

## SZKOLNY RADIOTELESKOP SŁONECZNY

*Longin Gładyszewski*

Instytut Fizyki UMCS w Lublinie

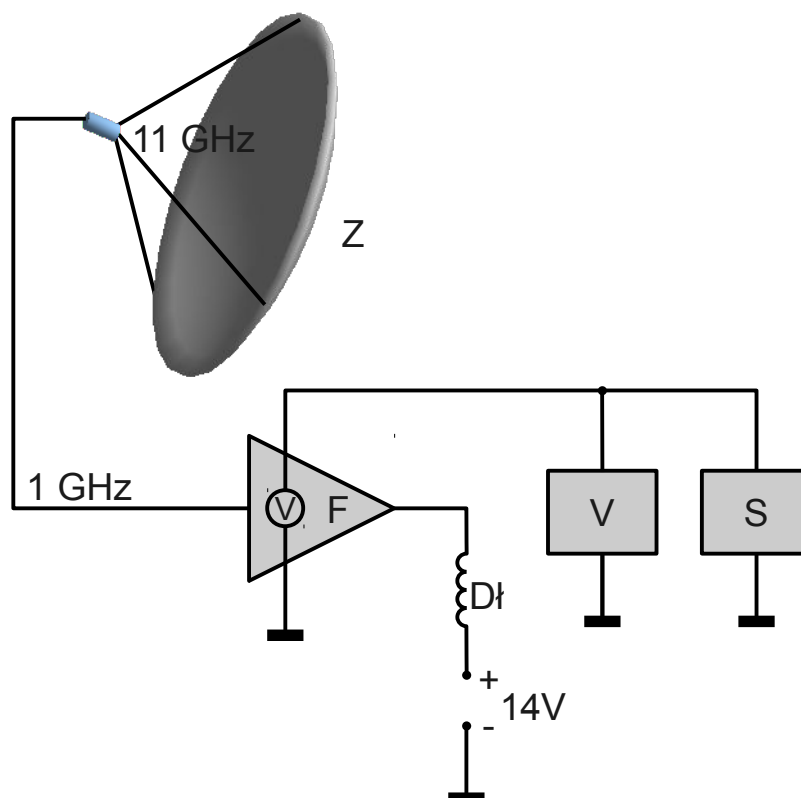
W roku 2004, z okazji Lubelskiego Festiwalu Nauki skonstruowano model radioteleskopu, pracujący na fali ok. 3 cm i zbudowany w oparciu o elementy anteny i odbiornika satelitarnego.

Kupiliśmy **zwierciadło paraboloidalne** o średnicy 90 cm, a w jego ognisku umieściliśmy przedwzmacniacz, zwany w technice satelitarnej **konwerterem**.

W konwerterze następuje znana radioamatorom przemiana sygnału na sygnał o częstotliwości ok. 1 GHz. W sklepach sprzedających odbiorniki satelitarne można kupić „**wykrywacz satelitów**”. Faktycznie jest to dość czuły wzmacniacz szerokopasmowy, zakończony woltomierzem wskazującym poziom odbieranego sygnału z satelity.

Z tego woltomierza wyprowadziliśmy wyprostowany i uśredniony sygnał do woltomierza cyfrowego i rejestratora.

Aby można było zrezygnować z kosztownego tzw. tunera, zastosowaliśmy bardzo prosty sposób zasilania konwertera i wykrywacza za pomocą zasilacza 14 V poprzez konieczny dławik, uniemożliwiający „ucieczkę” sygnału z satelity lub ze Słońca do zasilacza. Widać to dokładnie na załączonym schemacie radioteleskopu



Rys. 1. Schemat radioteleskopu (**K**: konwerter, **Z**: zwierciadło, **Dł**: dławik, **F**: wykrywacz satelitarny, **V**: woltomierz cyfrowy lub komputer z kartą analogowo-cyfrową, **S**: samopis).

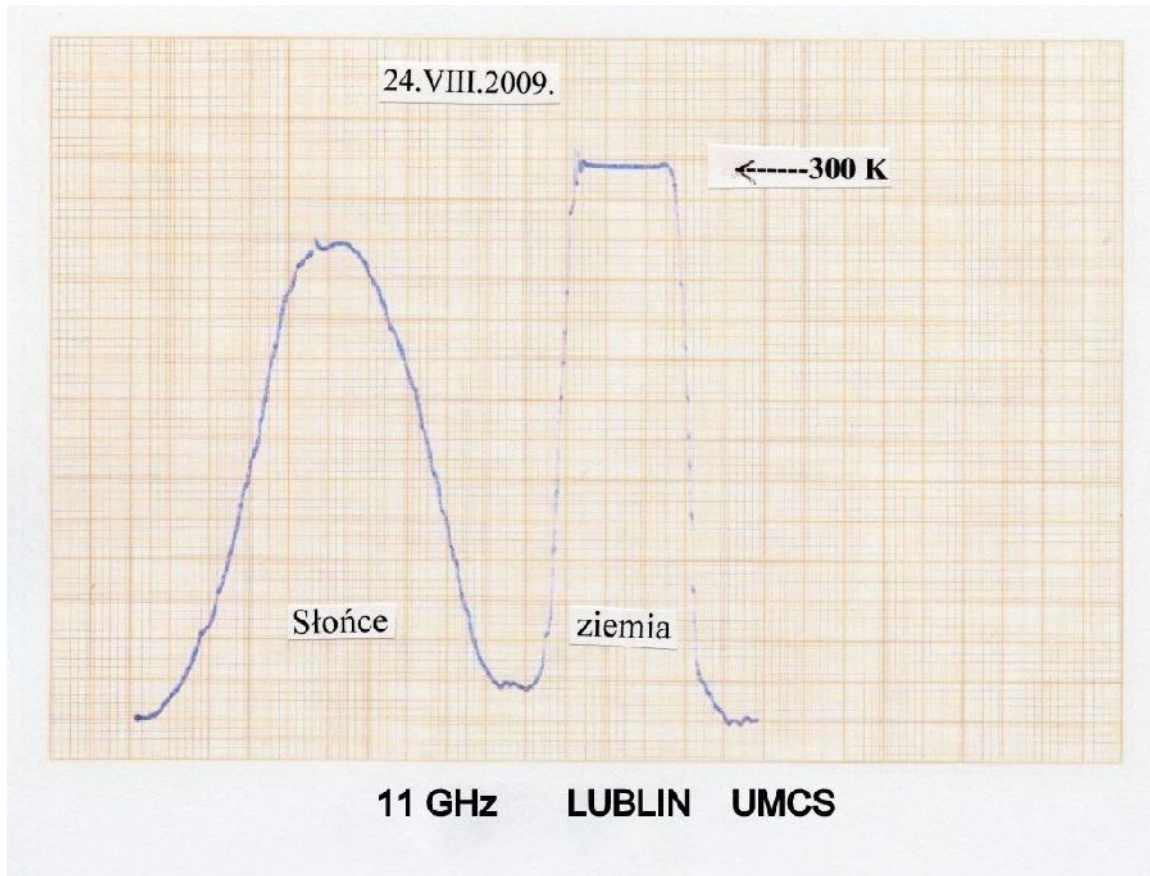
Gdy dysponujemy odbiornikiem telewizyjnym, możemy pokazać obraz z satelity. Dla studentów fizyki, dla których pokazujemy zbudowany zestaw w czasie **zajęć laboratoryjnych z dydaktyki fizyki i astronomii** warto podłączyć oscyloskop, by wykazać istotną różnicę w sygnale satelitarnym w porównaniu z czystym, słonecznym sygnałem szumowym.

Dyskutując przebieg widma emisji ciała doskonale czarnego wskazujemy na istnienie części podczerwonej, demonstrowanej zwykle poprzez analizę emisji łuku Volty za pomocą pryzmatu i termostosu.

Zbudowany radioteleskop doskonale pomaga zademonstrować dalszy ciąg widma termicznego, sięgającego aż do fal radiowych.

W tym celu ustawiamy grzejnik elektryczny przed anteną radioteleskopu i nie wchodząc w pole widzenia anteny włączamy grzejnik do sieci. Obserwujemy wskazania rejestratora lub woltomierza; widzimy wzrost napięcia wyjściowego radioteleskopu w miarę wzrostu temperatury grzejnika.

W pracowni, z oknami po stronie południowej, kierujemy antenę w stronę Słońca i notujemy wskazania rejestratora na taśmie. Warto przeprowadzić pełny pomiar poprzez zarejestrowanie tzw. krzywej przejścia Słońca przez pole widzenia anteny. Wreszcie, by wycechować radioteleskop, kierujemy zwierciadło radioteleskopu w ziemię lub w ścianę pracowni.



Rys. 2. Zapis otrzymany podczas cechowania radioteleskopu.

Odczytujemy wychylenie pisaka lub wskazania woltomierza, przypisując temu wychyleniu temperaturę 300 K.

Porównujemy wskazania woltomierza przy 300 K z wysokością maksimum krzywej przejścia Słońca i wprowadzamy poprawkę na kąt bryłowy Słońca i kąt anteny. Czynimy tak, ponieważ w przypadku zwierciadła 90. centymetrowego i obserwacji Słońca nie jest zachowana „geometria 4Π” (antena ma szerszą charakterystykę kątową ( $\Phi = \lambda/D$ ) od kątowych rozmiarów Słońca ( $\Phi_s = 0.5$  stopnia). Dodatkowo warto pamiętać o efektywnej powierzchni zwierciadła, bardzo zależnej od skuteczności ogniskowania fal radiowych na konwerterze a zatem od precyzyjnego ustawienia konwertera (uwzględniliśmy to umieszczając we wzorze współczynnik „k” - dość trudny do określenia).

$$T = 300 \text{ K} * (U_s/U_z) * (\Phi / \Phi_s)^2 * k$$

Przeprowadzony pomiar ma istotne walory poznawcze: każde ciało, mające temperaturę wyższą od zera kelwinów emituje fale radiowe; dokładny pomiar natężenia fali radiowej umożliwia pomiar temperatury ciała. Radiowy sygnał słoneczny ( i innych radioźródeł) ma charakter szerokopasmowego szumu.

Duże zainteresowanie wzbudza zwykle wśród słuchaczy pokaz emisji fal radiowych przez ciało ucznia (studenta), wchodzącego w pole widzenia radioteleskopu. Powyższy eksperyment jest możliwy do przeprowadzenia ze względu na szerokie pasmo odbieranych częstości. Ponieważ widmo termicznego promieniowania radiowego jest ciągłe to taki szerokopasmowy wzmacniacz zbiera stosunkowo dużo energii emitowanych fal, umożliwiając taką rejestrację. Warto podkreślić, że eksperyment nie jest w pełni poprawny, ponieważ uczeń wchodząc w pole widzenia anteny oprócz emisji własnego promieniowania radiowego prawdopodobnie odbija część promieniowania, emitowanego przez ściany pracowni.

Na zakończenie opisu warto dodać, że minimalna **cena budowy radioteleskopu to ok. 300 zł**. Dla naszej wygody dodaliśmy do wyposażenia statyw z głowicą obrotową, woltomierz cyfrowy, rejestrator. Jednak te ostatnie elementy nie są konieczne by wykryć radiową emisję Słońca: w tym celu wystarczy mały woltomierz wbudowany fabrycznie do wyszukiwacza satelitów, a statyw możemy zastąpić dowolnym układem, podtrzymującym zwierciadło radioteleskopu.



Konstruktorzy: uczniowie II Liceum im. A.F. Modrzewskiego  
we Włodawie, kl. II: Rafał Błaż, Adrian Karwaciuk, Michał  
Tychoniewicz, pod kierunkiem prof. fizyki mgra Mirosława  
Trociuka.

(kwiecień 2009)

Rys. 3. Pierwsze i jedyne w Polsce Liceum, w którym uczniowie zbudowali radioteleskop słoneczny.