

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра телекомунікаційних систем та телеюачення

Керований за частотою генератор мікрохвильового блоку радіорелейної станції

Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю
172 – Телекомунікації та радіотехніка

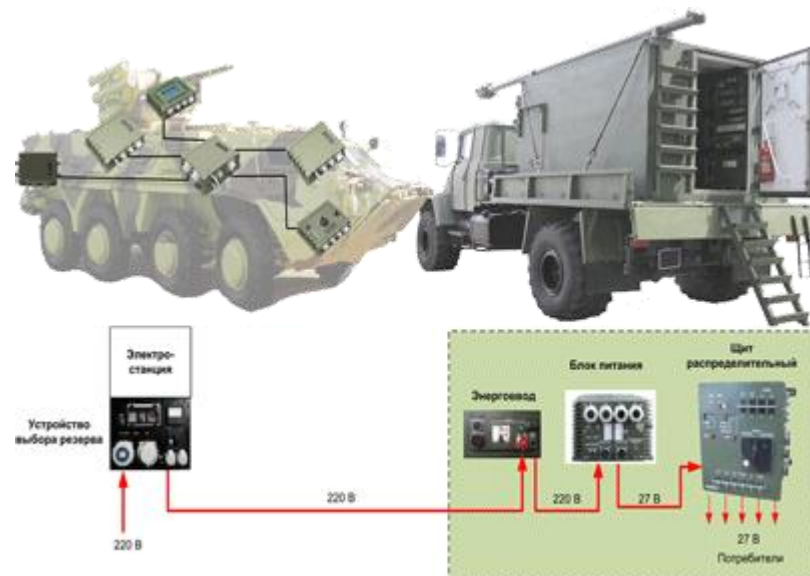
Розробив студент гр. РТ-17м Дячок В. О.
керівник – к.т.н., доцент каф. ТКСТБ Кононов С. П.

Вінниця ВНТУ 2019

Підприємство займається розробкою та інтеграцією комплексних рішень, що забезпечують організацію зв'язку, електроживлення та систем життєзабезпечення стаціонарних та рухомих об'єктів, таких як командні, командно-штабні машини, комплексні апаратні зв'язку.

Крім робіт з модернізації радіостанцій КХ і УКХ діапазону, за останні кілька років були розроблені і поставлені в серію такі вироби:

Станція радіорелейна широкопasmова **СРШ-5000 (Р-402)**, яка дозволяє створювати радіоканали далекої дії з пропускною спроможністю до 300 Мбіт/с і дальністю до 35 кілометрів для одного інтервалу.





Станція радіорелейна широкопсмугова СРШ-5000

TELECARD

Станція радіорелейна широкопсмугова СРШ-5000 (станція радіорелейна Р-402 у діапазоні частот 4920-6100 МГц) призначена для забезпечення цифрового радіорелейного зв'язку у стаціонарних та польових системах зв'язку військового та цивільного призначення. Р-402 забезпечує можливість працювати на стаціонарних вузлах зв'язку та у польових апаратних зв'язку або командно-штабних машинах різних рівнів. Р-402 дозволяє створювати радіоканали дальньої дії з пропускною здатністю до 300 Мбіт/с та дальністю до 35 кілометрів для одного інтервалу.



Технічні параметри станції радіорелейної широкосмугової СРШ-5000

Параметр	Значення
Діапазон робочих частот	4920-6100 МГц.
Крок сітки частот, відповідно U-NII-1	5150-5350 МГц.
Крок сітки частот, відповідно U-NII-2	5470-5725 МГц.
Крок сітки частот, відповідно U-NII-3	5725-5850 МГц.
Ширина каналу	5, 10, 20, 20-40 МГц
Модуляції	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
Швидкість завадостійкого коду	1/2, 2/3, 3/4, 5/6
Вихідна потужність, на один антенний з'єднувач	до 27 дБм (до 500 мВт).
Максимальна швидкість в радіоканалі, не більше,	300 Мбіт/с.
Підтримка режиму MIMO 2x2	Так.
Кількість антенних роз'ємів	2, 4 або 6 (в залежності від виконання).
Протоколи радіоканалу	IEEE 802.11a/n, NSTREME, NV2.
Режим роботи	точка-точка, точка-багатоточка.
Інтерфейси:	
Ethernet порт	1 (10/100/1000 Base-T).
Порт управління	RS-232.
Підтримка VLAN	IEEE 802.11Q.
Підтримка Quality of Service (QoS)	Режим HTB.
Протоколи маршрутизації	OSPF, RIP, BGP.
Габаритні розміри блока прийомопередавача	280x185x75 мм.
Маса прийомопередавача у комплекті з антеною та кріпленнями - не більше	10 кг.



УКРОБОРОНСЕРВІС

Д Е Р Ж А В Н Е П І Д П Р И Е М С Т В О

ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- Діапазон частот: 1350-2690 МГц (НАТО III +)
- Вихідна потужність: 5Вт;
- Крок сітки частот: 125 кГц;
- Кількість каналів 10720
- Модуляція: FSK (STANAG 4212, CP-FSK2r), QPSK, 16 QAM;
- Станційний стик: STANAG 4210, Eurocom D / 1, G.703 E1, 4xE1, E2, оптичний стик;
- Швидкість потоку: 256,512,1024,2048,8448,34368 кБіт/с;
- Розвідзахищеність: адаптація по потужності;
- Регулювання потужності передавача: ручна і автоматична;
- Антена: рефлекторна логоперіодична;
- Знімна панель управління.

Електроживлення:

- Постійним струмом напругою 22-30В, номінальна напруга 27 В,
- Змінним струмом напругою 220 В / 50 Гц (187-242 В, 43-65 Гц) через перетворювач;

Температурний діапазон: -30°C ... + 50°C;

Напрацювання на відмову - не менше 5000 год;

Термін експлуатації - не менше 20 років;

Група виконання: 1.7 УХЛ;

Маса комплекту - 71 кг.

Радіорелейна станція Р-450



Радіорелейна станція Р-419 Л1 (Російська Федерація)

Призначення: ЦРРС Р-419 Л1 призначена для організації самостійних радіорелейних ліній зв'язку, а також для відгалуження каналів від багатоканальних радіорелейних, тропосферних і провідних ліній зв'язку.

Станція забезпечує роботу на лініях прив'язки по 6 каналах ТЧ апаратури П-330-6 з можливістю пере прийому по ТЧ каналах апаратури П-340 ГМН на лініях зв'язку протяжністю до 120 км в діапазоні 390-645 МГц, і в цифрових режимах на лініях зв'язку протяжністю до 400 км в діапазоні 390-645 МГц і до 1500 км в діапазоні 1550-1850 МГц.



Мета та задачі роботи

Метою роботи є розроблення, теоретичне та модельне дослідження мікрохвильового генератора з електронним керуванням частоти діапазону 15 ГГц.

Задачами магістерської кваліфікаційної роботи є:

- аналіз теоретичних відомостей про генератори мікрохвильового діапазону на діоді Ганна;
- огляд частотних діапазонів генераторів мікрохвильового діапазону на діоді Ганна;
- теоретичні дослідження мікрохвильової провідності діодів Ганна;
- розробка конструкції генератора мікрохвильового діапазону на діоді Ганна;
- проведення розрахунків економічної частини та розділу охорони праці.

Об'єкт і предмет досліджень, наукова та практична новизна

Об'єктом дослідження є процеси перетворення енергії постійного струму в незатухаючі в часі електричні коливання мікрохвильового діапазону частот.

Предметом дослідження є електричні параметри і характеристики генератору мікрохвильового діапазону частот на основі діода Ганна.

Наукова новизна одержаних результатів – отримав подальший розвиток метод побудови генераторів НВЧ діапазону на основі напівпровідникових приладів із від'ємним диференційним опором.

Практична новизна одержаних результатів – полягає в отриманих нових результатах експериментальних і модельних досліджень генератору мікрохвильового діапазону частот на основі діода Ганна.

Режими роботи діода Ганна

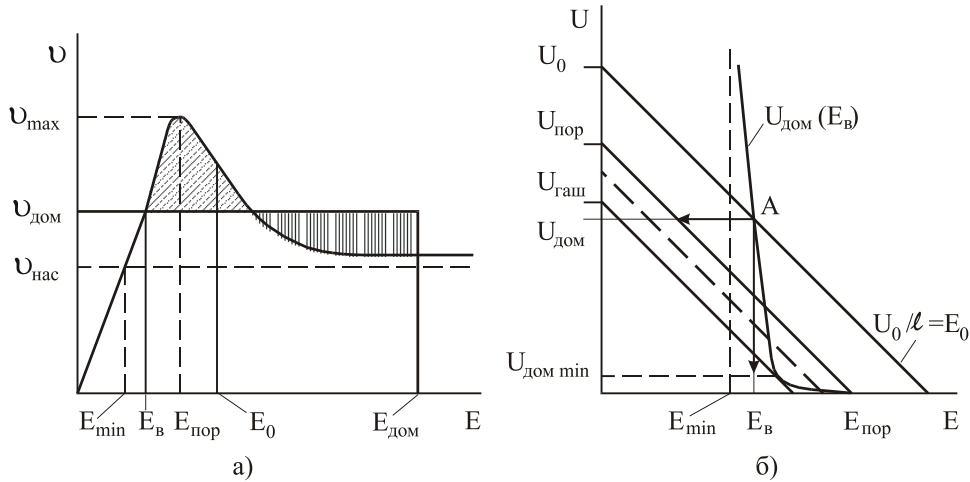


Рис. 1. Визначення параметрів дипольного домену

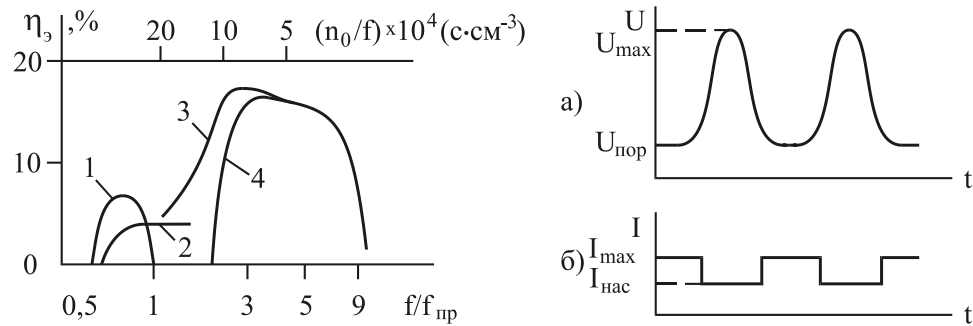


Рис. 2. Електронний к.к.д. генераторів на діоді Ганна з GaAs для різних режимів роботи: 1-з затримкою формування домену; 2-з гасінням домену; 3-гібридний; 4-ОНОЗ та часова залежність напруги (а) і струму (б) діода Ганна в режимі підвищеного к.к.д.

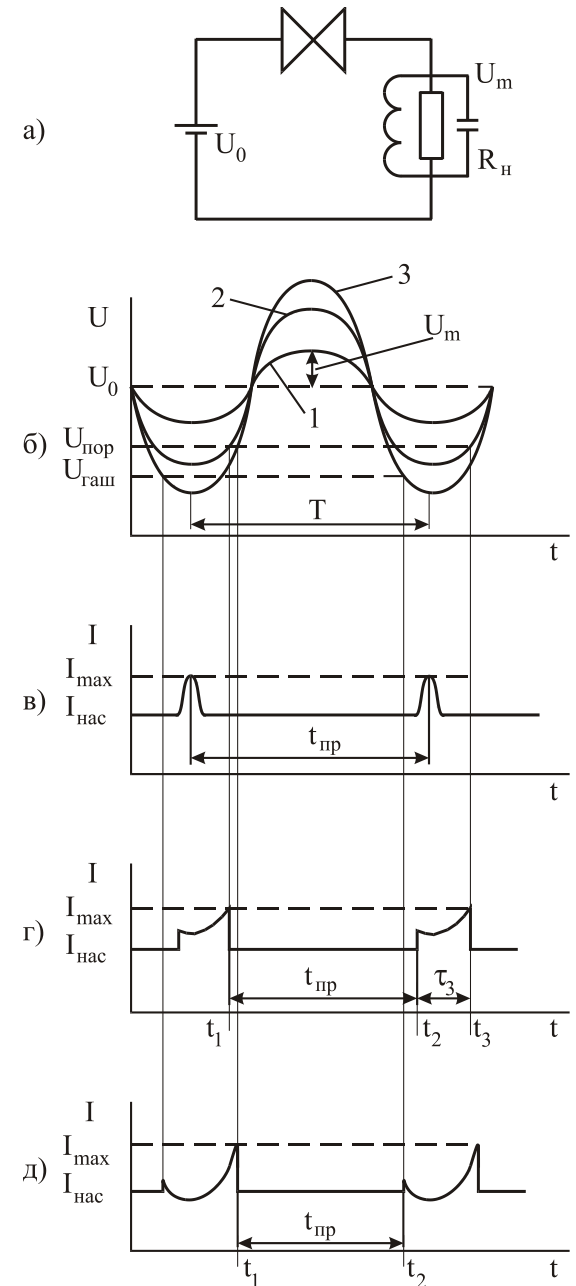


Рис. 3. Еквівалентна схема генератора на діоді Ганна (а) і часові залежності напруги (б) і струму через діод Ганна в прогнових режимах (в) і в режимах з затримкою (г) і гасінням домену (д)

НВЧ генераторний діод Ганна типу 3A723A

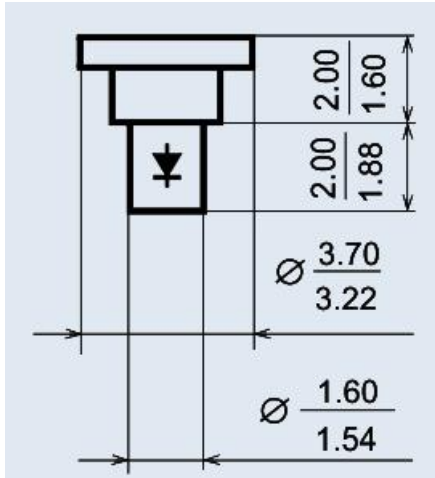


Рис. 1. Конструкція та габаритні розміри діоду Ганна типу 3B723A

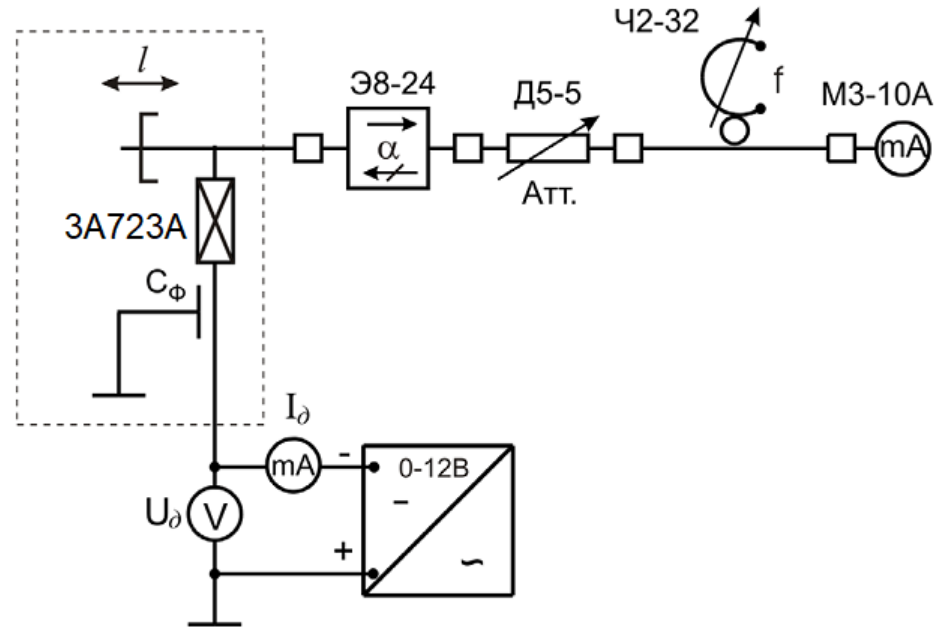


Рис. 2. Функціональна схема обладнання для вимірювання параметрів і характеристик діоду Ганна типу 3B723A

Табл. 1. Електричні параметри діоду Ганна типу 3B723A

Найменування НВЧ діода	Значення електричних параметрів НВЧ діодів								Граничні експлуатаційні характеристики					$T_{от}$
	$f_{роб}$	$P_{вих.м.ин}$	$U_{роб}$	$I_{роб}$	r_d	C_d	$C_{кор}$	L_d	$U_{роб}$	$I_{роб}$	$P_{рас}$	ΔU	$T_{кор}$	
	ГГц	мВт	В	мА	Ом	пФ	пФ	нГн	В	мА	Вт	В	°С	
3A723A	8,15... 12,42	10,0... 15,0	7,0...1 0,0	<400	2,8...1 1,0	-	<0,45	<0,25	10,0	-	6,5	1000	+85	- 60...+ 70

Будова мікрохвильових генераторів на діодах Ганна

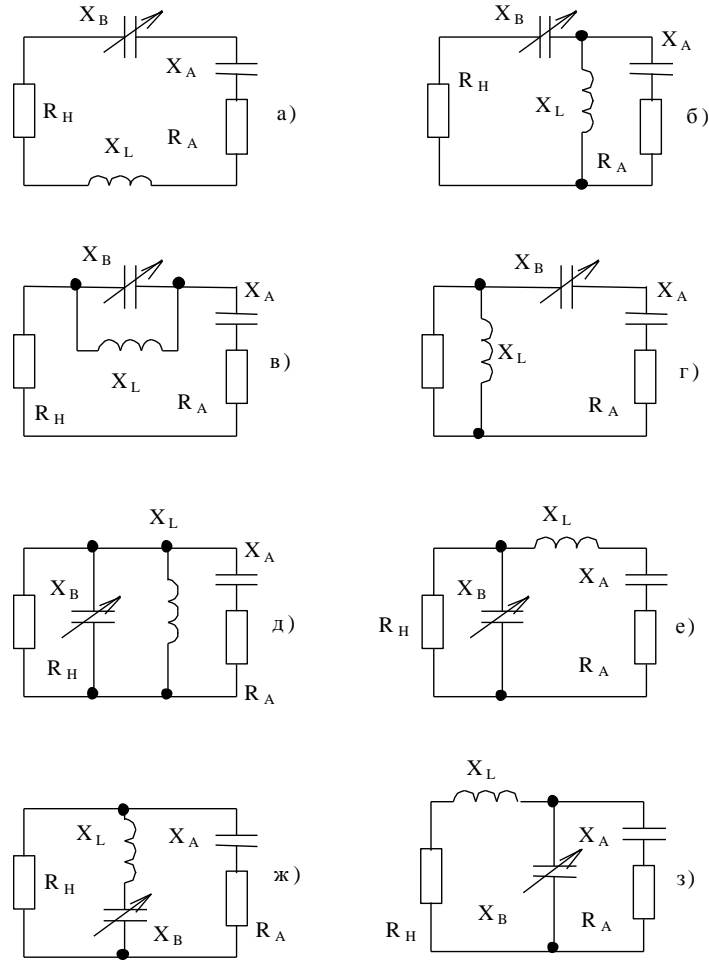


Рис. 1. Еквівалентні схеми генераторів на діодах Ганна з квазізосередженими резонансними системами:

- а), б) - послідовні типу «О» і «А»,
- в), г) - послідовні типу «В» і «Н»,
- д), е) - паралельні типу «О» і «А»,
- ж), з) - паралельні типу «В» і «Н»

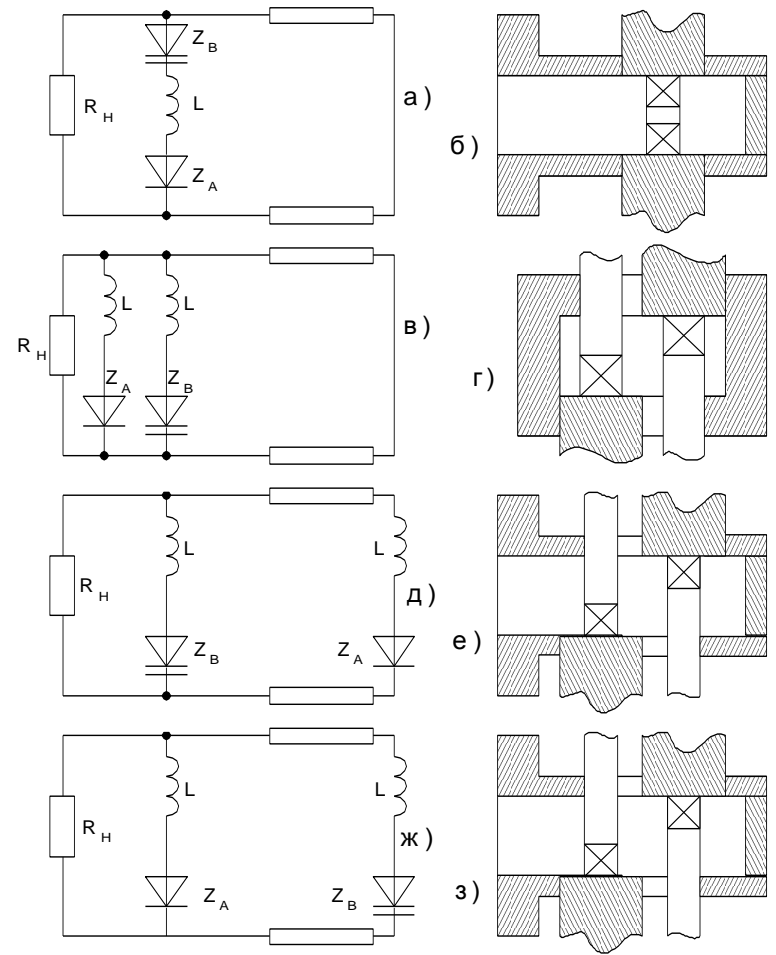


Рис. 2. Схеми і конструкції генераторів з шлейфними резонансними системами:

- а), б) - шлейф-послідовна структура,
- в), г) - шлейф-паралельна структура,
- д), е) - шлейф-каскадна структура типу «А»,
- ж), з) - шлейф-каскадна структура типу «Б».

Електрична схема мікрохвильового керованого за частотою генератора на діоді Ганна



Рис. 1. Електрична структурна схема мікрохвильового керованого за частотою генератора на діоді Ганна

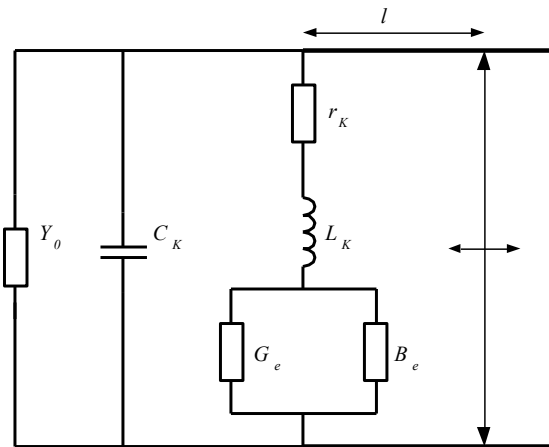


Рис. 2. Еквівалентна схема генератора при використанні короткозамкнутого відрізка лінії

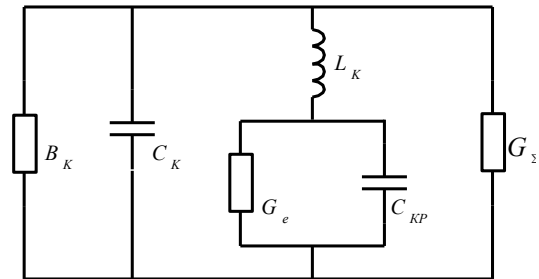


Рис. 3. Еквівалентна схема генератора з ємнісною провідністю кристала

Конструкція мікрохвильового керованого за частотою генератора на діоді Ганна

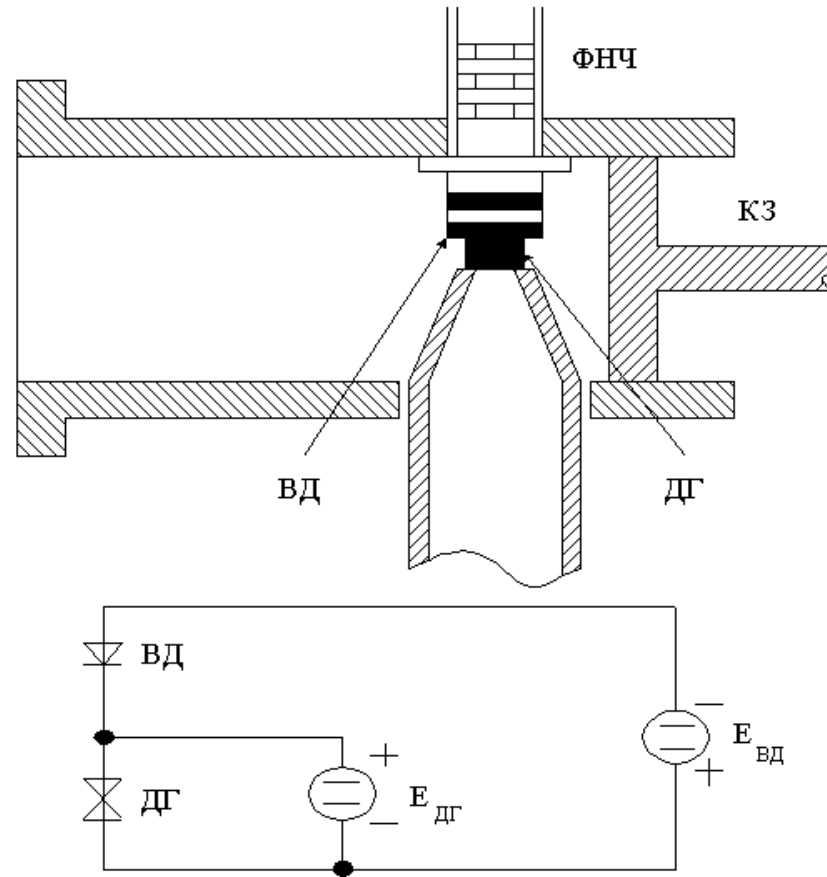
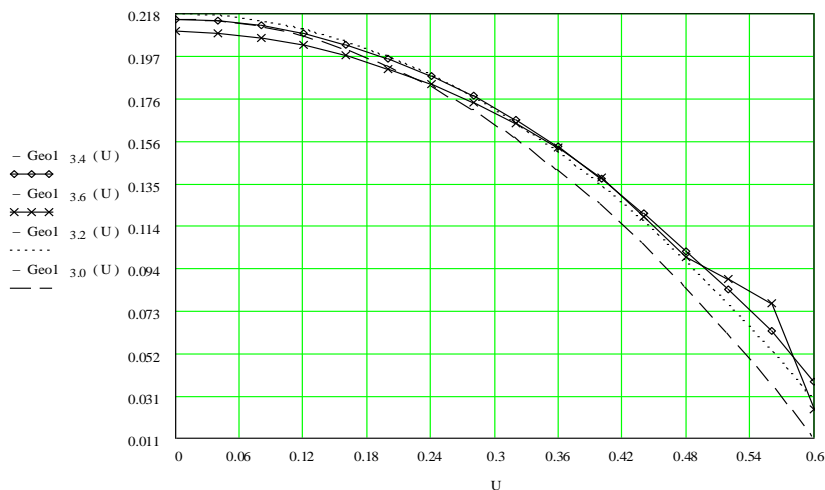
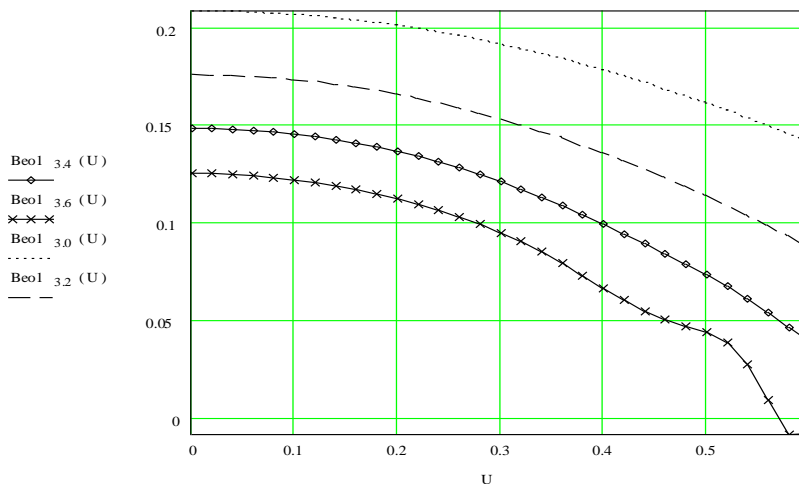


Рис. 1. Конструкція і схема живлення діодів мікрохвильового автогенератора:
ВД – варакторний діод, ДГ – діод Ганна, КЗ – короткозамкнутий поршень,
ФНЧ – фільтр низьких частот

Результати модельного дослідження мікрохвильової провідності діоду Ганна

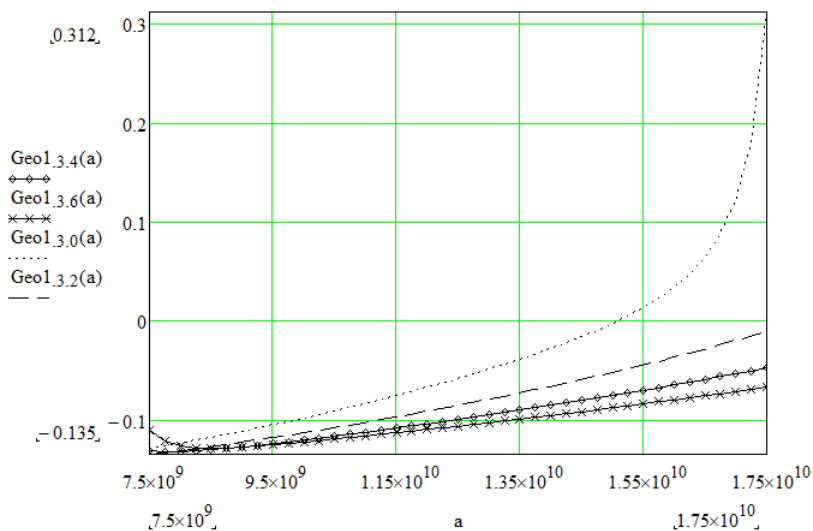


а)

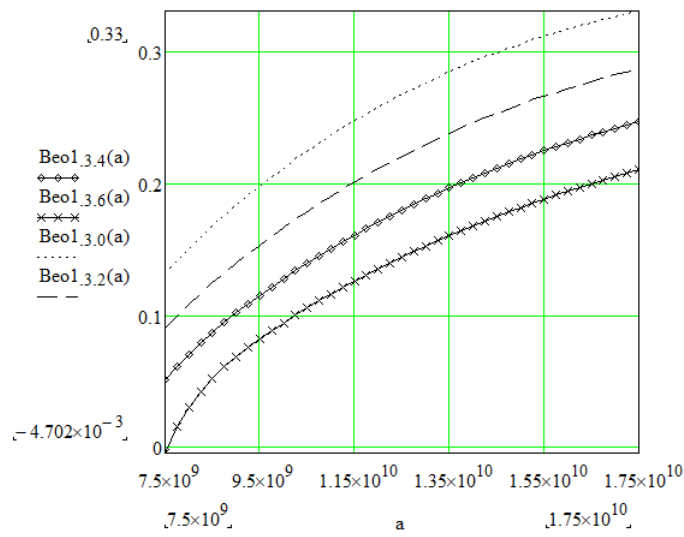


б)

Рис. 1. Залежності активної (а) та реактивної (б) провідності структури діоду Ганна від амплітуди мікрохвильового сигналу



а)



б)

Рис. 2. Залежності активної (а) та реактивної (б) провідності структури діоду Ганна від частоти мікрохвильового сигналу

Діапазонні властивості мікрохвильового генератора на діоді Ганна

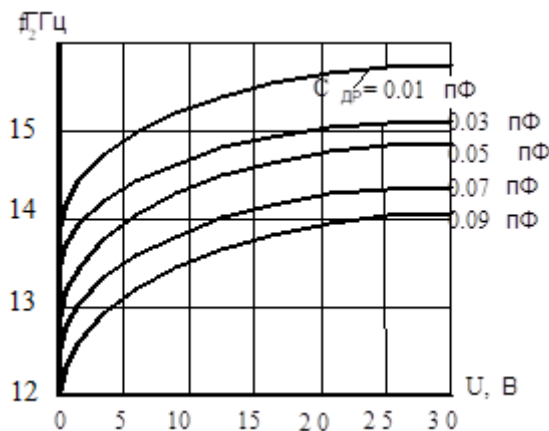


Рис. 1. Залежності вихідної частоти мікрохвильового генератора від напруги на варакторі при різних значеннях $C_{др}$

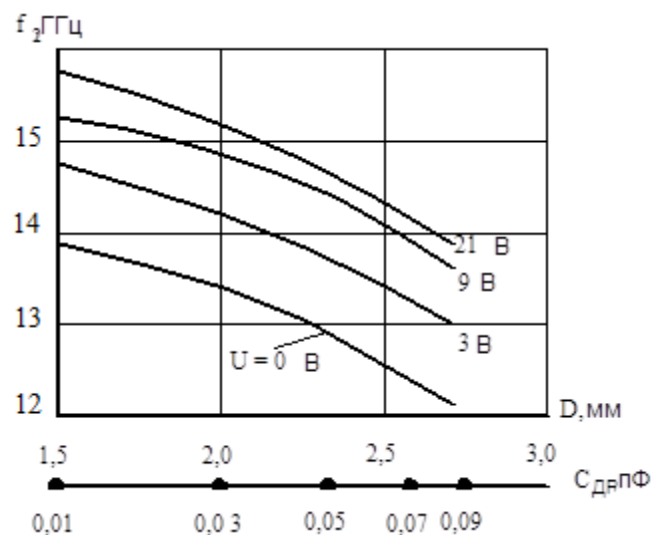


Рис. 2. Залежності вихідної частоти мікрохвильового генератора від діаметра дискового резонатора при різних напругі на варакторі

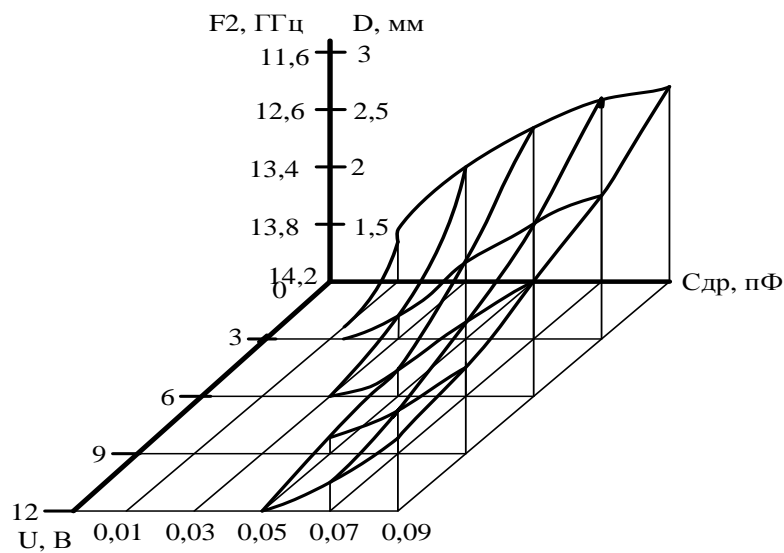


Рис. 3. Суміщені характеристики перелаштування параметрів електричних коливальних генератора

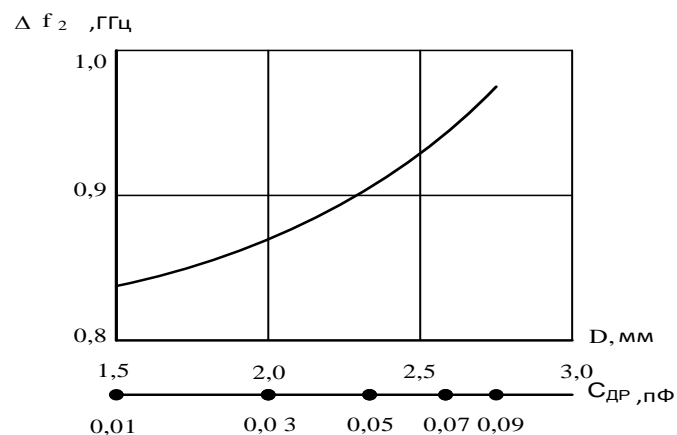


Рис. 4. Залежність діапазону електричної перебудови вихідної частоти генератора від діаметра ДР при зміні напруги на варакторі від 0 до 30 В

Доповідь завершена.

Дякую за увагу!