

POLSKA AKADEMIA NAUK

oraz

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

IV KRAJOWA
KONFERENCJA MECS
GDAŃSK
17. 10 - 20. 10. 1977

**MIKROFALOWA
ELEKTRONIKA
CIAŁA STAŁEGO**

część 1
komunikaty

tom II

CENTRALNY OŚRODEK SZKOLENIA I WYDAWNICTW

Janusz Dobrowolski, Marian Pospieszalski

Ryszard Romaniuk

Instytut Podstaw Elektroniki PW

Warszawa

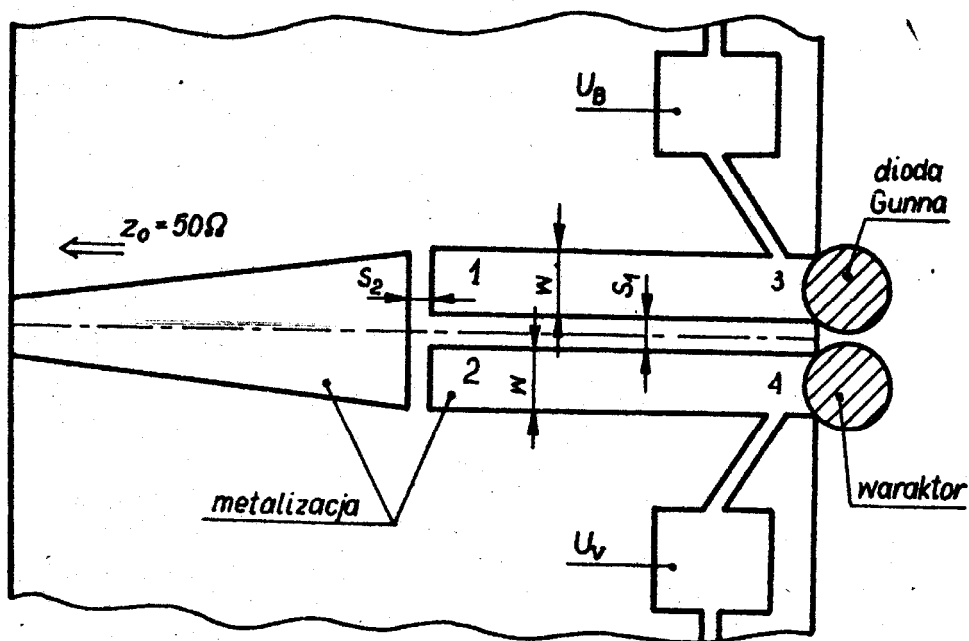
NOWY UKŁAD GENERATORA Z DIODĄ GUNNA PRZESTRAJANEGO WARAKTOREM

1. Wprowadzenie

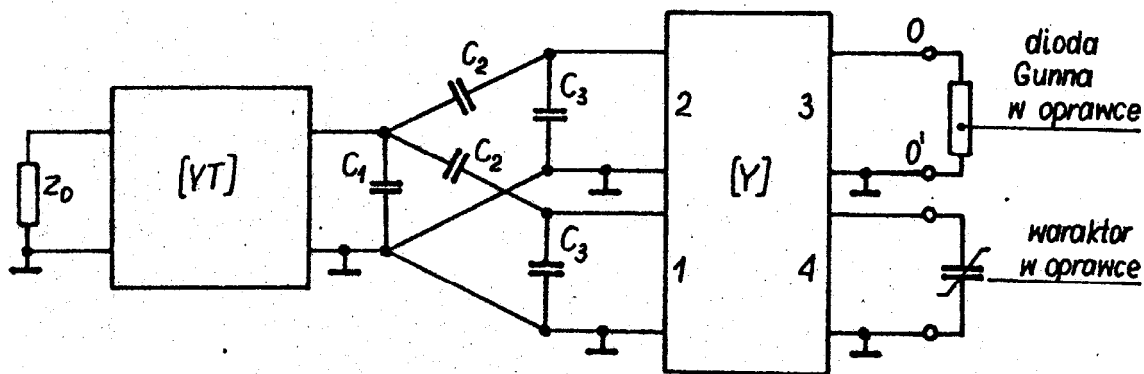
W generatorach z diodą Gunna, w których rezonator stanowi odcinek linii TEM, istotnym problemem konstrukcyjno-układowym jest zapewnienie wzajemnej separacji napięć zasilających diodę Gunna i diodę waraktorową, a także zapewnienie separacji tych napięć od obciążenia. Układy separujące powinny wprowadzać bardzo małe odbicia nie tylko dla projektowanej częstotliwości generatora, ale w całym paśmie możliwości generacyjnych danej diody Gunna. Niespełnienie tego warunku prowadzi zazwyczaj do szeregu dyskwalifikujących dany generator efektów takich jak: trudności z wzbudzeniem we właściwym rodzaju, zmiana rodzaju pracy podczas przestrajania czy też przy zmianach temperatury otoczenia [1]. Nawet najprostsze obwody separujące (np. kondensator) posiadają na częstotliwościach pasma X i wyższych bardzo skomplikowane obwody zastępcze i mogą być przyczyną powstawania niepożądanych oscylacji. Także powtarzalność ich właściwości elektrycznych wymaga bardzo dużych dokładności wykonania i montażu. W układzie przedstawionym w niniejszej pracy powyższe problemy zostały usunięte przez zastosowanie rezonatora utworzonego przez parę sprzężonych linii TEM [2].

2. Układ generatora z diodą Gunna przestrajanego waraktorem

Ideę wykorzystania rezonatorów utworzonych przez parę linii TEM równoległe sprzężonych do konstrukcji diodowych generatorów mikrofalowych przestających waraktorem przedstawiono tutaj na przykładzie generatora na pasmo X zrealizowanego w technice MUS. Maskę generatora wykonanego na ceramicznej płytce podłożowej Al_2O_3 o wymiarach $30 \times 20 \times 0,7$ mm przedstawiono schematycznie na rys. 1, a jego schemat zastępczy na rys. 2.



Rys. 1. Schemat maski generatora



Rys. 2. Schemat zastępczy układu generatora

Rezonator generatora jest utworzony przez parę mikrolinii

sprzężonych o długości równej w przybliżeniu $3\lambda_g/4$. Dioda Gunna i dioda waraktorowa są umieszczone na skraju płytki podłożowej i połączone galwanicznie z odpowiednimi sekcjami rezonatora, do których doprowadzane są zapięcia zasilające. Układ sprzężenia generatora z obciążeniem $Z_0 = 50 \Omega$ transformowanym przez transformator zbieżny do $Z_0 = 26 \Omega$ stanowi przerwa w mikrolinii. Wybrane charakterystyki generatora otrzymane eksperymentalnie dla diody Gunna typu CXY 11 c oraz waraktora typu DC 4201 B /Mullard/, a także niektóre charakterystyki otrzymane na podstawie analizy numerycznej za pomocą komputera przedstawiono na rys. 3 i rys. 4.

3. Analiza układu generatora wspomagana komputerem

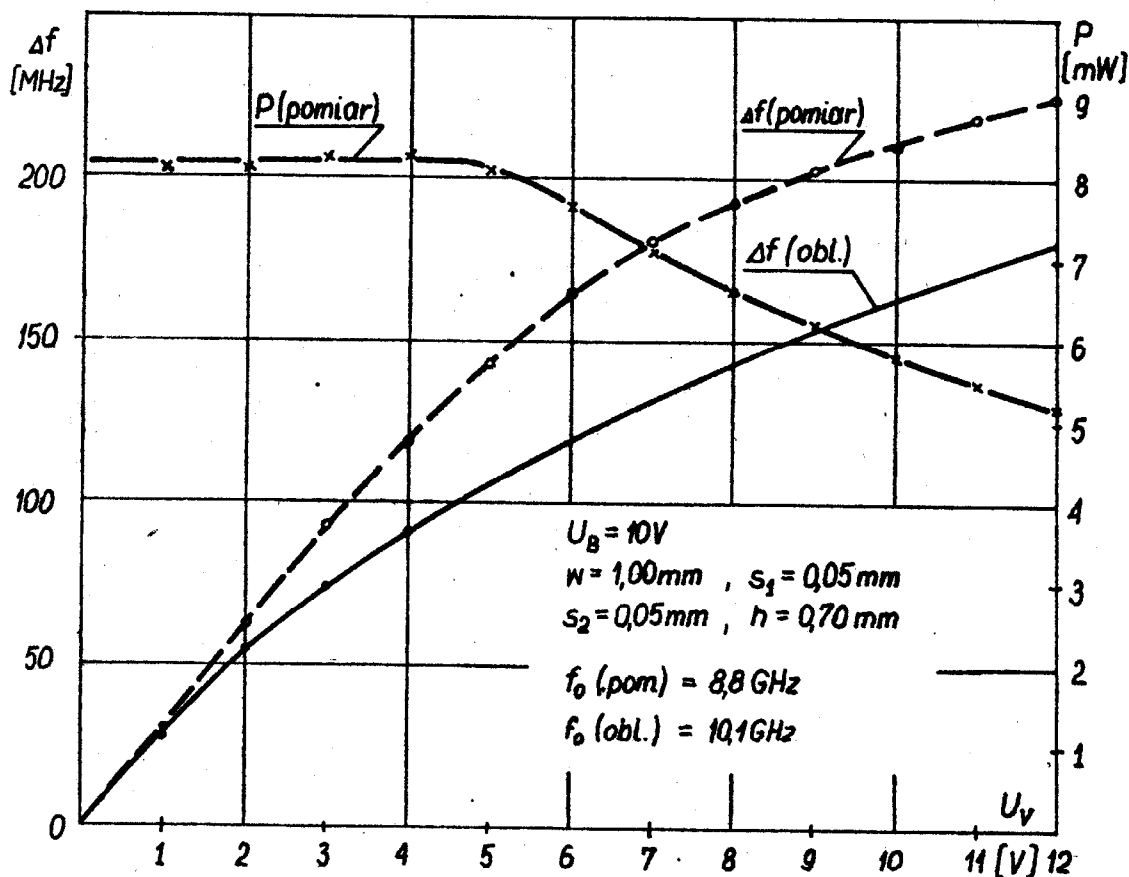
Częstotliwość pracy generatora z diodą Gunna jest równa częstotliwości rezonansowej obwodu obciążonego dynamiczną admitancją diody. W stanie ustalonych oscylacji obwodu generatora /stała częstotliwość f_g i stała amplituda napięcia w.cz. na zaciskach diody/ spełniona jest zależność

$$Y_d/f, \bar{U}/ + Y_{obw}/f/ = 0 \quad /1/$$

gdzie $Y_d = G_d + jB_d$ jest dynamiczną admitancją diody Gunna, a Y_{obw} admitancją obwodu współpracującego z diodą. Bardzo dogodnym sposobem analizy generatora jest wykorzystanie metod optymalizacyjnych. Funkcja celu poddana optymalizacji ma postać

$$P/f, \bar{U}/ = |G_d + G_{obw}| + |B_d + B_{obw}| \quad /2/$$

Znalezienie minimum funkcji celu $P = 0$ odpowiada spełnieniu równania /1/ będącego warunkiem generacji obwodu w stanie ustalonym. Dla zadanych parametrów obwodu mikrofalowego, napięcia polaryzacji diody waraktorowej U_V oraz napięcia zasilania diody Gunna U_B znalezione minimum funkcji celu $P/f_g, \bar{U}_g/ = 0$ odpowiada częstotliwości pracy generatora f_g oraz amplitudzie napięcia w.cz. \bar{U}_g na zaciskach



Rys. 3. Zależność mocy wyjściowej i częstotliwości generatora od napięcia polaryzacji waraktora

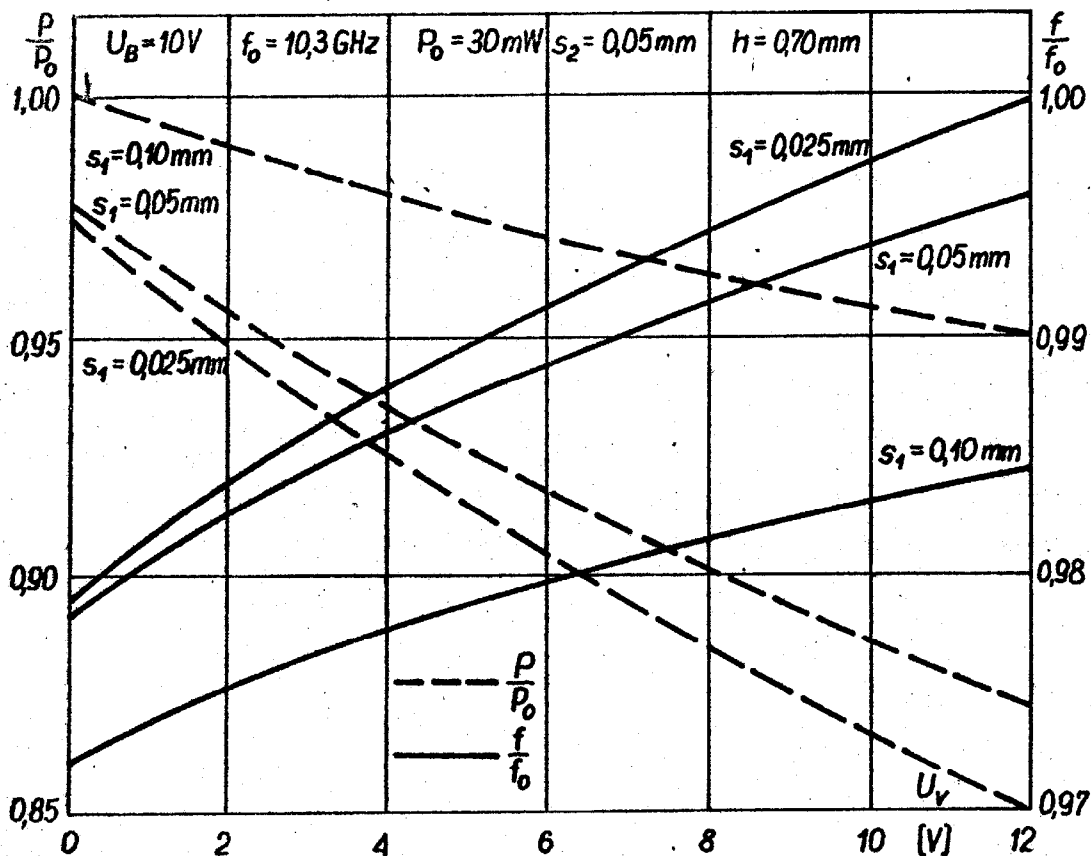
diody. Jako model do numerycznego wyznaczania admitancji obwodu Y_{obw} /w płaszczyźnie odniesienia o-o'/ posłużył schemat zastępczy generatora przedstawiony na rys. 2. Do obliczania Y_{obw} wykorzystano metodę polegającą na łączeniu elementów /wielowrotników/ obwodu [3].

Obliczanie konduktancji i susceptancji diody Gunna oscylującej w rodzaju rezonansowym z opóźnieniem domeny oparto na prostym modelu, w którym charakterystyka prądowo-napięciowa diody jest aproksymowana dwoma odcinkami linii prostych:

$$I_d = G_o U_d \quad \text{dla} \quad 0 \leq U_d \leq U_t$$

$$I_d = I_v \quad \text{dla} \quad U_d \geq U_s$$

131



Rys. 4. Teoretyczna charakterystyka generatora dla różnych wartości parametru s_1/h .

gdzie G_0 jest konduktancją diody przy słabych polach, U_t - napięciem progowym diody oraz U_s - napięciem gaszenia domeny. Przy dodatkowych założeniach upraszczających, że czasy narastania i zaniku domeny na kontakcie anody są znacznie krótsze od okresu oscylacji oraz że napięcie na diodzie jest superpozycją stałego napięcia zasilania U_B i zmiennego napięcia w.cz. o amplitudzie \bar{U} analiza Fouriera przebiegu czasowego prądu diody prowadzi do prostej analitycznej zależności na dynamiczną admitancję diody Gunna $Y_d/f, \bar{U}/$. Minimum funkcji celu P poszukiwano bezgradientową metodą optymalizacyjną Jeevesa-Hooke'a [4].

4. Wnioski

Przedstawiony układ generatora wykonany w technice MUS posiada następujące zalety w porównaniu z dotychczas znany-

mi rozwiązaniami:

- 1/ Nie wymaga stosowania dodatkowych układów separacji napięć stałych.
- 2/ Posiada niedużą wrażliwość mocy wyjściowej i zakresu przestrajania na tolerancje wykonania maski.
- 3/ Zapewnia jednakowe elektrycznie położenie diody Gunna i diody waraktorowej w obwodzie generatora.

Układ ten w oparciu o przedstawioną metodę analizy numerycznej może być poddany dalszym modyfikacjom i optymalizacji jego parametrów elektrycznych.

5. Literatura

- [1] B. Sigmon, "Combat turn-on problems in Gunn-effect sources", *Microwaves*, vol. 15, 56-58, Aug. 1976.
- [2] K. Sachse, "Właściwości obwodów rezonansowych o dwóch równoległych odcinkach linii sprzężonych", *Mat. III Kraj. Konf. MECS*, vol. 1, 66-72, Zakopane 1974.
- [3] J. Dobrowolski, "Projektowanie i analiza za pomocą maszyny cyfrowej generatora z diodą Gunna wykonanego techniką MUS", *Archiwum Elektrotechniki*, z. 2, tom XXV, 241-254, 1976.
- [4] R. Hooke, T. Jeeves, "Direct search solution of numerical and statistical problems", *J. ACM*, vol. 8, 212-229, April 1961.