

Sprawozdanie lab3 TBAT

Łukasz Kazulo

Łukasz Panasiuk

Jakub Prusiński

Część 1: Symulacja charakterystyk częstotliwościowych anten

Cel i przedmiot badań:

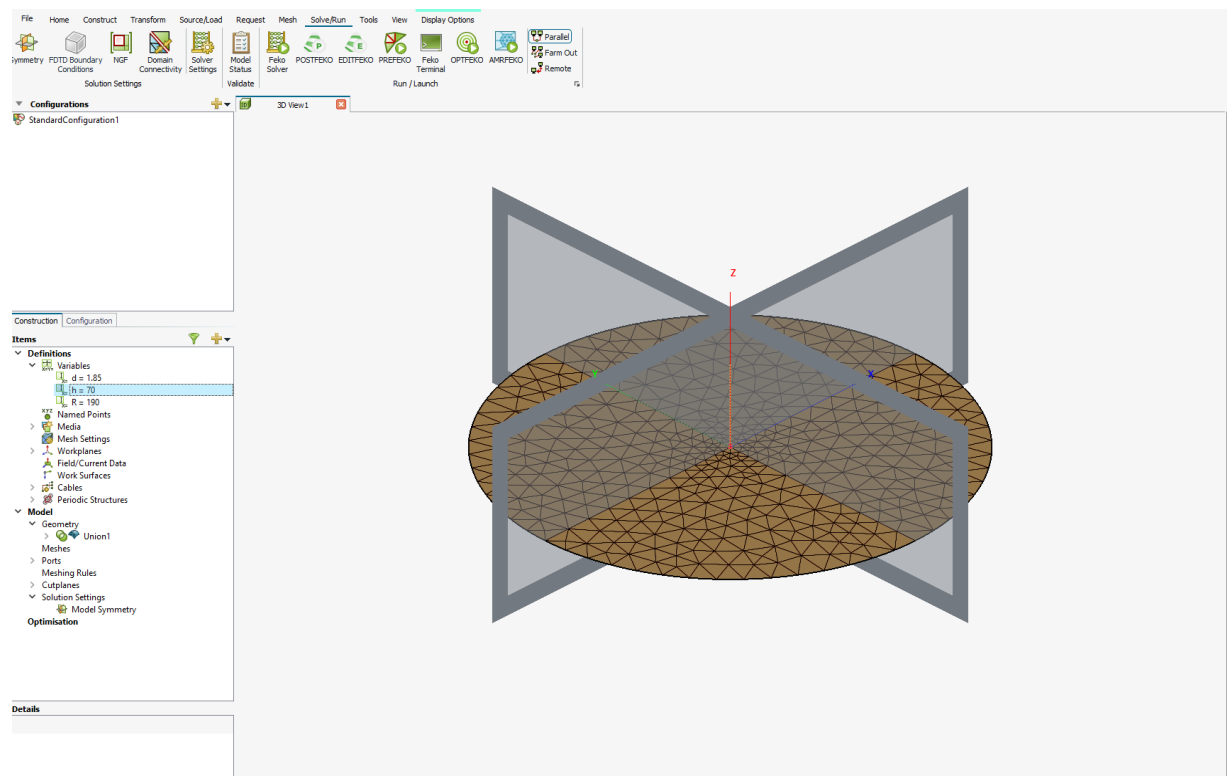
Celem ćwiczenia było przeprowadzenie symulacji charakterystyk częstotliwościowych dla anten prętowych. Badanie miało na celu wyznaczenie częstotliwości rezonansowej, charakterystyki współczynnika odbicia, impedancji wejściowej. Analizowano również parametry S (smukłość) oraz m (współczynnik skrócenia) i ich zgodność z teoretycznymi przewidywaniami.

Długość pręta i częstotliwość rezonansowa:

$h = 70\text{mm}$

$f_{\text{rezonansowa}} = c / \lambda = 3 \cdot 10^8 / 280 \cdot 10^{-3} = 1071 \text{ MHz}$

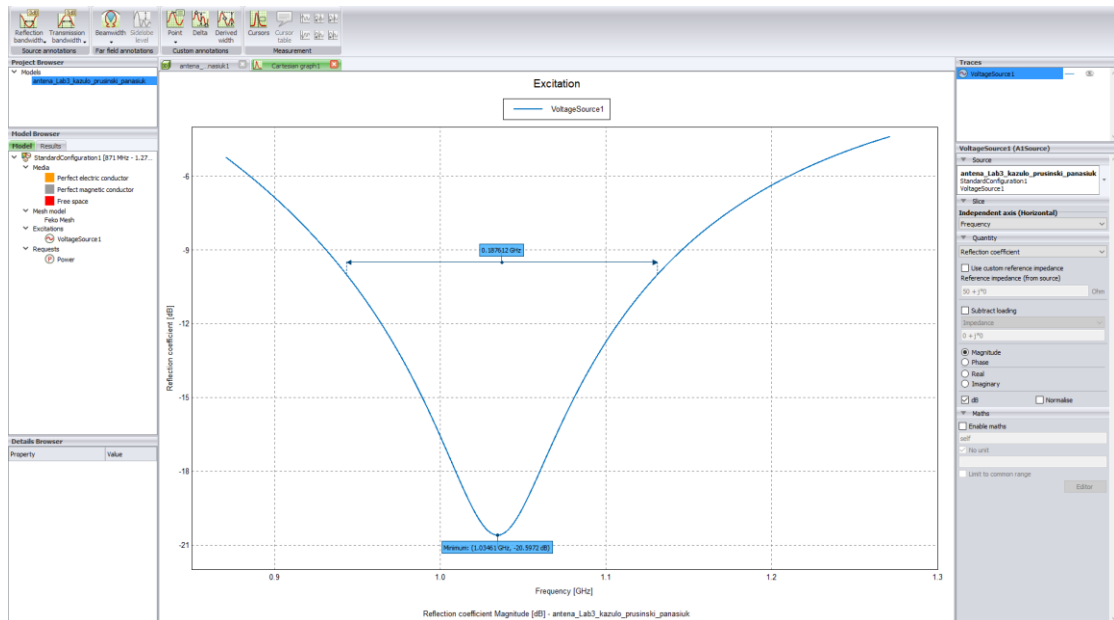
Widok okna modelu (CADFEKO) z widocznymi „Variables”:



Obliczone charakterystyki i odpowiedzi na pytania:

Dla anteny o małej średnicy ($d = 1,85 \text{ mm}$):

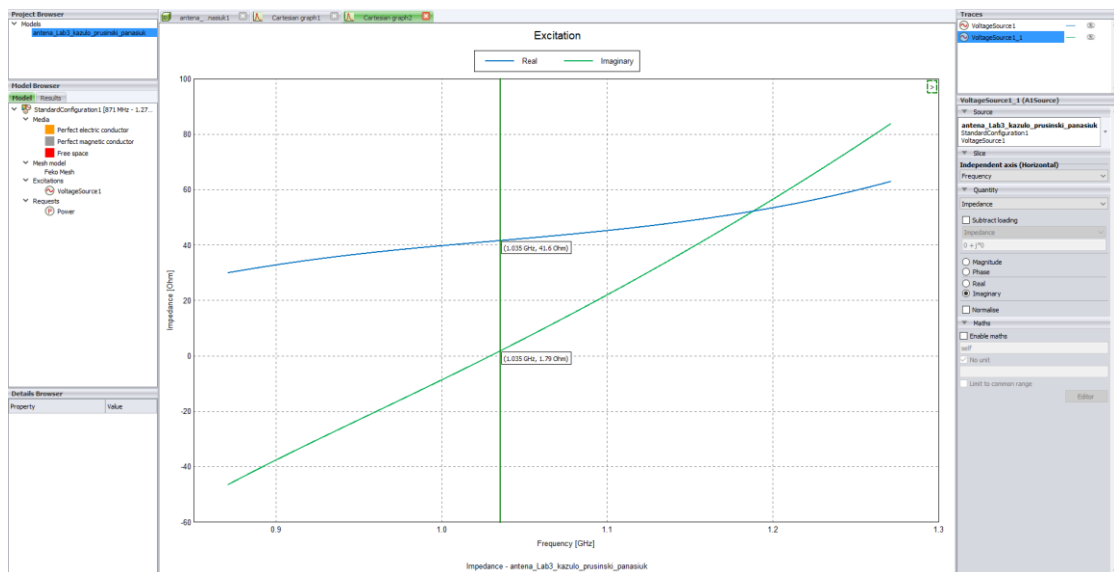
- Charakterystyka częstotliwościowa współczynnika odbicia, odczytana z symulacji częstotliwość rezonansowa i pasmo pracy tej anteny



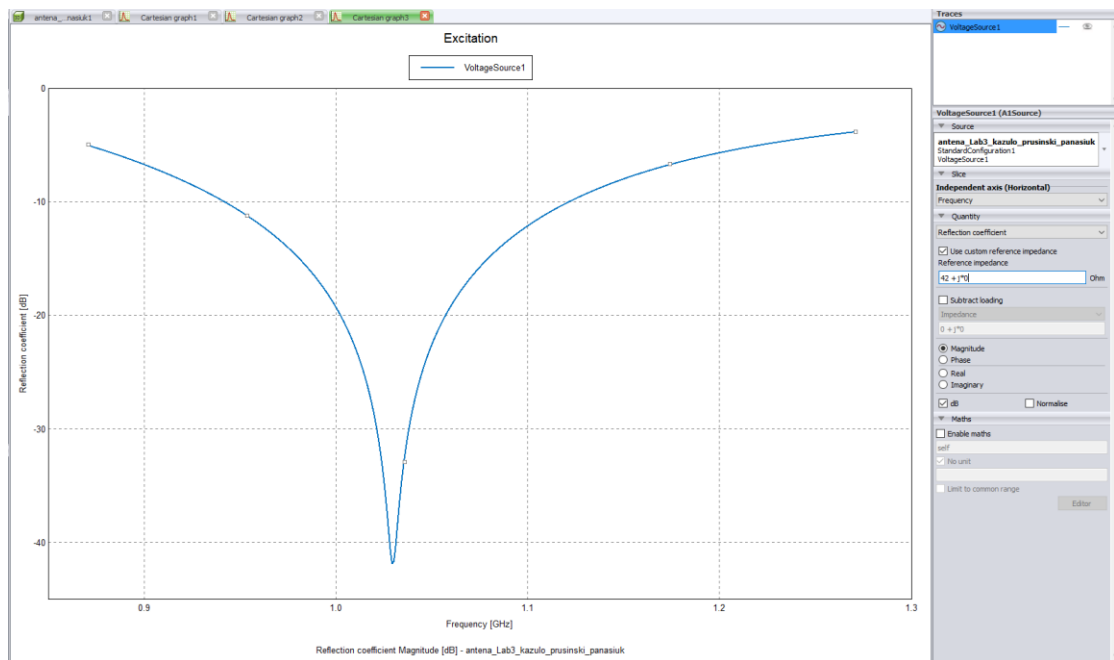
Pasmo pracy: 0,187612 GHz

Częstotliwość rezonansowa: $f_r = 1,03461 \text{ GHz}$

- Charakterystyka częstotliwościowa impedancji wejściowej (części rzeczywistej i urojonej)



- Charakterystyka częstotliwościowa współczynnika odbicia po zmianie impedancji źródła oraz komentarz, jak zmieniła się charakterystyka i dlaczego?

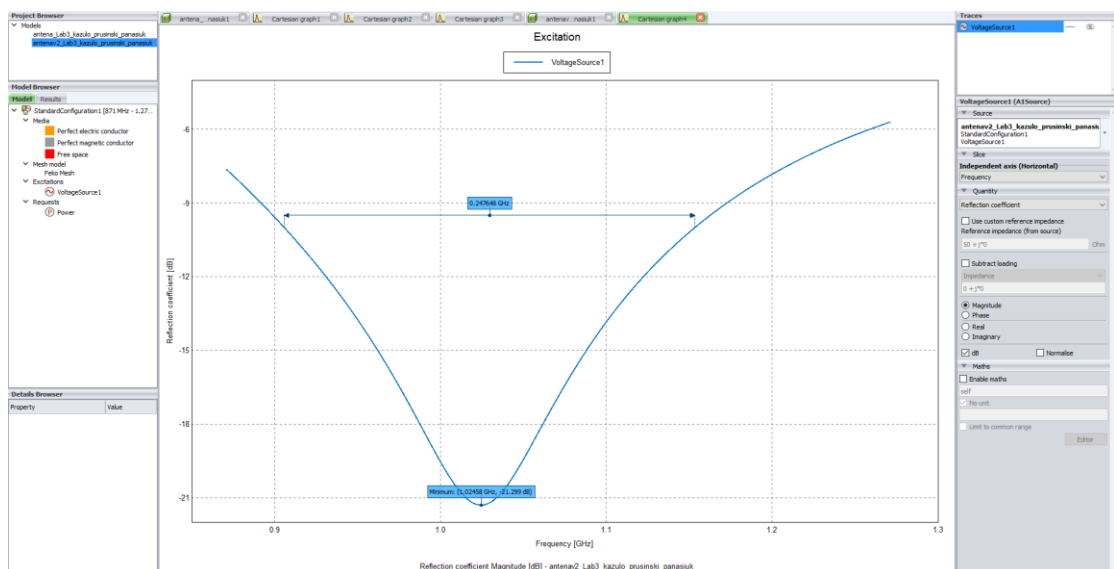


Komentarz:

Po zmianie impedancji źródła dopasowanie do impedancji wejściowej anteny uległo poprawie.

Dla anteny o dużej średnicy ($d = 4,4$ mm):

- Charakterystyka częstotliwościowa współczynnika odbicia, odczytana z symulacji częstotliwość rezonansowa i pasmo pracy tej anteny,



Pasmo pracy: 0,247648 GHz

Częstotliwość rezonansowa: $f_r = 1,02458$ GHz

Dla obu anten:

- Parametry S (smukłość) i m (współczynnik skrócenia) oraz położenie odpowiadającego im punktu na rys. 33 z instrukcji. Czy ten punkt pokrywa się z krzywą dla $Z_0 = 50 \Omega$?

d = 4,4 mm:

$$\lambda = c/f = 3 \cdot 10^8 / (1,02458 \cdot 10^9) = 0,2928 \text{ m}$$

$$m = h/\lambda = 70 \cdot 10^{-3} / 0,2928 = 0,239$$

$$S = \lambda / 4d = 0,2928 / 4 \cdot 4,4 \cdot 10^{-3} = 16,63$$

d = 1,85 mm:

$$\lambda = c/f = 3 \cdot 10^8 / (1,03461 \cdot 10^9) = 0,2900 \text{ m}$$

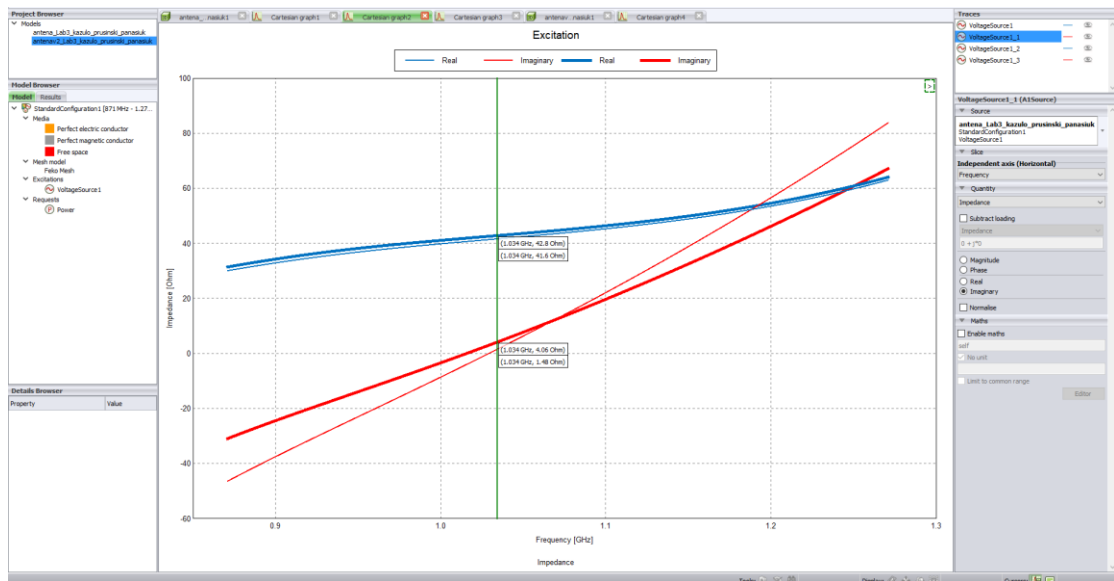
$$m = h/\lambda = 70 \cdot 10^{-3} / 0,29 = 0,241$$

$$S = \lambda / 4d = 0,29 / 4 \cdot 1,85 \cdot 10^{-3} = 39,189$$

Komentarz:

Na podstawie obliczonych parametrów oraz rysunku 33 z instrukcji możemy zauważyć że punkty dla obu anten są zlokalizowane bardzo blisko krzywej $Z_0 = 50 \Omega$.

- Charakterystyka częstotliwościowa impedancji wejściowej (części rzeczywistej i urojonej) na wspólnym wykresie oraz analiza podobieństw i różnic z rys. 29 z instrukcji.



Zarówno na wykresie w instrukcji (Rys.29) jak i na powyższym zrzucie ekranu widać, że im cieńsza jest antena tym bardziej stromy jest wykres impedancji urojonej.

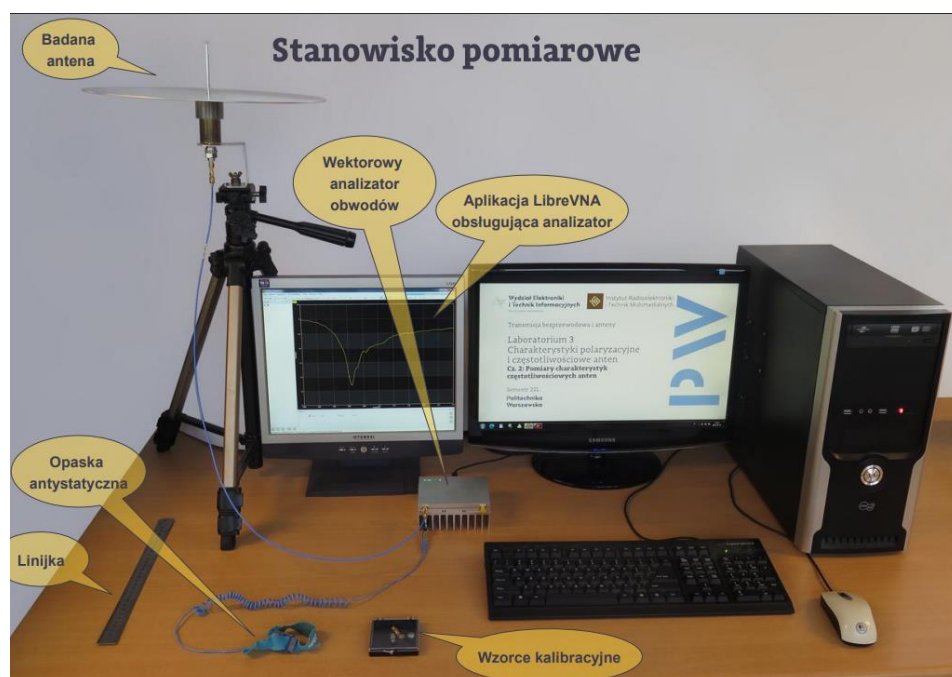
Wnioski:

Zmienna grubość anteny miała zauważalny wpływ na charakterystykę jej pracy. Wraz ze zwiększeniem średnicy anteny zaobserwowano spadek częstotliwości rezonansowej oraz poszerzenie zakresu efektywnego działania anteny.

Część 2: Pomiary charakterystyk częstotliwościowych anten

Cel pomiaru: Wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej parametru S11 badanej anteny, czyli określenie w jakim stopniu sygnał zostaje odbity od wejścia anteny, co umożliwia ocenę dopasowania impedancyjnego anteny do systemu pomiarowego w zakresie częstotliwości.

Schemat stanowiska pomiarowego:

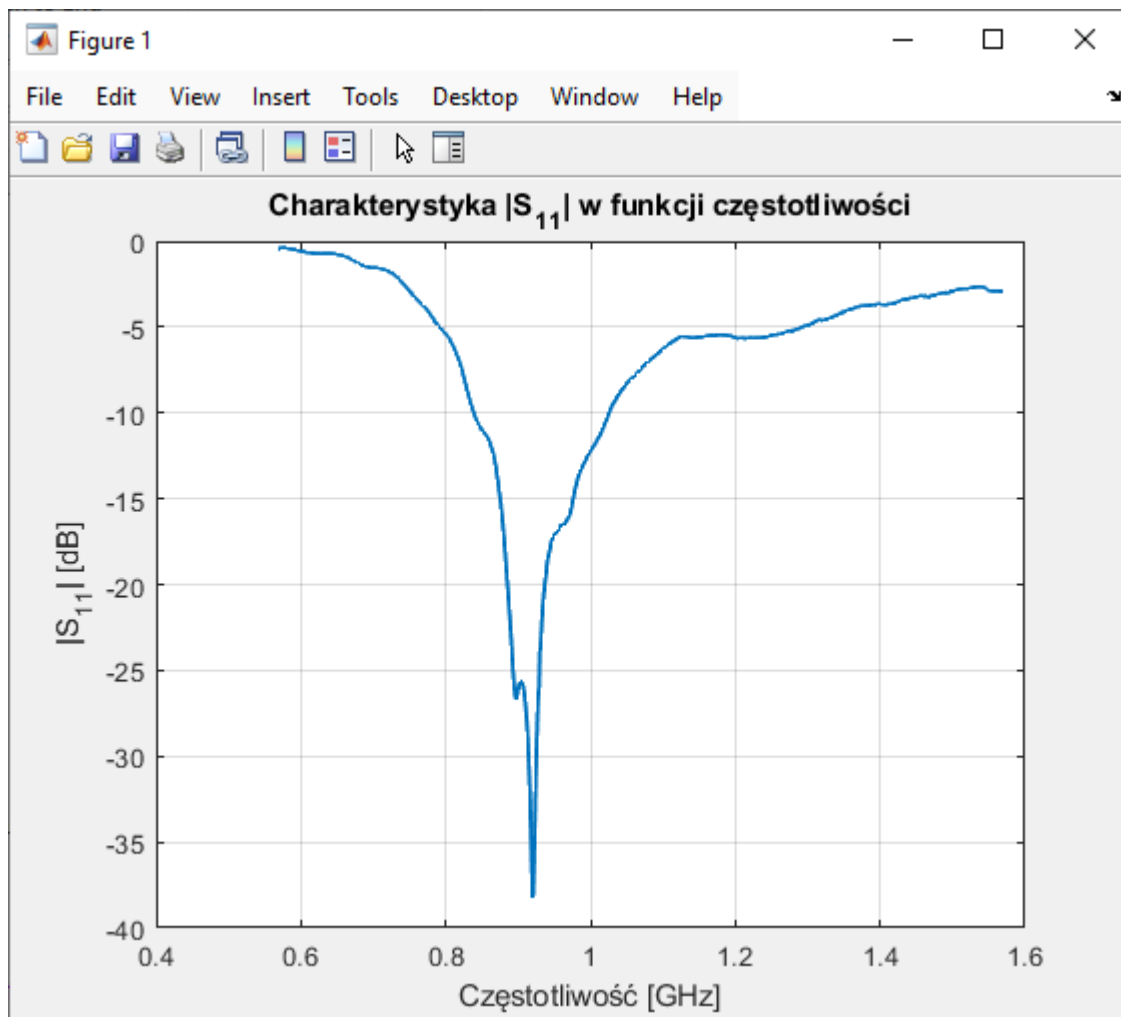


Przydzielona długość anteny: $h = 70 \text{ mm}$

Częstotliwość rezonansowa anteny: $f_r = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{4h} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4 \cdot 70 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \approx 1.071 \text{ GHz}$

Współczynnik odbicia mierzony przy kablu **odłączonym** od anteny wynosi 0 dB, co jest równe 1 w skali liniowej. Oznacza to całkowite odbicie sygnału, wynikające z rozwarcia.

Pomiary anteny o małej średnicy ($d = 1.85 \text{ mm}$):



Zmierzona częstotliwość rezonansowa: $f_r = 920 \text{ MHz}$, $S_{11} = -38.21 \text{ dB}$

Dolna częstotliwość graniczna: $f_1 = 839 \text{ MHz}$

Górna częstotliwość graniczna: $f_2 = 1026 \text{ MHz}$

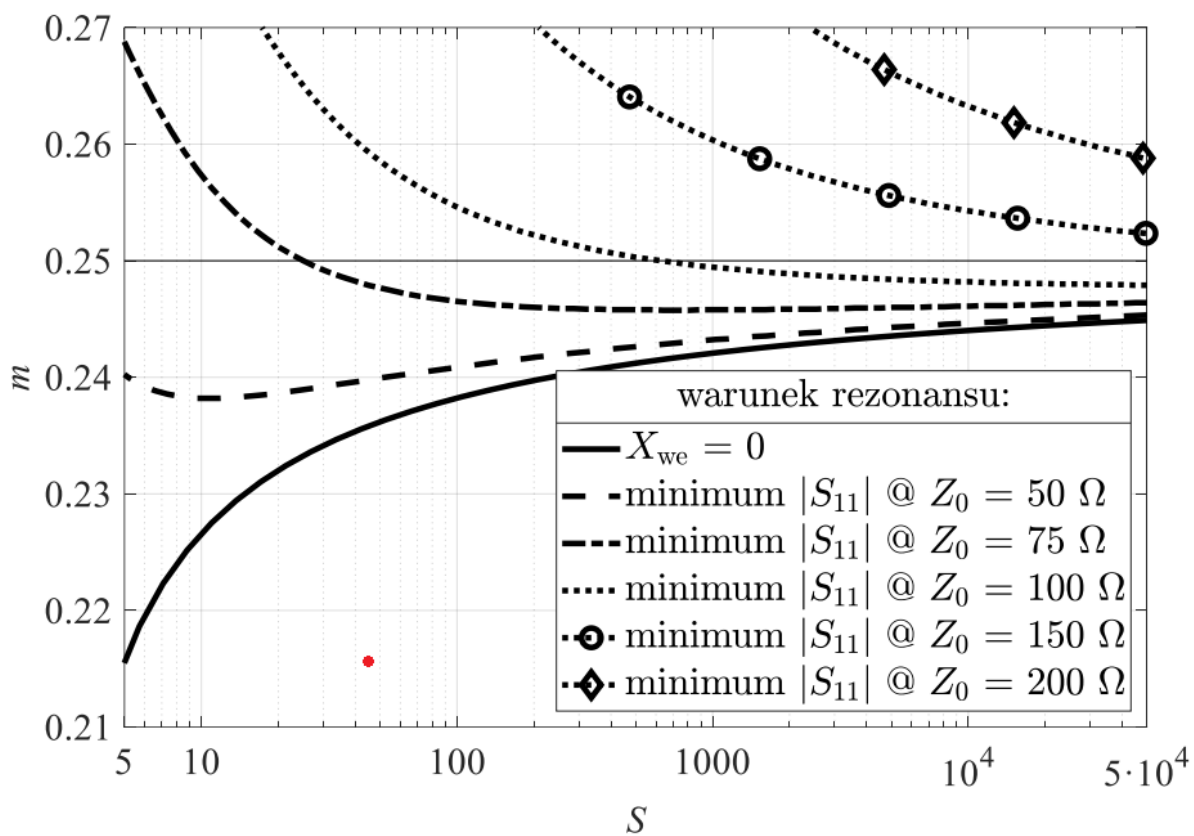
Szerokość pasma pracy: $B = f_2 - f_1 = 187 \text{ MHz}$

Względna szerokość pasma pracy: $b = \frac{B}{f_r} = \frac{187 \text{ MHz}}{920 \text{ MHz}} \approx 0.203$

Rezonansowa długość fali: $\lambda_0 = \frac{c}{f_r} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{920 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{s}}} \approx 0.326 \text{ m}$

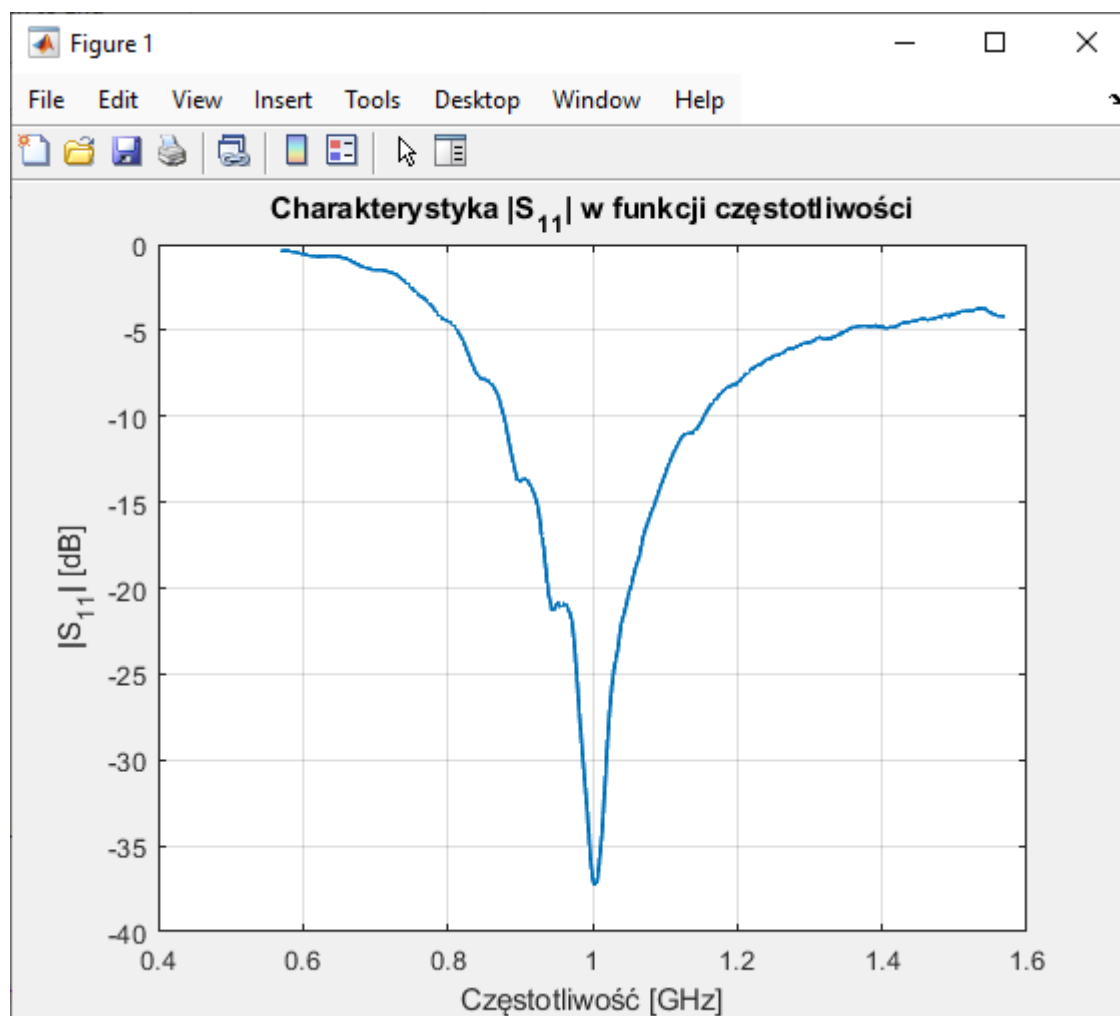
Współczynnik $m = \frac{h}{\lambda_0} = \frac{0.07 \text{ m}}{0.326 \text{ m}} \approx 0.2147$

Smukłość: $S = \frac{\lambda_0}{4d} = \frac{0.326 \text{ m}}{4 \cdot 1.85 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \approx 44$



Punkt nie pokrywa się z krzywą dla $Z_0 = 50 \Omega$.

Pomiary anteny o dużej średnicy ($d = 4.4 \text{ mm}$):



Zmierzona częstotliwość rezonansowa: $f_r = 1003 \text{ MHz}$, $S_{11} = -37.29 \text{ dB}$

Dolna częstotliwość graniczna: $f_1 = 878 \text{ MHz}$

Górna częstotliwość graniczna: $f_2 = 1154 \text{ MHz}$

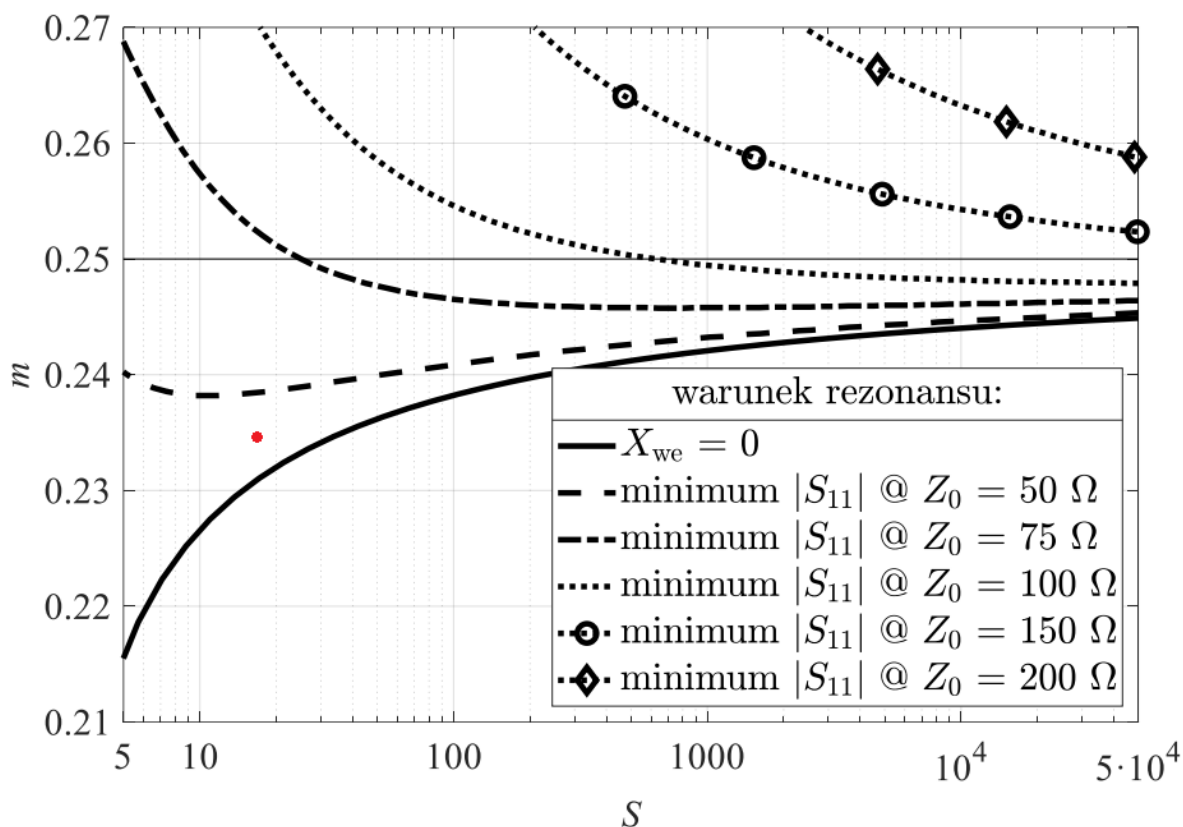
Szerokość pasma pracy: $B = f_2 - f_1 = 276 \text{ MHz}$

Względna szerokość pasma pracy: $b = \frac{B}{f_r} = \frac{276 \text{ MHz}}{1003 \text{ MHz}} \approx 0.275$

Rezonansowa długość fali: $\lambda_0 = \frac{c}{f_r} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1003 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{s}}} \approx 0.299 \text{ m}$

Współczynnik $m = \frac{h}{\lambda_0} = \frac{0.07 \text{ m}}{0.299 \text{ m}} \approx 0.2341$

Smukłość: $S = \frac{\lambda_0}{4d} = \frac{0.299 \text{ m}}{4 \cdot 4.4 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \approx 17$



Punkt znajduje się blisko krzywej dla $Z_0 = 50 \Omega$.

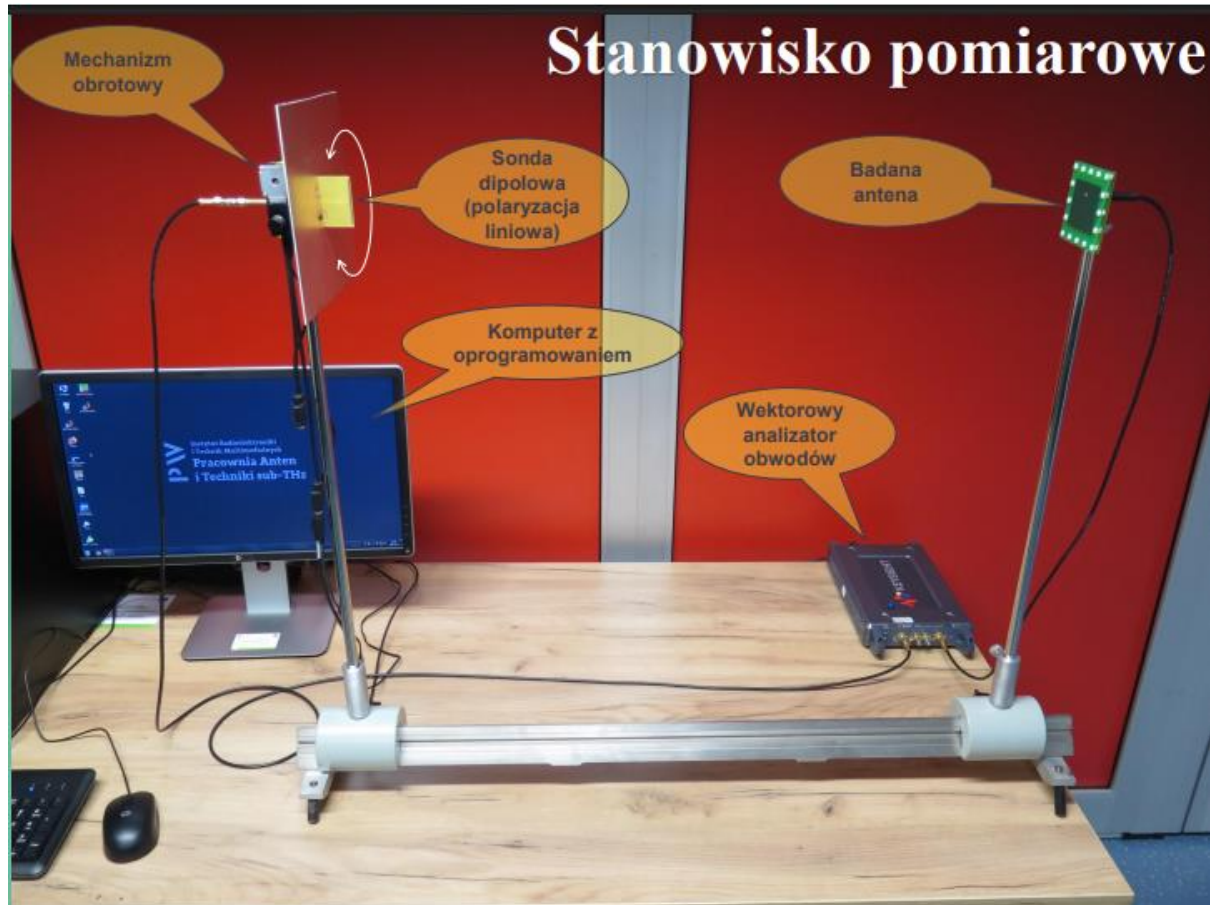
Wnioski i komentarze:

Wykresy współczynnika odbicia $|S_{11}|$ [dB] w funkcji częstotliwości dla obu anten pokazują, że obie anteny mają wyraźne rezonanse w swoich pasmach pracy. Wartości smukłości i współczynnika m są inne niż w przypadku symulacji wykonanej w zadaniu 1. Rzecz jasna symulacja jest sytuacją idealną, więc punkty znajdują się na krzywej $Z_0 = 50 \Omega$; odbiega to od realnych wyników pomiarowych. Różnice te mogą wynikać z rzeczywistych warunków pomiarowych, dokładności modeli, właściwości materiałów oraz tolerancji wykonania anteny.

Część 3: Badanie charakterystyk polaryzacyjnych anten

Cel pomiaru: Badanie charakterystyk polaryzacyjnych anten

Schemat stanowiska:



Przydzielona częstotliwość pomiarowa: $f = 2.45 \text{ GHz}$

Wykres poziomu współczynnika transmisji w funkcji położenia sondy dipolowej:

Zależność poziomu współczynnika transmisji od położenia sondy

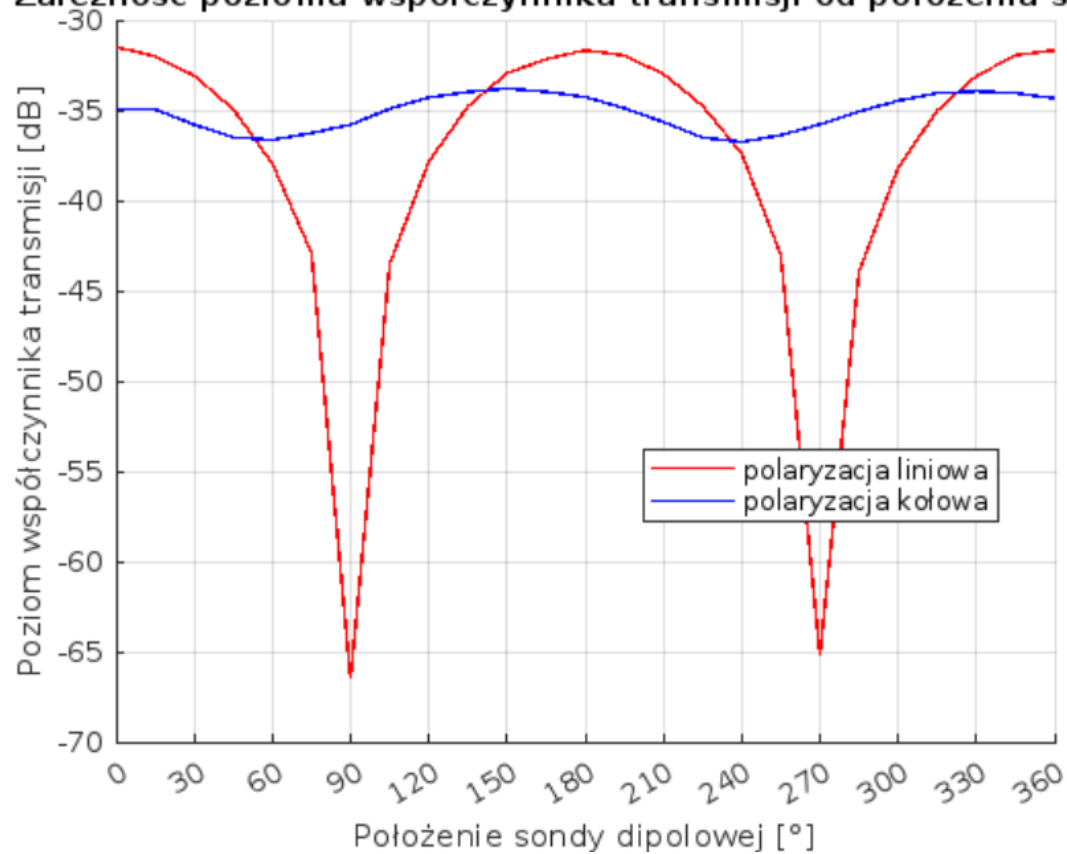
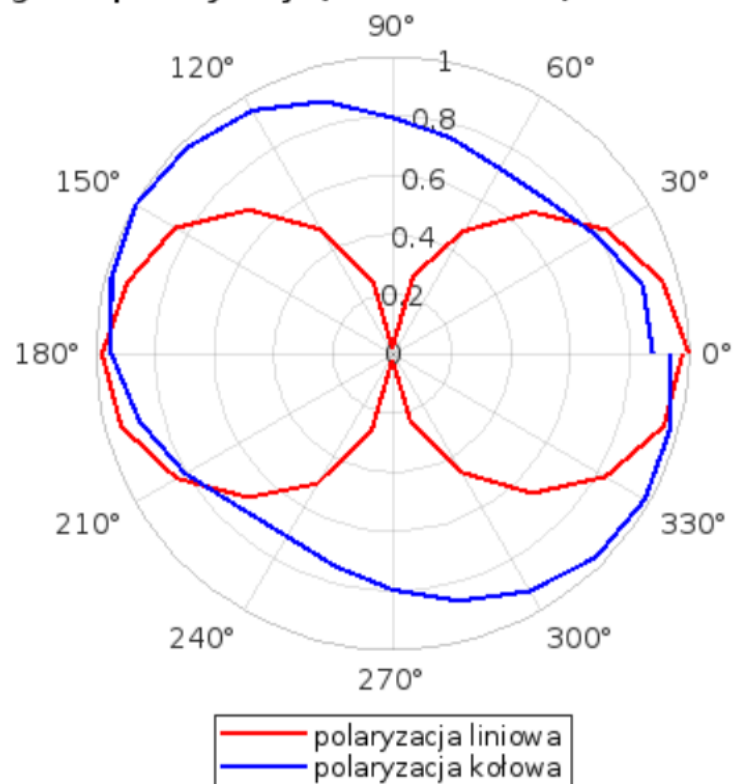


Diagram polaryzacji:

Diagram polaryzacji (liniowa skala, unormowana)



Obliczenia:

Pierwszy wykres stworzyliśmy na podstawie danych odczytanych z analizatora. Natomiast, aby stworzyć drugi najpierw musieliśmy zmienić skalę z decybelowej na liniową przy pomocy wzoru: $10^{S_{21}(\text{decybelowej})/20}$ A następnie unormowaliśmy, czyli każdą wartość podzieliliśmy przez największą.

W naszym przypadku wartość największą było -31.5 dB dla kąta zera stopni przy polaryzacji liniowej. $10^{-31.5/20}=0.027$, a następnie każdą przeliczoną wartość podzieliliśmy przez 0.027.

Komentarze i wnioski:

Na wykresie decybelowym widzimy, że dla polaryzacji kołowej poziom współczynnika transmisji zmienia się o maksymalnie 4 dB, gdzie dla polaryzacji liniowej zmiany są rzędu nawet 35 dB. Stąd wynika, że polaryzacja liniowa jest zdecydowanie bardziej czuła na zmiany kąta, niż polaryzacja kołowa. Na wykresie decybelowym widać również bardzo duży spadek poziomu dla kątów 90 oraz 270 stopni. Jest to spowodowane niezgodnością polaryzacji. Jedna antena jest ustawiona poziomo, a druga pionowo. Z wykresu unormowanego widzimy, że polaryzacja liniowa przyjmuje kształt ósemki, a polaryzacja kołowa przypomina kształt okręgu.