

Techniki Mikrofalowe, Systemy Antenowe i Propagacja Fal Radiowych

Laboratorium

Sprawozdanie z ćwiczenia

Pomiar wzmacnienia, transferu mocy i nieliniowości wzmacniaczy

Sprawozdanie wykonali:

Hubert Płonka

Norbert Nawrocki

Prowadzący: **dr hab. inż. Sławomir Gruszczyński**

23.10.2019

Cel ćwiczenia:

Celem ćwiczenia było zebranie charakterystyk przejściowych mikrofalowego wzmacniacza szerokopasmowego, wyznaczenie wzmocnienia układu oraz określenie jego nieliniowości i zniekształceń intermodulacyjnych.

Istotną cechą każdego układu elektronicznego jest zakres, w którym pracuje on liniowo. Niestety nie wszystko w rzeczywistości opisane jest liniowymi zależnościami. Praca w zakresie nieliniowym, zniekształcenia i inne niepożądane efekty są zjawiskami, które staramy się zwalczać, a nawet ich unikać.

Przebieg ćwiczenia:

I. Pomiar mocy wyjściowej w funkcji mocy wejściowej

1. Opis pomiarów

1.1 Wykonano kalibrację mierzonej mocy wejściowej. Podłączono sygnał z generatora bezpośrednio do miernika mocy. Następnie porównano otrzymany wynik z wartością zadaną na generatorze.

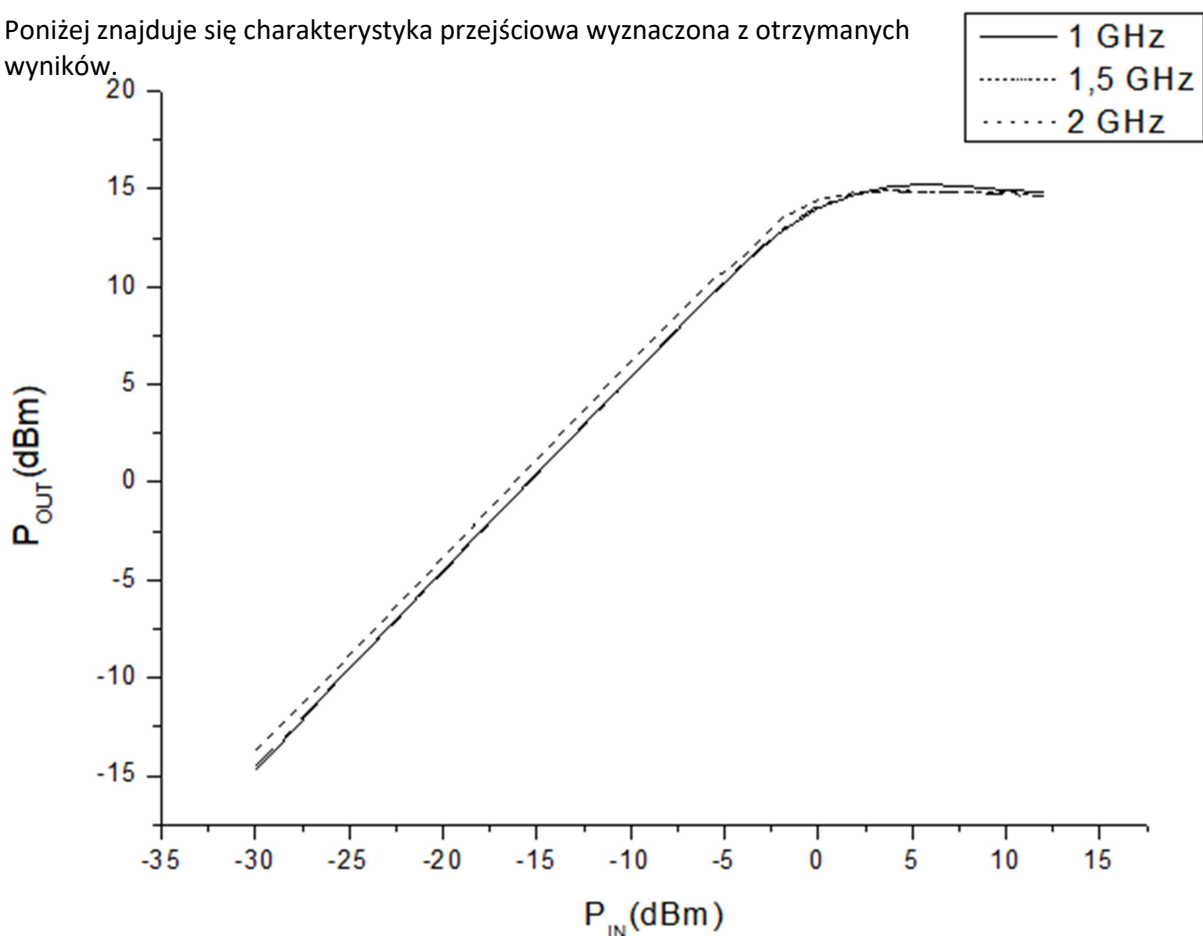
1.2 Na wejściu układu wzmacniacza HMC313 podano sygnał z generatora, a na wyjściu miernik mocy.

1.3 Wyznaczono charakterystykę przejściową układu dla sygnału o częstotliwości 1 GHz. Moc sygnału wejściowego zmieniano w zakresie -30 dBm do 12 dBm z krokiem co 2 dBm.

1.4 Powtórzono pomiary z pkt. 1.3 dla częstotliwości 1,5 GHz oraz 2 GHz.

3. Wyniki pomiarów

Poniżej znajduje się charakterystyka przejściowa wyznaczona z otrzymanych wyników.



	1 GHz	1,5 GHz	2 GHz
P_{IN} (dBm)	P_{OUT} (dBm)		
-30	-14,7	-14,52	-13,7
-28	-12,73	-12,56	-11,85
-26	-10,51	-10,57	-9,85
-24	-8,53	-8,54	-7,84
-22	-6,51	-6,58	-5,85
-20	-4,52	-4,62	-3,84
-18	-2,51	-2,57	-1,84
-16	-0,53	-0,55	0,19
-14	1,46	1,4	2,18
-12	3,44	3,35	4,19
-10	5,39	5,36	6,17
-8	7,34	7,38	8,14
-6	9,28	9,28	10,06
-4	11,15	11,23	11,52
-2	12,81	12,9	13,46
0	14,03	14,16	14,43
2	14,73	14,73	14,84
4	15,17	14,9	14,92
6	15,22	14,81	14,85
8	15,11	14,82	14,86
10	14,95	14,72	14,89
12	14,83	14,63	14,6

4. Wnioski

Jak można zauważyć w poprzednim punkcie, zakres liniowy znajduje się w przedziale -30 dBm do 0 dBm mocy wejściowej wzmacniacza. Dla większych wartości na wejściu moc wyjściowa jest niemal stała. Widać również, że wpływ częstotliwości (1, 1,5 oraz 2 GHz) jest niewielki. W zakresie liniowym układ pracuje prawidłowo i wzmacnia sygnał o około 15 dBm, zgodnie z danymi zawartymi w nocie katalogowej. Wzmacniacz nie jest w stanie mieć na wyjściu sygnału o większej mocy niż 15 dBm.

II. Pomiar harmonicznych sygnału wejściowego

1. Opis pomiarów

- 1.1 Ustawiono na generatorze sygnał o mocy 0 dBm i częstotliwości 1 GHz.
- 1.2 Zmierzono wartości harmonicznych.
- 1.3 Powtórzono pomiary dla sygnału o mocy 5 dBm.
- 1.4 Powtórzono pomiary dla sygnałów: 1,5 GHz, 0 dBm; 1,5 GHz, 5 dBm; 2 GHz, 0 dBm; 2 GHz, 5 dBm.
- 1.5 Wyznaczono wartości THD.

2. Wyniki pomiarów

Pin = 0dBm		Pin = 5dBm		Pin = 0dBm		Pin = 5dBm		Pin = 0dBm	
f[GHz]	P[dBm]	f[GHz]	P[dBm]	f[GHz]	P[dBm]	f[GHz]	P[dBm]	f[GHz]	P[dBm]
1	13,3	1	14,5	1,5	13,5	1,5	14,2	2	13,6
2	-10,5	2	-2,3	3	-8,7	3	-4,7	4	-21,1
3	-6,8	3	1,3	4,5	-13	4,5	-3,9	6	-12,1
4	-22,8	4	-14,6	6	-24,1	6	-13,9	THD[%]	24,32324
5	-29,9	5	-18,8	THD[%]	28,73152	THD[%]	15,18256	Pin = 5dBm	
6	-35,2	6	-23					f[GHz]	P[dBm]
THD[%]	53,00358	THD[%]	33,20512					1	14
								2	-7,4
								3	-6,8
								THD[%]	10,04988

Współczynnik zawartości harmonicznych (THD) obliczono korzystając ze wzoru:

$$\text{THD} [\%] = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^n P_i}{P_1}} \cdot 100 \%,$$

Gdzie P_i to kolejne otrzymane w pomiarach wyniki.

3. Wnioski

Współczynnik zawartości harmonicznych jest mniejszy przy mocniejszym sygnale wejściowym. Można to zauważyć porównując wartość THD przy sygnale o mocy 0 i 5 dBm. Widać również, że przy większych częstotliwościach sygnału wejściowego THD również maleje. Pomimo tych zabiegów współczynnik zawartości harmonicznych układu wzmacniacza HMC313 wciąż jest względnie wysoki.

III. Pomiar zniekształceń intermodulacyjnych trzeciego rzędu

1. Opis pomiarów

1.1 Ustawiono częstotliwość pierwszego generatora na 2,0003 GHz i moc -11 dBm.

1.2 Na drugim generatorze ustawiono częstotliwość 1,9997 GHz i moc -10,6 dBm.

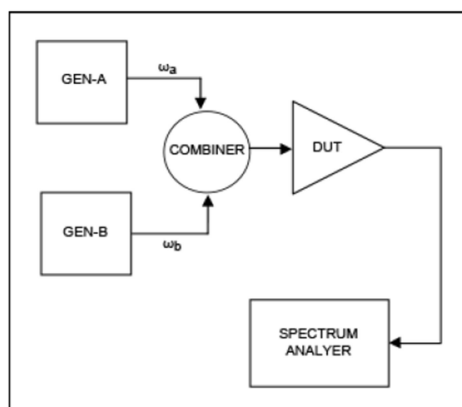
1.3 Powtórzone pomiary dla mocy generatorów -9 i -8,6, oraz -7 i -6,6 dBm.

1.4 Wyznaczono ΔP , OIP3, oraz IIP3 korzystając z następujących wzorów:

$$\Delta P = P_{out} - P_{out3}$$

$$\text{OIP3} = P_{out} + \Delta P / 2$$

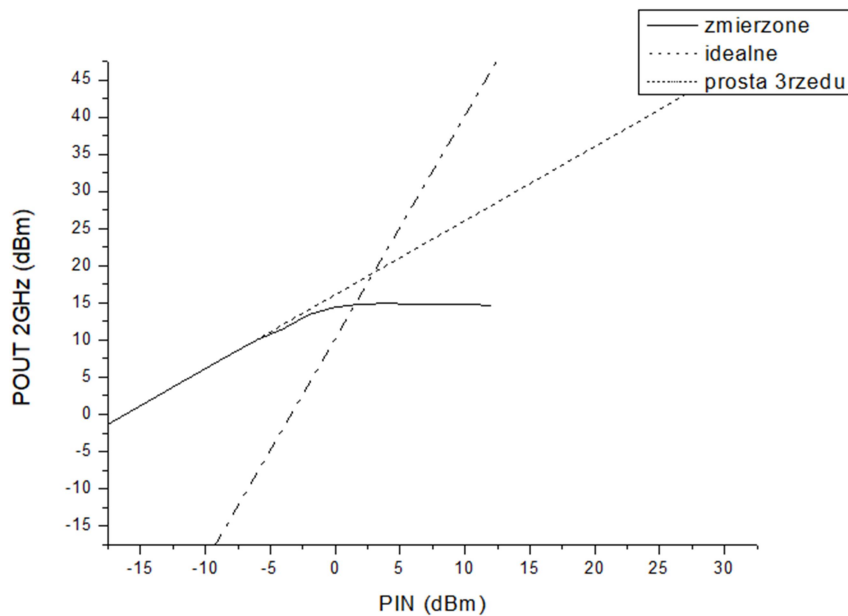
$$\text{IIP3} = \text{OIP3} - G$$



Schemat blokowy układu pomiarowego do badania IP3.

2. Wyniki pomiarów

Pin[dBm]	Pout[dBm]	Pout3[dBm]	ΔP	OIP3	IIP3
-11	1,9	-44,7	46,6	25,2	10,2
-9	3,9	-38,3	42,2	25	10
-7	5,7	-30,7	36,4	23,9	8,9



Powyższy wykres przedstawia inny sposób wyznaczenia punktu (OIP3, IIP3). Prosta o nachyleniu 3dB/dB, przechodząca przez punkt (PIN, POUT_3), przecina się z przedłużeniem zakresu liniowego charakterystyki przejściowej wyznaczając tym samym żądane wartości. Jest to metoda graficzna, dlatego wyniki otrzymane na jej podstawie różnią się nieco od wyników otrzymanych w metodzie wykorzystującej bezpośrednie pomiary i obliczenia.

3. Wnioski

Wzmocnienie układu zależy od mocy sygnału wejściowego. Mierząc moc sygnału wyjściowego należy brać pod uwagę zakres w jakim pracuje układ, a także wpływ użytych elementów, które mają wpływ na straty mocy. Produkty intermodulacji wpływające na użyteczność sygnału powinny zostać odfiltrowane.