

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и кибербезопасности
Высшая школа компьютерных технологий и информационных систем

Отчёт по лабораторной работе № 6

Дисциплина: Электронные устройства ЭВМ

Тема: Линейные преобразователи сигналов на операционных усилителях

Выполнили студенты гр. 5130901/10101 _____ М.Т. Непомнящий
(подпись)

_____ Д. И. Кирсанов
(подпись)

Руководитель _____ А .А. Лавров
(подпись)

Санкт-Петербург

2024

Оглавление

1. Цели работы	3
2. Исходные данные	3
3. Схема №1 – Измерение ВАХ диода	3
3.1. Расчет параметров схемы и ее сборка	3
3.2. Снятие и анализ данных	3
3.3. Построение графика	4
4. Схема №2 – Однополупериодный выпрямитель	5
4.1. Расчет параметров схемы и ее сборка	5
4.2. Снятие и анализ данных	6
4.3. Построение графиков	6
5. Схема №3 – Двухполупериодный выпрямитель	8
5.1. Расчет параметров схемы и ее сборка	8
5.2. Снятие и анализ данных	9
5.3. Построение графиков	9
6. Вывод	11

1. Цели работы

Целью работы является расчет и экспериментальное исследование различных схем выпрямителей на полупроводниковых диодах и сглаживающих фильтров.

2. Исходные данные

Табл. 1 – Исходные данные

Исходные данные								
№ варианта	U_a , В	$R_{изм}$, Ом	R , Ом	C_f , мкФ	I_H , мА (для схем 2 и 3)	E , В	$R_{тр}$, Ом	U_d , В
3	6.3	15	470	1500	120	5	1	0.558

3. Схема №1 – Измерение ВАХ диода

3.1. Расчет параметров схемы и ее сборка

На рис. 1 изображена собранная схема, используемая для исследования ВАХ диода.

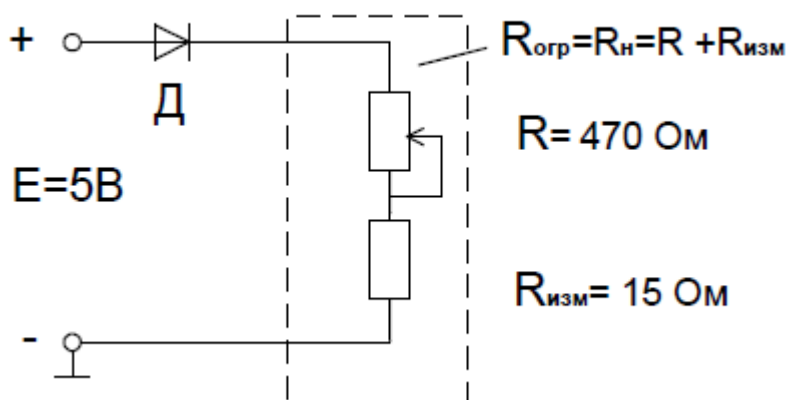


Рис. 1 – Схема 1 (для измерения выпрямительного диода)

3.2. Снятие и анализ данных

Последовательным измерением напряжений в выбранных точках схемы были получены следующие данные, по которым можно определить как ток нагрузки, протекающий через диод, так и напряжение на нем.

Табл. 2 – Вольт-амперная характеристика диода

Схема 1						
№	$U_{изм}, В$	$U_a, В$	$E, В$	$U_d, В$	$I_H, А$	$I_H, мА$ (теор)
1	0.29	4.33	4.85	0.52	0.02	0.015
2	0.6	4.31	4.86	0.55	0.04	0.023
3	0.85	4.28	4.84	0.56	0.06	0.026
4	1.19	4.25	4.85	0.6	0.08	0.045
5	1.46	4.22	4.83	0.61	0.10	0.051
6	1.8	4.19	4.82	0.63	0.12	0.067
7	2.05	4.16	4.86	0.7	0.14	0.170
8	2.53	4.12	4.83	0.71	0.17	0.194
9	2.8	4.08	4.85	0.77	0.19	0.431
10	3.33	4.04	4.82	0.78	0.22	0.493
11	3.65	3.96	4.71	0.75	0.24	0.330
12	3.94	3.94	4.71	0.77	0.26	0.431

3.3. Построение графика

По собранным экспериментальным данным был построен график ВАХ исследуемого диода (Рис. 2):

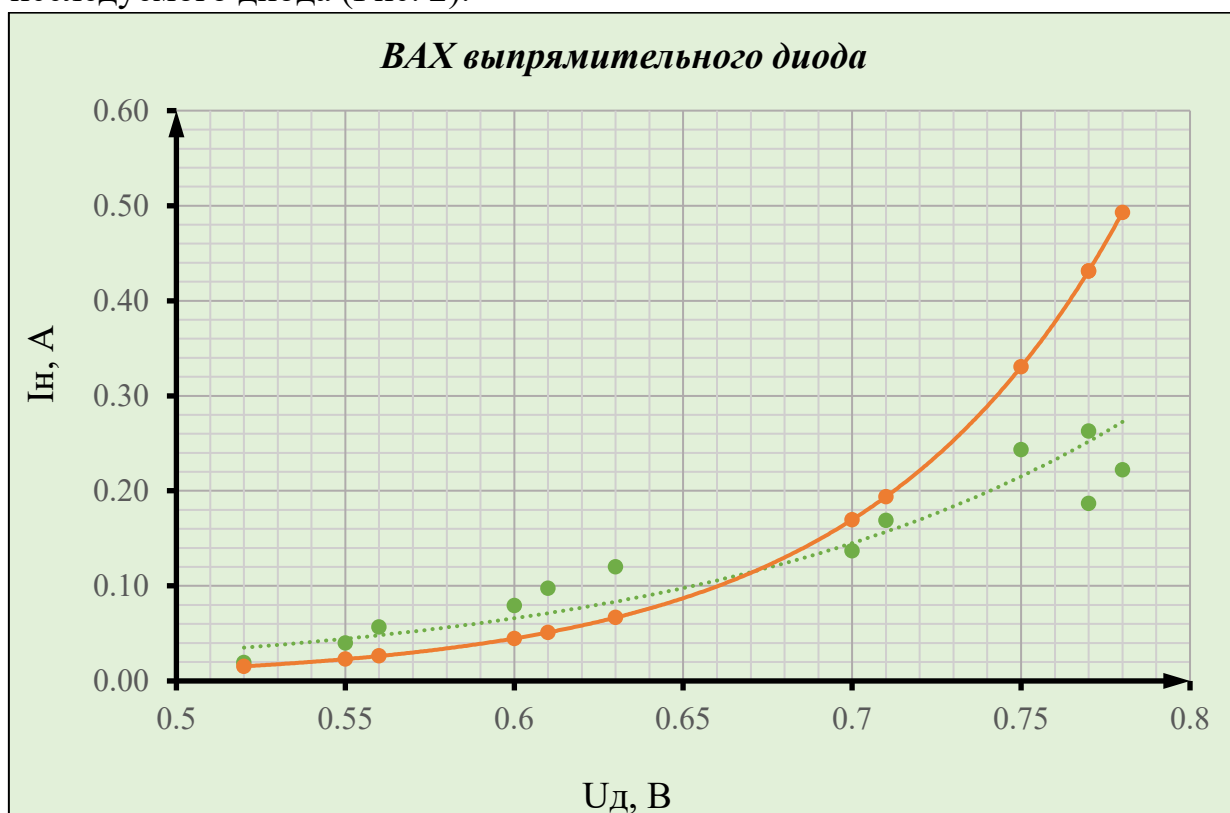


Рис. 2 – График ВАХ диода

4. Схема №2 – Однополупериодный выпрямитель

4.1. Расчет параметров схемы и ее сборка

Формула для нахождения напряжения на нагрузке:

$$\begin{aligned} U_H &= U_2 - U_{пр} - U_{обм} = \sqrt{2} \cdot U_2 - U_{пр} - I_H \cdot R_{тр} = \\ &= \sqrt{2} \cdot 6.3 - 0.558 - 0.12 = 8.23 \text{ В} \end{aligned} \quad (1)$$

Формула для нахождения максимальной амплитуды пульсации:

$$U_{п \text{ макс}} = \frac{I_H \cdot \Delta t}{C_\phi} = \frac{0.12 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{1500 \cdot 10^{-6}} = 1.6 \text{ В} \quad (2)$$

Была построена схема однополупериодного выпрямителя, подключенного к нагрузке – рис. 3:

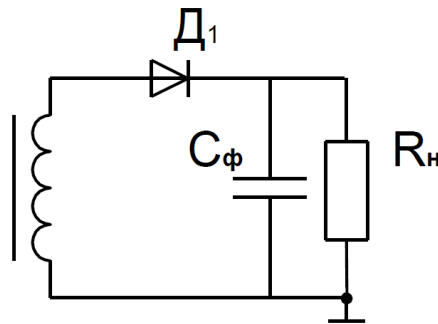


Рис. 3 – Схема однополупериодного выпрямителя, подключенного к нагрузке

Исследуя данную схему, измерим падение тока на диоде I_H , а также амплитуду пульсации $U_{п}$:

$$I_H = \frac{U_{из}}{R_M}, \text{ А} \quad (3)$$

$$U_{п} = \frac{I_H \cdot \Delta t}{C_\phi}, \text{ В} \quad (4)$$

4.2. Снятие и анализ данных

Табл. 3 – Данные ВАХ однополупериодного выпрямителя

Схема 2					
№	$U_{изм}, В$	$I_H, А$	$U_H, В$	Шаг	$U_P, В$
1	0.27	0.02	9.05	180	0.24
2	0.6	0.04	8.56	340	0.53
3	0.89	0.06	8.33	520	0.79
4	1.17	0.08	8.08	640	1.04
5	1.54	0.10	7.95	800	1.37
6	1.77	0.12	7.29	980	1.57
7	2.14	0.14	7.14	1100	1.90
8	2.36	0.16	7.08	1240	2.10
9	2.82	0.19	6.93	1480	2.51
10	3.01	0.20	6.89	1560	2.68
11	3.28	0.22	6.81	1580	2.92
12	5.81	0.39	6.12	2800	5.16

4.3. Построение графиков

На основе экспериментальных данных было построено 2 графика: ВАХ выпрямителя от напряжения нагрузки ($U_H, В$; $I_H, А$) и ВАХ выпрямителя от напряжения пульсаций ($U_P, В$; $I_H, А$) на рис. 4 и рис. 5 соответственно:

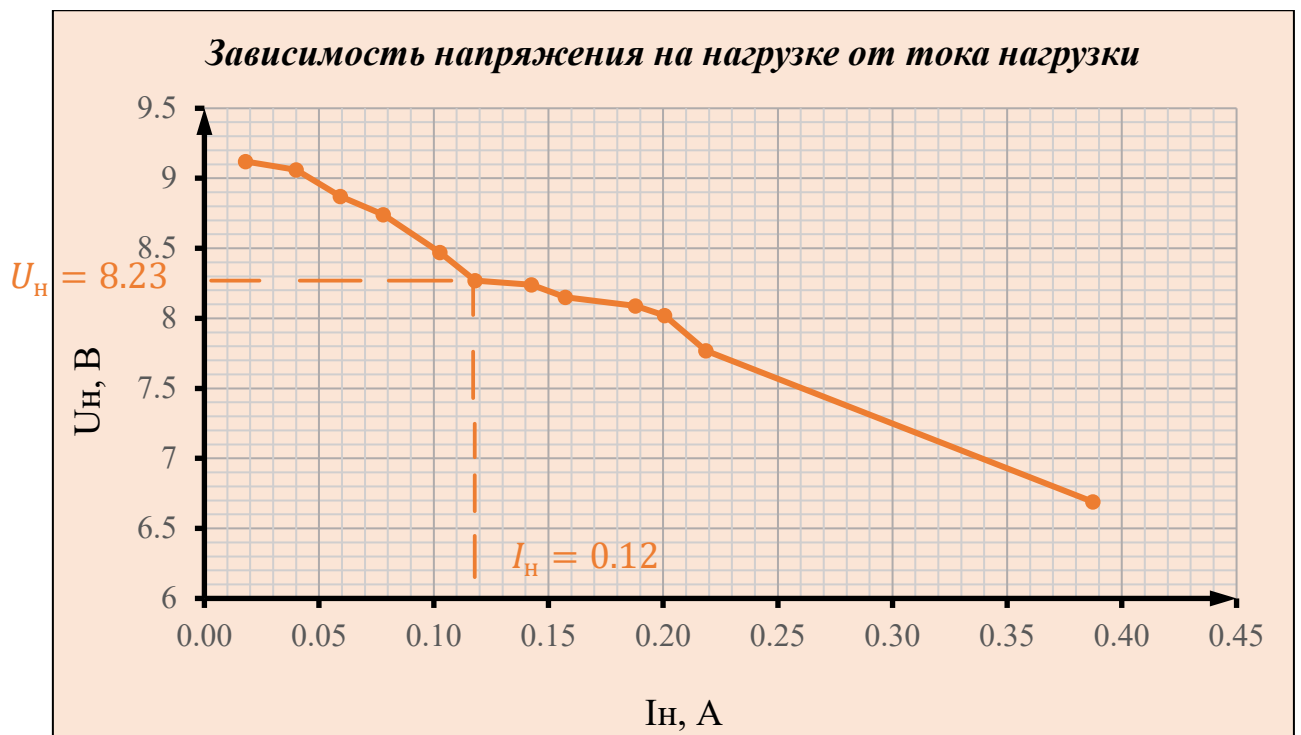


Рис. 4 – Зависимость напряжения на нагрузке от тока нагрузки

Ранее в уравнении (1) было получено значение для $U_n = 1,6$ В при значении тока нагрузки $I_n = 0.12$ А. Как мы видим на графике, полученном выше (Рис. 4) также существует схожая точка. Это свидетельствует о том, что график построен верно.

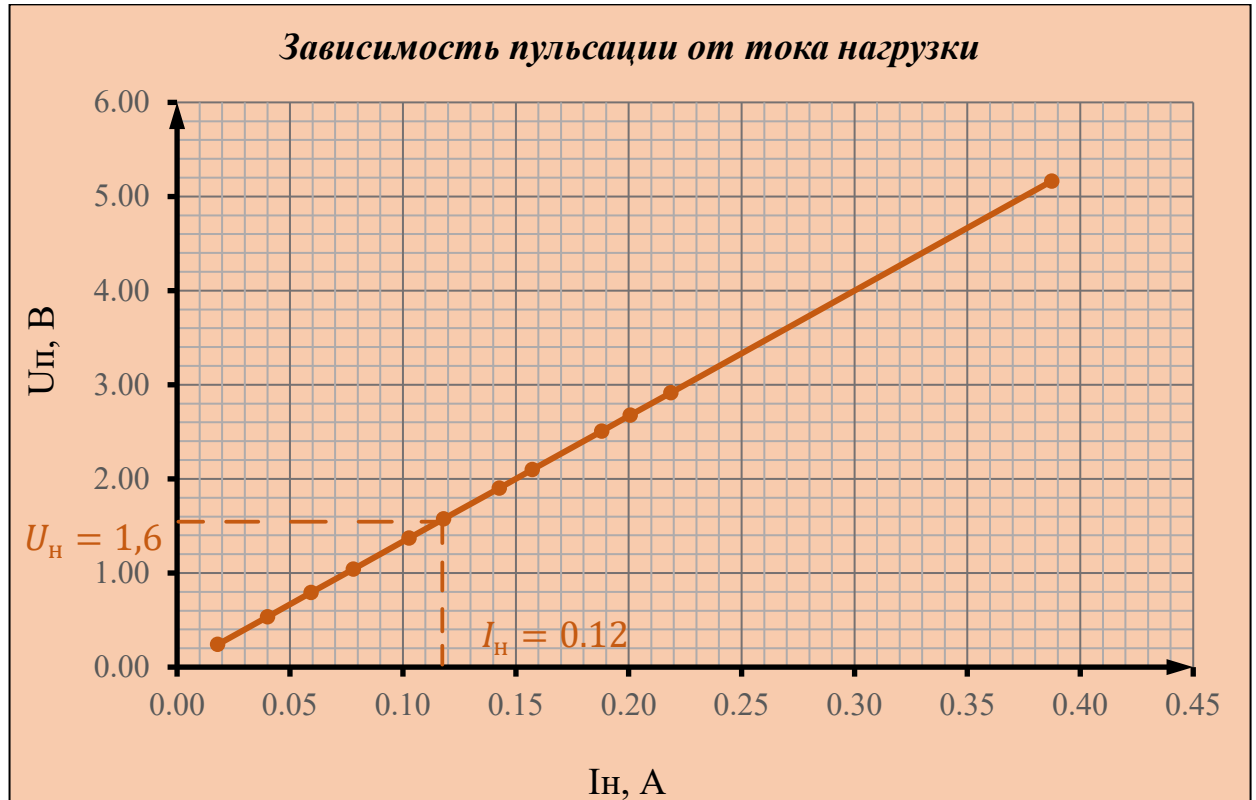


Рис. 5 – Зависимость пульсации от тока нагрузки

Исходя из исходных данных имеем $U_{\Pi} = 8.23 \text{ В}$, вычисленное по формуле (2) при значении тока нагрузки $I_{\text{н}} = 0.12 \text{ А}$. Как видим на графике, полученном выше (Рис. 5) также существует схожая точка. Это свидетельствует о том, что график построен верно.

5. Схема №3 – Двухполупериодный выпрямитель

5.1. Расчет параметров схемы и ее сборка

Формула для нахождения напряжения на нагрузке:

$$U_{\text{н}} = U_2 - U_{\text{пр}} - 2 \cdot U_{\text{обм}} = \sqrt{2} \cdot U_2 - U_{\text{пр}} - 2 \cdot I_{\text{н}} \cdot R_{\text{тр}} = \sqrt{2} \cdot 6.3 - 0.558 - 2 \cdot 0.12 = 8.11 \text{ В} \quad (5)$$

Формула для нахождения максимальной амплитуды пульсации:

$$U_{\text{п макс}} = \frac{I_{\text{н}} \cdot \Delta t}{C_{\text{ф}}} = \frac{0.12 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{1500 \cdot 10^{-6}} = 0.8 \text{ В} \quad (6)$$

Была построена схема однополупериодного выпрямителя, подключенного к нагрузке (рис. 6):

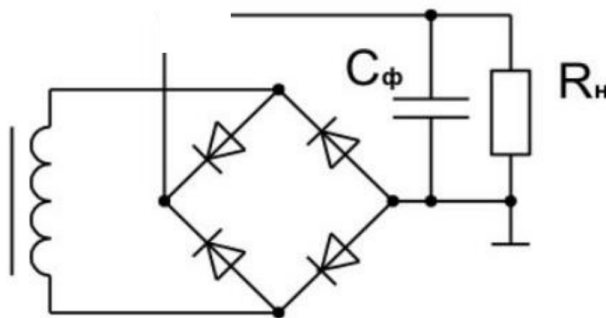


Рис. 6 – Схема двухполупериодного выпрямителя, подключенного к нагрузке

Исследуя данную схему, измерим падение тока на диоде $I_{\text{н}}$, а также амплитуду пульсации $U_{\text{п}}$:

$$I_{\text{н}} = \frac{U_{\text{из}}}{R_{\text{м}}}, \text{ А} \quad (7)$$

$$U_{\text{п}} = \frac{I_{\text{н}} \cdot \Delta t}{C_{\text{ф}}}, \text{ В} \quad (8)$$

5.2. Снятие и анализ данных

Табл. 4 – Данные ВАХ двухполупериодного мостового выпрямителя

Схема 3					
№	$U_{изм}, В$	$I_n, А$	$U_n, В$	Шаг	$U_p, В$
1	0.3	0.02	8.57	100	0.13
2	0.6	0.04	8.47	160	0.27
3	0.89	0.06	8.23	240	0.40
4	1.19	0.08	8.12	280	0.53
5	1.47	0.10	7.96	380	0.65
6	1.79	0.12	7.85	440	0.80
7	2.09	0.14	7.74	480	0.93
8	2.35	0.16	7.47	520	1.04
9	2.65	0.18	7.45	640	1.18
10	3.17	0.21	7.32	660	1.41
11	3.39	0.23	7.36	740	1.51
12	6.36	0.42	6.76	1200	2.83

5.3. Построение графиков

На основе экспериментальных данных было построено 2 графика: ВАХ выпрямителя от напряжения нагрузки ($U_n, В$; $I_n, А$) и ВАХ выпрямителя от напряжения пульсаций ($U_p, В$; $I_n, А$) на рис. 8 и рис. 9 соответственно:



Рис. 7 – Зависимость напряжения на нагрузке от тока нагрузки

Ранее по формуле (5) были получены значения для $U_n = 8,11$ В при значении тока нагрузки $I_n = 0.12$ мА. Как видим на графике, полученном выше (Рис. 8) также существует схожая точка. Это свидетельствует о том, что график построен верно.



Рис. 8 – Зависимость пульсации от тока нагрузки

На основе исходных данных было получено $U_n = 8.11$ В (формула 6) при значении тока нагрузки $I_n = 0.12$ мА. Как видим на графике, полученном выше (Рис. 9) существует точка, очень близкая к этой, что свидетельствует о том, что график построен верно.

6. Вывод

Результаты расчётов по исследованию схем выпрямителей и сглаживающих фильтров на полупроводниковых диодах демонстрируют их важность в практических областях. Однако, стоит отметить, что при расчетах и измерениях возможны погрешности, которые могут быть вызваны различными факторами, такими как неидеальное поведение компонентов, внешние воздействия или неточности измерительных приборов.

- 1) Сначала была рассмотрена схема №1 (Рис. 1), предназначенная для измерения вольт-амперной характеристики (ВАХ) выпрямительного диода. Построенный график ВАХ диода (Рис. 2) демонстрирует его поведение при различных условиях работы. Важно отметить, что полученные экспериментальные данные хорошо соответствуют теоретическим расчетам, что подчеркивает надежность проведенных измерений.
- 2) Следующий этап исследования касался однополупериодного выпрямителя (схема №2). Здесь измерено напряжение на нагрузке и амплитуда пульсации. Полученные значения были использованы для построения соответствующих графиков, подтверждающих эффективность работы схемы (Рис. 4 – Рис. 5). Эти результаты имеют практическое значение в области электроники, где стабильное постоянное напряжение чрезвычайно важно.
- 3) Третья схема - двухполупериодный выпрямитель (Рис. 6), также прошла тщательное исследование. Замерено напряжение на нагрузке и амплитуда пульсации, результаты которых подтверждают правильность работы схемы (Рис. 8 – Рис. 9). Это имеет применение в различных отраслях, включая автомобильную технику и энергетику.

Эти схемы широко применяются в электроэнергетике, электронике, телекоммуникациях, автомобильной технике и образовании. Полученные знания расширяют наше понимание работы современных электрических систем, предоставляя ключевые инструменты для проектирования более эффективных и стабильных источников энергии.