

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

Кафедра радиопластики

Озябкин Семён Витальевич

КУРСОВАЯ РАБОТА

Экспериментальная проверка основных параметров изоляторов

Электромагнитный практикум, 2 курс, группа №20303

Научный руководитель:

Крылов Андрей Александрович

Оценка научного руководителя

« _____ » _____ 20__ г.

Преподаватель практикума

Калинин Пётр Валерьевич

Оценка преподавателя практикума

« _____ » _____ 20__ г.

Куратор практикума:

к.т.н. В.Т. Астрелин

Итоговая оценка

« _____ » _____ 20__ г.

Новосибирск 2021

Оглавление

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 1 | Введение | 4 |
| 1.1 | Предмет исследования..... | 4 |
| 1.2 | Задачи | 6 |
| 1.3 | Описание установки | 6 |
| 2 | Экспериментальная часть..... | 7 |
| 2.1 | Методика измерений | 7 |
| 2.2 | Результаты измерений | 7 |
| 2.3 | Обсуждение результатов | 9 |
| 3 | Вывод..... | 11 |
| 4 | Список литературы | 11 |

Аннотация

Для корректной передачи сигнала в слаботочной электрической схеме и защите её от нежелательных внешних воздействий требуется её изоляция. В качестве элементов, выполняющих роль гальванической развязки, используются оптроны, характеристики которых определяют передачу сигнала из одной части цепи в другую. Целью работы являлось изучение основных статических и динамических параметров оптронов. Был спроектирован и собран экспериментальный стенд для проверки типа оптронов (с учётом входных тока и напряжения оптронов для безопасной работы с ними.) и исследования их основных параметров. По известным данным входного тока и напряжения нужно было установить ВАХ и коэффициент передачи оптронов, а также определить временные задержки при включении/отключении оптронов.

Исходя из полученных результатов, удалось определить требуемые параметры оптронов. Результаты оптрона FOD817 оказались очень близкими к паспортным данным, что позволяет сделать вывод о корректности методов, использованных для определения вида оптопары.

Ключевые слова: оптопара, оптрон, определение параметров оптронов, гальваническая развязка.

1 Введение

1.1 Предмет исследования

В различных сферах деятельности, связанных с электроникой часто возникают проблемы, так или иначе, мешающие корректно передавать сигнал, что приводит к неправильной работе приборов или потере сигнала. Например, при очень низком токе коммутации, большая часть сигнала, передаваемая через обычные соединительные провода, теряется или получает наводки, ввиду которых не удастся восстановить исходный сигнал. Одним из решений данной проблемы служат элементы, гальванически развязывающие электрическую цепь. К таким приборам относится оптоэлектронная пара.

Оптоэлектронная пара представляет собой прибор (чаще всего в едином корпусе), состоящий из двух элементов: светоизлучатель и фотоприёмник, связанных через оптически проводящую среду, но развязанные гальванически.

Существуют четыре основных вида оптронов, отличающиеся фотоприёмниками и, соответственно, вольт-амперными характеристиками (ВАХ):

ФОТОДИОДНЫЙ ОПТРОН. (рис.1а). Коэффициент передачи тока диодного оптрона мал ($K_I=1,0-1,5\%$), однако диодные оптроны - самые быстродействующие (характерные временные параметры - $10^{-5}-10^{-9}$ с).

Фотоприемник диодного оптрона может работать в двух режимах: фотопреобразователя с внешним источником питания и фотогенератора без внешнего источника питания

ФОТОТРАНЗИСТОРНЫЙ ОПТРОН. (рис.1б). В данном виде используется кремниевый фоторезистор, который работает как обычный транзистор, базой служит площадка для приема излучения. Возникающий от попадания излучения на базу ток управляет коллекторным током транзистора. Если между эмиттером и коллектором включить напряжение, то появится ток фототранзистора. При попадании светового излучения на базу коллекторный ток возрастает. Таким образом, фоторезистор является усилителем базового тока, поэтому чувствительность его по сравнению с фотодиодом значительно

выше. Коэффициент передачи тока фототранзисторного оптрона $K_I = 50-100\%$. Недостатком фототранзисторов является то, что они по сравнению с фотодиодами гораздо более инерционны и имеют быстродействие $10^{-4} - 10^{-5}$ с.

ФОТОРЕЗИСТОРНЫЙ ОПТРОН. (рис.1в). В качестве фотоприемника в оптронах также используют фоторезисторы на основе селенида или сульфида кадмия ($CdSe$, CdS). Быстродействие фоторезисторных оптронов целиком определяется быстродействием фотоприемника, которое составляет единицы миллисекунд. Типичные значения коэффициента передачи тока – 90-100%.

ФОТОТИРИСТОРНЫЙ ОПТРОН. (рис.1 г). Включает в себя фототиристор – четырехслойный полупроводниковый прибор с тремя p-n переходами, работающий как ключ, управляемый светом. Принцип действия фототиристора и его вольтамперные характеристики такие же, как у обычного тиристора, только роль управляющего тока играет световой поток. Быстродействие фототиристора определяется временем выключения, в течение которого прибор переходит из открытого состояния в закрытое, оно составляет десятки микросекунд.

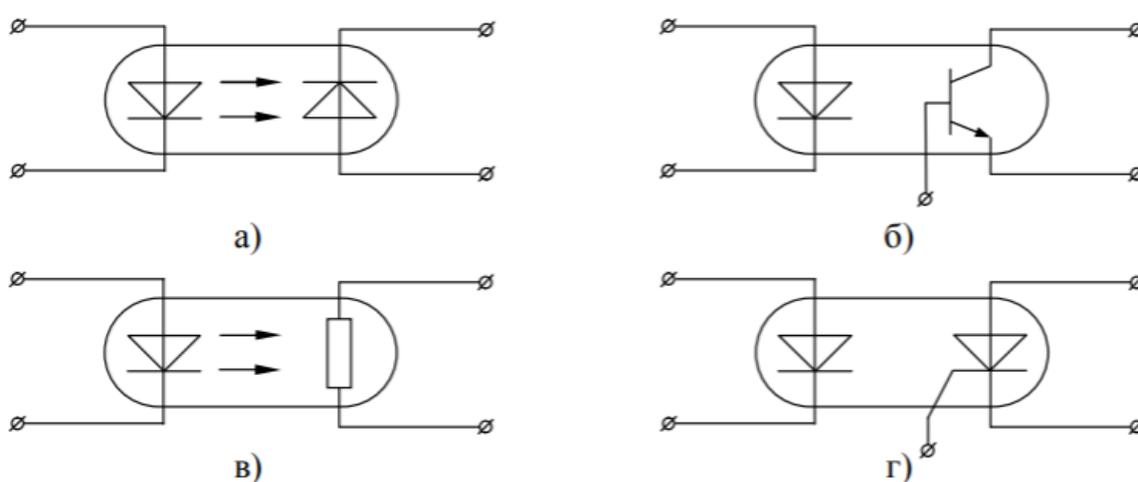


Рис.1 Условные обозначения

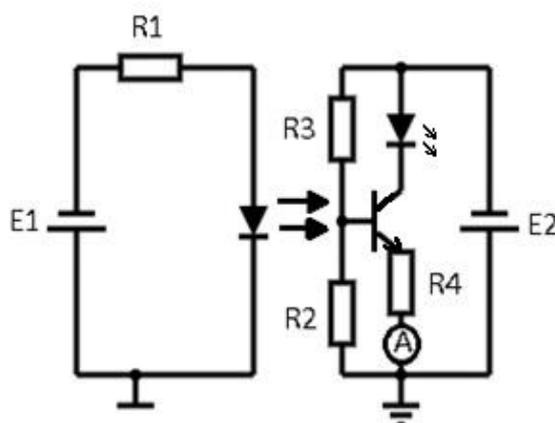
| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| а) Фотодиодный оптрон | б) Фототранзисторный оптрон |
| в) Фоторезисторный оптрон | г) Фототиристорный оптрон |

1.2 Задачи

В зависимости от фотоприёмника оптоэлектронного прибора, закон изменения выходного электрического сигнала в зависимости от внешнего напряжения меняется. Задачей основных параметров двух фототранзисторных оптопар (АОТ127А и FOD817): ВАХ, коэффициент передачи тока и быстродействия. Собранный установка была универсальна для всех видов оптопар, поэтому она использовалась при измерении искомых параметров для всех элементов.

1.3 Описание установки

На рисунке 2 приведена схема установки со всеми номиналами



$$E1 = 0 - 30 \text{ В}$$

$$R1 = 3 \text{ кОм}$$

$$R2 = 10 \text{ кОм}$$

$$R3 = 5,1 \text{ кОм}$$

$$R4 = 5,1 \text{ кОм}$$

$$E2 = 7 \text{ В}$$

Рис.2 схема установки

Значение постоянного входного напряжения $E1$ менялось от 0 до 30 Вольт, таким образом регулировался входной ток. Номинал $R1$ был подобран таким образом, чтобы удовлетворять допустимым значениям входного тока ($I_{вх.} < 20 \text{ мА}$). Выходная схема является каскадом с общим эмиттером. Резисторы $R2$ и $R3$ обеспечивают наличие достаточного тока базы, а $R4$ ограничивает ток, поступающий в амперметр. Для большей достоверности результатов марки оптронов оставались неизвестными. Амперметром A снимались значения выходного тока.

2 Экспериментальная часть

2.1 Методика измерений

С известными номиналом резистора входной цепи и регулируемым входным напряжением, с помощью закона Ома был получен входной ток. Далее, с фиксированным значением напряжения на выходной цепи, с помощью амперметра был снят выходной ток. При разных значениях $I_{вх.}$ были сняты значения $I_{вых.}$, усреднив эти значения и взяв их отношение (без учета тока насыщения) был получен коэффициент передачи. Измерения были при наличии тока в первичной цепи и без него. Для определения характерных временных параметров оптрона использовался осциллограф.

2.2 Результаты измерений

После снятия значений $I_{вых.}$ и с известными значениями входного напряжения, была построена Вольт-Амперная характеристика исследуемой оптопары. без тока в первичной цепи. Оptron №1:

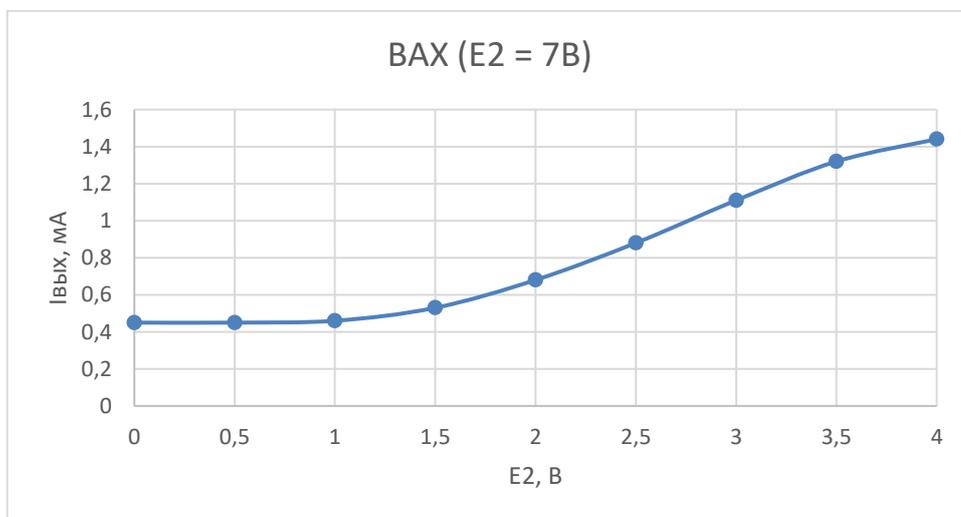


График 1. ВАХ оптопары АОТ127А при напряжении 7 В на выходной цепи

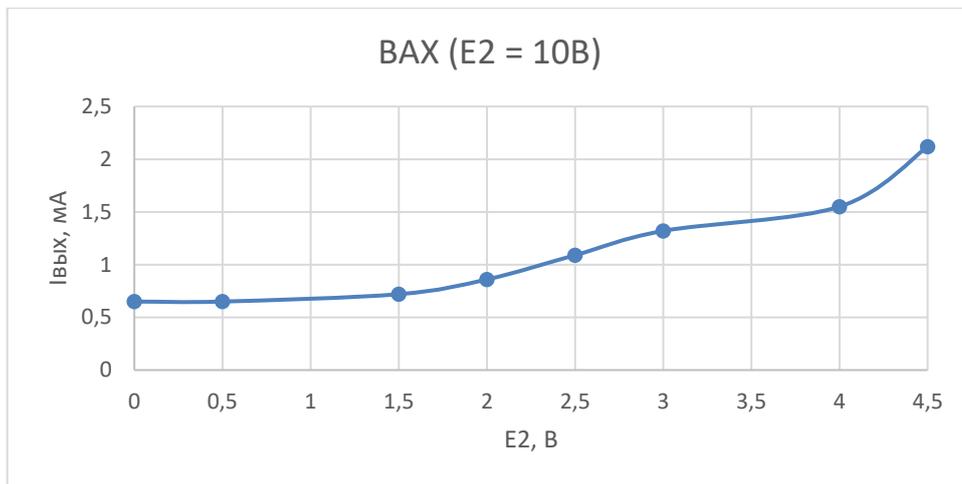


График 2. ВАХ оптопары АОТ127А при напряжении 10 В на выходной цепи

Вольт – Амперная характеристика оптрона №2:

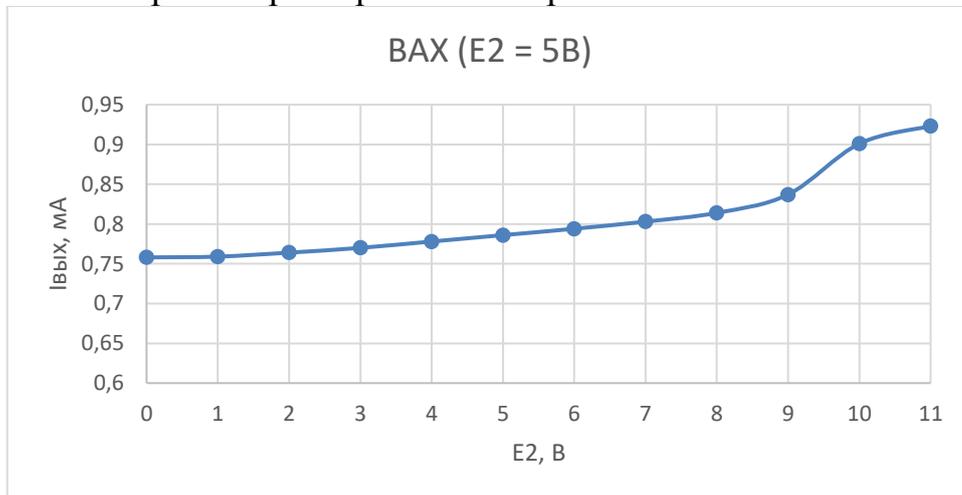


График 3. ВАХ оптопары FOD817 при напряжении 5 В на выходной цепи

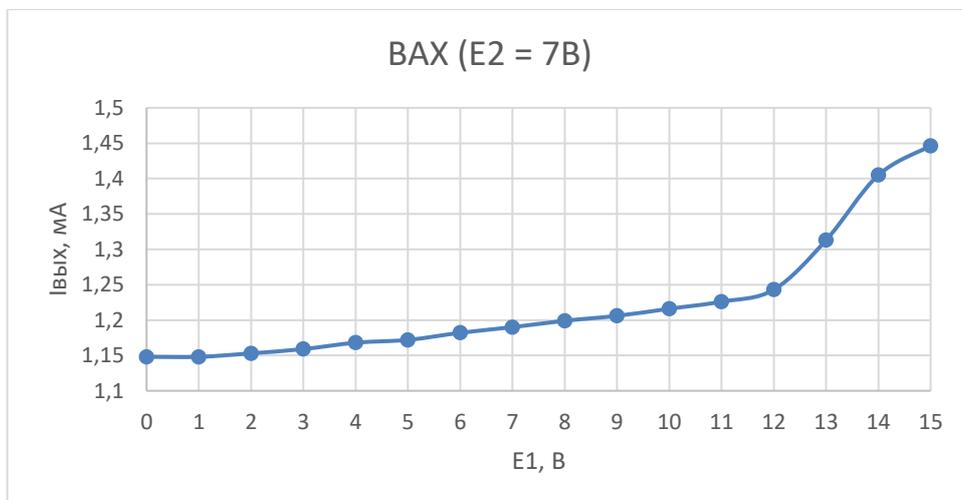


График 1. ВАХ оптопары FOD817 при напряжении 7 В на выходной цепи

С известными данными Вольт-Амперных Характеристик и с учетом погрешности измерения, которая составляет 13%, можно определить коэффициент передачи:

| E2, В | № оптопары | K, % |
|-------|------------|------|
| 7 | 1 | 121 |
| 10 | 1 | 146 |
| 5 | 2 | 41 |
| 7 | 2 | 40 |

Далее, с помощью осциллографа были сняты время спада и нарастания сигнала:

| | Оптопара №1 | Оптопара №2 |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| Время спада сигнала, мкс | 750 | 16 |
| Время нарастания сигнала, мкс | 200 | 12 |

2.3 Обсуждение результатов

В таблице ниже представлен сравнительный анализ экспериментальных теоретических значений исследуемых оптопар. Оптопара №1 – АОТ127А, оптопара №2 – FOD817.

Сравнение данных:

| Оптопара №1(АОТ127А) | Полученные значения | Типичные значения |
|-------------------------------|---------------------|-------------------|
| Время спада сигнала, мкс | 750 | 10 -100 |
| Время нарастания сигнала, мкс | 200 | 10 - 100 |
| Коэффициент передачи, % | 121-146 | 50 – 100% |

| Оптопара №2 (FOD817) | Полученные значения | Паспортные значения |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Время спада сигнала, мкс | 16 | 3-18 |
| Время нарастания сигнала, мкс | 12 | 4-18 |
| Коэффициент передачи, % | 40-41 | 50 - 600 |

3 Вывод

Была поставлена задача исследования основных параметров двух оптронов (АОТ127А и FOD817) по полученным вольт-амперным характеристикам и динамическим параметрам оптронов было определено, что в качестве фотоприемников в данных оптопарах выступают фототранзисторы. Полученные данные оптопары FOD817 соответствуют паспортным значениям с заявленной точностью (13%). Отсутствие единой спецификации для АОТ127А и завышенные по сравнению с типичными значениями параметры требуют дополнительного анализа, выходящего за рамки курсовой работы.

4 Список литературы

1. П. Хоровиц, У. Хилл. «Искусство схемотехники» издание седьмое, 2014г. (стр. 68 – 120)
2. Игнатов А.Н. «Оптоэлектронные приборы и устройства» 2006г. (стр. 157 – 170)
3. Паспорт FOD817.