

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет»

(национальный исследовательский университет)

Высшая школа электроники и компьютерных наук

Кафедра «Информационно-измерительная техника»

Исследование диодных амплитудных детекторов электронных вольтметров

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №Э8

по дисциплине «Метрология, стандартизация и спецификация»

Выполнил:

студент группы КЭ-314

_____ / А.А.Бухаров /
(подпись)

«_____» _____ 2023 г.

Проверил: ст. преподаватель
кафедры информационно-
измерительной техники

_____ / Н.В.Николайзин /
(подпись)

«_____» _____ 2023 г.

Челябинск 2023

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы - исследовать свойства диодных амплитудных детекторов различных типов, определяющих качества электронных вольтметров, при наличии постоянной и переменной составляющих во входном сигнале.

Входным узлом прибора является диодный амплитудный детектор (ДАД), который преобразует измеряемое переменное напряжение в постоянное, усиливаемое затем усилителем постоянного тока. Выходной измеритель прибора - магнитоэлектрический микроамперметр. Структурная схема электронного амплитудного вольтметра приведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема электронного амплитудного вольтметра

Существуют два типа ДАД с открытым и закрытым входом. 1. В схеме ДАД с открытым входом (рис. 2) выходное напряжение зависит от максимальной величины входного, при наличии постоянной составляющей во входном напряжении - вместе с этой постоянной составляющей.

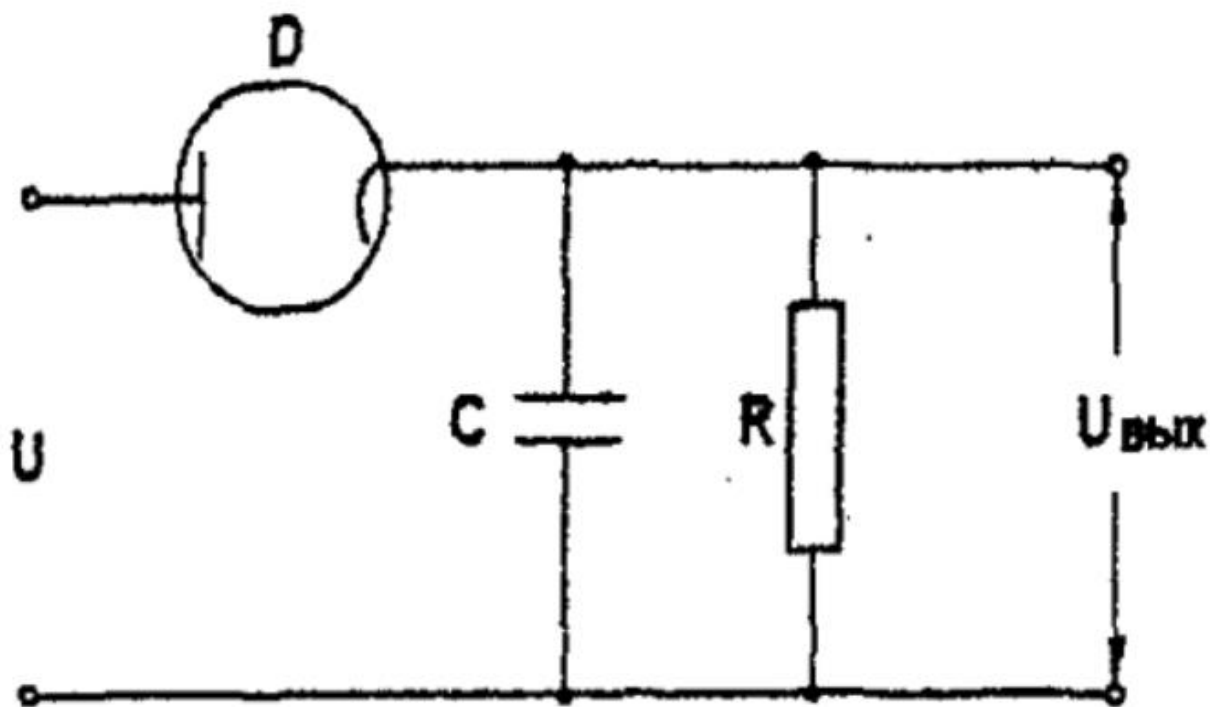


Рис. 2. Схема ДАД с открытым входом

В схеме ДАД с закрытым входом (рис. 3) выходное напряжение определяется только максимальным (амплитудным) значением переменной составляющей входного U_m . Так как при закрытом входе напряжение U_R на нагрузке детектора содержит большую переменную составляющую, то на выходе детектора ставится фильтр $R\Phi$, $C\Phi$ для выделения постоянной составляющей напряжения U_R .

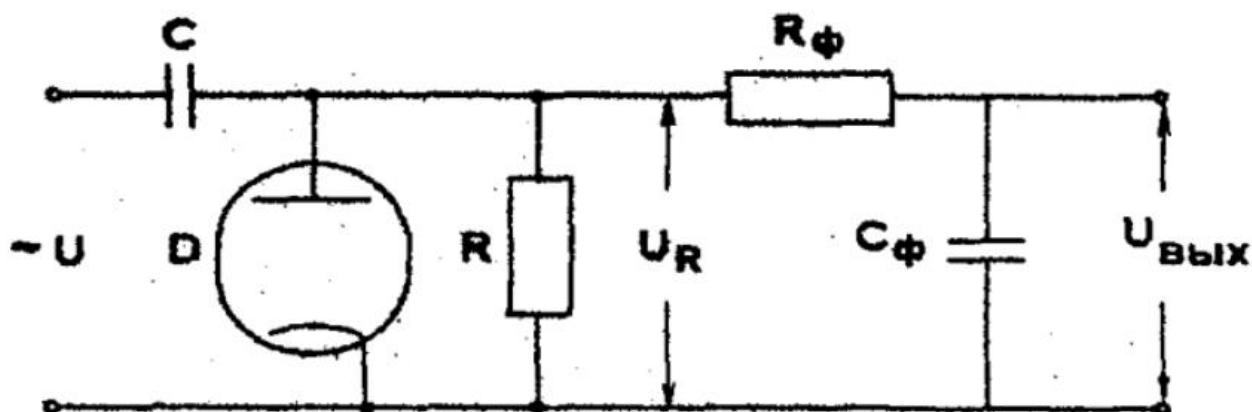


Рис. 3. Схема ДАД с закрытым входом

В данной лабораторной работе проводится исследование макетов ДАД с открытым и закрытым входами. Так как методика исследования и схемы соединений одинаковы для ДАД с открытым и закрытым входами, то тип детектора не указывается.

СНЯТИЕ АМПЛИТУДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ СИНУСОИДАЛЬНОМ НАПРЯЖЕНИИ

При подготовке к измерениям к входу диодного амплитудного детектора присоединяется низкочастотный генератор синусоидального напряжения. Для измерения входного и выходного напряжений детектора подключаются электронные вольтметры, которые необходимо отметить в интервалах заданного диапазона входного напряжения. В процессе измерений производится снятие зависимости выходного напряжения детектора от амплитуды входного синусоидального напряжения при постоянном значении частоты, равной $f = 777$ Гц.

Результаты измерений напряжения на диодных амплитудных детекторах с открытым и закрытым входом с помощью регулирования амплитуды напряжения на генераторе сигналов специальной формы представлены в таблице 1.

Табл. 1. Результаты измерений

номер опыта	$U_{вх}$	$U_{откр}$	$U_{закр}$
1	0.7475	0.4446	0.7038
2	1.5238	1.4848	1.7064
3	2.22	2.4418	2.6309
4	3.0084	3.5338	3.6849
5	3.8379	4.6875	4.798
6	4.6115	5.7663	5.8395
7	5.4046	6.8742	6.9074
8	6.2206	8.0146	8.0072

9	7	9.1045	9.0567
10	7.7719	10.185	10.096

На рисунке 4 приведены графики зависимостей выходного напряжения на диодном амплитудном детекторе с открытым входом от величины входного напряжения $U_{откр}(U_{вх})$ и выходного напряжения на диодном амплитудном детекторе с закрытым входом от величины входного напряжения $U_{закр}(U_{вх})$.

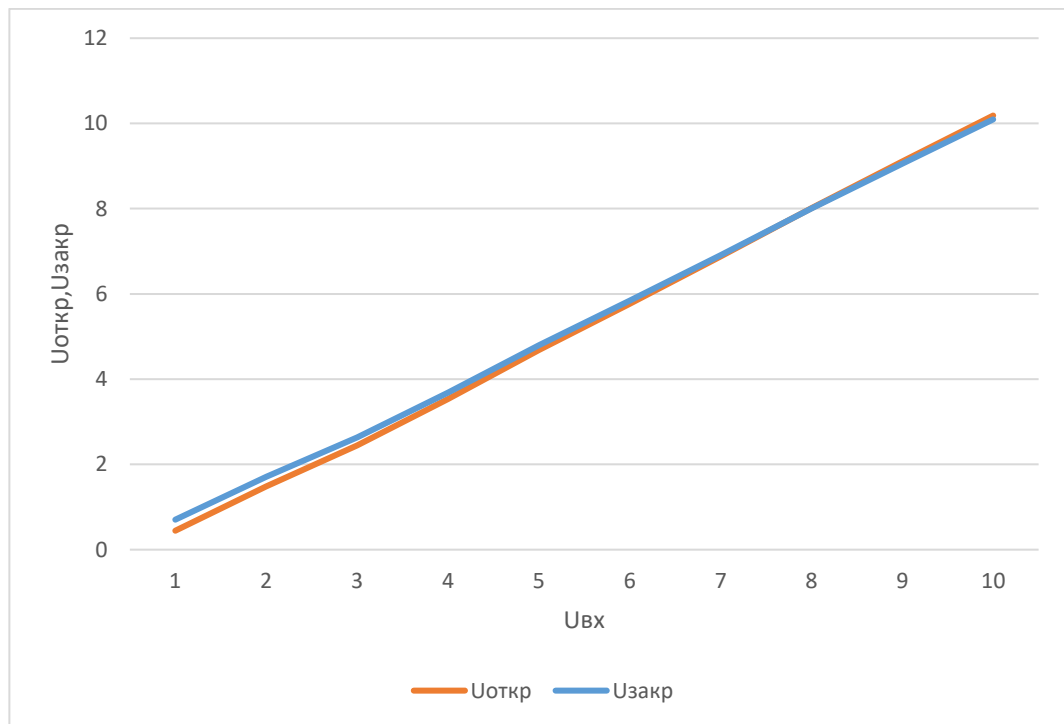


Рис. 4. Графики зависимости $U_{откр}(U_{вх})$ и $U_{закр}(U_{вх})$

Вывод: при поддержании постоянной частоты f наблюдается линейная зависимость напряжения на ДАД с открытым входом и закрытым входом от величины входного напряжения, что прослеживается на графике.

СНЯТИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Поддерживая входное напряжение детектора постоянным, а именно $U_{вх} = 7.77 \text{ В}$, необходимо снять зависимость выходного напряжения от частоты входного напряжения во всем диапазоне генератора сигналов специальной

формы. Соответствующие результаты измерений представлены в виде таблицы
2

Табл. 2. Результат измерений $U_{откр}$ и $U_{закр}$ при поддержании постоянного напряжения $U_{вх}$.
 $\log_{10}(f)$

$f, \text{Гц}$	$\log_{10}(f)$	$U_{откр}$	$U_{закр}$
30	1.477121	10.0521	2.0245
50	1.69897	10.1468	3.251
100	2	10.1687	5.8158
500	2.69897	10.1783	9.855
1000	3	10.1802	10.1629
2000	3.30103	10.1802	10.247
5000	3.69897	10.181	10.2726
10000	4	10.1798	10.2743
50000	4.69897	10.1624	10.2569
100000	5	10.1436	10.2421

На рисунке 5 представлены графики зависимостей выходного напряжения на диодном амплитудном детекторе с открытым входом от логарифмированного значения частоты $U_{откр}[\log_{10}(f)]$ и выходного напряжения на диодном амплитудном детекторе с закрытым входом от логарифмированного значения частоты $U_{закр}[\log_{10}(f)]$.

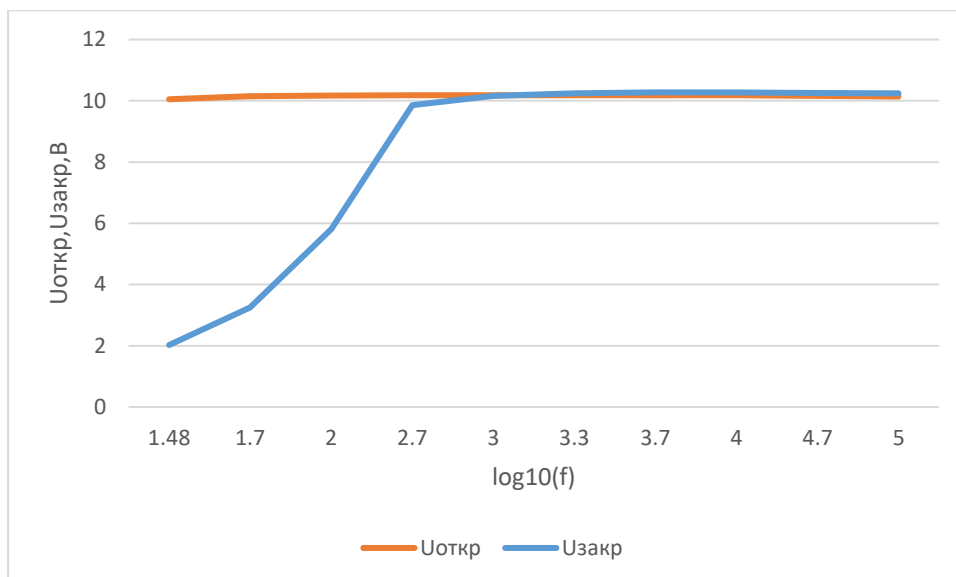


Рис. 5. Амплитудно-частотная характеристика ДАД

По графику зависимостей $U_{откр}[\log_{10}(f)]$ и $U_{закр}[\log_{10}(f)]$ определим допустимую частотную погрешность в таблице 3.

$$\delta_{f_n} = \left| \frac{U_n - U_{n+1}}{U_{n+1}} \right| \cdot 100\%$$

Табл. 3. Измерение допустимой частотной погрешности

δf_n	$U_{откр}$	$U_{закр}$
δf_1	0.9421	60.5829
δf_2	0.2158	78.8926
δf_3	0.0944	69.4522
δf_4	0.0187	3.1243
δf_5	0	0.8275
δf_6	0.0079	0.2498
δf_7	0.0118	0.0165
δf_8	0.1709	0.1694
δf_9	0.185	0.1443

Начиная с допустимой частотной погрешности δ значения f_4 погрешностей не превышают 1,5%, можно сделать вывод о том, что нижняя

граница частотного диапазона диодного амплитудного детектора с закрытым входом составляет 500 Гц.

В свою очередь, в ответ на повышение частоты X создаваемой генератором сигналов специальной формы, происходит возрастание напряжения на диодном амплитудном детекторе с закрытым входом, что отмечается на графике зависимости $U_{\text{закр}}[\log_{10}(f)]$.

Вывод: изменяющееся значение частоты f не влияет на величину напряжения на диодном амплитудном детекторе с открытым входом, что можно отметить по графику зависимости $U_{\text{откр}}[\log_{10}(f)]$.

СНЯТИЕ АМПЛИТУДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ НАПРЯЖЕНИИ, СОДЕРЖАЩЕМ ПОСТОЯННУЮ И СИНУСОИДАЛЬНУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ

Значение постоянной составляющей напряжения задается преподавателем и равно 4.5 В. Для измерения переменной составляющей входного напряжения ДАД к выходу генератора подключается вольтметр. Постоянное значение частоты равняется 777 Гц.

Сначала снимается зависимость выходного напряжения $U_{\text{откр}}$ и $U_{\text{закр}}$ амплитуды переменной составляющей входного напряжения $U_{\text{вх}}$ при постоянном значении частоты f при прямом подключении. Затем нужно изменить местами провода на входных зажимах ДАД и повторить измерения при полученном перевернутом подключении.

Результаты измерений U при напряжении, содержащем $U_{\text{откр}}$ и $U_{\text{закр}}$ постоянную и синусоидальную составляющую, приведены в таблице 4

Таблица 4. Результаты измерений $U_{\text{откр}}$ и $U_{\text{закр}}$

прямое подключение				перевернутое подключение			
номер опыта	$U_{\text{вх}}$	$U_{\text{откр}}$	$U_{\text{закр}}$	номер опыта	$U_{\text{вх}}$	$U_{\text{откр}}$	$U_{\text{закр}}$

1	0.7447	5.2477	0.7048	1	0.7177	0.0196	0.6774
2	1.5091	6.308	1.6932	2	1.6269	0.0235	1.8525
3	2.1994	7.2716	2.6107	3	2.2136	0.0275	2.6325
4	3.0077	8.402	3.6911	4	2.9955	0.0431	3.6802
5	3.8067	9.5226	4.7567	5	3.8138	0.66	4.7793
6	4.617	10.659	5.855	6	4.6255	1.7655	5.8728
7	5.4153	11.78	6.9322	7	5.4094	2.8519	6.9278
8	6.2648	12.962	8.0762	8	6.252	4.0227	8.0619
9	7.0217	14.025	9.0972	9	7.0126	5.0878	9.0876
10	7.7584	15.06	10.092	10	7.7584	6.1306	10.092

На рисунках 6 и 7 представлены амплитудные характеристики, полученные на графиках в п.1, графики зависимостей выходного напряжения на диодных амплитудных детекторах при прямом и перевернутом подключениях от амплитуды переменной составляющих входного напряжения.

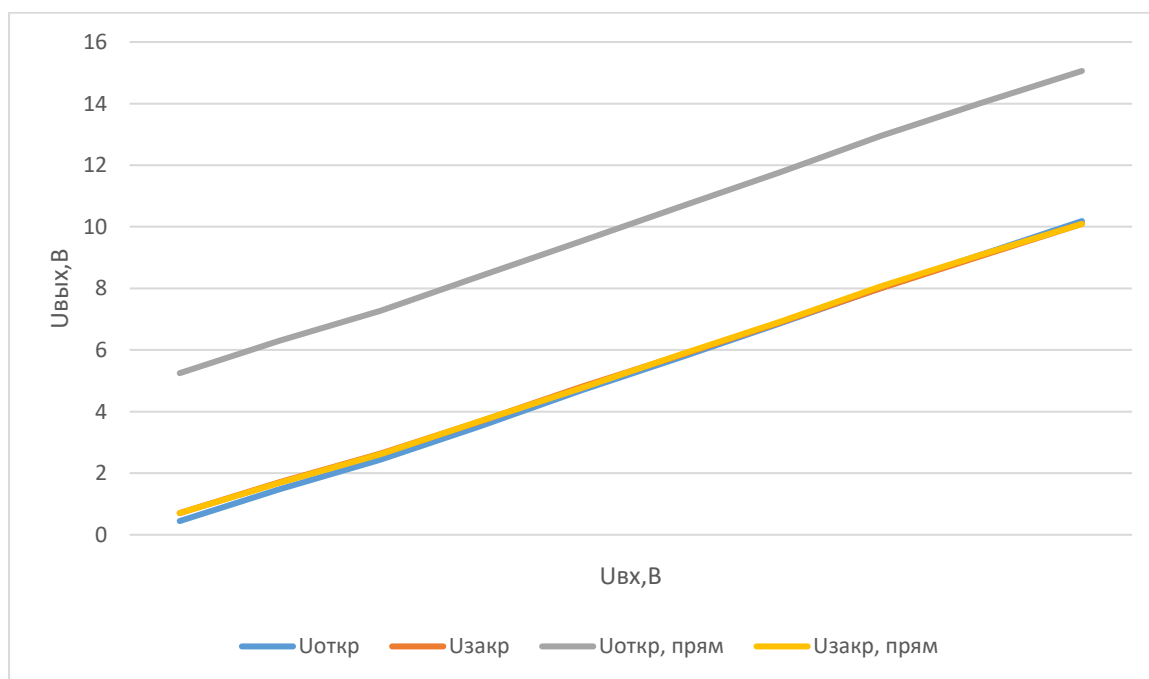


Рис. 6. Зависимость выходного напряжения ДАД при прямом подключении

Делая вывод на основе полученного графика, можно заметить, что различие между зависимостями $U_{откр}(U_{вх}) = U_{прям.откр}(U_{вх})$ состоит в величине отк_р $U_{вх} = 4.5$ в то время как различие между зависимостями $U_{закр}(U_{вх}) =$

$U_{\text{прям.закр}}(U_{\text{вх}})$ между собой проявляется только погрешностями в измерительных приборах.

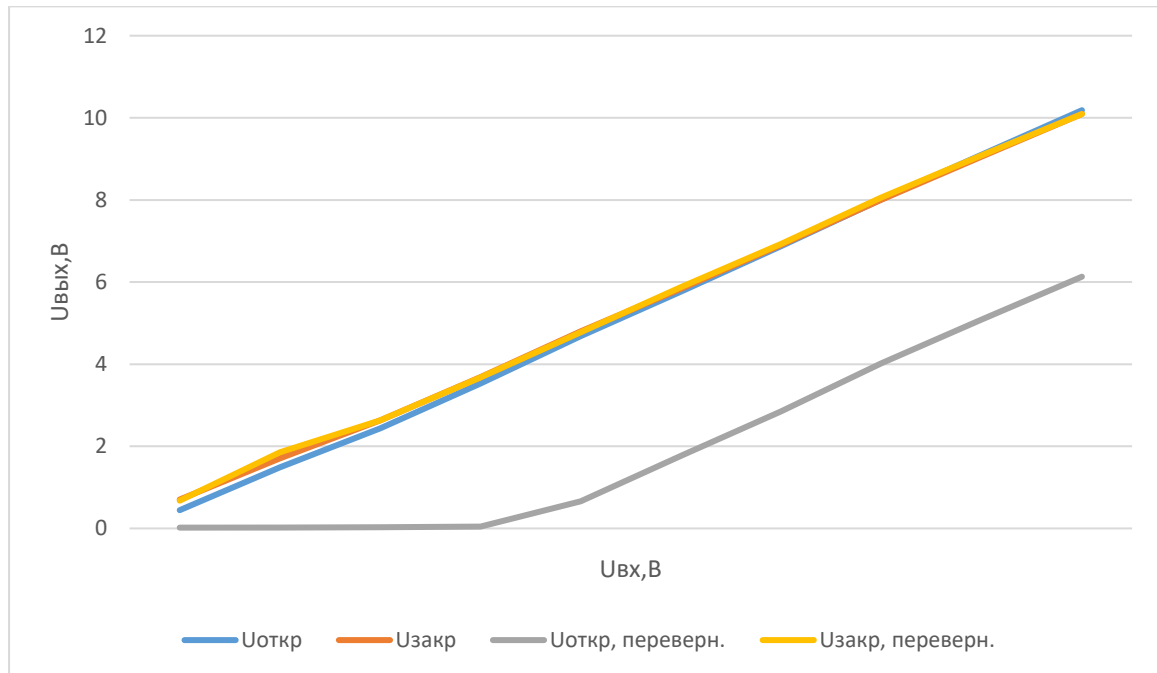


Рис. 7. Зависимость выходного напряжения ДАД при перевернутом подключении

Делая вывод на основе полученного графика, можно заметить, что различие между зависимостями $U_{\text{откр}}(U_{\text{вх}}) = U_{\text{переверн.откр}}(U_{\text{вх}})$ состоит в величине отк r $U_{\text{вх}} = 4.5$ в то время как различие между зависимостями $U_{\text{закр}}(U_{\text{вх}}) = U_{\text{переверн.закр}}(U_{\text{вх}})$ между собой проявляется только погрешностями в измерительных приборах.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДЕТЕКТОРА ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ НЕСИНУСОИДАЛЬНОМ НАПРЯЖЕНИИ

В качестве источника несимметричного синусоидального напряжения используется генератор синусоидального напряжения, подключаемый к детектору через линейный двухполупериодный выпрямитель.

При подаче на вход ДАД положительного напряжения с выхода выпрямителя выходное напряжение детектора с закрытым входом определяется положительной амплитудой U_{m+} переменной составляющей входного

напряжения. При отрицательном входном напряжении – отрицательной амплитудой U_{m-} . На выходе ДАД с открытым входом U_{max} и $U \approx 0$ соответственно.

Значение напряжение детектора задается преподавателем и составляет $U = 7,7\text{В}$.

Измеренное значение напряжение определяется по формуле $U_{max} = U_{вх} \sqrt{2} = 7.7 \cdot \sqrt{2} = 10.89\text{ В}$.

Среднее значение напряжения составляет $\bar{U} = \frac{2U_{max}}{\pi} = 6.93\text{ В}$.

Ниже в таблице 5 приведены результаты измерения напряжения ДАД с открытым входом и закрытым входом при разных полярностях входного напряжения.

Табл. 5. Результаты измерений U откр и U закр

		напряжение
открытый вход	прямая полярность	9.1666
	обратная полярность	0.0784
закрытый вход	прямая полярность	4.877
	обратная полярность	3.4815

На рисунке 8 представлена кривая входного напряжения детектора

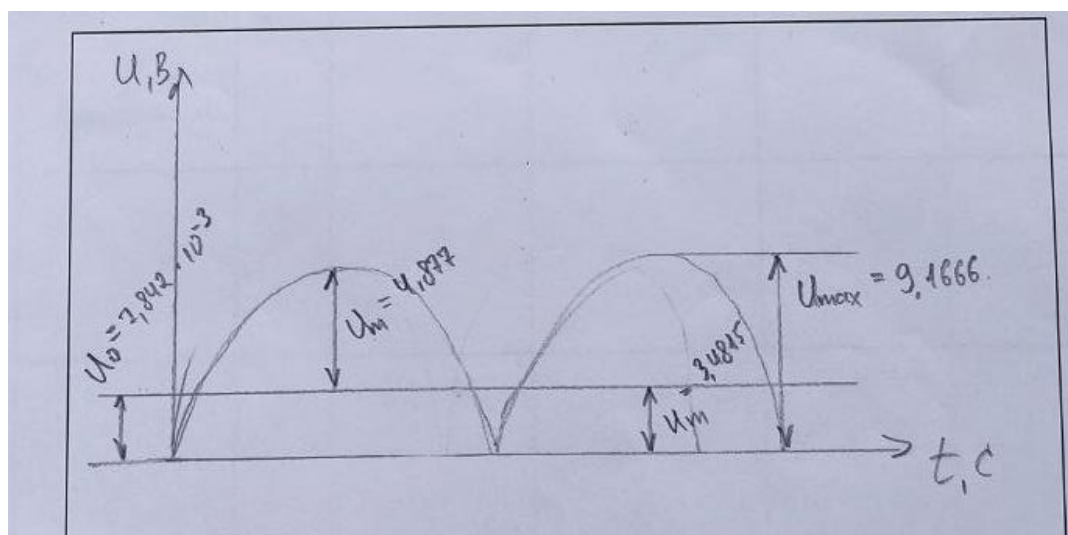


Рисунок 8 – кривая входного напряжения детектора

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе лабораторной работы были исследованы свойства диодных амплитудных детекторов различных типов, определяющих качества электронных вольтметров, при наличии постоянной и переменной составляющих во входном сигнале.

Дата 03.11.2023

Бригада № 2

Протокол

по лабораторной работе № 8

Исследование диодных амплитудных детекторов электронных вольтметров

Выполнили студенты группы К7-314 :

Бухаров А.А. Ланцев А.Е.

(ФИО)

03.11.23

Ход работы

1. Снятие амплитудных характеристик при синусоидальном напряжении

Заданная частота $f = 777$ Гц.

Таблица 1

Номер опыта	$U_{\text{лх}}, \text{В}$	$U_{\text{откр}}, \text{В}$	$U_{\text{закр}}, \text{В}$
1	0,74749	0,44457	0,70375
2	1,5238	10,4848	1,7064
3	2,2200	2,4418	2,6309
4	3,0084	3,5338	3,6849
5	3,8379	4,6875	4,7980
6	4,6115	5,7663	5,8395
7	5,4046	6,8742	6,9074
8	6,2206	8,0146	8,0072
9	7,0000	9,1049	9,0567
10	7,7719	10,1854	10,0956

2. Снятие амплитудно-частотной характеристики

Заданное напряжение детектора $U = 7,77$ В.

Таблица 2

$f, \text{Гц}$	$\log_{10}(f)$	$U_{\text{откр}}, \text{В}$	$U_{\text{закр}}, \text{В}$
30	1,48	10,0821	2,0245
50	1,7	10,1468	3,2510
100	2	10,1687	5,8158
500	2,7	10,1783	9,8550
1000	3	10,1802	10,1629
2000	3,3	10,1802	10,2470
5000	3,7	10,1810	10,2726
10000	4	10,1798	10,2743
50000	4,7	10,1624	10,2596
100000	5	10,1436	10,2421

3. Снятие амплитудной характеристики при напряжении, содержащем постоянную и синусоидальную составляющую

Заданное напряжение детектора $U = 4,5$ В.

Таблица 3

Прямое подключение				Перевернутое подключение			
Номер опыта	$U_{\text{вх}}, \text{В}$	$U_{\text{откр}}, \text{В}$	$U_{\text{закр}}, \text{В}$	Номер опыта	$U_{\text{вх}}, \text{В}$	$U_{\text{откр}}, \text{В}$	$U_{\text{закр}}, \text{В}$
1	0,7444	5,2477	0,7088	1	0,71773	0,01958	0,6774
2	1,5091	6,3080	1,6932	2	1,6269	0,02342	1,8525
3	2,1994	07,2716	2,6107	3	2,2136	0,02754	2,6325
4	3,0077	8,4020	3,6911	4	2,9955	0,0431	3,6802
5	3,8067	9,5226	4,7567	5	3,8138	0,0600	4,7793
6	4,6170	10,6586	5,8550	6	4,6255	1,7655	5,8728
7	5,4153	11,7800	6,9322	7	5,4094	2,8519	6,9278
8	6,2648	12,962	8,0762	8	6,2520	4,0227	8,0619
9	7,0217	14,025	9,0971	9	7,0186	5,0878	9,0876
10	7,7584	15,060	10,0920	10	7,7584	6,1306	10,0923

4. Снятие амплитудной характеристики при напряжении, содержащем постоянную и синусоидальную составляющую

Заданное напряжение детектора $U = 7,7$ В.

Измеренное значение напряжения $U_{\max} = U_{\text{вх}} \sqrt{2} = 10,89$ В.

$$\begin{aligned} \text{Среднее значение напряжения } U_{\text{cp}}(0) &= \frac{2}{T} \int_0^{T/2} u(t) dt = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} U_{\max} \sin(\omega \cdot t) dt = \\ &= \frac{U_{\max}}{\omega \cdot t} \left(1 - \cos\left(\frac{\omega \cdot t}{2}\right) \right) = \frac{2 \cdot U_{\max}}{\pi} = 6,93 \text{ В.} \end{aligned}$$

Таблица 4

		Напряжение, В
Открытый вход	Прямая полярность	9,1666
	Обратная полярность	7,842 мВ
Закрытый вход	Прямая полярность	4,8770
	Обратная полярность	3,4815

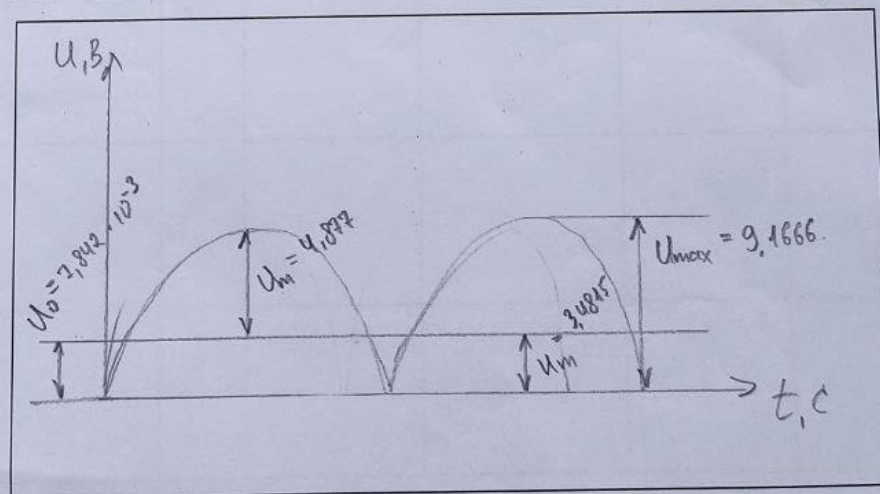


Рисунок 1 –Кривая входного напряжения детектора

Перечень использованных средств измерений

Наименование	Тип	Пределы измерения	Класс точности	Дополн. параметры	Заводской номер
Вольтметр	В7-53 М	4мА - 10А 4000В _н - 4МВ _н	$\pm 0,1\%$	Max U _{вн} = 1000В max I _{вн} = 12 А	W1-009 - 01741 W1-009 - 01645 W1-009 - 01658
Генератор сигналов	866 - 71003			0,1 Гц - 3 МГц	
Источник питания постоянного напряжения	6PS 1830P			Выходное напряжение от 0 до 18 В I _{вых} = 0,3 А	
Диодный амплитудный детектор быстрого и замедл. действия					
Линейный 2-х полу- периодный выпрямитель					