

Ćwiczenie 1A

POMIAR FLUKTUACJI SZUMU I WYZNACZENIE CZUŁOŚCI SYSTEMU ANTENA-RADIOMETR

Podstawa teoretyczna:

Opór elektryczny w temperaturze T emituje promieniowanie EM zgodnie ze wzorem Planck'a. Promieniowanie to ma charakter stochastycznego szumu. Radioteleskop stanowi układ anteny i odbiornika (radiometru), tj. system obwodów którego moc szumów określona jest temperaturą szumową $W = kT_{\text{sys}}$, gdzie $T_{\text{sys}} = T_A + T_R$, zaś T_A jest mocą szumów wydzieloną w antenie, T_R - moc szumów tzw. "własnych" wydzielona w obwodach radiometru.

Minimalna, wykrywalna zmiana temp. szumowej systemu "total power" dana jest wzorem

$$\Delta T_{\text{SYS}} = \frac{T_{\text{SYS}}}{\sqrt{B[\text{Hz}] \tau[\text{s}] n}}$$

Zadanie:

- Ustawić antenę na zenit (konieczne ze względu na Ćw. 1B). Ustawić stałą czasową odbiornika τ . Wykonać pomiar fluktuacji szumu własnego radiometru $W \sim T_{\text{sys}}$. Na początku i na końcu pomiaru wykonać kalibrację ($T_{\text{cal},1}$ i $T_{\text{cal},2}$) - włączyć źródło szumów, ustawiając dodatkowe tłumienie 10 dB oprócz tłumienia sprzęgacza wynoszącego 20 dB. Przyjąć dla źródła szumów $T = 8670$ K. Zarejestrować pomiar tła odniesienia przed i po włączeniu kalibratora.
- Dokonać pomiaru szumu dla włączonego kalibratora bez tłumienia (zmiana tłumienia wymaga ustawienia offsetu przetwornika AC). Zarejestrować pomiar tła odniesienia przed i po włączeniu kalibratora.

Opracowanie:

- Obliczyć w jednostkach przetwornika analogowo - cyfrowego (ADU) średnią wartość i odchylenie standardowe (ΔT_{sys} , ΔT_{cal} (rms)) dla pomiarów z pkt. „a” i „b”.
- Podzielić pomiar szumu z pkt. „a” na 4 niezależne bloki (pomiar), nie uwzględniając fragmentu pomiarów z włączonym kalibratorem. Następnie powtórzyć obliczenia średniej i odchylenia standardowego oddzielnie dla każdego z 4 bloków pomiarowych. Sprawdzić zgodność wyników ze wzorem podanym na początku instrukcji. Wykonać analogiczne obliczenia po dokonaniu podzielenia pomiaru szumu na 2 niezależne bloki.
- Z pomiarów $T_{\text{cal},1}$, $T_{\text{cal},2}$ oraz tła wyznaczyć przelicznik skali przetwornika analogowo-cyfrowego na skalę temperatury w kelwinach i przeliczyć wyniki z pkt. „1” i „2” na temperaturę w kelwinach.
- W oparciu o wzór na minimalną wykrywalną zmianę temperatury szumowej wyznaczyć temperaturę systemu T_{sys} , dla pomiaru składającego się z 4 bloków (razem i osobno) oraz dla pomiarów z włączonym kalibratorem z tłumieniem dodatkowym. Zakładamy, że znane jest pasmo przenoszenia ($B = 12.6$ MHz) i wartość ustawionej stałej czasowej τ .
- Wyznaczyć w podobny sposób, ale bez dzielenia na bloki temperaturę systemu dla pomiarów z pkt. „b”. Porównać wyniki z wynikami z pkt. „4”.
- Skomentować wyniki.