|  |
| --- |
|  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования **«МИРЭА – Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |

**ОТЧЕТ**

**О ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

|  |
| --- |
| **Измерения динамических параметров интегральных микросхем** |
|  |
| *(название работы)* |

**по дисциплине**

|  |  |
| --- | --- |
| Метрология, стандартизация и технические измерения | |
| *(наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)* | |
| Выполнил | Горбунов Роман Вадимович |
|  | *(ФИО, подпись)* |
| Группа | РИБО-03-19 |
|  | *(шифр)* |
| Преподаватель | Овчинников Сергей Андреевич |
|  | *(ФИО)* |
| Институт | Физико-технологический институт (ФТИ) |
|  | *(краткое и полное наименование)* |
| Кафедра | метрологии и стандартизации (МиС) |
|  | *(краткое и полное наименование кафедры, реализующей дисциплину (модуль))* |

Проверено «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_ г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*(подпись)*

Москва 2021 г.

**Лабораторная работа № 2**

**Цель работы**

Проведение контроля динамических параметров электронной сборки, обеспечивающей основной функционал операционного усилителя NE5532Р (на плате).

**Используемое оборудование**

* Источник питания постоянного тока Keysight E3647A.
* Генератор сигналов специальной формы АКИП-3407/1А.
* Цифровой запоминающий осциллограф АКИП-4115/1А.

**Исследуемый образец**

Микросхема, обеспечивающая основной функционал операционного усилителя **NE5532Р** (на плате).

**Порядок выполнения задания**

1. Изучить основные технические характеристики и принцип работы генератора сигналов специальной формы АКИП-3407/1А. Результаты представить в таблице 1.

| Таблица 1 – Технические характеристики генератора сигналов АКИП-3407/1А | | |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование** | **Описание** |
| 1 | Количество выходов | 2 |
| 2 | Частотный диапазон | 1 мкГц..10 МГц |
| 3 | Погрешность частоты | ± 5х10 -5 + 1 мкГц |
| 4 | Выходной уровень | Частота < 20 МГц: 0,1 мВ пик ...10 В пик (50 Ом); 0,2 мВ пик ...20 В пик (1 МОм)  Частота > 20 МГц: 0,1 мВ пик ...7,5 В пик (50 Ом); 0,2 мВ пик ...15 В пик (1 МОм) |
| 5 | Погрешность уровня | ±(1% от уст. + 1 мВ) |
| 6 | Формы сигналов | синус, меандр, импульс, пост. смещение, функиональные сигналы (11 форм), СПФ |
| 7 | Режимы (виды) модуляции | АМ, ЧМ, ФМ (ИМ), ЧМн, ШИМ, BPSK |
| 8 | Частота модуляции | 1 мкГц ... 100 кГц |
| 9 | Частота дискретизации | 120 Мгц |
| 10 | Основное назначение | Генерация сигналов стандартных форм |

2. Изучить основные технические характеристики и принцип работы цифрового запоминающего осциллографа АКИП-4115/1А. Результаты представить в таблице 2.

| Таблица 2 – Технические характеристики осциллографа АКИП-4115/1А. | | |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование** | **Описание** |
| *1* | *Канал вертикального отклонения* | |
| 1.1 | Число каналов | 2 |
| 1.2 | Полоса пропускания | 0…25 МГц |
| 1.3 | Коэффициент отклонения | 2 мВ/дел…10 В/дел |
| 1.4 | Погрешность установки | ± 3% |
| 1.5 | Время нарастания | 14 нс |
| 1.6 | Макс. входное напряжение | 400 В пик-пик х10); кат I |
| *2* | *Канал горизонтального отклонения* | |
| 2.1 | Коэффициент развертки | 25 нс – 50 с/дел |
| 2.2 | Погрешность установки | 0,01% |
| *3* | *Общие параметры* | |
| 3.1 | Макс.частота дискретизации | 500 МГц |
| 3.2 | Виды измерений | ΔU; ΔT; 1/ΔT |

3. Выполнить подключение электронной сборки с операционным усилителем NE5532Р (на плате) к источнику питания Keysight E3647A. Выполнить входное подключение генератора сигналов специальной формы АКИП-3407/1А к электронной сборке через КАНАЛ А. Выполнить выходное подключение цифрового осциллографа АКИП-4115/1А к электронной сборке через КАНАЛ 1. Представить схему подключения.

4. На генераторе сигналов АКИП-3407/1А установить следующие параметры первого канала (КАНАЛ А):

* частота: 1кГЦ;
* амплитуда: 100мВ пик (0,1Впик);

Включить КАНАЛ А на генераторе сигналов АКИП-3407/1А.

5. На осциллографе АКИП-4115/1А установить следующие параметры:

* режим курсоров: ручной;
* тип измерений: напряжение;
* источник: канал 1.

Включить КАНАЛ 1 на осциллографе АКИП-4115/1А.

6. Включить источник питания Keysight E3647A и установить напряжение на 16В. Используя курсоры (А и B) выставить верхнюю и нижнюю границы напряжения сигнала (U) и определить коэффициент усиления (Кус) операционного усилителя. Представить полученный результат в виде:

Кус= Uвых/Uвх

Кус= 1,02 В/0,1 В = 10,2 В

7. На генераторе сигналов АКИП-3407/1А последовательно выставить значения амплитуды А в диапазоне 0,1…2,0 Впик с шагом 0,1В и провести измерения напряжения ΔU на осциллографе АКИП-4115/1А. Представить полученные результаты в таблице 3.

| Таблица 3 – Измерения усиления напряжения ΔU | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **А, Впик** | **ΔU, В** | **CurA, В** | **CurB, В** |
| 1 | 0,1 | 1,02 | 0,462 | -0,560 |
| 2 | 0,2 | 1,96 | 1 | -0,957 |
| 3 | 0,3 | 2,90 | 1,43 | -1,46 |
| 4 | 0,4 | 3,88 | 1,94 | -1,94 |
| 5 | 0,5 | 4,78 | 2,39 | -2,39 |
| 6 | 0,6 | 5,84 | 2,98 | -2,86 |
| 7 | 0,7 | 6,76 | 3,41 | -3,35 |
| 8 | 0,8 | 7,63 | 3,82 | -3,82 |
| 9 | 0,9 | 8,73 | 4,49 | -4,24 |
| 10 | 1 | 9,53 | 4,91 | -4,63 |
| 11 | 1,1 | 10,5 | 5,41 | -5,10 |
| 12 | 1,2 | 11,5 | 5,79 | -5,79 |
| 13 | 1,3 | 12,4 | 6,28 | -6,16 |
| 14 | 1,4 | 13,1 | 6,64 | -6,51 |
| 15 | 1,5 | 13,7 | 7,24 | -6,52 |
| 16 | 1,6 | 13,9 | 7,38 | -6,52 |
| 17 | 1,7 | 13,9 | 7,38 | -6,52 |
| 18 | 1,8 | 13,9 | 7,38 | -6,52 |

Определить значение амплитуды (А), при котором прекращается усиление входного сигнала (ΔU).

Построить графическую зависимость амплитуды ΔU (ось Y) от А (ось X). Представить полученный результат.

8. Выполнить подключение второго канала (КАНАЛ B) генератора сигналов специальной формы АКИП-3407/1А и второго канала (КАНАЛ 2) на осциллографе АКИП-4115/1А.

На генераторе сигналов АКИП-3407/1А установить следующие параметры второго канала (КАНАЛ B):

* частота: 1кГЦ;
* амплитуда: 1В пик;

На генераторе сигналов АКИП-3407/1А установить следующие параметры первого канала (КАНАЛ А):

* частота: 1кГЦ;
* амплитуда: 0,1В пик.

Сравнить амплитуды сигналов. Определить (ΔU) на КАНАЛ 1 и (ΔU) на КАНАЛ 2. Результаты представить в таблице 4.

| Таблица 4 – Сравнение (ΔU) на двух каналах | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **КАНАЛ 1** | | | **КАНАЛ 2** | | |
| *ΔU, В* | *CurA,мВ* | *CurB,мВ* | *ΔU, В* | *CurA, мВ* | *CurB, мВ* |
| 1 | 1,02 | 462 | -560 | 1,04 | 540 | -500 |