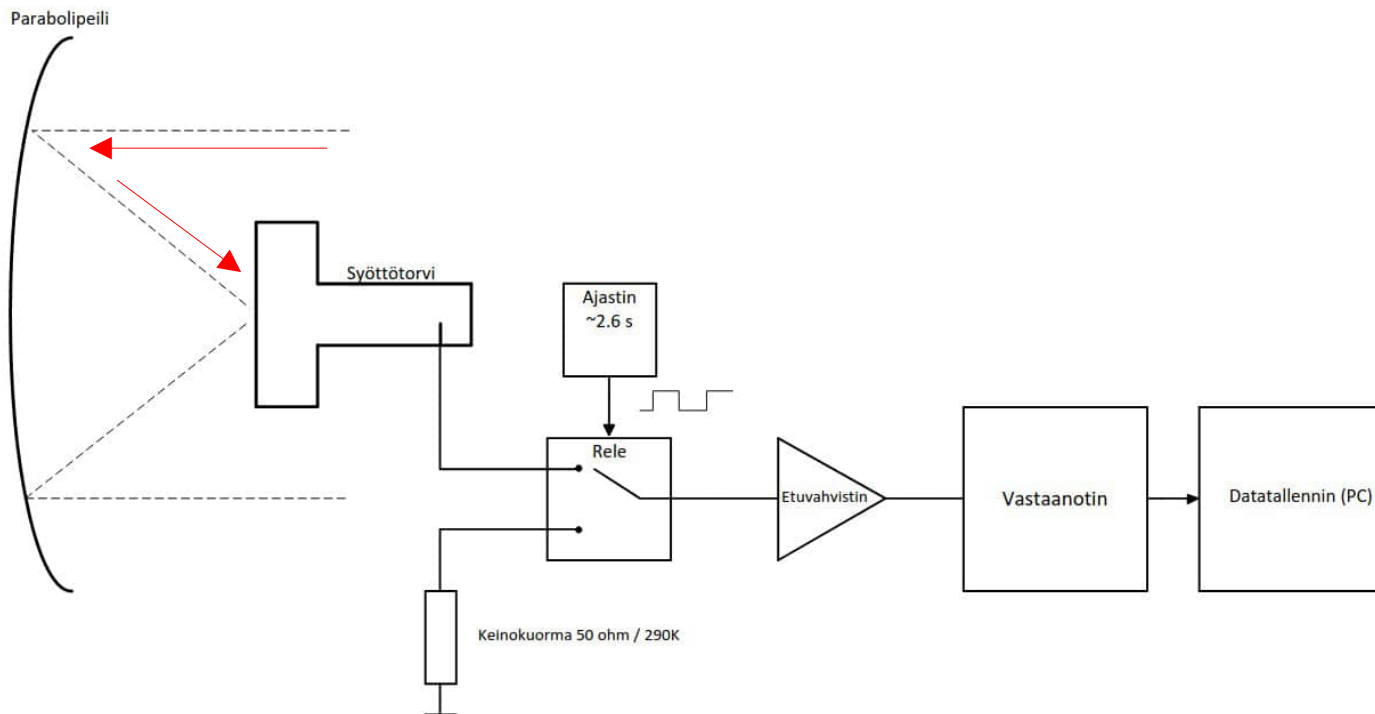


H I KINEMATICS AND MASS DISTRIBUTION OF MESSIER 33

S. Z. KAM^{1,2}, C. CARIGNAN^{1,2,3}, L. CHEMIN^{4,5}, T. FOSTER⁶, E. ELSON³, T. H. JARRETT³

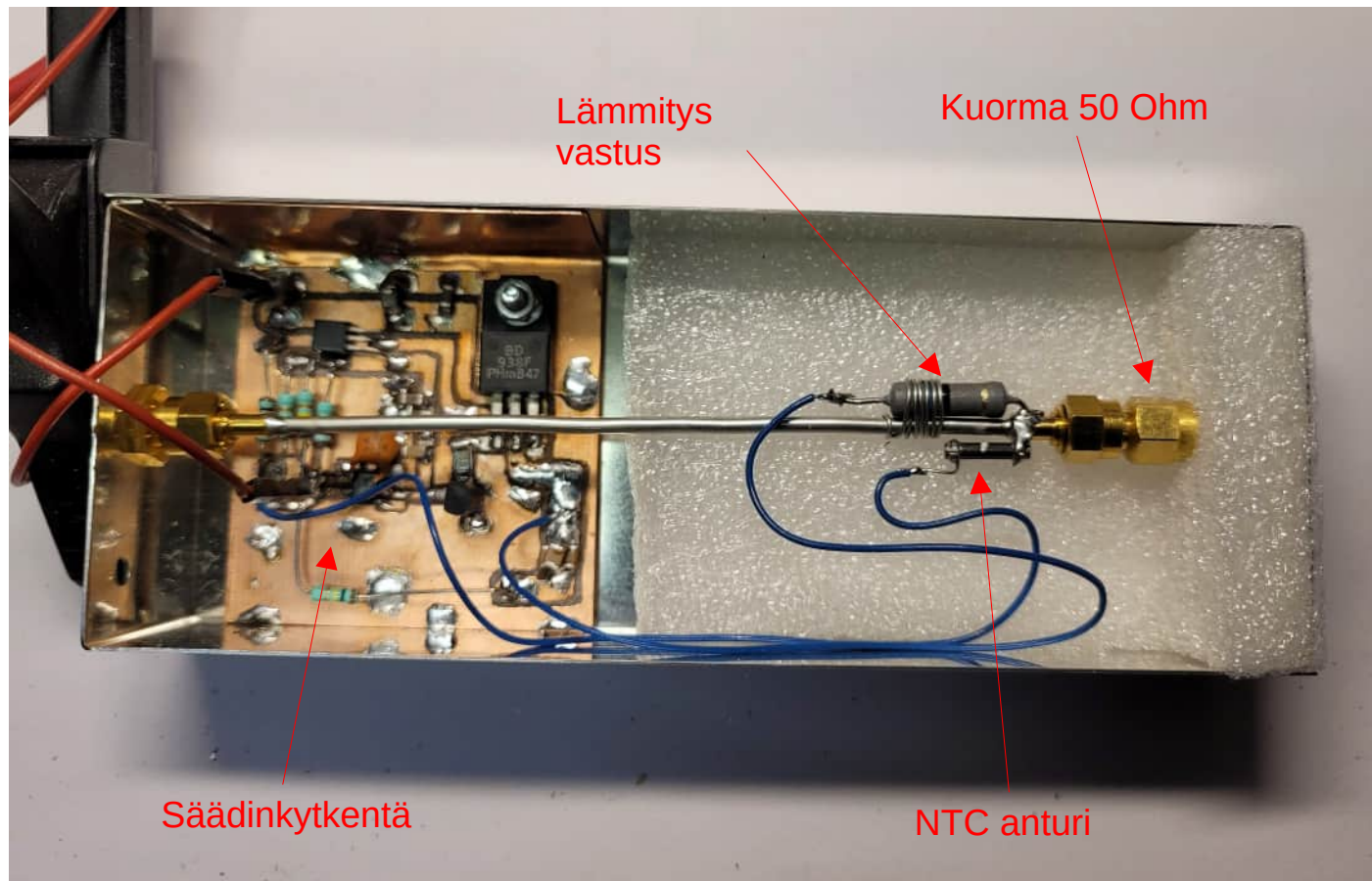
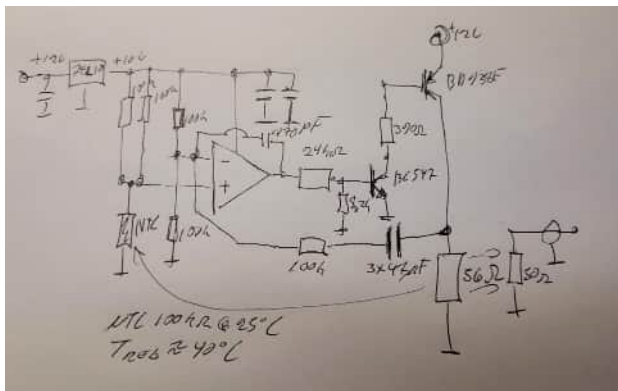
VASTAANOTIN EKSTRAGALAKTISEN VEDYN HAVAITSEMISEEN

- Dicken-vastaanotin
- Stabilointi käyttäen keinokuormaa referenssinä
- Mitataan vuorotellen taivasta ja keinokuormaa
- Mittadatasta lasketaan tässä tapauksessa FFT
- Myös taajuustason stabilointi mahdollista



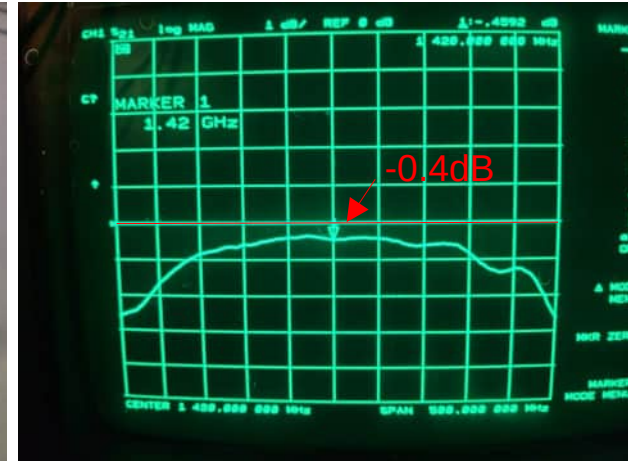
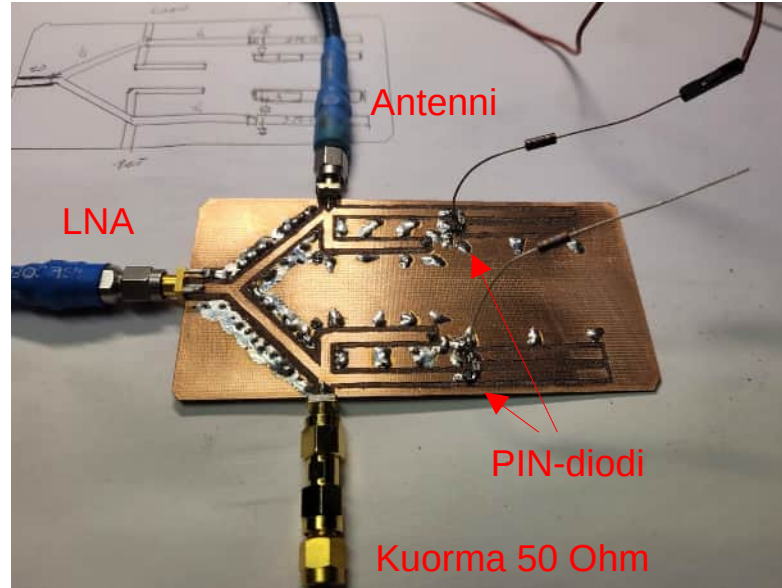
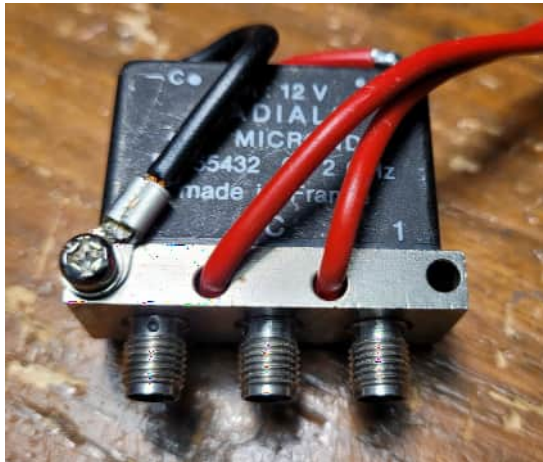
VASTAANOTIN EKSTRAGALAKTISEN VEDYN HAVAITSEMISEEN

- Lämpötila stabiloitu referenssi/keinokuorma
- PI-tyypin säädin pitää lämpötilan vakiona
- Kuorman lämpötila +40degC
- 1degC $\rightarrow$ 0.014 dB



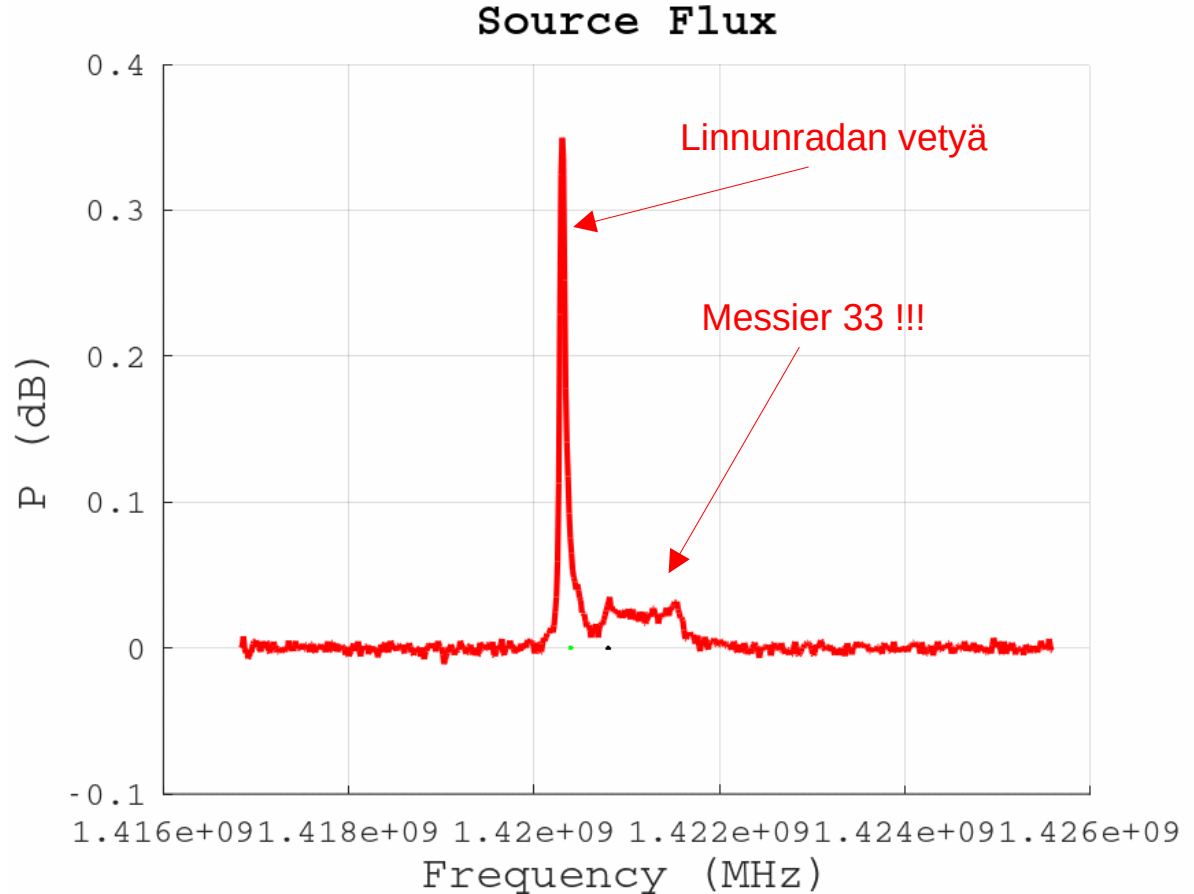
DICKEN-KYTKIN

- Perinteinen PIN-diodikytkin
- Häviö 0.25..0.4dB
- Isolaatio 32dB
- Rele
- Häviö 0.1dB
- Isolaatio 60dB



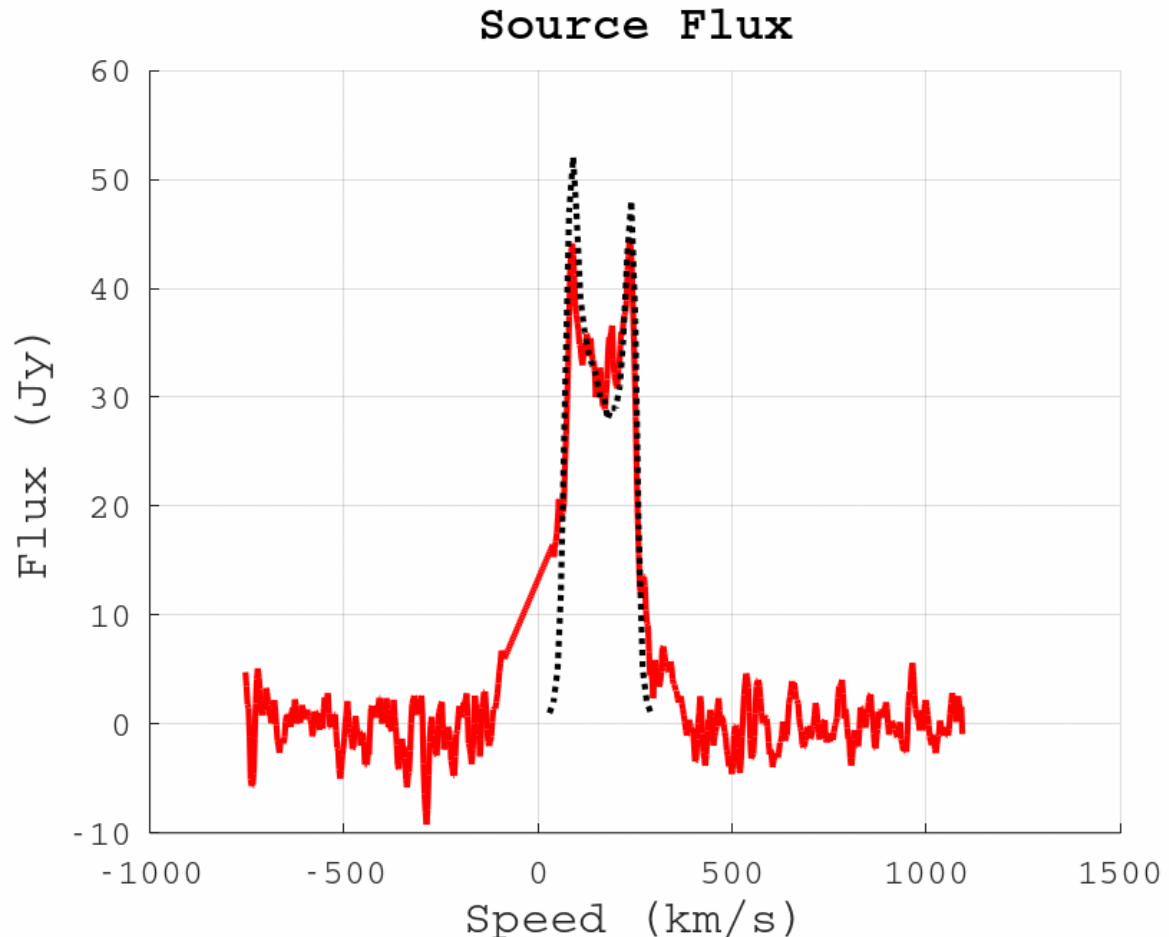
HAVAINTOKOHDDE MESSIER 33

- **M33 Havainto**
- Linnunradan vety vuotaa mittaukseen (iso piikki)
- M33 liikkuu riittävän lujaa, jotta signaali ei osu vetypiikin kohtaan



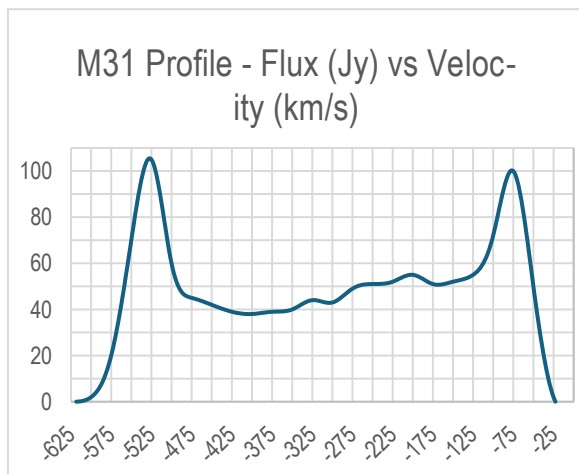
HAVAITOKOHDE MESSIER 33

- **M33 Havainto**
- Maski tiedejulkaisusta (katkoviiva)
- Maskin paikka laskettu 03.03.2025 tilanteen mukaan kohdalleen (Maan rataliike)
- Messier 33 tulee meitä kohti **180km/s**
- Linnunradan vetypiikki on retusoitu pois tästä kuvasta

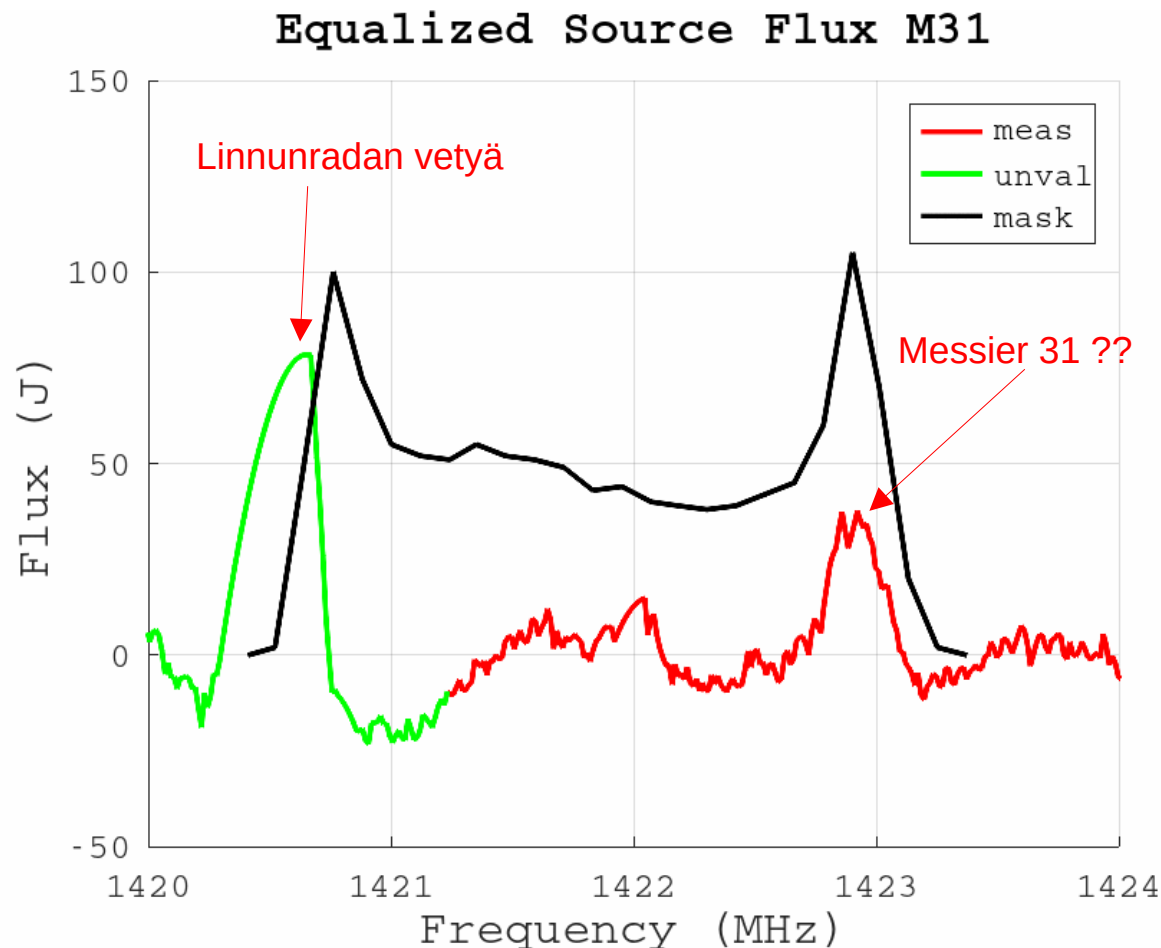


ANDROMEDA / MESSIER 31

- Mittaus ilman Dicken systeemiä
- Linnunradan vety osuu osittain kohdalle ja häiritsee mittausta
- Maski tiedejulkaisusta



<https://radio-astronomy.org> (SARA)



LASKELMA

$nf1_dB = 0.4500$

$T_n = 32.981$

$NF_system = 0.4678$

$D_dish_m = 8$

Flux_Jy = 50

$T_a = 0.5008$

$T_noise_spillover = 25$

$T_noise_feed_through = 0$

$T_noise_system_tot = 57.981$

$Y_calculated_dB = 0.037353$

$Y_calculated_mdB = 37.353$

LNA+Rele kohinaluku [dB]

Vastaanottimen kohinalämpötila [K]

Vastaanottimen kohinaluku [dB]

Peilin halkaisija [m]

Kohteen vuo [Jy]

Kohteen kohinalämpötila [K]

Antennin ohivalaisu [K]

Antennin verkon vuoto [K]

Systeemin kohinalämpötila [K]

kohteen Y-kerroin [dB]

kohteen Y-kerroin [mdB]

50 Ohm pääte & $T_delta = 1\text{ K} \rightarrow P_delta = 0.013853\text{ dB} = 14\text{ mdB}$

KIITOS KUULIJOILLE!

