

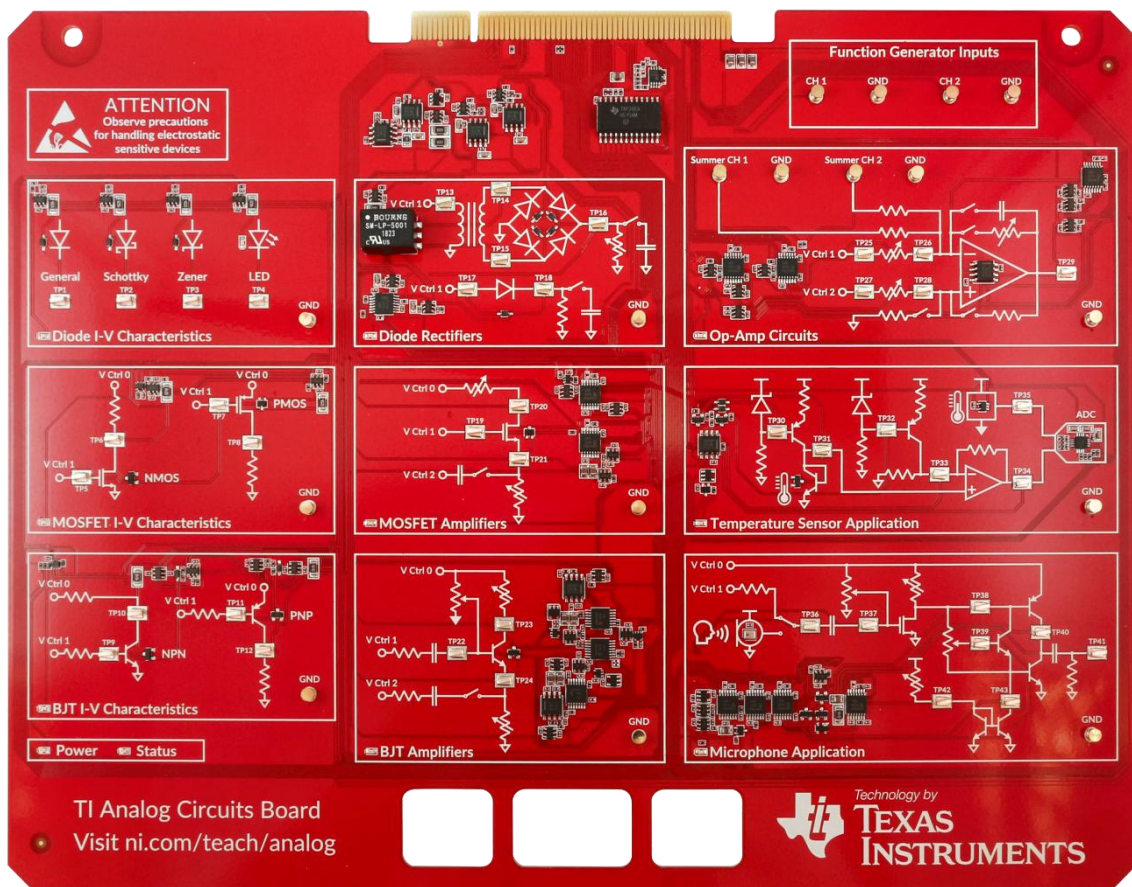


Technology by
TEXAS INSTRUMENTS

Руководство пользователя

Плата TI Analog Electronics
для NI ELVIS III

Установка и конфигурирование



Содержание



1. Сведения о безопасности	3
2. Введение	4
2.1 Плата TI Analog Electronics для NI ELVIS III	4
2.2 Характеристики полупроводниковых компонентов	5
2.3 Применение полупроводниковых компонентов	6
2.4 Операционные усилители	7
2.5 Приложения аналоговой электроники	8
2.6 Подключение платы TI Analog Electronics к NI ELVIS III	9
3. Характеристики полупроводниковых компонентов	12
3.1 Обзор	12
3.1.1 Вольтамперные характеристики диодов	12
3.1.2 Вольтамперные характеристики МОП-транзисторов	12
3.1.3 Вольтамперные характеристики биполярных транзисторов	12
3.2 Основные компоненты	13
4. Применение полупроводниковых компонентов	15
4.1 Обзор	15
4.1.1 Диодные выпрямители	15
4.1.2 Усилители на МОП-транзисторах	15
4.1.3 Усилители на биполярных транзисторах	15
4.2 Основные компоненты	16
5. Операционные усилители	18
5.1 Обзор	18
5.2 Основные компоненты	19
6. Приложения аналоговой электроники	21
6.1 Обзор	21
6.1.1 Приложение для измерения температуры	21
6.1.2 Усиление сигнала с микрофона	21
6.2 Основные компоненты	22
7. Условия эксплуатации	24



1. Сведения о безопасности

Данные символы и определения являются взаимозаменяемыми в руководстве пользователя:

Таблица 1-1. Условные обозначения

Символ	Описание
	Предупреждение: Обратитесь к документации за дополнительной информацией
	Внимание: Соблюдайте меры предосторожности при работе с устройствами, чувствительными к статическому электричеству.



2. Введение

2.1 Плата TI Analog Electronics для NI ELVIS III

Плата TI Analog Electronics для NI ELVIS III, показанная на рисунке 2.1, представляет собой прикладную плату расширения для станции NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite III (NI ELVIS III). Она предоставляет возможность практического изучения полупроводниковых компонентов, схем аналоговой электроники и кондиционирования аналоговых сигналов.

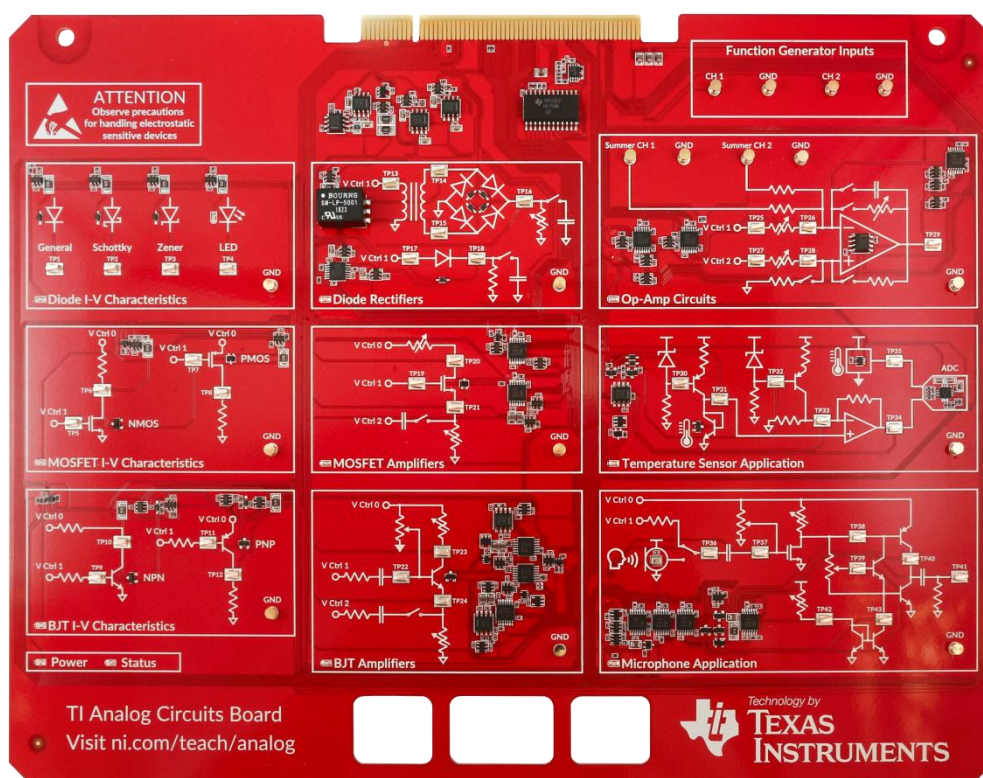


Рисунок 2.1 Плата TI Analog Electronics для NI ELVIS III



Данное оборудование разработано для использования в учебных и исследовательских целях и не предназначено для использования лицами, не обладающими соответствующей квалификацией. Пользователь несет ответственность за то, что оборудование будет использоваться только квалифицированным персоналом.

Плата содержит девять независимых разделов, предоставляющих общую информацию об основных компонентах аналоговых схем, а также возможность реализации простых аналоговых схем и схем для практического применения. Они сгруппированы в четыре основных раздела:

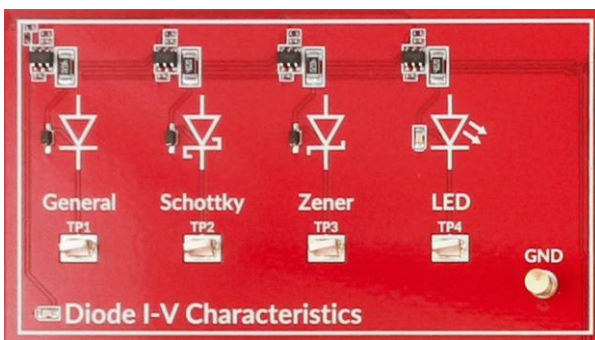
- Вольтамперные характеристики полупроводниковых компонентов
 - Диоды
 - МОП-транзисторы
 - Биполярные транзисторы



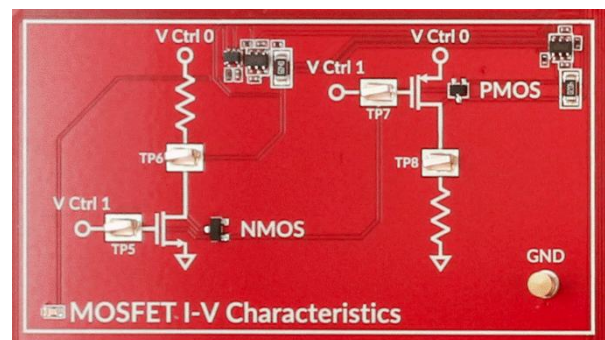
- Применение полупроводниковых компонентов
 - Диодные выпрямители
 - Усилители на МОП-транзисторах
 - Усилители на биполярных транзисторах
- Операционные усилители
- Приложения аналоговой электроники
 - Измерение температуры
 - Усиление аудиосигнала (микрофонный усилитель)

2.2 Характеристики полупроводниковых компонентов

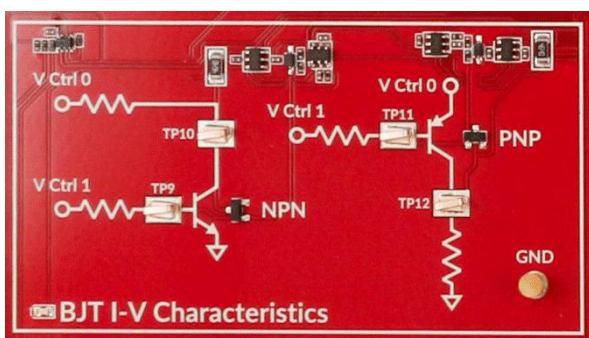
Раздел платы, используемый для исследования характеристик полупроводниковых компонентов, показан на рисунке 2.2. Он состоит из подразделов вольтамперных характеристик (а) диодов, (б) МОП-транзисторов и (с) биполярных транзисторов.



(a)



(b)



(c)

Рисунок 2.2 Раздел платы TI Power Electronics для NI ELVIS III, используемый при исследовании характеристик полупроводниковых компонентов

В каждом подразделе есть простые схемы, предназначенные для стимуляции полупроводниковых компонентов каждого типа различными уровнями напряжения и измерения результирующего тока с помощью встроенных шунтирующих резисторов.

Подраздел характеристик полупроводниковых компонентов используется при выполнении практических экспериментов для изучения:

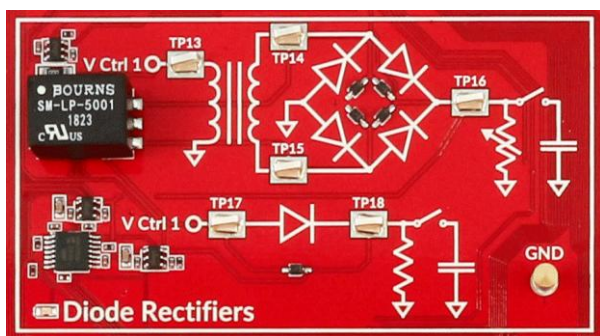
- Характеристик различных типов диодов, в том числе диодов Шоттки, стабилитронов и светодиодов.
- Режимов работы n-канальных и p-канальных МОП-транзисторов.
- Режимов работы n-p-n и p-n-p биполярных транзисторов.



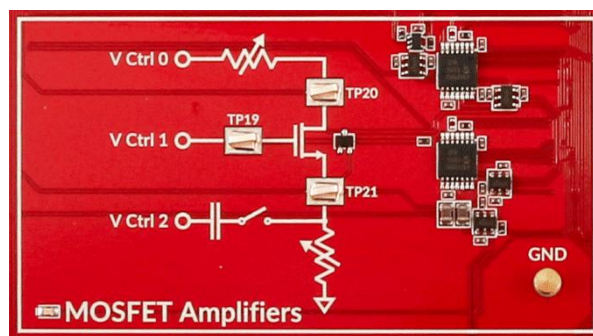
Инструкции для выполнения экспериментов с полупроводниковыми компонентами этого подраздела предоставлены в Руководстве к лабораторному практикуму с использованием платы TI Analog Electronics Board для NI ELVIS III, доступном по адресу <http://www.ni.com/teach/analog>.

2.3 Применение полупроводниковых компонентов

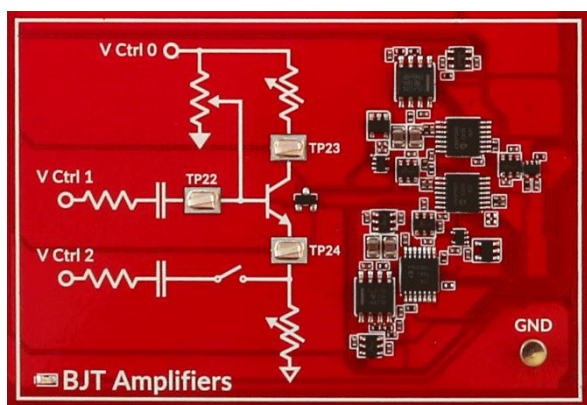
Раздел платы, используемый для обучения применению полупроводниковых компонентов, показан на рисунке 2.3. Он включает подразделы (a) диодных выпрямителей, (b) усилителей на МОП-транзисторах и (c) усилителей на биполярных транзисторах.



(a)



(b)



(c)

Рисунок 2.3 Раздел платы TI Power Electronics для NI ELVIS III, используемый при изучении применения полупроводниковых компонентов

Каждый подраздел углубляет основные знания, полученные при выполнении экспериментов из подраздела о характеристиках полупроводниковых компонентов, помещая каждый полупроводник в готовую схему, которая может использоваться в реальном проекте. Подраздел диодных выпрямителей состоит из одно- и двухполупериодных выпрямителей. Подразделы усилителей на транзисторах содержат однокаскадные усилители на основе транзистора соответствующего типа.

Раздел применения полупроводниковых компонентов используется при выполнении практических экспериментов для изучения:

- Выпрямления сигнала переменного тока
- Работы транзисторов в линейной области
- Смещения транзисторов



Инструкции для выполнения экспериментов со схемами из раздела применения полупроводников предоставлены в Руководстве к лабораторному практикуму с использованием платы TI Analog Electronics Board для NI ELVIS III, доступном по адресу <http://www.ni.com/teach/analog>.

2.4 Операционные усилители

Раздел операционных усилителей показан на рисунке 2.4.

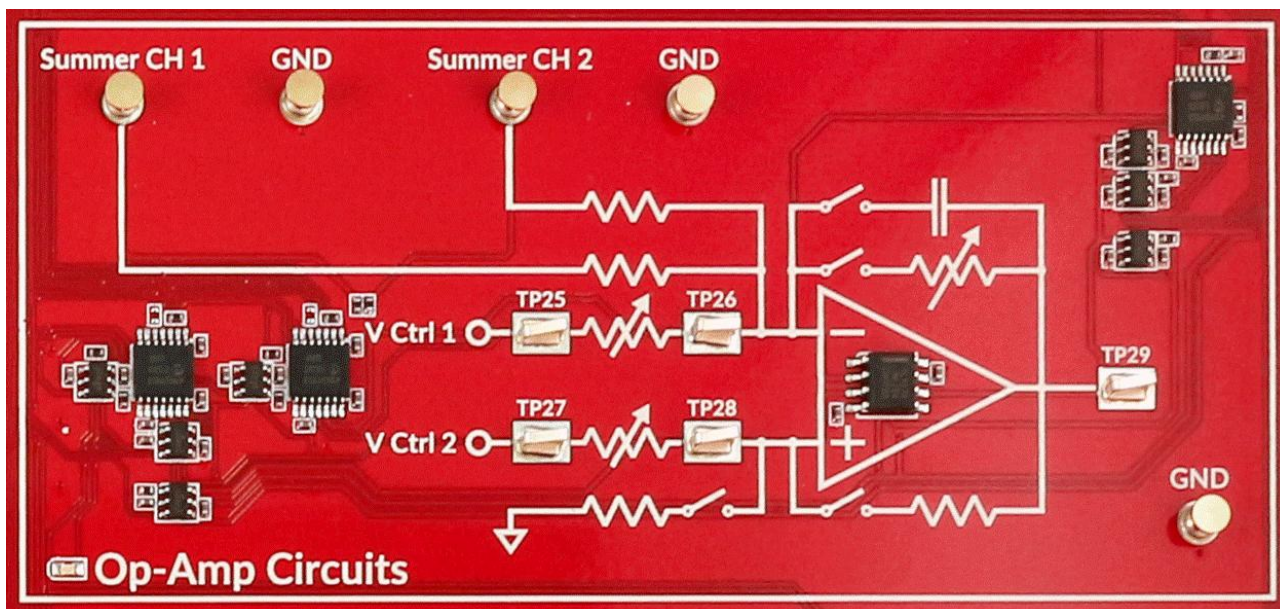


Рисунок 2.4 Раздел платы TI Power Electronics для NI ELVIS III, используемый при исследовании операционных усилителей

Раздел операционных усилителей состоит из схемы на операционном усилителе общего назначения, которая может быть сконфигурирована для решения широкого спектра задач усиления и кондиционирования сигналов. Схема может быть реконфигурирована с помощью цифровых потенциометров и переключателей для выполнения множества экспериментов.

Раздел операционных усилителей используется при выполнении практических экспериментов для изучения:

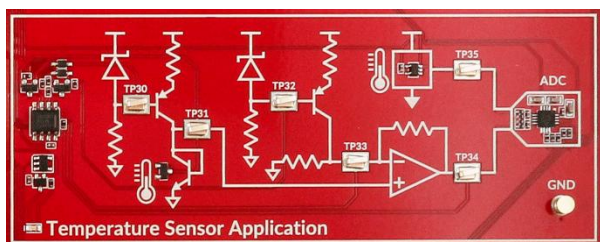
- Повторителей, инвертирующих и неинвертирующих усилителей
- Суммирующих и вычитающих усилителей
- Интегрирования сигнала

Инструкции для выполнения экспериментов в разделе операционных усилителей предоставлены в в Руководстве к лабораторному практикуму с использованием платы TI Analog Electronics Board для NI ELVIS III, доступном по адресу <http://www.ni.com/teach/analog>.

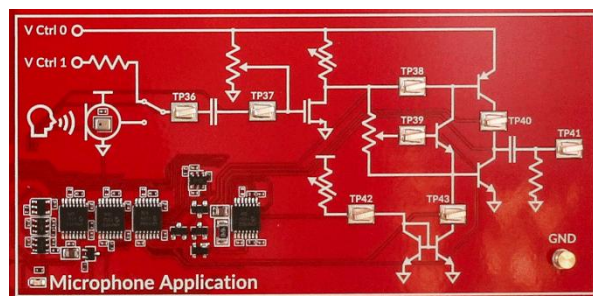


2.5 Приложения аналоговой электроники

Разделы платы, используемые для обучения принципам проектирования прикладных аналоговых схем, показан на рисунке 2.5. Эти разделы посвящены (a) измерению температуры и (b) усилению сигнала с микрофона.



(a)



(b)

Рисунок 2.5 Раздел платы TI Power Electronics для NI ELVIS III, используемый при изучении приложений аналоговой электроники

Эти два раздела предоставляют студентам полнофункциональные примеры прикладных аналоговых схем, используемых в реальном мире. Студенты имеют возможность изменять основные управляющие напряжения и сопротивления в схеме усиления аудиосигнала, и знакомятся с такими продвинутыми темами, как интегральные схемы и аналого-цифровое преобразование, в разделе измерения температуры.

Раздел приложений аналоговой электроники используется при выполнении практических экспериментов для изучения:

- Температурных характеристик полупроводников
- Интегральных схем
- Аналогово-цифрового преобразования
- Многокаскадного усиления
- Кондиционирования аудиосигнала

Инструкции для выполнения экспериментов в разделе приложений аналоговой электроники предоставлены в Руководстве к лабораторному практикуму с использованием платы TI Analog Electronics Board для NI ELVIS III, доступном по адресу <http://www.ni.com/teach/analog>.



2.6 Подключение платы TI Analog Electronics к NI ELVIS III

Плата TI Analog Electronics разработана для установки на станцию NI ELVIS III, как показано на рисунке 2.6.

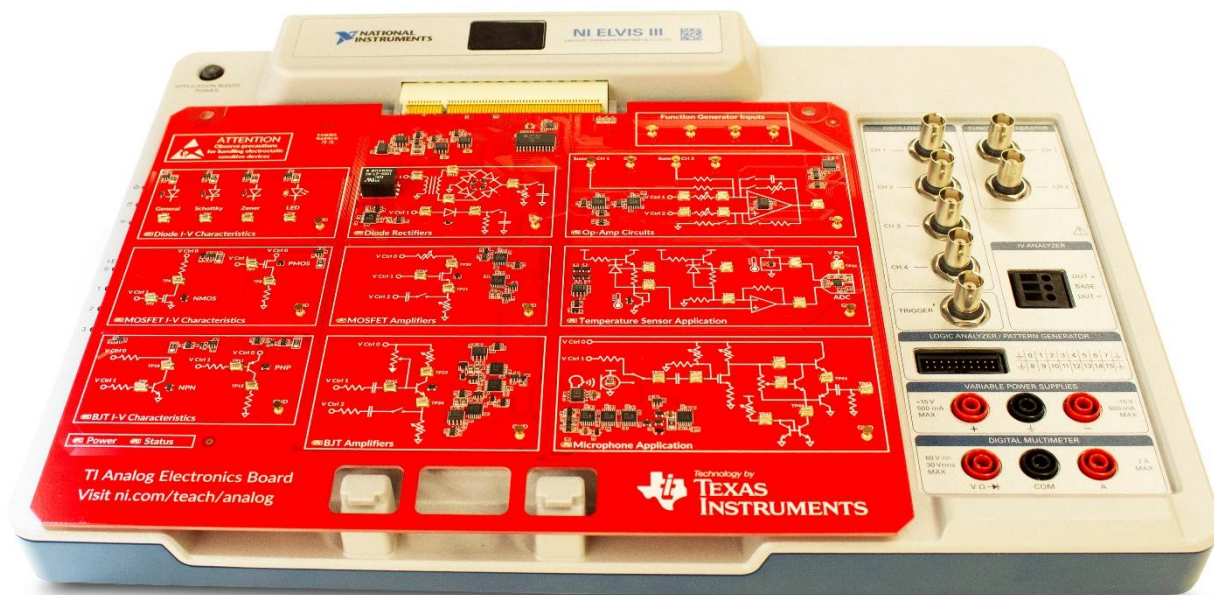


Рисунок 2.6 Плата TI Analog Electronics, расположенная для установки на станцию NI ELVIS III

Выходы каналов CH-1 и CH-2 функционального генератора (FG) NI ELVIS III могут быть подключены к плате TI Analog Electronics Board с помощью двух коаксиальных кабелей "BNC-тестовые клипсы". Для большинства приложений сигналы функционального генератора подключаются ко входам Function Generator Inputs платы, показанным на рисунке 2.7(a). При работе с суммирующим усилителем сигналы могут быть подключены ко входам Summer CHx, показанным на рисунке 2.7(b).



(a)





(b)

Рисунок 2.7 Контрольные точки платы TI Analog Electronics для подключения FGEN.



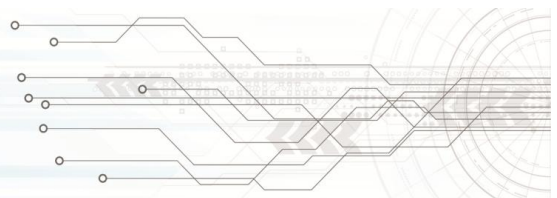
Подключение сигнальных или общих проводников от FGEN к другим контрольным точкам на плате может привести к повреждению компонентов. Подключайте входы сигналов только к контрольным точкам, показанным на рисунке 2.7.

Входы осциллографа NI ELVIS III подключаются к основным контрольным точкам исследуемых схем, которые указаны в инструкциях к лабораторным работам. Для выполнения всех лабораторных работ нужны каналы 1 и 2 осциллографа. Каналы 3 и 4 используются опционально для повышения удобства экспериментов, когда интерес представляют более двух сигналов.



Общие проводники кабелей осциллографа, подключенные к ELVIS III, соединены с общей шиной (заземлением) ELVIS III. Не подключайте общие проводники осциллографа к любой контрольной точке, не обозначенной "GND".

Зеленые светодиоды рядом с названиями разделов светятся при включении соответствующих разделов платы TI Analog Electronics.



Обозначение	Описание
IV Diode LED	Активация светодиода состояния раздела Диоды
IV Diode S1-S4	Выбор активируемого диода в разделе вольтамперных характеристик (ВАХ) диодов
IV NMOS EN	Включение схемы для экспериментов с ВАХ n-канального МОП-транзистора
IV PMOS EN	Включение схемы для экспериментов с ВАХ p-канального МОП-транзистора
IV NPN EN	Включение схемы для экспериментов с ВАХ биполярного транзистора n-p-n типа
IV PNP EN	Включение схемы для экспериментов с ВАХ биполярного транзистора p-n-p типа
Rectifier EN	Включение схемы для экспериментов с диодными выпрямителями
FET Amp EN	Включение схемы для экспериментов с усилителем на МОП-транзисторе
BJT Amp EN	Включение схемы для экспериментов с усилителем на биполярном транзисторе
Opamp EN	Включение схемы для экспериментов с операционным усилителем
Audio Amp EN	Включение схемы для экспериментов с микрофонным усилителем

Таблица 2.1 Сигналы цифрового ввода-вывода NI ELVIS для выбора активных компонентов платы.

При обычном использовании не нужно управлять этими сигналами непосредственно. Формирование сигналов конфигурирования на линиях цифрового ввода-вывода ELVIS III выполняется в прикладных VI или в утилите TI Analog Electronics Application Board.



3. Характеристики полупроводниковых компонентов

3.1 Обзор

Эксперименты с характеристиками полупроводниковых компонентов на плате TI Analog Electronics для NI ELVIS III, показанные на рисунке 2.2, состоят из трех частей:

- Вольтамперные характеристики диодов
- Вольтамперные характеристики МОП-транзисторов
- Вольтамперные характеристики биполярных транзисторов

3.1.1 Вольтамперные характеристики диодов

Этот эксперимент выполняется с четырьмя типами диодов, отмеченных на печатной плате: обычный диод (General), диод Шоттки (Schottky), стабилитрон (Zener) и светодиод (LED). Анод выбранного диода подключен к контакту Vctrl 0, который, по умолчанию, соответствует входу CH1 для сигнала от функционального генератора. Результирующий ток измеряется на соответствующих контрольных точках с использованием нагрузочного резистора 402R.

3.1.2 Вольтамперные характеристики МОП-транзисторов

Этот эксперимент выполняется с n-канальным и p-канальным полевыми транзисторами, управляющие напряжения на затворы которых подаются с контакта V Ctrl 1, а на истоки – с контакта V Ctrl 0. Результирующий ток через МОП-транзистор измеряется с помощью резистора нагрузки 420R, подключенного к истоку n-канального или к стоку p-канального транзисторов.

3.1.3 Вольтамперные характеристики биполярных транзисторов

Этот эксперимент выполняется с n-p-n и p-n-p биполярными транзисторами, управляющие токи в базы которых поступают с контакта V Ctrl 1, а их коллекторы управляются напряжением с контакта V Ctrl 0. Результирующий ток через транзистор измеряется с помощью резистора нагрузки 420R, подключенного к коллектору n-p-n или к эмиттеру p-n-p транзисторов.



3.2 Основные компоненты

Основные компоненты, используемые в экспериментах с характеристиками полупроводниковых компонентов, описаны в таблице 3.1.

Описание	Тип	Информация
Обычный диод	BAS16HT3G	Импульсный диод https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BAS16HT1-D.PDF
Диод Шоттки	NSR0530HT1G	Диод с барьером Шоттки https://www.onsemi.com/pub/Collateral/NSR0530H-D.PDF
Стабилитрон	MM3Z5V1ST1G	Стабилизатор напряжений Зенера https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MM3Z2V4ST1-D.PDF
Светодиод	APG1608ZGC	Светодиод InGaN http://www.kingbrightusa.com/images/catalog/SPEC/APG1608ZGC.pdf
n-канальный МОП-транзистор	BSS127H6327XTSA2	n-канальный маломощный МОП-транзистор (SIPMOS) https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-BSS127-DS-v02_01-en.pdf?fileId=db3a304330f686060131049ef4883edb
p-канальный МОП-транзистор	BSS84PWH6327XTSA1	p-канальный маломощный МОП-транзистор (SIPMOS) https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-BSS84PW-DS-v01_05-en.pdf?fileId=db3a3043321e49940132482056d32474
NPN	BC848ALT1G	Кремниевый n-p-n транзистор общего назначения https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC846ALT1-D.PDF
PNP	BC858ALT1G	Кремниевый p-n-p транзистор общего назначения https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC856ALT1-D.PDF

Таблица 3.1 Основные полупроводниковые компоненты, используемые в разделе исследования характеристик

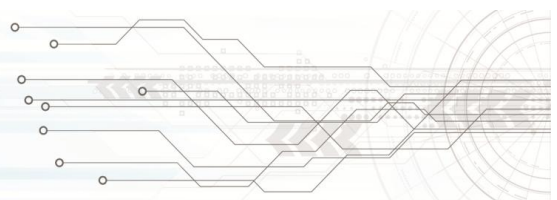


3.3 Контрольные точки

Описание контрольных точек, используемых в экспериментах с характеристиками полупроводниковых компонентов, приведено в таблице 3.2. В этих точках выполняются измерения основных напряжений и токов.

Обозначение	Описание
TP1	Ток обычного диода
TP2	Ток диода Шоттки
TP3	Ток стабилитрона
TP4	Ток светодиода
TP5	Напряжение затвора n-канального МОП-транзистора
TP6	Напряжение истока n-канального МОП-транзистора
TP7	Напряжение затвора p-канального МОП-транзистора
TP8	Напряжение стока p-канального МОП-транзистора
TP9	Ток базы n-p-n транзистора
TP10	Ток коллектора n-p-n транзистора
TP11	Ток базы p-n-p транзистора
TP12	Ток эмиттера p-n-p транзистора

Таблица 3.2 Контрольные точки на плате в разделе исследования характеристик полупроводниковых компонентов



4. Применение полупроводниковых компонентов

4.1 Обзор

Эксперименты по применению полупроводниковых компонентов выполняются со схемами трех подразделов на плате TI Analog Electronics для NI ELVIS III, изображенными на рисунке 2.3:

- Диодные выпрямители
- Усилители на МОП-транзисторах
- Усилители на биполярных транзисторах

4.1.1 Диодные выпрямители

В этом эксперименте исследуются две топологии выпрямителей. Во-первых, однополупериодный выпрямитель, который состоит из одного импульсного диода с фиксированной резистивной нагрузкой и подключаемым к выходу конденсатором. Во-вторых, двухполупериодный выпрямитель с переменной резистивной нагрузкой и подключаемым к выходу конденсатором.

4.1.2 Усилители на МОП-транзисторах

Этот эксперимент выполняется с n-канальным и p-канальным полевыми транзисторами, управляющие напряжения на затворов которых поступают с контакта V Ctrl 1, а на истоки – с контакта V Ctrl 0. Результирующий ток через МОП-транзистор измеряется с помощью нагрузочного резистора 420R, подключенного к истоку n-канального или к стоку p-канального транзисторов.

4.1.3 Усилители на биполярных транзисторах

Этот эксперимент выполняется с n-p-n и p-n-p биполярными транзисторами, управляющие токи в базы которых подаются с контакта V Ctrl 1, а напряжения на коллекторы – с контакта V Ctrl 0. Результирующий ток через транзистор измеряется с помощью нагрузочного резистора 420R, подключенного к коллектору n-p-n или к эмиттеру p-n-p транзисторов.



4.2 Основные компоненты

Основные компоненты, используемые в экспериментах со схемами применения полупроводниковых компонентов, описаны в таблице 4.1.

Описание	Шифр	Информация
Выпрямительный диод	BAS16HT3G	Импульсный диод https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BAS16HT1-D.PDF
Изолирующий трансформатор	SM-LP-5001E	Согласующий трансформатор https://www.bourns.com/docs/Product-Datasheets/SMLP5001.pdf
Нагрузочный конденсатор	GMK107BJ105KA-T	Многослойный керамический конденсатора https://www.yuden.co.jp/productdata/catalog/mlcc01_e.pdf
n-канальный МОП-транзистор	BSS138WH6327XTSA1	n-канальный маломощный МОП-транзистор (SIPMOS) https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-BSS138W-DS-v02_43-en.pdf?fileId=db3a304335113a6301351e62fcb4131f
NPN биполярный транзистор	BC848ALT1G	Кремниевый n-p-n транзистор общего назначения https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC846ALT1-D.PDF

Таблица 4.1 Основные компоненты, используемые в раздела применения полупроводниковых компонентов



4.3 Контрольные точки

Контрольные точки, используемые в экспериментах по применению полупроводниковых компонентов, описаны в таблице 4.2. В этих точках выполняются основные измерения напряжений и токов.

Обозначение	Описание
TP13	Входное напряжение трансформатора
TP14	Выходное напряжение трансформатора 1
TP15	Выходное напряжение трансформатора 2
TP16	Выходное напряжение двухполупериодного выпрямителя
TP17	Входное напряжение однополупериодного выпрямителя
TP18	Выходное напряжение однополупериодного выпрямителя
TP19	Напряжение на стоке МОП-транзистора в схеме усилителя
TP20	Напряжение на затворе МОП-транзистора в схеме усилителя
TP21	Напряжение на истоке МОП-транзистора в схеме усилителя
TP22	Напряжение на базе биполярного транзистора в схеме усилителя
TP11	Напряжение на коллекторе биполярного транзистора в схеме усилителя
TP12	Напряжение на эмиттере биполярного транзистора в схеме усилителя

Таблица 4.2 Контрольные точки в разделе применения полупроводниковых компонентов



5. Операционные усилители

5.1 Обзор

Эксперименты с операционными усилителями на плате TI Analog Electronics для NI ELVIS III, показанными на рисунке 2.4, реализованы в одной реконфигурируемой схеме. Путем изменения сопротивлений на входе и в цепи обратной связи, а также замыкания и размыкания цифровых ключей, схема усилителя может принимать одну из следующих конфигураций:

- **Компаратора**
- **Буферного усилителя**
- **Инвертирующего усилителя**
- **Неинвертирующего усилителя**
- **Суммирующего усилителя**
- **Вычитающего усилителя**
- **Интегратора**

Этот эксперимент состоит из одной центральной микросхемы операционного усилителя с переменными сопротивлениями на входе и в цепи отрицательной обратной связи. На входы этой же микросхемы операционного усилителя включенного по схеме суммирующего усилителя, поступают сигналы от функционального генератора.



5.2 Основные компоненты

Основные компоненты, используемые в экспериментах с операционными усилителями, описаны в таблице 5.1.

Описание	Шифр	Информация
Операционный усилитель	TLV172IDR	Маломощный операционный усилитель с питанием от одного источника http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv172.pdf
Конденсатор обратной связи	TMK105BJ104KV-F	Многослойный керамический конденсатора https://www.yuden.co.jp/productdata/catalog/mlcc01_e.pdf
Резисторы в узле суммирования/вычитания	CRCW04024K99FKED	Толстопленочный бескорпусной резистор 4,99 кОм http://www.vishay.com/docs/20035/dcrcwe3.pdf
Резистор обратной связи для компаратора с гистерезисом	RC0402FR-07100KL	Бескорпусной резистор общего назначения 100 кОм http://www.yageo.com/documents/recent/PYu-RC_Group_51_RoHS_L_10.pdf

Таблица 5.1 Основные компоненты в разделе операционных усилителей



5.3 Контрольные точки

Контрольные точки, используемые в экспериментах с операционными усилителями, описаны в таблице 5.3. В этих точках выполняются основные измерения напряжений, к некоторым контрольным точкам подключаются выходы функционального генератора.

Обозначение	Описание
TP25	Напряжение для инвертирующего входа операционного усилителя
TP26	Напряжение на инвертирующем входе операционного усилителя
TP27	Напряжение для неинвертирующего входа операционного усилителя
TP28	Напряжение на неинвертирующем входе операционного усилителя
TP29	Выходное напряжение/напряжение обратной связи операционного усилителя
Summer CH 1	Входной контакт суммирующего усилителя для сигнала от функционального генератора
Summer CH 2	Входной контакт суммирующего усилителя для сигнала от функционального генератора

Таблица 5.3 Контрольные точки в разделе операционных усилителей



6. Приложения аналоговой электроники

6.1 Обзор

Эксперименты с прикладными аналоговыми схемами на плате TI Analog Electronics для NI ELVIS III, показанными на рисунке 2.5, выполняются при решении двух задач:

- Измерения температуры
- Усиления сигнала с микрофона

6.1.1 Приложение для измерения температуры

В этом эксперименте используются два аналоговых датчика для измерения температуры. Первый датчик – схема на дискретных компонентах, принцип действия которой основан на температурной зависимости характеристики транзистора в активном режиме. Второй – датчик температуры аналогичного принципа действия в микроэлектронном исполнении, более компактный и простой в использовании. Сформированные в датчике сигналы напряжения подаются на микросхему аналого-цифрового преобразователя, таким образом, вся схема представляет собой полноценное устройство измерения температуры.

6.1.2 Усиление сигнала с микрофона

В этом эксперименте используется двухкаскадный усилитель аудиосигнала на транзисторах различных типов. Входной сигнал может поступать или функционального генератора, или со встроенного микрофона. Этот сигнал подается на входной каскад, построенный на основе n-канального МОП-транзистора. Выходной сигнал входного каскада поступает на второй каскад, реализованный на биполярных транзисторах и схемы токового зеркала в микроэлектронном исполнении. Эта схема воспроизводит реальный интегральный усилитель аудиосигнала. Выход усилителя развязан по постоянному току и подключен к фиксированной резистивной нагрузке.



6.2 Основные компоненты

Основные компоненты, используемые в экспериментах с прикладными аналоговыми схемами, описаны в таблице 6.1.

Описание	Шифр	Информация
NPN	BC848ALT1G	Кремниевый n-p-n транзистор общего назначения https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC846ALT1-D.PDF
Опорное напряжение	ATL431BQDBZR	Настраиваемый прецизионный шунтирующий стабилизатор http://www.ti.com/lit/ds/symlink/atl431.pdf
Операционный усилитель	TLV172IDR	Маломощный операционный усилитель с питанием от одного источника http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlv172.pdf
Микросхема датчика температуры	TMP235A4DCKR	Высокоточный датчик температуры с аналоговым выходом http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tmp235.pdf
АЦП	ADS7948SRTER	Двухканальный псевдодифференциальный АЦП последовательного приближения http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads7947.pdf
Микрофон	SPW2430HR5H-B	MEMS микрофон с акустическим входом на верхней стороне корпуса https://www.knowles.com/docs/default-source/model-downloads/spw2430hr5h-b.pdf
n-канальный МОП-транзистор	BSS138WH6327XTSA1	n-канальный маломощный МОП-транзистор (SIPMOS) https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-BSS138W-DS-v02_43-en.pdf?fileId=db3a304335113a6301351e62fcb4131f
NPN	BC848ALT1G	Кремниевый n-p-n транзистор общего назначения https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC846ALT1-D.PDF
PNP	BC858ALT1G	Кремниевый p-n-p транзистор общего назначения https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC856ALT1-D.PDF
Токовое зеркало	BCV61B	Сдвоенный n-p-n транзистор общего назначения https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/BCV61.pdf

Таблица 6.1 Основные компоненты из раздела приложений аналоговой электроники



6.3 Контрольные точки

Контрольные точки, используемые в экспериментах с прикладными аналоговыми схемами, описаны в таблице 6.2. В этих точках выполняются измерения основных напряжений и токов.

Обозначение	Описание
TP30	Напряжение смещения транзистора
TP31	Выходное напряжение транзистора
TP32	Опорное напряжение смещения
TP33	Опорное выходное напряжения
TP34	Напряжение дискретного датчика температуры
TP35	Напряжение интегрального датчика температуры
TP36	Вход аудиосигнала
TP37	Смещенный входной сигнал первого каскада
TP38	Выходной сигнал первого каскада
TP39	Напряжение смещения второго каскада
TP40	Смещенное выходное напряжение второго каскада
TP41	Выходной аудиосигнал
TP42	Управляющее напряжение токового зеркала
TP43	Напряжение на коллекторе токового зеркала

Таблица 6.2 Контрольные точки в разделе приложений аналоговой электроники



7. Условия эксплуатации

Плата TI Power Electronics для NI ELVIS III предназначена для работы при следующих условиях окружающей среды:

- Стандартные характеристики
- Для эксплуатации только в помещении.
- Диапазон температур от 5 °С до 40 °С
- Высота до 2000 м
- Максимальная относительная влажность 80% при температуре до 31°С, линейно уменьшающаяся до 50% при 40°С
- Степень загрязнения 2
- Отклонения напряжения сетевого питания до $\pm 10\%$ от номинального значения
- Максимальная динамическая перегрузка по напряжению 2500 В
- Соответствует степени защиты по IEC 60529: обычное оборудование (IPX0)

