МГТУ им. Н.Э. Баумана

Отчёт по лабораторной работе №2  
по курсу «Электроника»

Тема: Усилители аналоговых сигналов.

Вариант 19.

Руководитель  
Белодедов М. В.

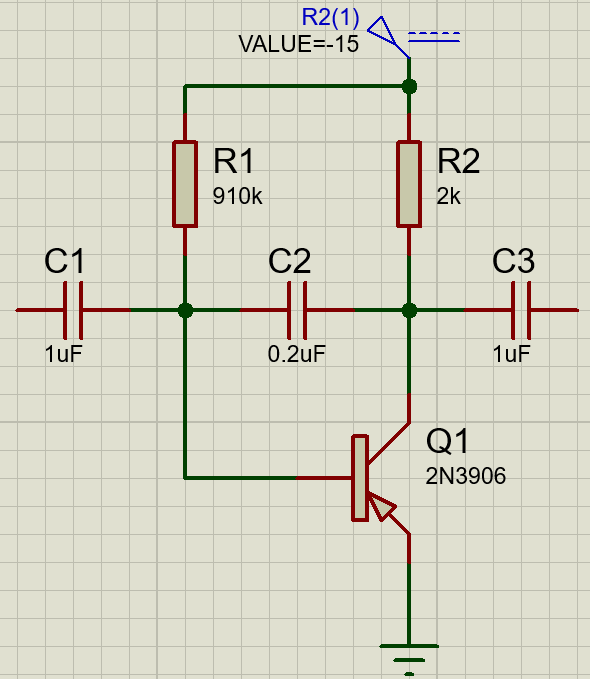
Студент группы ИУ5-42Б  
Лебедев И.А.

2024 г.

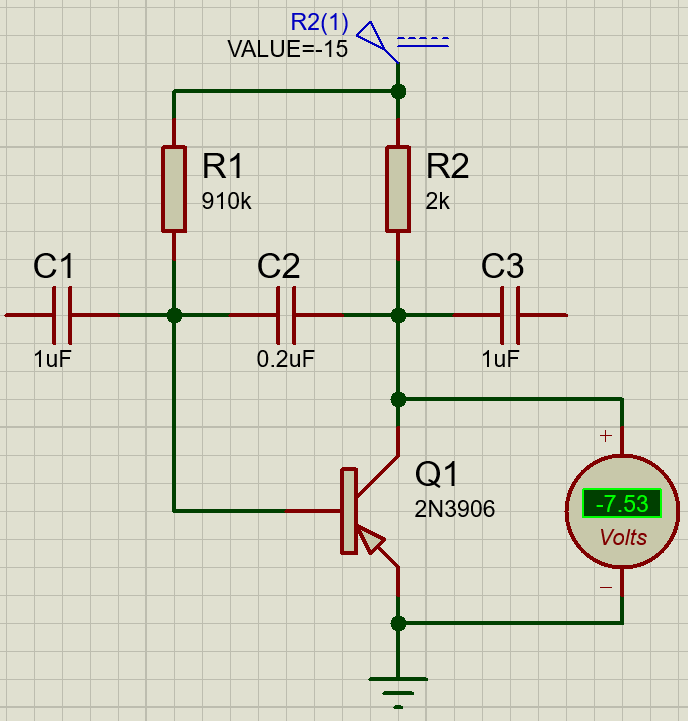
*Полученное задание:*

|  |  |
| --- | --- |
|  | Схема с ОЭ и ООС по напряжению *pnp*  Транзистор модели 2N3906 |

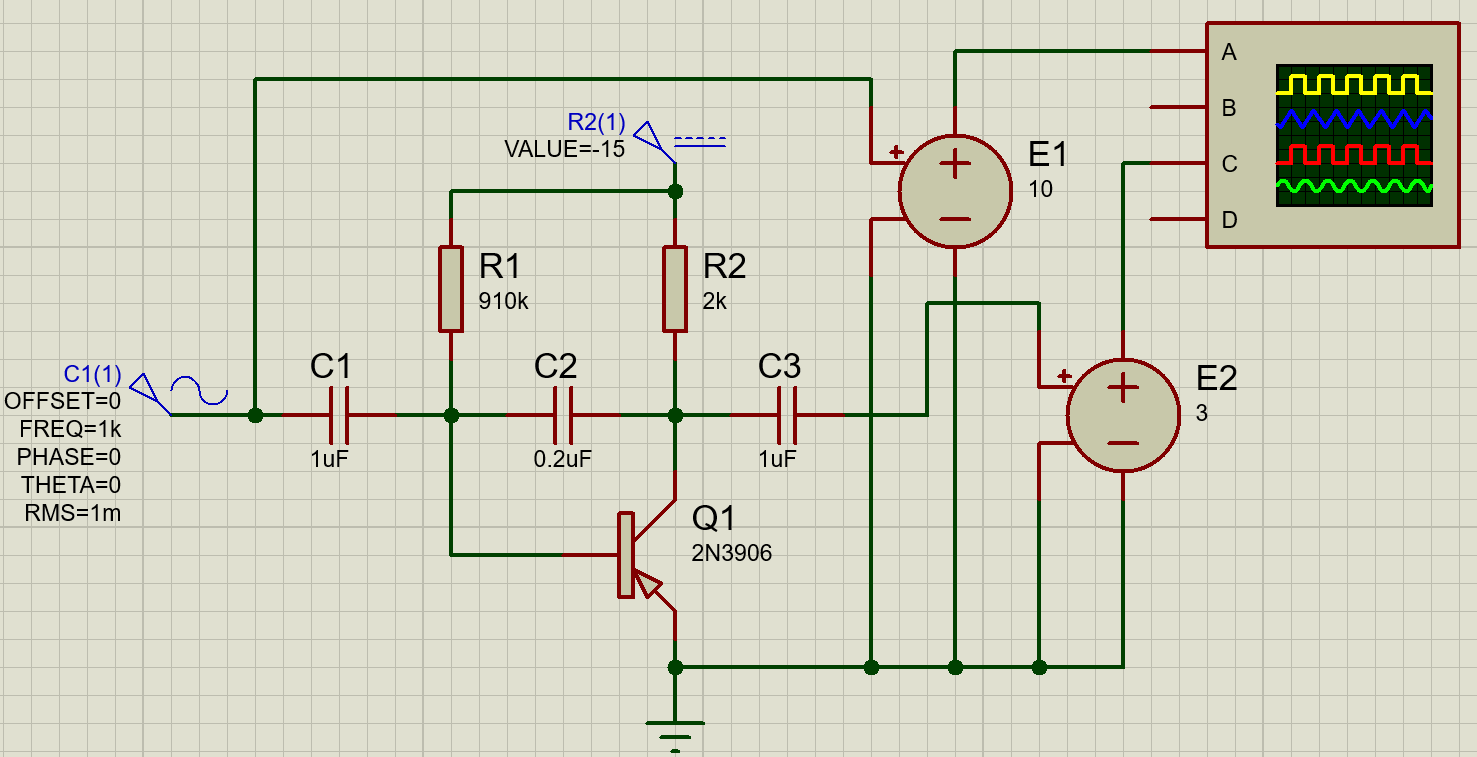
Соберем данную схему в программе-симуляторе Proteus 8 Professional:

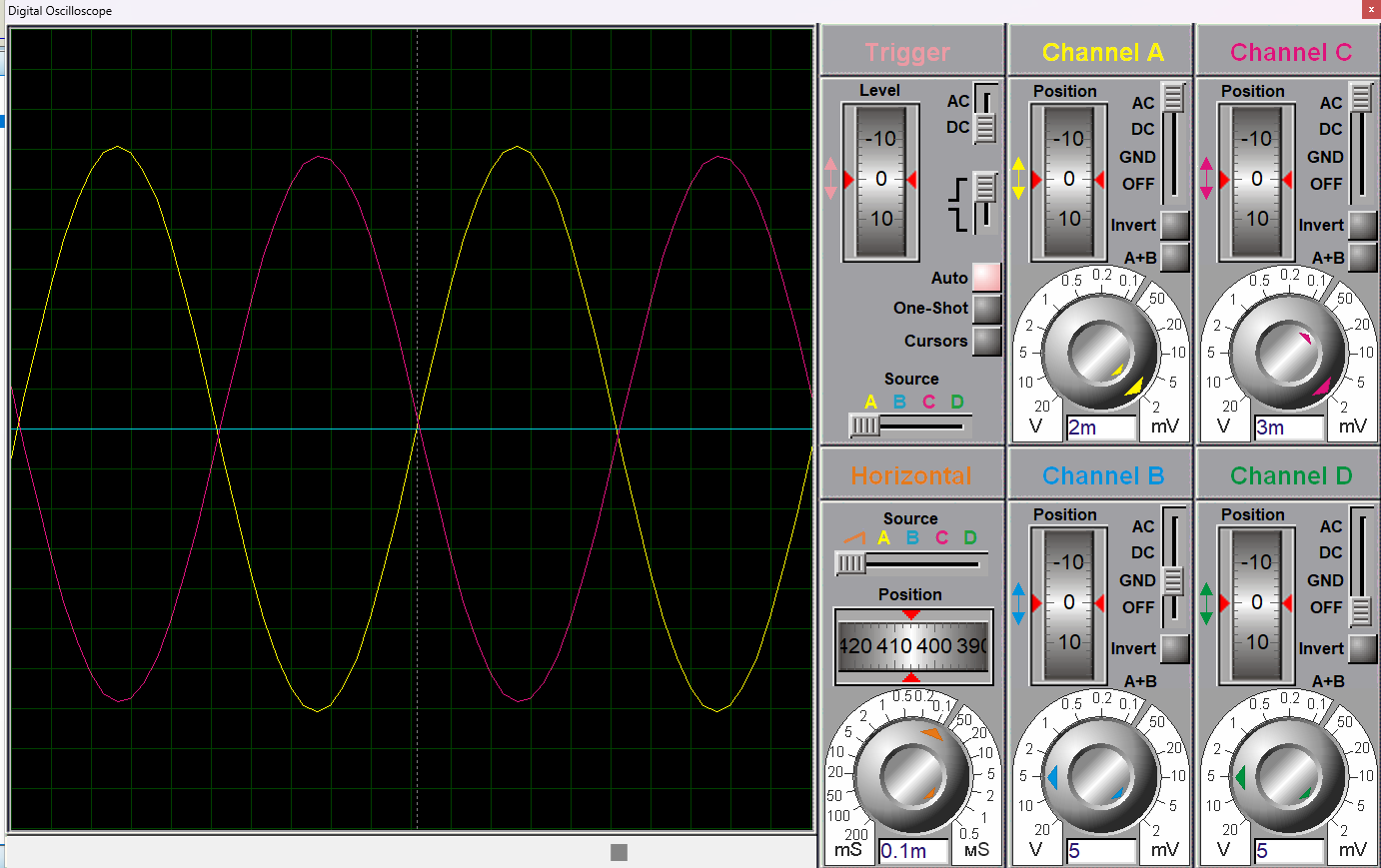


Проконтролируем, что усилитель спроектирован и собран правильно. Для этого, не подавая входной сигнал, измерим вольтметром постоянного тока разность потенциалов.



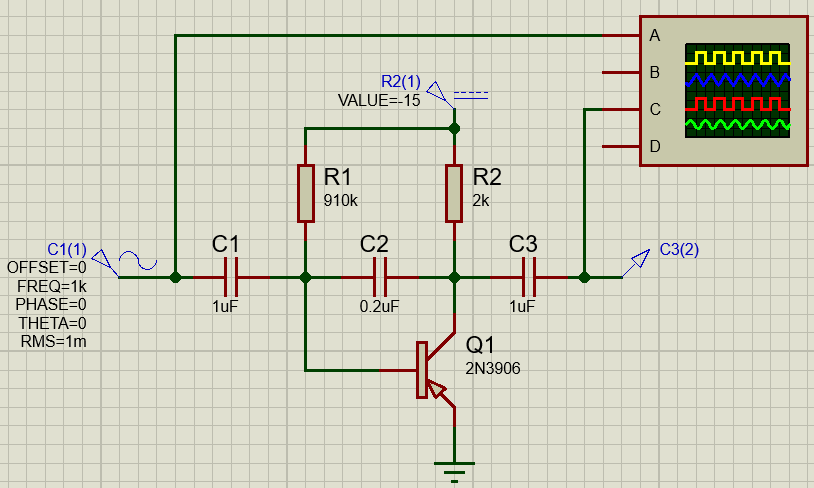
Подадим на вход усилителя синусоидальный сигнал некоторой частоты и амплитуды и убедимся с помощью осциллографа, что усилитель усиливает этот сигнал. Причём подадим на вход усилителя сигнал с амплитудой для того, чтобы при усилении сигнала амплитуда выходного сигнала не превысила 10-20% половины напряжения источника питания. Частоту входного сигнала следует выбрать изначально равной нескольким *кГц*. Примем её значение равным 1 *кГц*.



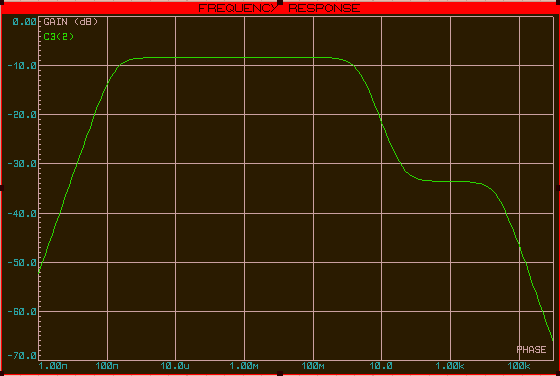


Коэффициент усиления усилителя по напряжению:

Воспользуемся средствами Proteus для построения частотных характеристик.



Выведем координаты точек АЧХ в текстовый файл. Полученный текстовый файл экспортируем в программу Microsoft Excel 2016.



Сначала по полученной таблице найдём значение центральной частоты:

При данном значении частоты АЧХ равняется .

Уровень считывания частот среза:

,35

Построим график АЧХ и уровень среза.

По таблице находим точку, в которой АЧХ приблизительно равняется значению АЧХ среза и располагающуюся левее точки, характеризующей значение центральной частоты. Значение частоты в найденной точке округляем и получаем нижнюю частоту среза:

Повторяем операцию для точки, располагающейся правее точки, характеризующей значение центральной частоты, и получаем приближенное значение верхней частоты среза:

Получаем, что полоса пропускания усилителя – от 158 нГц до 2,51 Гц.

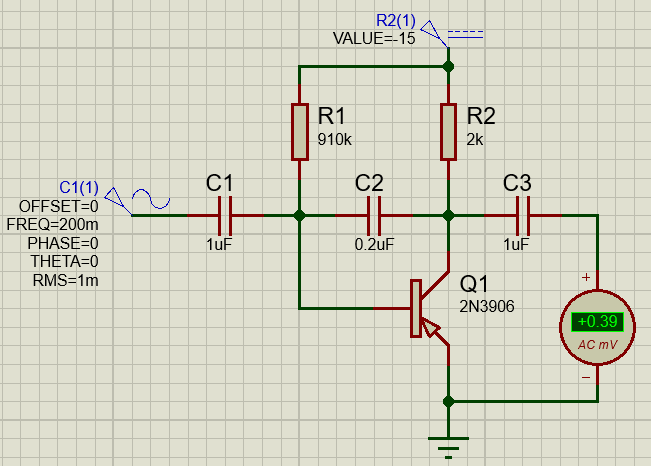
Определим ширину полосы пропускания усилителя:

Пересмотрим и округлим значение частоты середины полосы пропускания:

Найдём коэффициент усиления усилителя *K*. Значение его АЧХ на её горизонтальном участке –8,34дБ.

Тогда коэффициент усиления:

Проверим полученное значение экспериментально, для этого в схему включим вольтметр, учитывая, что он будет показывать действующее значение напряжения:



Сравним полученные значения.

|  |  |
| --- | --- |
| Способ определения | Коэффициент усиления *K* |
| Графический способ | 0,38 |
| Экспериментальный способ | 0,39 |

Измерим входное сопротивление усилителя. Измерения входного сопротивления проведём на трёх частотах:

– на середине полосы пропускания ;

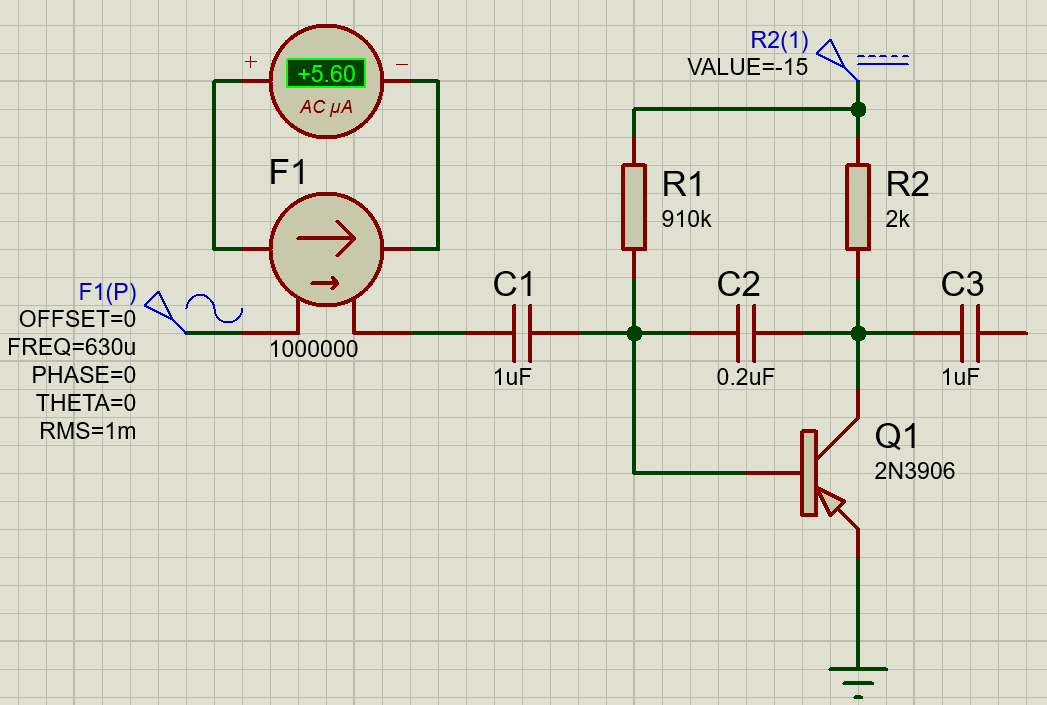
– вблизи нижней частоты среза;

– вблизи верхней частоты среза;

Причём установим действующее значение напряжения 1 *мВ* и будем измерять амперметром переменного тока входной ток усилителя. Оцениваемое входное сопротивление будем искать как. Полученные результаты представим в виде таблицы.

*Таблица измерения входного сопротивления усилителя*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *f*, м*кГц* | *U*вх, *мВ* | *I*вх, *пA* | *R*вх, *МОм* |
| 630 | 1 | 5,6 | 179 |
| 10 | 1 | 0,08 | 12500 |
| 40000 | 1 | 350 | 2,9 |



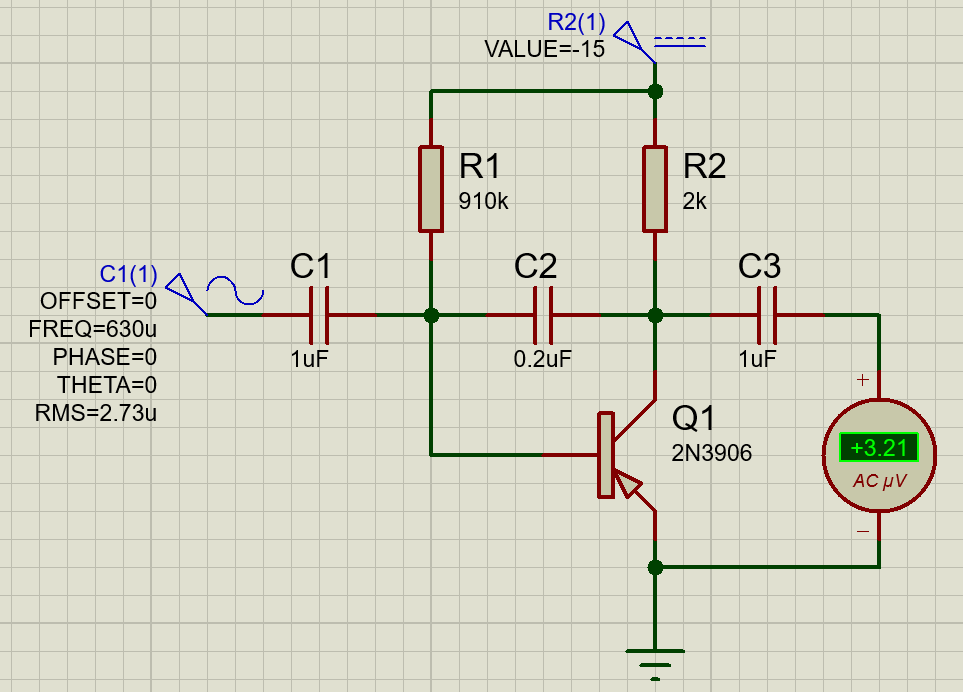
Снимем передаточную характеристику усилителя. Для этого подадим на вход

усилителя сигнал с частотой *f*0 и действующим значением напряжения

,где *T* – окружающая температура (≈300 К), *k* – постоянная Больцмана (≈1,38×10−23 [СИ]).

Будем измерять действующее значение выходного напряжения.

Будем постепенно увеличивать входное напряжение до той поры (), пока зависимость не станет значительно (до ≈10%) отличаться от линейной.



*Таблица зависимости*

|  |  |
| --- | --- |
| *U*вх, *В* | *U*вых, *В* |
| 0,00000273 | 0,00000321 |
| 0,00000554 | 0,00122 |
| 0,00001108 | 0,00244 |
| 0,00002216 | 0,00489 |
| 0,00004432 | 0,00977 |
| 0,00008864 | 0,0195 |
| 0,00017728 | 0,0391 |
| 0,00035456 | 0,0781 |
| 0,00070912 | 0,156 |
| 0,00141824 | 0,312 |
| 0,00425472 | 0,939 |
| 0,0106368 | 2,37 |
| 0,0319104 | 6,82 |
| 0,04 | 8,61 |
| 0,05 | 10,5 |
| 0,06 | 12 |

Построим график:

Получаем, что .

Определим динамический диапазон усилителя:

Приведём значение в дБ:

Будем измерять выходное сопротивление усилителя. Для этого будем подавать на вход усилителя сигнал с действующим значением:

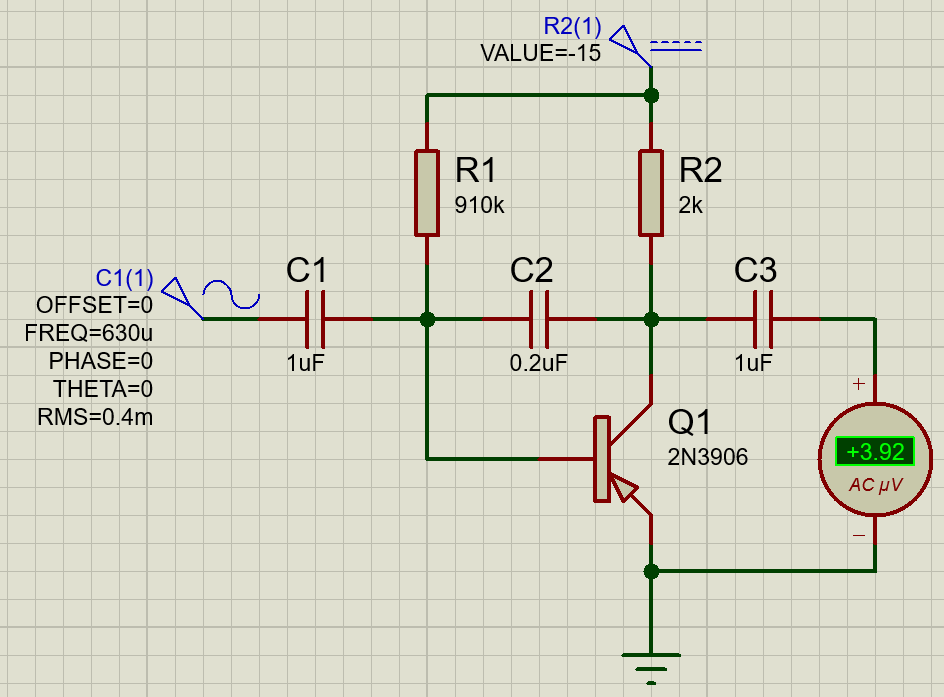
0,4

Будем измерять (без нагрузки) действующее значение выходного напряжения . Далее подключим к выходу усилителя нагрузку и, подобрав такое значение её сопротивления , при котором выходное напряжение уменьшается на 5…10%, измерим это выходное напряжение . Измерения проведём на всех частотах, на которых проводилось измерение входного напряжения. Также измерим значение по формуле: . Полученные результаты представим в виде таблицы.

*Таблица измерения выходного сопротивления усилителя*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *F,* мкГц | *Uвх,* мВ | *U∞,* мкВ | *UR,* мВ | *Rвых,* Ом | *Rн,* Ом |
| 630 | 0,4 | 3,92 | 3,77 | 18,52 | 500 |
| 10 | 0,4 | 3,28 | 3,05 | 18,85 | 250 |
| 40000 | 0,4 | 52,9 | 48,9 | 20,45 | 250 |

Без нагрузки



С нагрузкой

