

Pulsarer

I denne øvelse skal du foretage virtuelle målinger på Krabbetågens pulsar samt en anden pulsar og dermed bestemme dens spinperiode.

1. Download programmet [VIREO](http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAhome.html)¹, installer det, åbn det og vælg øvelsen *Radio Astronomy of Pulsars*. Eller, hvis du er Rosborg-elev, log ind på astro-serveren og kød programmet derfra.
2. Vælg radioteleskopet og åbn kontrolpanelet. Sørg for at tracking er tændt. (Se skærbilleder på næste side.)
3. Ved tryk på knappen 'Receiver' kan man se et frekvensspektrum. Overvej hvad kikkerten gør, når den måler et sådant og skriv dine overvejelser ned. (Hint: I optisk astronomi har vi filtre og gitre. Der er en analogi med radioteleskoper.)
4. Få kikkerten til at måle ved frekvensen 600 MHz. Optag et støjspektrum. (Du behøver ikke gemme det.) Gentag for 1200 MHz.
5. Tryk på knappen *Slew* og vælg *Hot List*. Drej kikkerten over på Krabbetågen. Koordinater er i øvrigt: $(\alpha, \delta) = (5^{\text{h}}34^{\text{m}}32^{\text{s}}; 22^{\circ}0'52'')$
6. Mål spektre ved hhv. 600 MHz og 1200 MHz. Gem spektrene.
7. Tryk nu på *Tools-Radio Pulsar Analysis*. Forsøg dig frem med knapperne, så du finder ud af, hvad de gør.
8. Bestem perioden for de to signaler.
9. Hvor mange omdrejninger foretager pulsaren pr. sekund?
10. Krabbetågen er en kraftig kilde. Vælg en af de andre objekter i hotlisten og gentag processen.

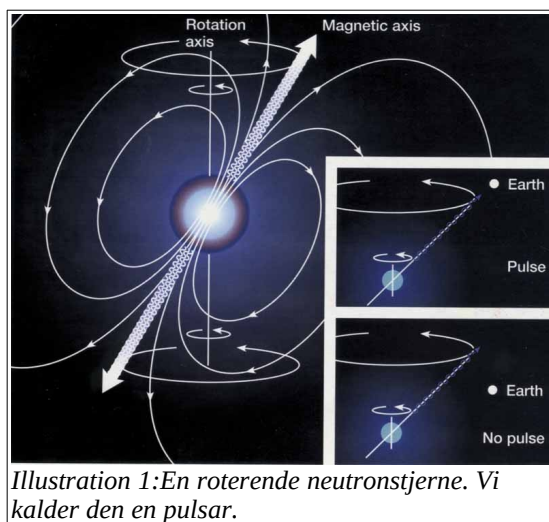


Illustration 1: En roterende neutronstjerne. Vi kalder den en pulsar.

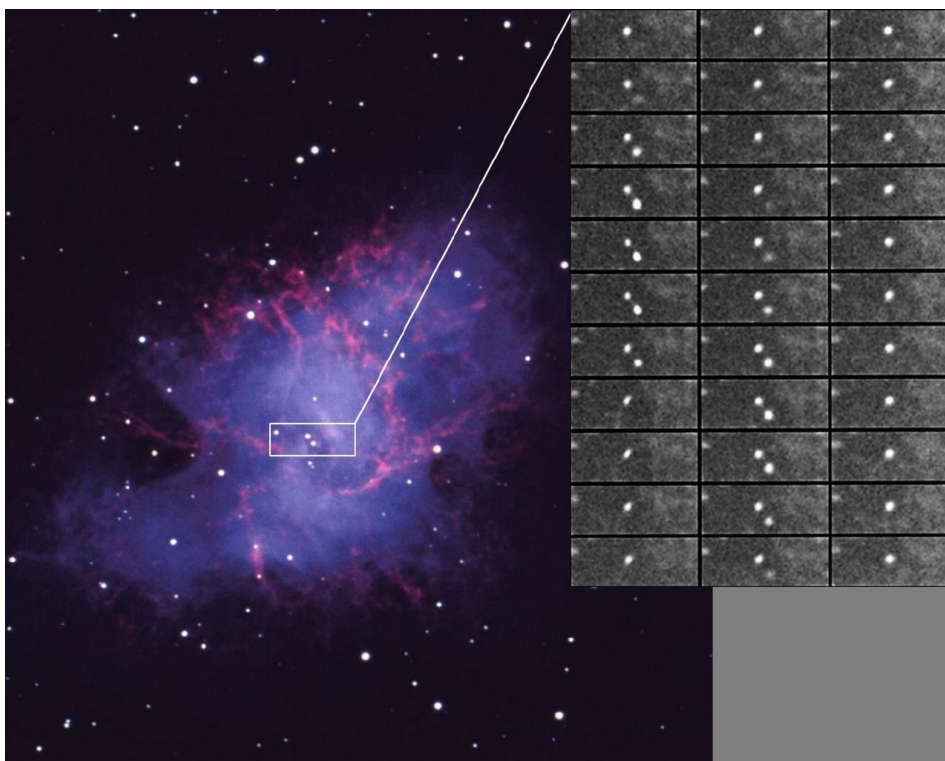


Illustration 2: Billede af Krabbetågen.

1 <http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAhome.html>



Illustration 4:Hovedvinduet

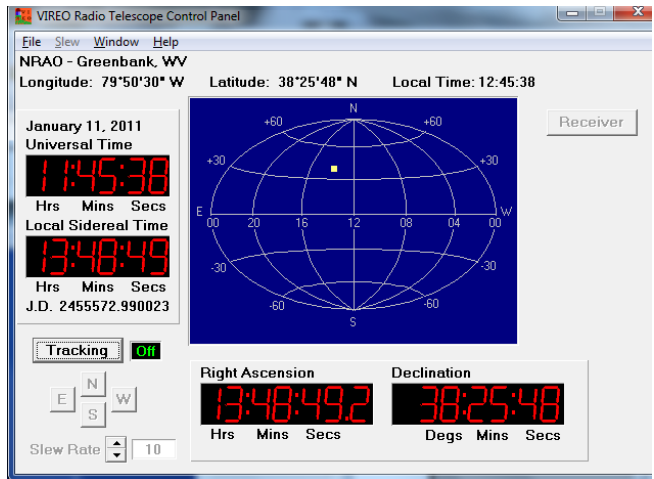


Illustration 3:Kontrolpanelet

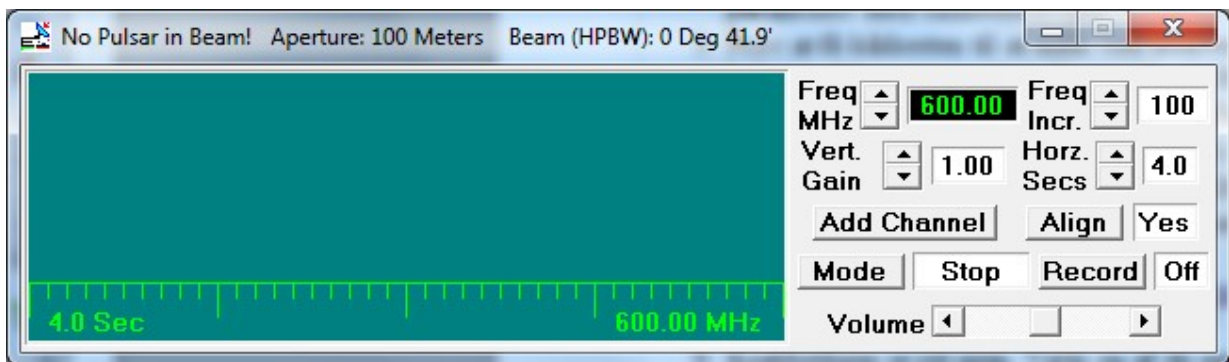


Illustration 5:Receiveren. Bemærk, at du måler én frekvens af gangen. (Tiden er ud af 1. akse.)

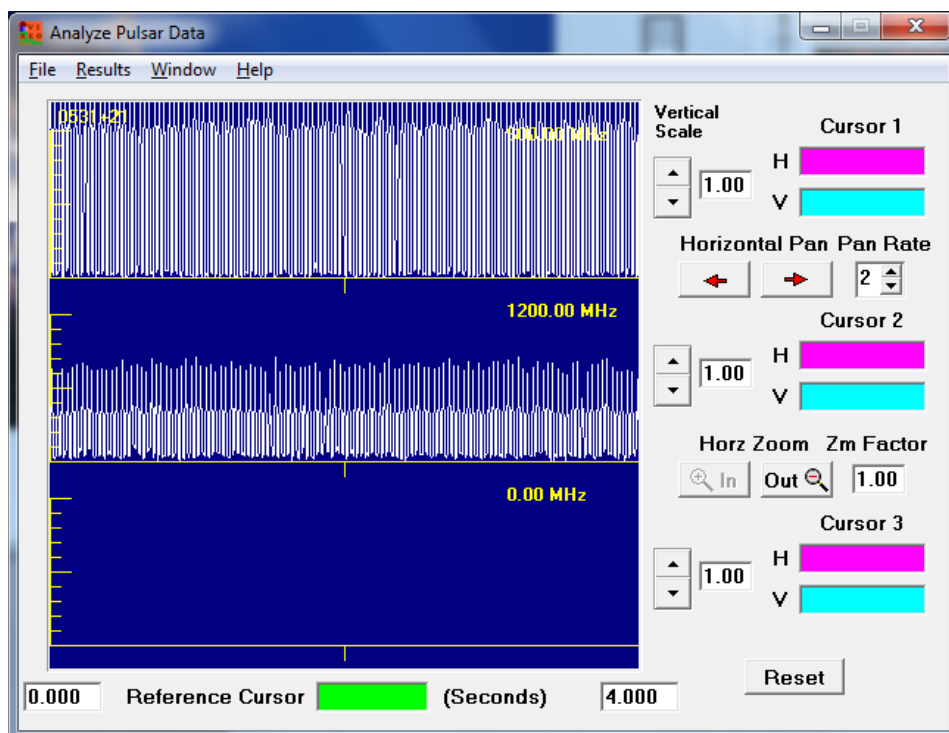


Illustration 6:Analysevinduet hvor omløbstiden for pulsaren kan bestemmes.

Krabbetågens pulsar

Opgaven er taget fra Helle og Henrik Stub: Det levende Univers.

Krabbetågen er resterne af en supernova, som kinesiske astronomer så på himmelen i 1054. På sit højeste kunne den ses om dagen, men der er sært nok ingen optegnelser over supernovaen fra Europa. Til gengæld har indianere i Nordamerika tegnet den på klipper. Afstanden til Krabbetågen er på ca 1850 pc, og dens nuværende diameter er ca 3,1 pc.

- a) Hvornår fandt eksplosionen sted? Hvilke samfund havde vi på Jorden dengang?

Antag at gasserne fra eksplosionen har bevæget sig med konstant fart siden udbruddet.

- b) Med hvilken hastighed har gasserne bevæget sig?

I midten af Krabbetågen sidder en pulsar, som har en rotationstid på $T = 0,031$ s. (Du har sikkert selv konstateret dette i en anden opgave.) Pulsarens rotationsenergi er givet ved formlen:

$$E = 7,9 \frac{\text{J} \cdot \text{s}^2}{\text{kg} \cdot \text{m}^2} \cdot \frac{M \cdot R^2}{T^2}$$

- c) Beregn pulsarens rotationsenergi idet du sætter massen til 1,5 solmasser og radius til 20 km. (Husk at indsætte i SI-enheder.)
d) Hvor lang tid bruger Solen på at udstråle en tilsvarende energimængde?

Rotationstiden vokser med $13 \mu\text{s}$ hvert år, fordi rotationsenergi afleveres til omgivelserne ved hjælp af pulsarens magnetfelt.

- e) Beregn den luminositet, der herved overføres til Krabbetågen og sammenlign med Solens luminositet.