

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра
комп'ютерних наук

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт з курсу
ІНФОРМАЦІЙНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ
СИСТЕМИ

Частина 2 (лабораторні роботи №5-8)

для студентів денної та заочної форм навчання,
спеціальності

122 “Комп'ютерні науки та інформаційні технології”

Тернопіль – 2016

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 Вимірювання параметрів інтегральних схем.....	7
2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 Вимірювання напруг вольтметрами різних типів.....	15
3. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 Вивчення вимірювального генератора сигналів низької частоти.....	23
4. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8 Вивчення вимірювального генератора сигналів високої частоти.....	38
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	44
ДОДАТКИ	45

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Інформаційні вимірювальні системи”, який читається для студентів спеціальності 122 “Комп’ютерні науки та інформаційні технології” покликані допомогти студентам денної та заочної форм навчання засвоїти принципи функціонування сучасних засобів вимірювання та інформаційних вимірювальних систем, оволодіти на практиці методами, засобами та видами вимірювання, навчитись проводити обробку отриманих результатів вимірювання.

Успішне засвоєння курсу вимагає від студента ґрунтовних знань з фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін: вищої математики, фізики, дискретної математики, теорії ймовірностей та випадкових процесів, математичної статистики.

Зміст та структура методичних вказівок відповідає освітньо-професійним програмам підготовки фахівців зі спеціальності 122 “Комп’ютерні науки та інформаційні технології”. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт охоплюють матеріал необхідний для формування навичок у студентів по вимірюванню електричних величин напруги, струму, опору, величин R , L , C що сприяє формуванню у студентів ефективного та цілеспрямованого використання сучасних методів вимірювання, вимірювальних приладів та інформаційно-вимірювальних систем.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Назва роботи: Вимірювання параметрів інтегральних схем.

Мета роботи: Ознайомлення з методикою вимірювання параметрів цифрових мікросхем з допомогою випробувача цифрових інтегральних схем.

Прилади та обладнання:

1. Випробувач цифрових інтегральних схем типу Л2-60.
2. Набір цифрових мікросхем серій 155 (або 133, 555).

Теоретичні відомості

Існує три основних методи вимірювань параметрів інтегральних схем: статичні, динамічні, стендові (функціональні)

Статичні випробування виконують на постійному струмі, при цьому вимірюють статичні параметри інтегральних схем. Статичні параметри характеризують значення струмів і рівні напруги на виходах і входах мікросхеми, її стійкість до впливу статичних завад у встановленому режимі. До статичних параметрів цифрових мікросхем відносять рівні вихідних напруг і струмів, які відповідають значенням логічних одиниць $U^1_{вих}$, $I^1_{вих}$. логічного нуля $U^0_{вих}$, $I^0_{вих}$; статичну завадостійкість, яка характеризується здатністю логічних елементів зберігати правильний сигнал і умовах дії перешкод, тривалість яких значно перевищує тривалість перехідних процесів потужність споживання від джерела живлення; коефіцієнт розгалуження по виходу, який визначає кількість логічних елементів, подібних даному, які можна під'єднати до його виходу без порушення працездатності; коефіцієнт об'єднання по входу, який показує кількість входів інтегральної схеми; передавальна характеристика.

Динамічні (імпульсні) випробування виконують в імпульсних режимах, при яких вимірюють динамічні параметри. Динамічні параметри характеризують швидкодію інтегральної схеми та її стійкість до впливу імпульсних перешкод. До основних динамічних параметрів відносяться такі,

як час затримки ввімкнення, час затримки вимкнення, час затримки поширення сигналу при ввімкненні інтегральної схеми, час затримки при вимкненні інтегральної схеми

Стендові випробовування передбачають такі умови вимірювання, при яких максимально імітуються реальні робочі режими. З допомогою стендових випробовувань визначають працездатність інтегральної схеми в робочих умовах.

Важливою статичною характеристикою цифрової інтегральної схеми є передавальна характеристика $U_{вих} = \varphi(U_{вх})$, яку можна виміряти в статичному режимі. Схема вимірювання передавальної характеристики зображена на рис. 5.1.

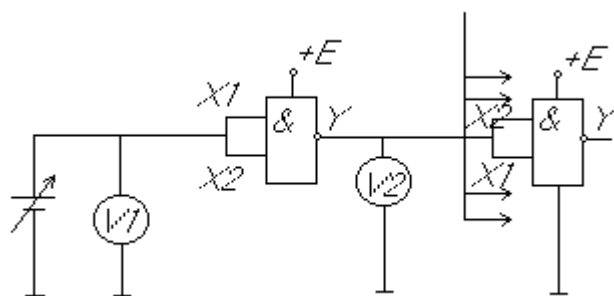


Рис. 5.1 Схема вимірювання передавальної характеристики цифрової інтегральної схеми

На вхід досліджуваної мікросхеми подають напругу, яку можна плавно змінювати або дискретні значення напруги, вимірюючи при цьому відповідні значення вихідної напруги. Діапазон зміни вхідної напруги - від нуля до напруги живлення E . Значення вхідної напруги контролюється першим вольтметром.

Передавальну характеристику можна виміряти також іншим способом, при якому на вхід цифрової мікросхеми подається пилоподібна напруга від генератора пилоподібної напруги (ГПН), а характеристики одержують на екрані осцилографа, або на стрічці двокоординатного самопишучого потенціометра.

Передавальні характеристики можуть бути використані при вивченні властивостей різних елементів. По передавальні? характеристики визначають вихідні напруги логічного нуля $U^0_{\text{вих}}$ та логічної одиниці $U^1_{\text{вих}}$, робочі точки, порогові напруги логічного нуля $U^0_{\text{пор}}$ та логічної одиниці $U^1_{\text{пор}}$, ширину активної області ($U^1_{\text{пор}} - U^0_{\text{пор}}$) і т.ін.

Вхідні струми логічного нуля і логічної одиниці можна виміряти, застосувавши схеми зображення на рис.5.2.

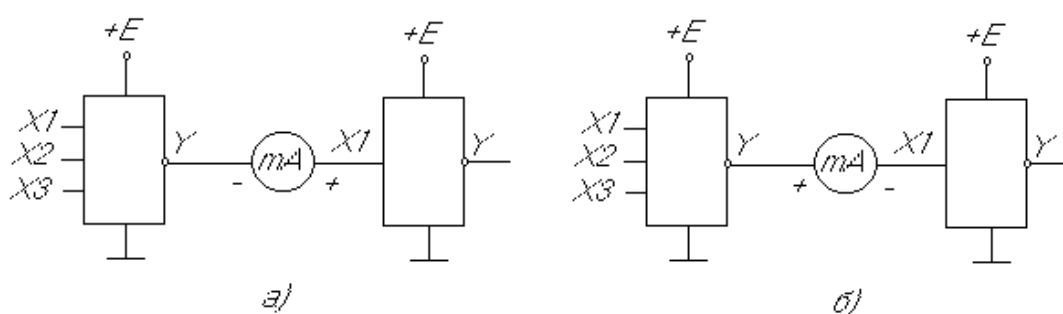


Рис. 5.2 Схеми вимірювання струмів $I^0_{\text{вх}}$ (а), $I^1_{\text{вх}}$ (б)

Перша інтегральна схема є генератором, а друга - досліджуваною. При виборі вимірювачів струму і напруги бажано врахувати їх внутрішні опори, щоб зменшити похибку вимірювання.

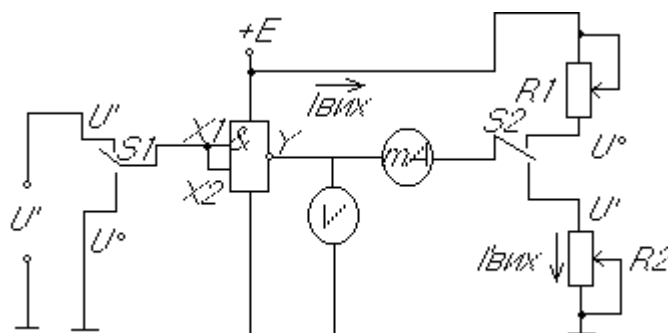


Рис. 5.3 Схема вимірювання вихідних характеристик цифрової мікросхеми

Схема вимірювання вихідної характеристики цифрової мікросхеми зображена на рис. 5.3.

Для знаходження залежностей $U_{вих}^1 = \varphi(I_{вих}^1)$ при $U_{вих} = U^0$ та $U_{вих}^0 = \varphi(I_{вих}^0)$ при $U_{вв} = U^1$ змінюють значення і спосіб під'єднання опору навантаження (як навантаження використовують або магазин опорів, або мікросхеми, аналогічні досліджуваній).

Випробовувач цифрових інтегральних схем Л2-60 призначений для визначення працездатності логічних інтегральних схем в різних корпусах з кількістю виводів до 16-ти. Прилад дозволяє на будь-який вхід почергово подавати логічні рівні ("1" або "0") і контролювати їх на виходах. З допомогою вузла програмування будь-який вивід досліджуваної інтегральної мікросхеми може бути під'єднаний до виходів джерел напруг. Почергово на входи досліджуваної імс з допомогою схеми управління подаються встановлені логічні рівні, а з допомогою внутрішнього вольтметра контролюються напруги на виходах логічних елементів. Вимірювальний прилад в режимі міліамперметра може контролювати вхідні струми. У випробовуваній імс Л2-60 передбачена можливість під'єднання зовнішнього вольтметра більш високого класу точності.

Сумарна похибка вимірювання електричних параметрів імс визначається похибками встановлення режимів на їх входах і виходах, напруги живлення, вимірювальних приладів і т.д. Похибка вимірювання статичних параметрів не повинна перевищувати $\pm 5\%$.

Хід роботи

1. Ознайомитися з технічним описом і інструкцією по експлуатації приладу Л2-60.

2. Підготувати прилад до роботи. Для цього необхідно:

а. Ручки управління Е1, Е2, U^0 , U^1 поставити в крайнє ліве положення.

б. Перемикач "ВШОД ИС" поставити в положення 3, "КОНТРОЛЬ" в положення І.

- c. Перемикач "V, mA" поставити в положення 10.
 - d. Кнопки 3,10; 3,15; 15,30; $I_{вх}$, $I_{вих}$; \neg , \neg ; "ПИТАНИЕ +,-" повинні бути в не натаснутому положенні
 - e. Штекери і замикачі повинні бути в верхньому ряду вфла програмування.
 - f. Кнопка "СЕТЬ" повинна бути вимкнена. І
3. Ввімкнути прилад в мережу, прогріти його протягом 5хв.
 4. Встановити кнопку "ПИТАНИЕ" в положення "+".
 5. В гніздо 14E та гніздо 7 \perp встановити короткозамикачі, перемикач «КОНТРОЛЬ» поставити в положення 14, натиснути ключ ВКЛ та з допомогою кнопки 3,15 та ручки ЕІ виставити по індикатору приладе напруги живлення мікросхеми +5В.
 6. Поставити перемикач \neg , \neg в положення \neg
 7. Поставити перемикач "ВЫШОД ИС" в положення І, перемикач "КОНТРОЛЬ" в положення І.
 8. Натиснути ключ "ВКЛ" та "ПУСК", з допомогою ручки U^0 виставити напругу лог.0, рівну 0.4В.
 9. Відпустити ключ "ПУСК" і з допомогою ручки U^1 виставити напругу лог 1, рівну 2,4В.
 10. Із робочого комплекту вибрати адаптер №3 (або №2), вставити мікросхему 155ЛАІ, адаптер під'єднати до прилада.
 11. Перемикач "КОНТРОЛЬ" поставити в положення 6, перемикач "ВЫШОД ИС" в положення 1.
 12. Натиснути ключ "ВКЛ" та виміряти вихідну напругу лог.0 з допомогою внутрішнього індикатора. Результат вимірювання записати в таблицю 5.1.
 13. Натиснути ключ "ВКЛ" га "ПУСК", виміряти вихідну напругу лог.1. Результати вимірювання записати в таблицю 5.1.

14. Послідовно встановлюючи перемикач "ВЬШОД ИС" в положення 2,4,5 (аналогічно п.п.12,13) виміряти напруги лог.0 та лог. 1. Результати вимірювань записати в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1

Тип мікросхем							
155ЛА1				155ЛА2			
№вих МС	№вих МС	$U^1_{вих,В}$	$U^0_{вих,В}$	№вих МС	№вих МС	$U^1_{вих,В}$	$U^0_{вих,В}$
6	1			8	1		
	2				2		
	3				3		
	4				4		
8	5				5		
	6				6		
	7				7		
	8				8		

15.Поставити перемикач "КОНТЮЛЬ" в положення 8 і, послідовно встановлюючи перемикач "ВЬШОД ИС" в положення 9,10,12,13, провести вимірювання напруг лог.0 та лог.1. Результати вимірювань занести в таблицю 5.1.

16. Провести перевірку придатності до роботи мікросхеми типу 155ЛА2. Для цього спочатку необхідно виконати операції з приладом, аналогічні п.п.4-9.

17. Вставити мікросхему в адаптер, адаптер під'єднати до прилада.

18. Перемикач "КОНТРОЛЬ" поставити в положення 8, перемикач "ВИВОД ИС" поставити в положення 1.

19. Натиснути ключ "ВКЛ", виміряти вихідну напругу лог.0. Результати вимірювання записати в таблицю 5.1.

20 Натиснути ключі "ВКЛ" та "ПУСК", виміряти вихідну напругу лог 1. Результати вимірювання записати в таблицю 5.1.

21. Послідовно встановлюючи перемикач "ВЬВОД ИС" в положення 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12. аналогічно провести вимірювання напруг лог 0 та лог.1. Результати вимірювання записати в таблицю 5.1.

22. Провести перевірку придатності до роботи мікросхеми типу 155ЛА3, повторивши спочку п.п.4-9.

23. Вставити мікросхему в адаптер, адаптер під'єднати до прилада.

24. Перемикач "КОНТРОЛЬ" поставити в положення 3, перемикач "ВЫГВОД ИСГ" в положення 1.

25. Натиснути ключ "ВКЛ", виміряти вихідну напругу лог.0., результати вимірювання записати в таблицю 5.2.

26. Натиснути ключі "ВКЛ" та "ПУСК", виміряти вихідну напругу лог.1. Результати вимірюванні записати в Таблицю 5.2.

27. Перемикач "ВЫГВОД ИС" поставити в положення 2, виміряти напругу лог.0. та лог.1 (аналогічно п.п.25,26). Результати вимірювання записати в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2

Тип мікросхеми- К155ЛА3			
№вих МС	№вих МС	$U^1_{\text{вих}}, \text{В}$	$U^0_{\text{вих}}, \text{В}$
3	1		
	2		
6	4		
	5		
8	9		
	10		
11	12		
	13		

28. Перемикач "КОНТРОЛЬ" поставити в положення 6, перемикач "ВЫВОД ИС" в

положення 4. Провести вимірювання напруг лог.0. та лог.1. (аналогічно п.п.25,26), після чого перемикач "ВЫВОД ИС" перевести в положення 5 і знову виміряти напруги лог.0. та лог.1. Результати вимірювання записати в таблицю 5.2.

29. Повторити вимірювання напруг лог.0. та лог.1 в положеннях перемикача "КОНТРОЛЬ" - 8 (перемикач "ВЫВОД ИС" в положеннях 9,

10) та "КОНТРОЛЬ" -11 (перемикач "ВЫГВОД ИС" в положеннях 12,13), результати вимірювань записати в таблицю 5.2.

30. Від'єднати адаптер від прилада, прилад вимкнути.

Зміст звіту

1. Номер і назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Прилади та обладнання.
4. Хід роботи, результати вимірювань.
5. Висновки, відповіді на контрольні питання 1 та 2.

Контрольні питання

1. Які існують основні методи вимірювання параметрів цифрових інтегральних схем?
2. Пояснити, як проводять статичні випробування цифрових інтегральних схем?
3. Які параметри цифрових схем відносять до статичних?
4. Які параметри цифрових схем відносять до динамічних?
5. Як виконують динамічні випробування цифрових інтегральних схем?
6. Як проводять стендові випробування цифрових інтегральних схем?
7. Як проводять вимірювання передавальної характеристики цифрової інтегральної схеми?
8. Як провести вимірювання вхідних струмів логічного нуля і логічної одиниці цифрової мікросхеми?
9. Як провести вимірювання вихідних характеристик цифрових інтегральних схем?
10. Для чого призначений прилад Л2-60?
11. Поясніть послідовність підготовки прилада Л2-60 до вимірювань, як виставити напругу живлення, логічного нуля та логічної одиниці на вході мікросхеми?

12. Пояснити послідовність вимірювання напруг U^0 , U^1 на виході цифрової мікросхеми з допомогою прилада Л2-60.

Література

1. Хромой Б.П., Моисеев Ю.Г «Злектрорадиоизмерения», М.. Радио й связь, 1985, §12.5, ст.263-265.
2. Атамальян З.Г. «Приборы и методы измерения электрических величин», М.: Высшая школа, 1989, §14.4-14.6, ст.310-322.
3. Л2-60. Испытатель цифровых интегральных схем. Техническое описание й инструкция по эксплуатации, 2.746.032ТО, 1988г.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Назва роботи: Вимірювання напруг вольтметрами різних типів.

Мета роботи: Вимірювання напруг (різної форми) вольтметрами з різними типами детекторів.

Прилади і обладнання:

1. Вольтметр ВЗ-56.
2. Вольтметр універсальний цифровий В7-38.
3. Вольтметр імпульсний В4-12.
4. Генератор сигналів НЧ ГЗ-123.
5. Генератор імпульсний Г5-63.

Теоретичні відомості

Шкали більшості електронних вольтметрів для вимірювання змінних напруг проградуйовані в середньоквадратичних значеннях синусоїдальної напруги. Це викликано тим, що синусоїдальну напругу вимірюють частіше від інших і при цьому визначають переважно середньоквадратичне значення напруги. Виняток складають імпульсні вольтметри, шкали яких градуюють І максимальних (амплітудних) значеннях напруги.

Для вимірювань потрібно вибрати прилад який забезпечує прямий відлік напруги.

Якщо відсутній вольтметр, який дозволяє здійснити пряме вимірювання напруги, то виконують непрямі вимірювання, а після цього виконують перерахунок показів шкали в значення необхідного параметра вимірюваної напруги.

Напруга змінного струму характеризується середнім, амплітудним, середньоквадратичним (діючим, ефективним) і середньовипрямленим значеннями.

Середнє значення напруги за період називається постійною складовою:

$$U_0 = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt. \quad (6.1)$$

Максимальне (амплітудне, пікове) значення U_m — це найбільше миттєве значення напруги за період. При несиметричних сигналах відрізняють позитивне і негативне значення.

Середньоквадратичне значення напруги U :

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [u(t)]^2 dt}; \quad (6.2)$$

Середньовипрямлене значення:

$$U_{-\infty} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt - \text{це середнє значення модуля напруги сигналу після}$$

двопівперіодного випрямлення

Максимальне, середньовипрямлене і середньоквадратичне значення напруги сигналу зв'язані між собою коефіцієнтами форми і амплітуди.

Коефіцієнтом амплітуди називають відношення: $K_a = \frac{U_m}{U}$.

Коефіцієнт форми кривої напруги: $K_F = \frac{U}{U_{CB}}$.

Для сигналу синусоїдальної форми:

– при двопівперіодному випрямленні: $K_{F_2} = \frac{U}{U_{CB}} = \frac{0.707U_m}{0.637U_m} = 1.11$;

– при однопівперіодному випрямленні середнє значення випрямленої напруги в два рази менше, тому коефіцієнт форми в два рази більший:

$$K_{F_1} = \frac{2U}{U_{CB}} = 2.22;$$

— коефіцієнт амплітуди синусоїдальної напруги:

$$K_a = \frac{U_m}{U} = \frac{U_m}{0.707U_m} = 1.41.$$

Для того, щоб правильно визначити необхідний параметр напруги по показах прилада при непрямим вимірюваннях, необхідно знати тип детектора, форму градуювальної напруги вольтметра і в значеннях якого проградуйована шкала.

При вимірюванні напруг несинусоцальної форми покази вольтметра залежать від схеми входу, типу детектора, градуювання шкали.

Вольтметр В3-56 має шкалу, проградуйовану в середньоквадратичних значеннях синусоїдальної напруги, детектор – лінійний, двопівперіодний, вхід – закритий.

Шкала вольтметра В4-12 проградуйована в амплітудних значеннях напруги прямокутної форми, детектор – амплітудних значень, вхід – закритий.

Вольтметр В7-38 – це універсальний цифровий вольтметр, принцип дії якого полягає у перетворенні вимірюваної величини в пропорційний їй інтервал часу з наступним перетворенням цього інтервалу в дискретну форму і цифровий код. Перетворювач змінної напруги в постійну в цьому вольтметрі представляє собою однопівперіодний випрямляч середньовипрямлених значень проградуйований в середньоквадратичних значеннях напруги.

Хід роботи

1. Ознайомитися з технічними описами і інструкціями по експлуатації приладів.
2. З технічних описів виписати призначення і основні технічні параметри кожного з вольтметрів тип детектора.
3. Ввімкнути живлення прилада, прогріти їх 15 хв.
4. Виставити частоту коливань генератора ГЗ-123 $F=1\text{кГц}$, напругу $U_r = 0.01\text{ В}$.

5. Провести вимірювання напруги сигналу на виході генератора вольтметрами, виставляючи різні значення напруг на виході генератора. Результати записати в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1

№п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_2[B]$	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.2	8.0	12.0
$U_1[B]$										
$U_2[B]$										
$U_{3m}[B]$										
$U_3[B]$										
$\Delta U_2[B]$										
$\Delta U_3[B]$										
$\delta U_2[\%]$										
$\delta U_3[\%]$										

де:

U_2 – значення напруги, виставлене по шкалі генератора;

U_1 – значення напруги, відраховане по шкалі вольтметра В7-38;

U_2 – значення напруги, відраховане по шкалі вольтметра В3-56;

U_{3m} – значення напруги, відраховане по шкалі вольтметра В4-12;

U_3 – середньоквадратичне значення напруги, відраховане по шкалі вольтметра В4-12:

$$U_3 = \frac{U_{3m}}{\sqrt{2}} = 0.707U_{3m}; \quad (6.3)$$

де $\Delta U_2, \Delta U_3$ – абсолютні похибки вимірювань: $\Delta U_2 = U_2 - U_1$; $\Delta U_3 = U_3 - U_1$;

$\delta U_2, \delta U_3$ – відносні похибки вимірювання:

$$\delta U_2 = \pm \frac{\Delta U_2}{U_1} \cdot 100\%; \quad \delta U_3 = \pm \frac{\Delta U_3}{U_1} \cdot 100\%;$$

б. За результатами вимірювання виконати розрахунок абсолютних і відносних похибок вимірювань, а також U_2 , результати записати в таблицю 6.1.

7. Виставити напругу на виході генератора $U_z = 2$ В, і виставляючи різні значення частоти сигналу на виході генератора ГЗ-123, провести вимірювання напруги вольтметрами, результати записати в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2

№п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F[кГц]	0.15	0.4	0.8	1.0	1.6	2.4	3.2	5.6	12.0	50.0
$U_1[B]$										
$U_2[B]$										
$U_{3m}[B]$										
$U_3[B]$										
$\Delta U_2[B]$										
$\Delta U_3[B]$										
$\delta U_2[\%]$										
$\delta U_3[\%]$										

8. За результатами вимірювань виконати розрахунки.

9. Провести вимірювання імпульсної напруги прямокутної форми на виході генератора Г5-63. Для цього на виході генератора виставити напругу 0.4 В, період повторення імпульсів $T = 500$ мкс, тривалість імпульсів $\tau = 100$ мкс, після чого провести вимірювання, виставляючи різні значення напруги на виході генератора. Результати записати в таблицю 6.3.

10. За результатами вимірювань розрахувати напруги U_{1m}, U_{2m}, U_{3m} абсолютну і відносну похибки вимірювань, результати записати в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3

T = 500 мкс; $\tau = 100$ мкс.										
№п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_z[B]$	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	3.0	4.8	12.0	15.0	20.0
$\alpha_1[B]$										
$\alpha_2[B]$										
$\alpha_3[B]$										
Q										
$U_{1m}[B]$										
$U_{2m}[B]$										
$U_{3m}[B]$										
$\Delta U_1[B]$										
$\Delta U_2[B]$										
$\delta U_2[\%]$										
$\delta U_3[\%]$										

де: U_s – значення напруги, виставлене по шкалі генератора імпульсів;

$\alpha_1(\alpha_2\alpha_3)$ – значення напруги, відраховане по шкалі вольтметра В7-38 (В3-56, В4-12);

Q – щільність імпульсів;

U_{1m} – значення імпульсної напруги, визначене вольтметром В7-38:

$$U_{1m} = \alpha_1 \frac{Q}{Q-1} \cdot \sqrt{2}$$

U_{2m} – значення імпульсної напруги, визначене вольтметром В3-56:

$$U_{2m} = \alpha_2 \frac{Q}{Q-1} \cdot \sqrt{2}$$

U_{3m} – значення імпульсної напруги, визначене вольтметром В4-12:

$$U_{3m} = \alpha_3 \frac{Q}{Q-1} \cdot \sqrt{2}$$

$\Delta U_1, \Delta U_2$ – абсолютні похибки вимірювання: $\Delta U_1 = U_{1m} - U_{3m}$;

$$\Delta U_2 = U_{21m} - U_{3m} ;$$

$\delta U_1, \delta U_2$ – відносні похибки вимірювання:

$$\delta U_1 = \pm \frac{\Delta U_1}{U_{3m}} \cdot 100\%, \quad \delta U_2 = \pm \frac{\Delta U_2}{U_{3m}} \cdot 100\%$$

11. Провести вимірювання напруг імпульсного сигналу при різних тривалостях імпульсів виставивши напругу $U_r=1.5V$. тривалість періоду $T=600$ мкс, полярність імпульсів – позитивну, результати записати в таблицю 6.4.

12. За результатами вимірювань розрахувати напруги U_{1m}, U_{2m}, U_{3m} абсолютну і відносну похибки вимірювань, результати записати в таблицю 6.4.

Таблиця 6.4

T=600 мкс; U_Г= 1 .5 В; полярністьД додатня										
№п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
τ_r [мкс]	300	250	200	150	100	90	80	70	60	50
α_1 [В]										
α_2 [В]										
α_3 [В]										
Q										
U_{1m} [В]										
U_{2m} [В]										
U_{3m} [В]										
ΔU_1 [В]										
ΔU_2 [В]										
δU_2 [%]										
δU_3 [%]										

де: τ_r – тривалість (довжина) одного імпульса;

13 Провести вимірювання напруги для Імпульсів від'ємної полярності, результати записати в таблицю 6. 5.

14 Після виконання роботи вимкнути живлення приладів, розібрати схему вимірювань

Зміст звіту

1. Номер і назва роботи
2. Мета роботи
3. Прилади і обладнання
4. Хід роботи, результати вимірювань і розрахунків, графіки
5. Висновки, відповіді на контрольні питання 4,5

Контрольні питання

1. Які значення напруг можна виміряти за допомогою вольтметрів В4-12, В3-56?
2. Які переваги цифрових вольтметрів
3. Які значення напруг можна виміряти за допомогою вольтметра В7-38?

4. Від чого залежать покази вольтметра при вимірюванні змінних напруг синусоїдальної форми?
5. Від чого залежать покази вольтметра при вимірюванні змінних напруг не синусоїдальної форми ?
6. Поясніть особливості і застосування вольтметрів типу детектор-підсилювач?
7. Поясніть особливості і застосування вольтметрів типу підсилювач-детектор?
8. Що називають ціною поділки шкали?
9. Поясніть переваги і недоліки електронних вольтметрів в порівнянні з магнітоелектричними?
10. При яких вимірюваннях використовують вольметри із закритим і відкритим входом?

Література

1. Хромой Б П , Моисеев Ю Г "Электрорадиоизмерения" М Радио и связь, 1985
2. Атамалян Е Г "Прилади і методи вимірювання електричних величин", М , ВШ, 1989

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Назва роботи: Вивчення вимірювального генератора сигналів низької частоти.

Мета роботи: Ознайомлення з правилами експлуатації вимірювального генератора сигналів низької частоти.

Прилади і обладнання:

1. Генератор сигналів низькочастотний типу ГЗ-123,
2. Вольтметр типу ВЗ-56,
3. Електронний осцилограф типу С1-112,
4. Еквівалентні опори навантаження 50 Ом та 1кОм,
5. Технічний опис та Інструкція по експлуатації генератора

Теоретичні відомості

Вимірювальні генератори синусоїдальних коливань низької частоти застосовують для настроювання, випробувань, контролю параметрів, ремонту різних радіотехнічних пристроїв, підсилувачів, вимірювальних приладів, фільтрів і т. Ін., які працюють в діапазоні низьких частот. Підгрупа вимірювальних генераторів ГЗ має у своєму складі генератори, які генерують синусоїдальні коливання з частотами від 0,005 Гц до 10 МГц Фактично до НЧ вимірювальних генераторів відносять прилади, які є джерелом синусоїдальних сигналів Інфразвукових, звукових і ультразвукових частот, тобто до 200 кГц.

В залежності від способу отримання коливань необхідної частоти НЧ генератори поділяють на генератори основних коливань і генератори на биттях В генераторах основних коливань задаючий генератор побудований, як правило, по схемі КС-генератора - до такого типу генераторів відносяться також прилади ГЗ-123, який вивчається в даній практичній роботі.

Спрощена структурна схема вимірювального генератора низької частоти зображена на мал 7.1.

Джерелом синусоїдальних коливань є задаючий К.С-генератор, коливань якого через попередній підсилювач поступають на підсилювач потужності, до якого під'єднаний узгоджувальний трансформатор для роботи з різними опорами навантаження. Перемикач навантажень перемикає вхідні обмотки трансформатора з різною кількістю витків, що дозволяє під'єднувати до виходу 2 навантаження з різними опорами.

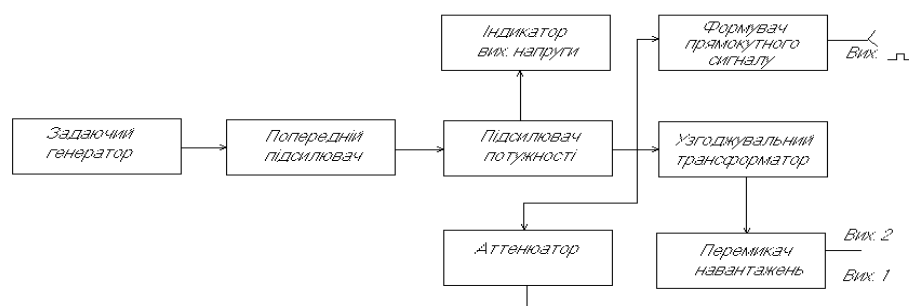


Рис. 7.1 Структурна схема вимірювального генератора сигналів низької частоти

Аттенюатор дозволяє зменшувати рівень напруги сигналу генератора на виході і в широких межах. Вхід і генератора розрахований, як правило, на опір навантаження $K_H = 50 \text{ Ом}$.

Перестроювання частоти здійснюється зміною параметрів елементів заданого генератора R та C . Діапазон робочих частот розбивають на кілька піддіапазонів, щоб можна було більш плавні регулювати частоту сигналу генератора. Перехід від одного піддіапазону до другого здійснюється ступеневою зміною ємності або опору, плавна зміна частоти - регулюванням опору з допомогою потенціометра або конденсатора змінної ємності. В генераторі ГЗ-123 передбачена лн^п-пстті; зміна частоти RC - генератора, а формувач прямокутного сигналу дозволяє також отримати сигнал прямокутної форми. Спрощена схема задаючого генератора типу К.С зображена на рис. 7.2.

Задаючий генератор представляє собою диференційний підсилювач АІ, охопленні позитивним частотно-залежним зв'язком та від'ємним нелінійним частотао-незалежним зв'язком Коло позитивного зворотнього зв'язку

утворено елементами R_1 , C_1 та R_2 , C_2 ; коло від'ємного зворотнього зв'язку резисторами R_3 та R_4 . Ці елементи є плечами моста Віна, у вертикальній діагональ якого поступає вихідна напруга $U_{вих}$. Для здійснення генерації повинні бути виконані умови балансу фаз та балансу амплітуд. Баланс фаз виникає в момент рівноваги моста Віна.

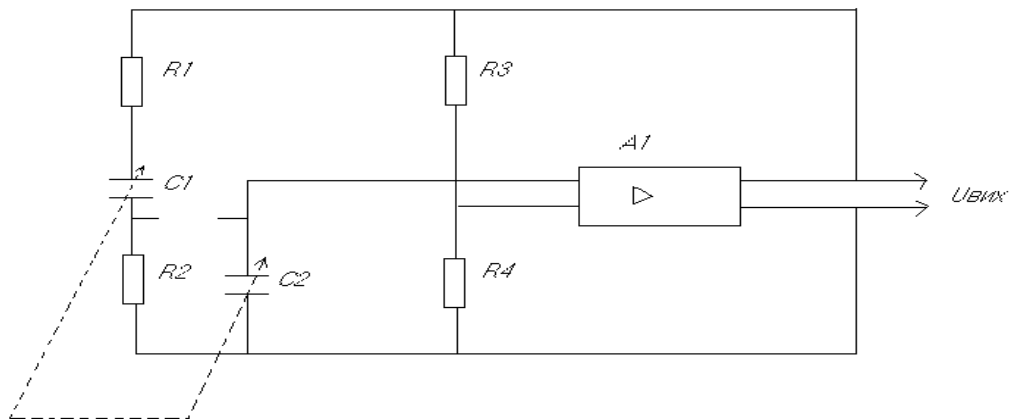


Рис.7.2 Спрощена схема задаючого генератора типу RC

Якщо $R_1 = R_2 = R$, $C_1 = C_2 = C$, то частота коливань визначається з виразу:

$$F = \frac{1}{2} \pi RC.$$

Таким чином, настроювання генератора на необхідну частоту можна здійснити зміною опорів R та ємностей C .

Розглянемо особливості генератора ГЗ-123, які приведені в його технічному описі та інструкції по експлуатації.

Призначення

Генератор сигналів ГЗ-123 приставляє собою джерело синусоїдального сигналу з підвищеною вихідною потужністю і призначений для дослідження, настройки і випробувань систем та приладів, що використовуються в радіоелектроніці, зв'язку, автоматиці, обчислювальній та вимірювальній техніці, приладобудуванні.

Робочі умови експлуатації:

- температура навколишнього середовища від +5 до +40 С;
- відносна вологість повітря до 98% при температурі +25 С;

- атмосферний тиск 60 - 107кПа (450 - 800мм рт ст).

В генераторі передбачена можливість дистанційного керування частотою, що дозволяє використовувати його в автоматизованих вимірювальних системах через зовнішній узгоджувальний пристрій.

Зовнішній вигляд генератора зображений на рис. 7.3.

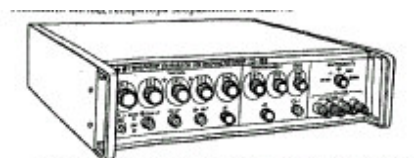


Рис. 7.3 Зовнішній вигляд генератора сигналів низькочастотного ГЗ-123

Основні технічні параметри

1. Генератор забезпечує встановлення частоти вихідного сигналу в діапазоні від 1Гц до 299,9 кГц на вихідному гнізді „С → 1”.

Встановлення частоти здійснюється дискретно з передньої панелі і дистанційно на чотирьох піддіапазонах:

- 1 - 200 Гц через 0,1 Гц - 1 піддіапазон;
- 200 Гц - 2 кГц через 1 Гц - 2 піддіапазон;
- 2-20 кГц через 10 Гц -3 піддіапазон;
- 20 - 299,9 кГц через 100Гц - 4 піддіапазон.

Запас на початку і в кінці діапазону та величина перекриття між піддіапазонами не менші значення основної похибки встановлення частоти.

2. Основні похибки дискретного встановлення частоти не перевищує:

- $\pm 1\%$ в діапазоні частот від 10 Гц до 20 кГц на 1,2,3 піддіапазонах;
- $\pm 1,5\%$ в діапазоні частот від 1 до 10Гц на 1 піддіапазоні та від 20 до 299,9 кГц на 4 піддіапазоні.

3. Додаткова похибка встановлення частоти від зміни температури навколишнього повітря на кожні 10°C в інтервалі робочих температур не перевищує $\pm 3 \cdot 10^{-3} F_n$, де F_n - номінальне значення встановленої частоти, Гц.

4. Плавна розстройка частоти в межах дискретності не менше:

+ 0,15 Гц в діапазоні частот 10 - 200 Гц;

+0.5 Гц в діапазоні частот 200 Гц - 2 кГц;

+ 15 Гц в діапазоні частот 2-20 кГц;

+150 Гц в діапазоні частот 20 -299,9 кГц;

в діапазоні частот від 1 до 10 Гц величина плавної розстройки частоти не нормується.

5.Нестабільність частоти генератора при дискретному встановленні частоти не перевищує $1 \cdot 10^{-3}$ Гн за любі 15 хв після встановлення робочого режиму.

6. В приладі передбачена можливість синхронізації частоти від зовнішнього джерела синусоїдального сигналу. Смуга захоплення в режимі синхронізації не менша 2% від встановленого значення частоти приладу при значенні синхронізуючого сигналу 1,5 В. Вхідний опір синхровходу (600 ± 60) Ом.

7.Найбільший рівень вихідної потужності на гнізді „С → 1” приладу при під'єднаному навантаженні ($50 \pm 0,5$) Ом не менший 10 Вт (напруга 22,4 В).

8. Встановлення рівня вихідної напруги на гнізді „С → 1” прилада здійснюється дискретно в межах від 1 до 23 В з дискретністю 1 В. Плавне регулювання вихідної напруги в межах дискретності на гнізді „С → 1” не менше 1 В.

9. В приладі на гнізді „С → 1” передбачене ступеневе регулювання рівня вихідної напруги Регулювання здійснюється з допомогою вмонтованого аттенюатора на 60 дБ ступенями через 20дБ.

10. В приладі передбачено застосування виносного дільника, який забезпечує затухання рівнях вихідної напруги на 40 дБ (100 раз).

11. Найбільший рівень вихідної потужності на клеммах „С → 1” (трансформаторний вихід) при симетричних і несиметричних навантаженнях ($5 \pm 0,05$); ($50 \pm 0,5$); (600 ± 6) та (5000 ± 50) Ом не менше 7,5 Вт (відповідно напруги 6,2; 19,5; 68; 195 В) в діапазоні частот від 20 Гц до 200 кГц.] В

діапазоні частот від 1 до 20 Гц та вище 200 до 299,9 кГц наявність сигналу не гарантується.

12. Коефіцієнт гармонік вихідної напруги, що відповідає найбільшому рівню вихідної потужності 10 Вт, на гнізді „С → 1” при під'єднаному навантаженні ($50 \pm 0,5$) Ом не перевищує:

0,1% в діапазоні частот від 10 Гц до 20 кГц;

0,2% в діапазоні частот вище 20 до 100 кГц;

0,5% в діапазоні частот вище 100 до 200 кГц;

1% в діапазоні частот вище 200 до 299,9 кГц.

В діапазоні частот від 1 до 10 Гц коефіцієнт гармонік не нормується.

13. Коефіцієнт гармонік вихідної напруги, що відповідає найбільшому рівню вихідної потужності 7,5 Вт, на клеммах „С → 2” в діапазоні частот від 20 Гц до 200 кГц при під'єднаних навантаженнях ($5 \pm 0,05$); ($50 \pm 0,5$), (600 ± 6) та (5000 ± 50) Ом не перевищує 1,5%.

14. На гнізді „С-ФЛ” забезпечується сигнал прямокутної форми з розмахом не менше 10 В щільність $2 \pm 0,5$ та довжиною фронту і зрізу не більше 0,5 мкс (на опір навантаження не менше 1кОм і ємністю не більше 12 пФ).

15. На гніздах „С → 0°” та „С → 90°” забезпечуються синусоїдальні сигнали з фазовим зсувом 90° рівнем, не меншим 2,5 В на опорі навантаження не менше 1 кОм та ємністю не більше 300 пФ.

16. Генератор забезпечує свої технічні характеристики в межах встановлених норм після часу встановлення робочого режиму, що дорівнює 15 хв.

Принцип дії

Генератор ГЗ-123 представляє собою RC-генератор з дискретним встановленням частоти, системною стабілізацією амплітуди вихідної напруги. Стабілізація амплітуди коливань здійснюється двоконтурною системою автоматичного регулювання.

Підготовка до роботи

Перед початком роботи з генератором необхідно вивчити технічний опис та інструкцію по експлуатації, ознайомитись з розташуванням і призначенням органів управління та контролю на передній і задній панелі генератора.

Перемикач електромережі повинен бути у вимкненому положенні. Генератор необхідно розташувати на робочому місці, забезпечивши зручність роботи та умови нормальної вентиляції. Перевірити надійність заземлення. Під'єднати шнур живлення до генератора, а після цього до електромережі живлення.

Заходи безпеки

При роботі з генератором необхідно дотримуватись правил з техніки безпеки при роботі електроустановками.

Перед ввімкненням в електромережу необхідно надійно заземлити корпус прилада через зажим захисного заземлення \oplus , при цьому під'єднання жазиму захисного заземлення прилада до шини заземлення повинне проводитись перед іншими під'єднаннями, а від'єднання - після всіх від'єднань.

При проведенні вимірювань, при обслуговуванні та ремонті, при використанні приладу разом з іншими приладами та при використанні його в складі установок необхідно для вимірювання потенціалів корпусів з'єднати між собою клеми „ \ominus ” всіх приладів.

При роботі з приладом на клемах „ $C \rightarrow 2$ ” необхідно врахувати, що вихідна напруга може мати значення 70В та 200В при положенні перемикача навантаження в положенні 600 та 5000 Ом. відповідно.

Ввімкнення приладу для регулювання і ремонту із знятими стінками або без корпусу дозволяється тільки особам, які мають доступ з напругою 1000 В.

Розташування органів управління, настройки та під'єднання

Органи управління, настройки та під'єднання розташовані на передній і задній панелі генератора. На передній панелі розташовані такі органи управління, індикації та під'єднання:

1. ЧАСТОТА, 4 перемикачі (зліва направо) дискретного встановлення частоти, 5-й -перемикач піддіапазонів;
2. НАПРЯЖЕНИЕ V , перемикач дискретного встановлення рівня вихідної напруги;
3. „ $\triangleleft dB$ ”, перемикач вмонтованого аттенюатора із ступеннями затухання 0,20,40,60 дБ;
4. НАГРУЗКА Ω , перемикач для здійснення узгодження прилада із зовнішнім навантаженням;
5. „ $C \rightarrow 2$ ”, клеми для під'єднання до генератора зовнішніх навантажень 5, 50, 600 та 5000 Ом при симетричному та несиметричному способі під'єднанні;
6. „ $C \rightarrow$ ”, Вихідне гніздо генератора з регулюванням напруги від 2 мВ (при ввімкненому затуханні аттенюатора) до 23 В;
7. „ \triangleleft ”, ручка плавного регулювання рівня вихідної напруги;
8. „ \triangleleft ”, ручка плавної розстройки частоти;
9. „ $C \rightarrow 90^0$ ”, вихідне гніздо генератора з фазовим зсувом 90° і рівнем вихідної напруги не меншим 2,5 В;
10. „ $C \rightarrow 0^0$ ”, вихідне гніздо генератора з рівнем вихідної напруги не меншим 2,5 В;
11. \odot СИНХР, вхідне гніздо зовнішньої синхронізації частоти;
12. МУпр, ДУ, індикатори ввімкнення режимів роботи генератора при ручному (місцевому) та дискретному управлінні;
13. СЕТЬ, тумблер ввімкнення напруги електромережі. ВКЛ.

На задній панелі прилада розташовані такі органи управління та під'єднання:

1. „ $C \rightarrow \Gamma$ ” , вихідне гніздо прямокутного сигналу;
2. ДУ - Мупр, тумблер режиму робіт;

3. „⊕” , клема захисного заземлення;
4. електрохімічний лічильник часу наробки прилада;
5. „⊥” - клема корпусу;
6. вилка для під'єднання з'єднувального шнура живлення;
7. ДУ, розетка для ввімкнення прилада в режим дистанційного управління.

Перед початком роботи необхідно встановити:

- тумблер ДУ - Мупр на задній панелі прилада в положення МУпр;
- перемикачі „частота” в положення, що відповідають вибраним значенням частоти;
- перемикачі НАПРЯЖЕНИЕ V - в любе (або задане) положення від „0,2” до „23”;
- перемикач „ $\angle dB$ ” в положення „0”;
- перемикач НАГРУЗКА Ω - а положення ОТКЛ.

Підготовка др проведення вимірювань

1. Перевірити наявність заземлення.
2. Під'єднати шнур живлення до електромережі.
3. Тумблер СЕТЬ поставити в положення ВКЛ. Час встановлення робочого режиму становить 15 хв.
4. Перевірити справність прилада, для чого необхідно виконати наступні операції:

- Під'єднати до гнізда „ $C \rightarrow 1$ ” прилада електронний осцилограф (наприклад, $C_1 - 112$) і
- переконатися в наявності сигналу при любому положенні перемикача піддіапазонів частот;
- Перемикач НАПРЯЖЕНИЕ V переконатися в можливості регулювання рівня вихідної
- напруги;

- Перемикач „ $\triangleleft dB$ ” переконатися в можливості ступеневого регулювання рівня вихідної
- напруги;
- Почергово під'єднуючи осцилограф до гнізд „ $C \rightarrow 0^0$ ” та „ $C \rightarrow 90^0$ ”, переконатися в наявності синусоїдального сигналу;
- Під'єднати осцилограф до гнізда „ $C \rightarrow \square$ ” на задній панелі прилада і переконатися в наявності прямокутного сигналу з розмахом не менше 10 В;
- Під'єднуючи почергово осцилограф з дільником 1:10 до клем „ $C \rightarrow 2$ ” (крайньої правої га C_p ВІВІОД), переконатися, що при зміні положення перемикача НАГРУЗКА її з положення „5” в положення „50”, „600” та „5000” спостерігається збільшення амплітуди синусоїдальною сигналу.

УВАГА! При положеннях перемикача НАГРУЗКА Ω „600” та „5000” напруга на клеммах „ $C \rightarrow 2$ ” досягає відповідно значень 70 та 200 В.

Проведення вимірювань

1. Генератор ГЗ-123 забезпечує такі режими управління частотою:

- Режим ручного управління;
- Режим дистанційного управління;
- Режим синхронізації частоти від зовнішнього джерела синусоїдального сигналу.

2. При роботі в режимі ручного управління встановленням частоти тумблер ДУ - МУпр на задній панелі генератора повинен знаходитись в положенні МУпр; вилка для під'єднання ДУ повинні бути від'єднана, на передній панелі при цьому повинен горіти світлодіод МУпр.

Ручний набір частоти здійснюється з допомогою перемикачів ЧАСТОТА. Плавна зміна частоти в межах дискретності молодшої декади (четвертий зліва серед перемикачів ЧАСТОТА здійснюється з допомогою ручки „ \leftarrow ”, розташованої під перемикачем піддіапазонів частоти.

3. Встановлення рівня вихідної напруги в межах від 2 до 23 В на гнізді „С → 1” проводиться перемикачами НАПРЯЖЕНИЕ V - з дискретністю 1 В. При цьому перемикач вмонтованого аттенюатора „ dB ” повинен знаходитися в положенні „0”.

Плавна зміна рівня вихідної напруги в межах дискретності здійснюється з допомогою ручки „ ← ”, розташованої під перемикачем НАПРЯЖЕНИЕ V.

Для отримання сигналу з найменшими нелінійними спотвореннями необхідно перемикач НАГРУЗКА Ω поставити в положення ОТКЛ. і подати сигнал з гнізда „С → 1” на навантаження „50 Ω ”.

Встановлення необхідного затухання рівня вихідної напруги здійснюється з допомогою перемикача „ dB” (20 дБ - 10 раз 40 дБ - 100 раз, 60 дБ - 1000 раз).

Для затухання вихідного сигналу на гнізді „С → 1” може також використовуватися зовнішній дільник 1:100. Зовнішній дільник має вхідний опір ($50 \pm 0,5$) Ом та вихідний опір ($0,5 \pm 0,005$) Ом. Мінімальне значення опору навантаження, що підключається до виходу зовнішнього дільника, становить 50 Ом.

4. При роботі з зовнішніми навантаженнями 5, 50, 600, 5000 Ом, які підключають до клем „С → 2” (трансформаторний вихід), відключити навантаження „50 Ω ” від гнізда „С → 1”, перемикач „ dB” встановити в положення „0”.

Перемикач НАГРУЗКА Ω поставити в положення, що відповідає значенню зовнішнього навантаження. При симетричному навантаженні клему C_p . ВИВОД з'єднати з клемою „⊥” Навантаження під'єднати до двох інших клем. Середню точку навантаження при цьому з'єднати з клемою C_p . ВИВОД.

При несиметричному навантаженні одну з клем, до яких під'єднане навантаження, з'єднати з клемою „⊥”. Клему C_p . ВИВОД від'єднати від клем „⊥”, а середню точку навантаження від клем C_p . ВИВОД.

Регулювання рівня вихідної напруги здійснюють з допомогою перемикачів НАПРЯЖЕНИЕ V (дискретно) і ручки „ \leftarrow ” плавного регулювання напруги в межах дискретності перемикачів. Вимірювання напруги на навантаженні проводять з допомогою зовнішнього вольтметра, при цьому на частотах, рівних частоті електромережі живлення та її гармонік, допускається коливання стрілки зовнішнього вольтметра.

Для уникнення перевантаження вихідного підсилювача генератора при роботі із зовнішніми навантаженнями на трансформаторному виході значення частот менших 19 Гц та більших 205 кГц не встановлювати.

5. В генераторі передбачена можливість підстройки нуля на гнізді „ $C \rightarrow 1$ ”. Підстройка здійснюється змінним резистором „ $\triangleright 0 \triangleleft$ ”, розташованим під верхньою кришкою прилада. При цьому перемикачі НАПРЯЖЕНИЕ V повинні бути встановлені в положення „00” ручка плавного регулювання напруги - в крайнє ліве положення, перемикач „ $\triangleleft dB$ ” - в положення „0”.

відповідає значенню зовнішнього ЗОД з'єднати з клемсію „ \rightarrow ” навантаження при цьому з'єднати

6 Після закінчення вимірювань необхідно вимкнути генератор тумблером СЕТЬ і від'єднати його від електромережі.

Хід роботи

1 Ознайомитись з структурною схемою, конструктивним використанням, органами управління та правилами експлуатації прилада ГЗ-123.

2 Записати основні технічні параметри генератора ГЗ-123.

3 Провести підготовку генератора до вимірювань.

4 Вибрати режим ручного управління генератором, перемикач НАГРУЗКА Ω поставити в положення ОТКЛ, до гнізда „ $C \rightarrow 1$ ” під'єднати опір навантаження „50 Ω ”.

5 Ввімкнути напругу живлення генератора та інших приладів.

6 Встановити частоту сигналу на виході генератора $F_r = 1$ кГц, напругу $U_r = 1$ В.

7 Коефіцієнт вертикального відхилення осцилографа $C_1 - 112$ встановити $K_B = 1$ В/под, сигнал з виходу „С → 1” генератора при під'єднаному опорі навантаження „50 Ω ” подати на вхід осцилографа, отримати зображення сигналу генератора, дане зображення намалювати.

8 Після цього з допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу на виходах „0°” та „90°” при під'єднаному до них опорі навантаження 1 кОм, зображення на виході „0°” намалювати

9 Від'єднати осцилограф від генератора, а до виходу „С → 1” під'єднати вольтметр $B_3 - 56$.

10 Виставляючи різні значення напруг на виході генератора при під'єднаному опорі навантаження „50 Ω ” провести вимірювання цих напруг з допомогою вольтметра, результати вимірювань записати в таблицю 7.1

Таблиця 7.1

№п/п	U_r [В]	U_B [В]	δU [В]
1.	0.2		
2.	2.0		
3.	5.0		
4.	10		
5.	15		
6.	20		

де U_r – напруга, встановлена на виході генератора,

U_B – напруга на-виході генератора, виміряна з допомогою вольтметра,

δU [В] – відносна похибка встановлення напруги на виході генератора

$$\delta U = (U_B - U_r / U) \cdot 100\%$$

11 Після виконання вимірювань від'єднати вольтметр від генератора, вимкнути живлення всіх приладів, від'єднати їх від електромережі

12 За результатами вимірювань п. 10 розрахувати відносні похибки встановлення напруги δU , результати розрахунків записати в таблицю 7.1

Зміст звіту

1. Номер і назва роботи;
2. Мета роботи;
3. Прилади і обладнання;
4. Хід роботи, результати вимірювань та розрахунків;
5. Висновки, відповіді на контрольні питання 1,3, 5.

Контрольні питання

1. Для чого використовують вимірювальні генератори сигналів низької частоти?
2. Які є різновидності генераторів сигналів H_{γ} в залежності від способу отримання коливань?
3. З яких основних блоків складається вимірювальний генератор сигналів НЧ?
4. Від чого залежить частота коливань генератора типу KC ?
5. В якій послідовності здійснюють підготовку до роботи генератора ГЗ–123?
6. Яких заходів безпеки необхідно дотримуватись при роботі з генератором ГЗ-123?
7. В якій послідовності здійснюють підготовку до вимірювань приладу ГЗ-123?
8. Як встановити задане значення частоти на виході генератора ГЗ–123?
9. Як встановити задане значення напруги на виході „ $C \rightarrow T$ ” генератора ГЗ-123?
10. В яких режимах може працювати генератор ГЗ –123?
11. Як здійснити необхідне затухання рівня вихідної напруги й в генераторі ГЗ–123?

Література

1. Атамалян З.Г., «Приборы и методы измерения электрических величин», М. Высшая школа, 1989.
2. Хромой Б.П., Моисеев Ю.Г., «Электрорадиоизмерения», М., Радио й связь, 1985.
3. Технічний опис та інструкція по експлуатації генератора сигналів низькочастотного ГЗ–123, 1988.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

Назва роботи: Вивчення вимірювального генератора сигналів високої частоти.

Мета роботи: Ознайомлення з конструкцією та правилами експлуатації вимірювального генератора сигналів високої частоти.

Прилади і обладнання:

1. Генератор сигналів високочастотний типу $G_4 - 158$;
2. Вольтметр типу $B_3 - 56$;
3. Електронний осцилограф типу $C_1 - 112$;
4. Еквівалентний опір навантаження $R_H = 50$ Ом.
5. Технічний опис і інструкція по експлуатації приладу $G_4 - 158$.

Теоретичні відомості

Вимірювальні генератори сигналів високої частоти є джерелом синусоїдальних немодульованих та амплітудно-модульованих електричних коливань в діапазоні частот від 10 кГц до 100 МГц і напруг від 1 мкВ до 1 В. Такі генератори використовують для настроювання радіоприймачів, підсилювачів, фільтрів, антенно-фідерових пристроїв, вимірювання характеристик чотиріполюсників, ремонт і регулювання побутової *РЕА* та інших радіо пристроїв.

Основними елементами структурної схеми генератора високої частоти (рис.8.1) амплітудною модуляцією є задаючий генератор, широкопasmовий підсилювач-модулятор вихідний пристрій.

Задаючий *LC* -генератор генерує *ВЧ* коливань синусоїдальної форми. Діапазон частот може бути розділений на кілька піддіапазонів, перестроювання частоти в межах піддіапазону здійснюється з допомогою конденсатора змінної ємності або варикапа, перехід на новий піддіапазон - з допомогою комутації котушок індуктивності.

Формування піддіапазонів можна здійснити також шляхом подавання сигналу на ряд дільників частоти і через сукупність фільтрів на підсилювач-модулятор.

Допоміжний вихід

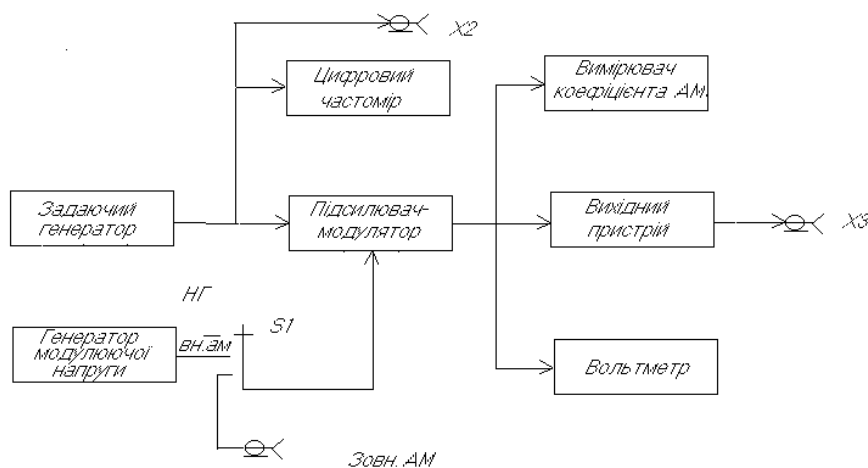


Рис. 8.1 Структурна схема ВЧ генератора сигналів

Амплітудна модуляція здійснюється в широкосмуговому підсилювачі-модуляторі із змінним коефіцієнтом підсилення. Модулююча напруга створюється внутрішнім генератором моделюючої напруги низької частоти (частота 1 кГц) або зовнішнім генератором *НЧ*, сигнал з якого подають на гніздо X_1 (зовн. *АМ*) при нижньому положенні перемикача S_1 .

Високочастотний генератор може працювати в таких режиммах: не модульованих коливань (або *НЧ*), внутрішньої амплітудної модуляції (*АМ*) та зовнішньої *АМ*.

В режимі *НГ* на виході генератора буде сигнал високої частоти синусоїдальної форми (рис. 8.2,а) із встановленим значенням напруги.

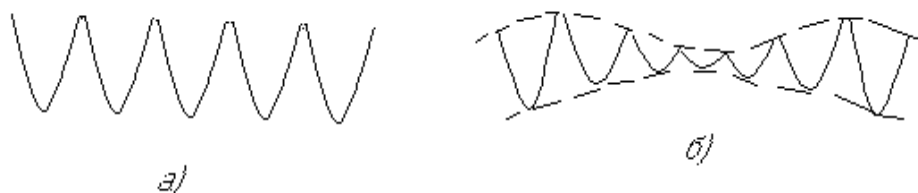


Рис. 8.2 Форма сигналу на виході генератора ВЧ :
 а) в режимі не модульованих ВЧ ; б) в режимі внутрішньої і зовнішньої АМ

При зовнішній або внутрішній амплітудній модуляції на виході буде високочастотний сигнал, амплітуда якого змінюється по закону низькочастотного (модулюючого) сигналу. Коефіцієнт амплітудної модуляції контролюється вимірювачем коефіцієнта амплітудної модуляції.

Вихідний пристрій представляє собою систему каліброваних аттенюаторів, які зменшують напругу в ціле число раз (кратне 10), і потенціометр, який забезпечує плавне регулювання вихідної напруги. Для контролю рівня вихідної напруги служить вольтметр, який під'єднаний до входу аттенюатора, проте в окремих генераторах замість вольтметра застосовують індикатор вихідної напруги на світлодіоді.

В більшості генераторів високої частоти передбачений допоміжний вихід, який може бути використаний, наприклад, для під'єднання зовнішнього цифрового частотоміра, як правило, на задній панелі генератора.

В цілому генератор сигналів ВЧ є досить складним приладом. Значні труднощі при (користуванні) конструюванні вимірювальних генераторів сигналів ВЧ виникають при необхідності отримання малих значень напруг (біля 1мкВ). При цьому необхідно забезпечити хороше екранування окремих вузлів генератора, щоб отримати мінімальний вплив на вихідне коло генератора відносно потужних джерел коливань ВЧ (підсилювача-модулятора, задаючого генератора).

Основний вихід генератора розрахований на під'єднання типового коаксіального кабеля з навантаженням на кінці кабеля, як правило, 50 Ом.

Генератор сигналів ВЧ типу Г4-158 працює в діапазоні частот від 10 кГц до 99,999 МГц, забезпечуючи таку дискретність перестройки:

0,001 кГц в діапазоні 10-100 кГц;

0,01 кГц в діапазоні 100-1000 кГц;

0,1 кГц в діапазоні 1-100 МГц;

1,0 кГц в діапазоні 10-99,999 МГц;

В межах дискретності є можливість плавної перестройки частоти.

Нестабільність частоти при незмінних зовнішніх нормальних умовах після однієї години прогріву не перевищує $1 \cdot 10^{-5}$.

Вихідна напруга генератора з основного виходу на кінці кабеля з навантаженням ($50 \pm 0,5$) Ом регулюється в номінальних межах від 1 мкВ до 2 В, а з виносним аттенюатором на 20дБ можна отримати мінімальну напругу до 0,1 мкВ.

Хід роботи

1. Ознайомитись з структурною схемою, конструктивним виконанням, органами управління та правилами експлуатації прилада Г₄-158.
2. Записати основні технічні параметри генератора Г₄-158.
3. Провести підготовку генератора до вимірювань.
4. Під'єднати до виходу генератора опір навантаження $R_H = 50$ Ом.
5. Ввімкнути генератор та інші прилади.
6. Вставити генератор в режим НГ, частоту генератора $f_r = 50$ кГц, затухання сигналу $d = 0$ дБ, погасити індикатор ОТКЛ з допомогою кнопки ОТКЛ.
7. Коефіцієнт вертикального відхилення осцилографа С₁-112 вставити $R_B = 1$ В/под, сигнал виходу генератора при під'єднаному опорі навантаження $R_H = 50$ Ом подати на вихід осцилографа отримати зображення сигналу генератора, дане зображення намалювати.

8. Перевести генератор в режим ВНУТРАМ, встановити коефіцієнт амплітудної модуляції $m = 50\%$,

отримати на екрані осцилографа зображення АМ сигналу, зображення намалювати.

9. Перевести генератор знову в режим НГ, від'єднати осцилограф і під'єднати до виходу генератора вольтметр $B_3 - 56$.

10. Встановити частоту генератора $f_r = 2,5$ МГц і провести вимірювання напруги вихідного сигналу при затуханні аттенюатора $d = 0$ дБ, результат вимірювання записати в таблицю 8.1.

Таблиця 8.1

№ п/п	d[дБ]	Kd	U _Г [мВ]	U _В [мВ]	δ U[%]
1.	0	1	200		
2.	6	2			
3.	12	4			
4.	20	10			
5.	30	31,6			
6.	40	100			

де: d – затухання аттенюатора в децибелах;

K_d – коефіцієнт затухання аттенюатора в раз;

U_r – напруга, встановлення на виході генератора, яку для № п/п 2-6 необхідно розрахувати:

$$U_r = 1000 \text{ мВ} / K_d$$

U_B – напруга на виході генератора, виміряна за допомогою вольтметра;

δU – відносна похибка встановлення напруги виході генератора:

$$\delta U = (U_B - U_r / U_r) \cdot 100\%$$

11. Виміряти напруги.

12. Після виконання вимірювання від'єднати вольтметр від генератора, вимкнути живлення всіх приладів, від'єднати їх від електромережі.

13. За результатами вимірювань п.10 та 11 розрахувати відносні похибки встановлення напруга δU на виході генератора, результати розрахунків записати в таблицю 8.1.

Зміст звіту

1. Номер і назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Прилади і обладнання.
4. Хід роботи, результати вимірювань і розрахунків.
5. Висновки, відповіді на контрольні питання 2, 3,4.

Контрольні питання

1. В якому діапазоні частот працюють генератори сигналів ВЧ ?
2. Для чого використовують вимірювальні генератори сигналів високої частоти?
3. З яких основних блоків складається вимірювальний генератор сигналів?
4. В яких режимах роботи може працювати вимірювальний генератор сигналів ВЧ ?
5. В якій послідовності здійснюють підготовку до роботи приладу Г4-158?
6. Як здійснити точне встановлення частоти сигналу генератора Г4-158?
7. Як встановити задане значення напруги на виході генератора Г4-158?
8. Як здійснити встановлення заданого значення коефіцієнта амплітудної модуляції сигналу генератора Г4-158?

Література

1. Атамалян З.Г., «Прибори и методы измерения электрических величин», М., Высшая школа, 1989.
2. Хромой Б.П., Моисеев Ю.Г., «Злектрорадиоизмерения», М., Радио й связь, 1985.
3. Технічний опис та інструкція по експлуатації генератора сигналів високочастотного Г4-158, 1990.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Поліщук Ю.К. Метрологія та метрологічне забезпечення виробництва. – К.: КМУЦА, 1995. – 96 с.
2. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка. Підручник / за ред. Проф. Поліщука Є.С. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 544 с.
3. Грановский В.А., Сираян Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 228 с.
4. Рего К.Г. Метрологическая обработка результатов технических измерений: Справ. пособие. – К.: Техніка, 1987. – 128 с.
5. Атамалян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1982. – 223 с.
6. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые). – Киев: Вища шк., 1980. – 558 с.
7. Головка Д.Б., Рего К.Г., Скрипник Ю.О. Основы метрології та вимірювань. – К.:Либідь, 2001. – 408 с.
8. Коваленко І.О., Коваль А.М. Метрологія та вимірювальна техніка. Навчальний посібник. – Житомир: ЖІТІ, 2001.– 652 с.
9. Куликовський, Купер “Методы и средства измерений”, М.: Энергоатомиздат, 1986.
10. Таланчук, Скрипник, Дубровський “Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних та керуючих системах.”Київ: Райдуга, 1994р.
11. Новичкий, Заграф “Оценка погрешностей результатов измерений.”, Ленинград: Энергоатомиздат, 1991.
12. Спектор “Электрические измерения физических величин” Л.: Энергоатомиздат, 1987.
13. Орнатский “Автоматические измерения и приборы” К.: Вища школа, 1971.

Додаток А
Зразок оформлення титульної сторінки звіту

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кафедра
комп'ютерних наук

ЗВІТ
з лабораторної роботи №1
на тему «Вимірювання фізичних величин: струму, напруги та опору за
допомогою тестера»
з дисципліни «Інформаційні вимірювальні системи»

Виконав
студент групи СН-31
Іванов П.С.

Перевірив
к.т.н., доц. Литвиненко Я.В

Тернопіль – 2016






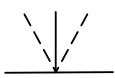
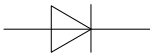
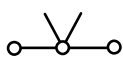

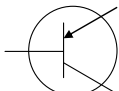
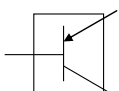
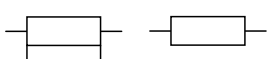
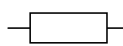



ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Умовні позначення які зустрічаються на засобах вимірювання

Умовне позначення	Пояснення
1	2
Класи точності	
1,5	вказує значення основної похибки відносно кінцевого значення діапазону вимірів, %.
	вказує значення основної похибки відносно довжини шкали, %.
	вказує значення основної похибки відносно дійсного значення вимірюваної величини, %.
Позначення типу вимірювального механізму	
	магнітоелектричний з рухомою рамкою
	магнітоелектричний логометр
	магнітоелектричний з рухомим магнітом
	магнітоелектричний логометр
	електромагнітний
	електромагнітний логометр
	електродинамічний
	електродинамічний логометр
	феродинамічний
	феродинамічний логометр

Продовження табл. Б.1

1	2
	Індукційний
	індукційний логометр
	електростатичний
	тепловий механізм
	біметалічний
	вібраційний
Інші умовні позначення	
	випрямлячі
	термоперетворювач з безпосереднім нагрівом гарячого спая (без ізоляції)
	термоперетворювач з побічним нагрівом гарячого спая (в ізоляції)
	наявність електронних елементів і/або схем у вимірювальному ланцюгу
	наявність електронних елементів і/або схем в допоміжному струмовому ланцюгу
	наявність шунта та додаткового резистивного опору
	послідовний повний опір
	послідовна індуктивність
	постійний струм
	змінний струм

Продовження табл. Б.1

1	2
	постійний та змінний струм
	трифазний струм
	трифазний змінний струм із несиметричним навантаженням
	трифазний прилад з одним вимірювальним механізмом
	трифазний прилад з двома вимірювальними механізмами
	вимірювальний механізм з магнітним екраном
	вимірювальний механізм з електростатичним екраном
АСТ	астатичний вимірювальний механізм
	вертикальне робоче положення приладу
	горизонтальне робоче положення приладу
	похиле робоче положення
	увага! Дотримуватись інструкції
	випробна напруга (без цифри 500В. Цифра вказує напругу в кВ)
	вимірювальний прилад, що не проходить випробування високою напругою
	прилад не відповідає нормам міцності ізоляції
	захисна ізоляція
N	необхідність орієнтації приладу відносно зовнішнього магнітного поля
	коректор нуля