

## ***Temat projektu: Układ reflektometru u służącego do pomiaru współczynnika odbicia na badanym porcie.***

### **1. Założenia projektowe i spis użytych elementów:**

- Generator sygnału harmonicznego o częstotliwości wyjściowej 1 GHz, o mocy 0 dBm oraz impedancji wyjściowej  $50 \Omega$
- Sprzęgacz kierunkowy BDCA1-6-22+ firmy MiniCircuits
- Detektor mocy typu ADL5513 x2 sztuki
- Zasilacz regulowany w zakresie od +3.3V do +5V
- Elementy L,C użyte w celu dopasowania układu miernika mocy.
- Linie transmisyjne o  $\epsilon_R = 4$

**\*\*Schemat układu w niniejszej pracy znajduje się na ostatniej stronie\*\***

W trakcie realizacji projektu przyjęto założenie, że projekt jest realizowany na płycie drukowanej o względnej przenikalności dielektrycznej równej  $\epsilon_R = 4$ .

Drugim założeniem projektowym było to, że wejścia detektorów mocy muszą być dołączone przez odcinki linii transmisyjnych o impedancji charakterystycznej  $50 \Omega$  i długości 10 mm.

Na tej podstawie został opracowany schemat aplikacyjny, którego celem było dopasowanie toru pomiarowego detektorów mocy do impedancji charakterystycznej –  $50 \Omega$ .

### **2. Schemat aplikacyjny detektorów mocy ADL5513**

W celu poprawnej aplikacji detektorów należy odczytać jego impedancje na zadanej częstotliwości (1 GHz), z parametrów macierzy S udostępnionych przez producenta.

Znając tę wartość należało zaprojektować układ dopasowujący, który zminimalizuje efekty odbicia sygnału od wejścia detektora.

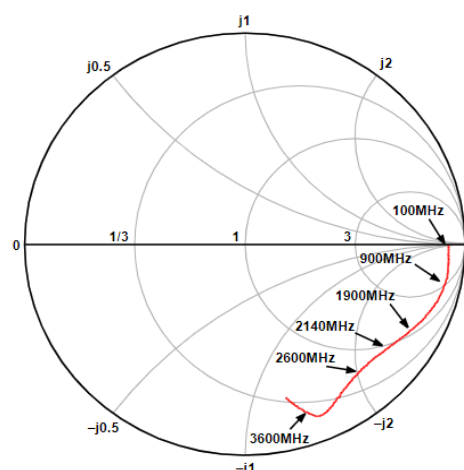


Figure 22. Input Impedance vs. Frequency, No Termination Resistor on INH,  $Z_0 = 50 \Omega$

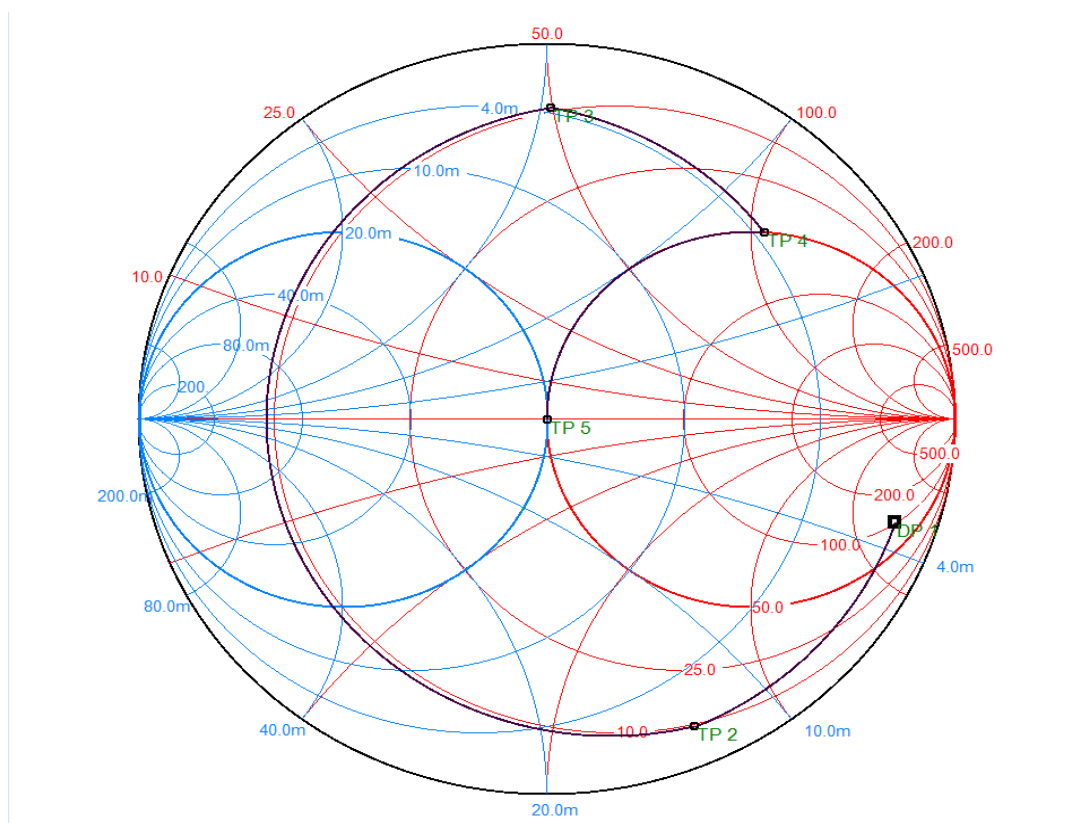
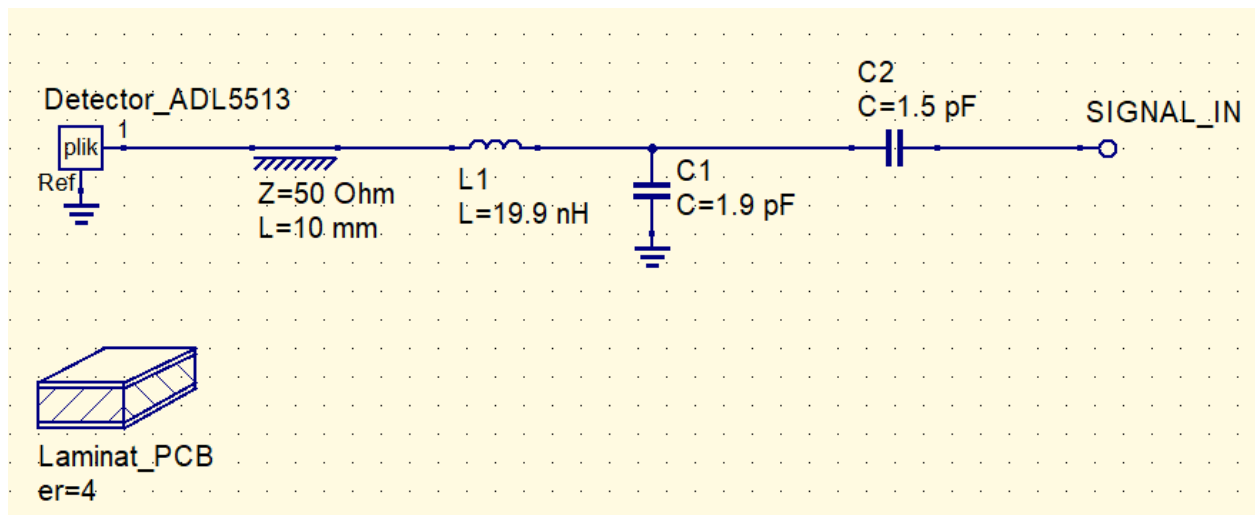
Datapoints				
Start DP	Point	Z	Q	Frequency
<input checked="" type="checkbox"/>	DP 1	(101.901 - j282.244) $\Omega$	Q=2.770	1.004GHz

***Odczytana impedancja wejściowa to(przed dołączeniem czujnika do linii transmisyjnej):***  
***101,901 – j282,244  $\Omega$***

***Opis procesu projektowania obwodu dopasowującego.***

1. Dołączenie odcinka linii transmisyjnej do miernika mocy (założenie projektowe).
2. Dołączenie elementów L,C w celu takiego przetransformowania impedancji, aby otrzymać punkt na wykresie Smith'a na okręgu jednostkowym stałej rezystancji. Dzięki temu otrzymana impedancja była równa ( $\approx 50 + jx \Omega$ ). W następnym kroku skompensowano część reaktancyjną tej impedancji.
3. Poprzez dodanie szeregowej pojemności osiągnięto finalnie impedancję zastępczą układu dopasowującego i miernika równą impedancji charakterystycznej linii ( $50 + 0j \Omega$ )

**Schemat układu dopasowującego oraz opis kolejno otrzymywanych punktów na wykresie Smith'a.:**



Datapoints				
Start DP	Point	Z	Q	Frequency
<input checked="" type="checkbox"/>	DP 1	(101.901 - j282.244) $\Omega$	Q=2.770	1.004GHz
	TP 2	(9.215 - j76.051) $\Omega$	Q=8.253	1.004GHz
	TP 3	(9.215 + j49.776) $\Omega$	Q=5.402	1.004GHz
	TP 4	(50.000 + j106.793) $\Omega$	Q=2.136	1.004GHz
	TP 5	(50.000 - j0.000) $\Omega$	Q=0.000	1.004GHz

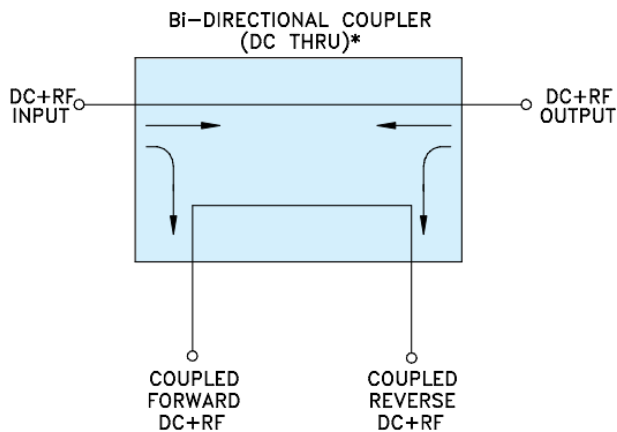
DP1 – Punkt startowy.  
 Impedancja detektora na 1 GHz  
 TP2 – impedancja po dołączeniu linii transmisyjnej  
 TP3- impedancja po dołączeniu szeregowej indukcyjności  
 TP4- impedancja po dołączeniu równoległej pojemności  
 TP5- impedancja po dołączeniu szeregowej pojemności

### 3. Schemat elektryczny i parametry sprzęgacza

Temperatura 25°C

$F$ [GHz]	<u>Straty linii</u> <u>głównej „IL”</u> [dB]		<u>Sprzężenie</u> <u>„C”</u> [dB]		<u>Kierunkowość</u> <u>„D”</u> [dB]		<u>RETURN LOSS</u> <u>„RL”</u> [dB]			
1	IN- OUT	FWD- REV	IN- FWD	OUT- REV	IN- REV	OUT- FWD	IN	OUT	FWD	REV
	1.21	1.20	7.48	7.48	21.61	21.81	23.17	23.12	25.24	25.34

## Electrical Schematic



\* ELECTRICAL SCHEMATIC IS FOR BI-DIRECTIONAL COUPLER WITHOUT INTERNAL TRANSFORMERS AND RESISTORS.

Sprzęgacz jest dwukierunkowy.

Należy to szczególnie uwzględnić w przypadku rachunków mocy odbitej od portu badanego w kierunku reflektometru.

### 4. Bilans mocy

\*moc: generatora –  $P_G$ , na porcie wyjściowym –  $P_{OUT}$ ,

#### 4.1 Dopasowanie wrót wyjściowych (opornik $R=50\ \Omega$ na wyjściu – porcie pomiarowym).

$$\text{Współczynnik odbicia} - \Gamma = \frac{50-50\ \Omega}{50+50\ \Omega} = 0$$

*kierunek rozchodzenia się fali: od generatora do reflektometru. Brak odbić od portu wyjściowego.*

$$\text{Izolacja: } I[\text{dB}] = C+D = 7,48\text{dB} + 21,61\text{ dB} = 29,09\text{ dB}$$

Moc na wejściu sprzęgacza:

$$P_{IN} = P_G - P_{IL} - P_{RL\_IN} = 1\text{mW} - 24,38\text{ dB} = 1\text{mW} - 3,648\text{ uW} \approx 0,9963\text{ mW}$$

$$\text{Moc na wyjściu sprzężonym: } P_{ADL5513\_FRW} = 0,9963\text{mW} - C_{IN\_FWD}[\text{dB}] \approx -7,48\text{ dBm} \approx 0,178\text{ mW}$$

$$\text{Moc na wyjściu izolowany: } P_{ADL5513\_REV} = 0,9987\text{mW} - I[\text{db}] \approx -28,64\text{ dBm} \approx 1,368\text{ uW}$$

$$\text{Moc wyjściowa: } P_{out} = P_{IN} - (P_{ADL5513\_FRW} + P_{ADL5513\_REV}) = 0,816\text{ mW}$$

#### 4.2 Niedopasowanie wrót wyjściowych (idealne zwarcie na wyjściu – porcie pomiarowym)

$$\text{Współczynnik odbicia} - \Gamma = \frac{0-50\ \Omega}{0+50\ \Omega} = -1, \text{ cała moc wyjściowa z punktu poprzedniego}$$

odbije się w przeciw fazie w kierunku reflektometru .

*\* W sytuacji odbicia się fali w kierunku reflektometru wejście sprzężone i izolowane „zamienią się miejscami” ze względu na dwukierunkowość sprzęgacza. Do wyników z poprzedniego punktu należy dodać odczyty spowodowane propagacją fali od portu wyjściowego w kierunku do reflektometru.*

$$I[\text{dB}] = C + D = 7,48 \text{ dB} + 21,81 \text{ dB} = 29,29 \text{ dB}$$

Moc propagująca się w kierunku reflektometru.

$$P_{OUT}' = P_{OUT} - P_{IL} - P_{RL\_OUT} = 0,9963 \text{ mW} - 24,32 \text{ dB} = 0,816 \text{ mW} - 3,01 \text{ uW} = 0,8129 \text{ mW}$$

Składowe „odbiciowe”

$$P_{ADL5513\_FRW\_ODBICIE} = -I[\text{dB}] = -29,29 \text{ dB} = 0,96 \text{ uW}$$

//dB względem  $P_{OUT}'$

$$P_{ADL5513\_REV\_ODBICIE} = -C_{OUT\_REV}[\text{dB}] = -7,48 \text{ dB} = 145 \text{ uW}$$

//dB względem  $P_{OUT}'$

Ostateczny wynik:

$$P_{ADL5513\_FRW}' = P_{ADL5513\_FRW} + P_{ADL5513\_FRW\_ODBICIE} = 178 \text{ uW} + 0,96 \text{ uW} = 178,96 \text{ uW}$$

$$P_{ADL5513\_REV}' = P_{ADL5513\_REV} + P_{ADL5513\_REV\_ODBICIE} = 1,368 \text{ uW} + 145 \text{ uW} = 146,368 \text{ uW}$$

### 5. Schemat gotowego układu.

