



**ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ**  
**„ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ“**  
**ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕН ФАКУЛТЕТ**  
**КАТЕДРА „ЕЛЕКТРОНИКА, КОМУНИКАЦИИ И**  
**ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ“**



**маг. ЦВЕТЕЛИНА ЛЪЧЕЗАРОВА ИВАНОВА-ВАРАДИНОВА**

**СИСТЕМА ОТ ТЕХНОЛОГИЧНО-БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ**  
**В ИНЖЕНЕРНОТО ОБУЧЕНИЕ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**на дисертация за получаване на образователна научна степен**  
**„доктор“**

**област на висше образование: 5 Технически науки**  
**професионално направление: 5.3 „Комуникационна и компютърна**  
**техника“, докторска програма: „Автоматизация на области от**  
**нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна**  
**дейност и др.)“**

**Научен ръководител: доц. д-р инж. Надежда Кафадарова**

**Пловдив, 2024 г.**

Основният текст на дисертационния труд се състои от 146 (сто четиридесет и шест) страници, 118 (сто и осемнадесет) фигури, 36 (тридесет и шест) таблици, 4 (четири) глави, изводи научно-приложни и приложни приноси, списък със съкращенията и списък с публикациите на автора . Цитираната в дисертационния труд литература включва 92 (деветдесет и две) заглавия от български и чуждестранни автори. Номерата и заглавията на фигурите и таблиците, които са използвани в автореферата, съответстват на тези, които са използвани в основния дисертационен труд.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на заседание на катедрен съвет на катедра „ЕЛЕКТРОНИКА, КОМУНИКАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ“ при ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „Паисий Хилендарски“ на 28.02.2024 г., Протокол № 61

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 27.05.2024 г. от 11:00 часа в зала ЕКИТ ул. „Костаки Пеев“ № 21, на ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „Паисий Хилендарски“ на заседание на научно жури.

Материалите по защитата на докторанта са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Физико-технологичния факултет при ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „Паисий Хилендарски“, ул. „Костаки Пеев“ №21, ет. 4, каб. 1.

Научно жури: проф. д-р инж. Анна Владова Стойнова

проф. д-р Желязка Димитрова Райкова

доц. д-р инж. Борислав Христов Миленков

доц. д-р инж. Николай Атанасов Шопов

доц. д-р инж. Диана Велкова Стоянова

Автор: маг. Цветелина Лъчезарова Иванова-Варадинова

Заглавие: СИСТЕМА ОТ ТЕХНОЛОГИЧНО-БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНОТО ОБУЧЕНИЕ

Тираж: 30 бр.

## УВОД

Дигитализацията на обучението поставя нови предизвикателства пред инженерното обучение. Дигиталната трансформация на обучението предполага разширяване на пространствата и моделите на инженерното обучение съобразно предпочитанията и силните страни на студентите по значими за тях начини.

Инженерното обучение е подвластно на дигиталната трансформация и изисква промяна в организацията на моделите на обучение, мотивирана от дигиталните иновации. Промяната в инженерното обучение поставя нови въпроси и хипотези за технологично-базираните решения в контекста на дигиталната и социалната му ориентация. Необходима е синергия на дигитални технологии; отчитане на фактори, ориентирани към личностните особености на обучаваните и организационно-административни фактори за инженерното обучение.

Във фокуса на инженерното обучение се поставя все по-настойчиво разрешаването на проблематиката, свързана с предоставяне на знания и формиране на умения без пренебрегване на традиционните модели на обучение, и с включване на дигитални и смарт дигитални технологии и формиране на дигитални компетентности.

Тези нови предизвикателства могат да се очертаят в няколко пространства:

- разработване, актуализиране и внедряване на специфика на модели на инженерното обучение при присъствено обучение, при дистанционно обучение със симулации и при обучение с отдалечен достъп;
- извеждане на социална ориентация на инженерното обучение с акцент на личностното позициониране през Аз-ефективност и с акцент на въвеждане не само на рационални, но също така и на критични и креативни когнитивни модели;
- вземане на технологично-базирани решения в инженерното обучение.

**Актуалността** на настоящия дисертационен труд се определя и от настоящото състояние и перспективното модернизирание на инженерното обучение в университета съобразно изискванията на пазара на труда и бизнеса; и съобразно необходимостта от формиране на дигитални и меки компетентности, които ще се могат да се реализират в процеса на обучение, ежедневието и професионалната реализация през целия жизнен цикъл на всеки студент.

Тематиката на дисертационният труд е интердисциплинарна. Дефинираните цел и задачи на научната разработка включват прилагане на знания, умения и компетенции в областта на техническите науки 5.3 и педагогическите науки 1.3. Разработването на

упражнения по електроника и системата за отдалечен достъп влиза в пряка връзка с разработването на педагогическа методика за самите лабораторни упражнения.

**Цел на настоящия дисертационен труд и задачи за постигането ѝ:**

**Целта на дисертационния труд е разработката и изследването на система от технологично-базирани решения в инженерното обучение, като основният акцент е коректното дефиниране на спецификите на инженерното обучение и осигуряването на възможности за качествена оценка на ефективността на разработената система.**

За постигане на целта на дисертационния труд е необходимо да се извършат следните изследователски задачи:

1. Да се проучат съществуващите технологично-базирани решения, прилагани в обучението. Да се извърши критичен теоретичен анализ на литературата в областта на научното изследване;
2. Да се дефинират спецификите на инженерното обучение по отношение на вземането на технологично-базирани решения;
3. Да се разработи модел на технологично-базирани решения в инженерното обучение;
4. В рамките на модела да се разработи система от лабораторни упражнения по инженерни дисциплини за различните методи на обучение, дефинирани в модела;
5. Да се създаде методика за провеждане на лабораторните упражнения;
6. Да се изгради система за отдалечен достъп за провеждане на лабораторни упражнения в реално време;
7. Да се изследва ефективността на разработения модел на технологично-базирани решения в инженерното обучение чрез провеждане на педагогическите изследвания и анализ на получените резултати.

# ПЪРВА ГЛАВА

## ТЕОРЕТИЧЕН АНАЛИЗ

### 1. ТЕХНОЛОГИЧНО-БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ В ОБУЧЕНИЕТО

#### 1.1. Методи за обучение

Методите за обучение са систематично организирани процедури и подходи, които се използват за улесняване на процеса на обучение и усвояване на нови знания, умения и убеждения. Те включват разнообразни стратегии, техники и инструменти, които се прилагат от образователни институции и преподаватели с цел постигане на определени образователни цели и подпомагане на студентите и студентите в техния образователен напредък. Методите за обучение могат да варират в зависимост от контекста на обучението, учебната дисциплина, стиловете на учене на студентите и студентите и предпочитанията на образователната институция.

Съществува широк спектър от методи за обучение, използвани в обучението, науката, технологиите и други области.

Таблица 1. Сравнителна характеристика между различните методи за обучение

Метод	Предимства	Ограничения
Традиционно обучение	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ефективно предаване на базови познания и информация.</li><li>▪ Може да бъде лесно масово приложимо за големи групи студенти.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ограничен е потенциалът за интеракция и активно участие на студентите.</li><li>▪ Може да бъде еднообразно и недостатъчно ангажиращо за някои студенти.</li></ul>
Дистанционно обучение	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Позволява гъвкавост и достъп до обучение от разстояние.</li><li>▪ Подходящо за студенти, които не могат да присъстват физически.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Изисква силна интернет връзка и подходяща технологична инфраструктура.</li><li>▪ Не всички учебници могат да се адаптират успешно към обучение от разстояние.</li></ul>
Проблемно-базирано обучение	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Поощрява критичното мислене и решаването на реални проблеми.</li><li>▪ Подпомага приложението на знания в практически контекст.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Изисква добре структурирана и управлявана среда за обучение.</li><li>▪ Може да бъде предизвикателство за справяне със сложни проблеми.</li></ul>
Онлайн обучение (e-Learning)	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Предоставя гъвкавост и достъпност на обучението от различни места и в различно време.</li><li>▪ Може да бъде по-ефективно за разпространение на информация и материали чрез интернет.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Изисква добре структуриран курс и подходящи технологии.</li><li>▪ Може да се сблъска с предизвикателства като отсъствието на лична интеракция и мотивация.</li></ul>

Тези методи се базират на използването на различни технологии и софтуерни инструменти за подпомагане на обучението в инженерните науки и практики. Те се фокусират върху интегрирането на съвременни технологии в образователния процес с цел подобряване на учебния опит и развиване на ключови умения и компетенции на студентите.

**Уеб базирани ресурси и платформи:** Интернет и веб базирани образователни платформи съдържат разнообразни материали и ресурси, които се използват за обучение в инженерното обучение. Те са онлайн системи, които предоставят образователни материали, инструменти и ресурси за обучение и обучителни дейности чрез интернет. Те предлагат разнообразни форми на обучение, включително курсове, лекции, упражнения, визуални материали и други образователни ресурси. Някои от основните характеристики и функционалности на веб базираните ресурси и платформи за обучение са достъпност, разнообразие от образователни материали, интерактивност, персонализация, социално обучение, мобилност.

### ***1.2. Предишен опит за използване на технологично-базирани решения в обучението във Физико-технологичния факултет***

Физико-технологичният факултет има дългогодишен опит в създаването и внедряването в обучението на различни иновативни обучителни системи и технологично-базирани методи.

#### ***Dipseil***

„Системата Dipseil е интернет базирана система, която представя проектно-базиран метод на обучение в пловдивския университет „Паисий Хилендарски“. Тази система предоставя интерактивен начин за доставяне на учебното съдържание. Dipseil се основава на основни педагогически методи за прилагане, улесняване и насърчаване на учебни преживявания.“ (Tokmakov, D. 2011, 2013) “Електронното обучение е станало необходимост във висшите учебни заведения и се внедрява в учебните заведения по целия свят.” (Islam, N., Beer, M., & Slack, F. 2015).

#### ***QR кодове и добавена реалност***

„Наслаждаването на виртуално съдържание (текст, анимация, графика, аудио, видео, 3D обекти) върху реални обекти. Концепцията за смесване на виртуални данни с това, което виждаме в реалния свят, носи със себе си нови очаквания по отношение на достъпа до информация и нови възможности за учене.“ (Стоянова, Д. 2023)  
*Добавената реалност може да се използва с компютър и с мобилни устройства. Добавената реалност може да базира на геолокации и на разпознаване на реални образи, или да се използва т. нар маркер. Най-често това са квадратни черно-бели изображения, подобно на 2D/QR баркода, отбелязващи определено място или реален обект от околната среда. След като софтуерът за добавена реалност разчете маркера, потребителят може да види асоциираното с него виртуално съдържание.“ (Стоянова, Д. 2016)*

## ВТОВА ГЛАВА

### МОДЕЛ НА ТЕХНОЛОГИЧНО-БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНОТО ОБУЧЕНИЕ

#### *2.1. Технологично-базирани решения в обучението на студенти по инженерни дисциплини*

В университетската среда обучението традиционно се провежда присъствено. Пандемията КОВИД – 19 ускори процеса на обучение от разстояние в електронна среда. Повсеместната дигитализация на обучението направи електронното обучение предпочитано за преподавателите и студентите при определени ситуации и контексти. Този вид обучение все повече навлиза като алтернативен метод на присъственото обучение.

#### *Традиционно обучение*

Традиционният начин на обучение се осъществява присъствено, в класна стая. Той се фокусира върху придобиването на теоретични познания и директна, постоянна връзка с преподавателя, което позволява директна комуникация. Традиционното обучение следва структуриран график с определени часове и продължителност на упражнението.

Технологиите предоставят интерактивно обучение. Образователните технологии като образователни приложения, симулации и интерактивни видеоклипове ангажират студентите в активно учене. Тези инструменти правят сложните концепции по-лесни за разбиране и запазване, като позволяват на студентите да взаимодействат с материала по практичен начин. От друга страна адаптивният софтуер за обучение приспособява инструкциите към индивидуалните нужди, темпо и стил на учене на всеки студент. Този персонализиран подход гарантира, че студентите получават целенасочени инструкции и подкрепа там, където се нуждаят най-много, което води до по-добри резултати от обучението.

**В обучението на студенти от инженерните специалности технологиите могат да намерят съществено приложение в контекста на съвременните образователни концепции. Идентифицират се два основни технологично-базирани обучителни метода: обучение с отдалечен достъп и дистанционно обучение чрез симулации. Все още, обаче, няма достатъчно проведени изследвания за ефективността на**

**прилагането на тези технологични обучителни методи при подготовката на студентите от инженерните специалности по конкретни дисциплини.**

### **Обучение с отдалечен достъп**

Обучението с отдалечен достъп представлява форма на онлайн обучение, където студентите имат възможност да се обучават от всяка точка на света и да получават достъп до учебните материали по всяко удобно за тях време. С непрестанното развитие на технологиите отдалеченият достъп до лаборатории става все по-достъпен за голяма част от студентите. Този метод на обучение дава възможност за „персонализиран подход, адаптиран към индивидуалните нужди на студентите, фокусиран върху подобряването на теоретични познания и разбирането модели. Електронното обучение предоставя най-новите технологии и по-добри възможности в сравнение с традиционните методи на обучение.”

**Всички изброени характеристики на този вид обучение аргументират изборът на обучението с отдалечен достъп като един от методите за обучение, който да бъде включен в изследването, проведено в рамките на настоящата дисертация. За целите на дисертацията е осъществен отдалечен достъп до лаборатория по електроника, като е проектирана и изградена свързаност между платформа за тест на прототипи NI ELVIS III и клиентско приложение Measurements Live. Така е осигурена възможност за провеждане на измервания и лабораторни упражнения в реално време посредством отдалечен достъп. Проектираната свързаност е описана в Глава 3 на настоящия дисертационен труд.**

### **Дистанционно обучение чрез симулация**

Симулациите се използват все по-широко в обучението. Те позволяват на студентите да правят сложни експерименти и процедури, в безопасна и сигурна за тях среда, без рисковете, които могат да възникнат по време на присъственото обучение.

Основен елемент в осъществяването на този вид обучение е правилният избор на подходящ софтуер за симулация, който съответства на учебните цели и учебната програма. Преподавателят е отговорен за интегрирането на симулациите в учебните материали и за задаването на ясни инструкции за това как студентите могат да имат достъп и да взаимодействат със симулациите. От съществено значение е осигуряването на достъп до симулационните платформи. Студентите трябва да имат достъп до необходимия хардуер и софтуер за изпълнение на симулациите.



Посредством дистанционното обучение чрез симулации се улеснява активното учене, насърчават се студентите да се ангажират активно със симулациите, като им се поставят въпроси, възлагат им се задачи и се улесняват дискусиите, свързани със симулационните сценарии. По този начин се насърчава критичното мислене и решаването на проблеми.

**Предимствата, които дистанционното обучение чрез симулации предлага при подготовката на студентите по инженерните дисциплини, аргументират изборът на това обучение като другият основен метод за обучение, който да бъде включен в изследването, проведено в рамките на настоящата дисертация.**

## ***2.2. Модел на „Технологично-базираните решения в инженерното обучение“***

**Въз основа на проведенния анализ на предимствата и ограниченията при използването на технологии в обучението е разработен е модел за технологично-базираните решения в инженерното обучение, който включва:**

- разработване на методика за провеждане на упражнения по инженерни дисциплини,
- изграждане на система за отдалечен достъп до инженерна лаборатория,
- провеждане на педагогическите изследвания и анализ на получените резултати.

**Системата, включена в модела за технологично-базираните решения в инженерното обучение, се състои от лабораторни упражнения, които се провеждат по три метода на обучение:**

- *присъствено обучение;*
- *обучение с отдалечен достъп;*
- *дистанционно обучение чрез симулация.*

За да се изследва **ефикасността на модела за технологично-базираните решения в инженерното обучение** са разработени лабораторни упражнения по дисциплината „Електроника“. Дисциплината е избрана поради факта, че се изучава от студентите от четири от професионалните направления, в които обучава Физико-технологичния факултет на Пловдивския университет, а именно 5.1. Машинно инженерство, 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, 5.3. Комуникационна и компютърна техника, 4.1. Физически науки.

Избрани са да бъдат разработени три лабораторни упражнения с различна трудност на реализация и изпълнение от студентите. Целта е да се изследва ефективността на разработената система от упражнения, включена в модела на

технологично-базирани решения в инженерното обучение, за трите метода на обучение.

### **Участници в изследването**

Участници в изследването са студенти от инженерните специалности Информационно и компютърно инженерство, Телекомуникационни и информационни системи и Телекомуникации с мениджмънт, които са разделени на три групи, и се обучават съответно чрез: присъствено обучение – 13 студента, обучение чрез отдалечен достъп – 12 студента, и дистанционно обучение чрез стимулации – 14 студента. Обучението е проведено в рамките на 4ти семестър през учебната 2022 – 2023 г.

### **Система от лабораторните упражнения**

При разработването на лабораторните упражнения по „Електроника“, за трите метода на обучение се използват следната апаратура, елементи и софтуер:

✓ при присъствените упражнения е използвана платформата NI ELVIS III, от която се използват дадените за конкретното лабораторно упражнение измервателни инструменти. NI ELVIS III е интегрирана образователна платформа, създадена от National Instruments, предназначена за изучаване на електроника, сензори, измервания и виртуални среди за програмиране. Тази платформа комбинира хардуерни и софтуерни компоненти, които са идеални за обучение в академични среди в областта на инженерството и науката. Физико-технологичния факултет разполага със закупени 11 платформи. NI ELVIS III е хардуерна основа, която включва вградени средства за измерване и контрол, като например аналогови и цифрови входове и изходи, захранване, вградени функции за генериране на сигнали и други. Платформата е свързана с NI ELVIS III компютърен софтуер, който предлага графичен потребителски интерфейс за визуализация на данните от измерванията, управление на хардуера и провеждане на експерименти. NI ELVIS III се интегрира с различни софтуерни инструменти, предоставяйки възможности за програмиране и симулация, като например LabVIEW и Multisim, които улесняват разработката на електронни системи и извършването на симулации. Платформата е проектирана да бъде лесна за употреба и достъпна за обучение в учебни заведения, като предоставя гъвкавост и функционалност, необходима за провеждане на различни учебни активности и проекти.

✓ при упражненията, които ще бъдат достъпвани дистанционно, чрез симулации, се използва софтуера Multisim за проектиране на схемата, от самите

студенти, за конкретното лабораторно упражнение. Този софтуер е със закупен лиценз от Физико-технологичния факултет. Multisim е софтуер за симулация на електронни вериги, който предлага широк спектър от функционалности. Multisim позволява на потребителите да създават електрически схеми чрез влачане и поставяне на компоненти от библиотеката на софтуера. Потребителите могат да свързват компонентите с проводници и да създават сложни схеми. След като е създадена схема, Multisim предоставя възможност за симулация на електрическите параметри на схемата. Потребителите могат да извършват различни видове симулации, като например DC, AC и времеви симулации, за да анализират поведението на схемата в различни условия. Multisim предлага различни инструменти за анализ на схеми, включително изчислителни инструменти, които позволяват на потребителите да измерват различни параметри като напрежение, ток и мощност в схемата. Multisim предоставя възможност за визуализация на резултатите от симулациите чрез графики и диаграми, които помагат на потребителите да анализират и разберат поведението на схемата. Multisim позволява на потребителите да споделят схеми и данни с други потребители, което улеснява съвместната работа и обмена на информация в екипа.

✓ при упражненията, които ще се изработват чрез отдалечен достъп, схемата е вече проектирана, като е използван софтуера Measurements Live и е предварително реализирана на платформата NI ELVIS III от преподавателя в лабораторията по „Електроника“. За целта е проектирана и реализирана система за отдалечен достъп до инженерна лаборатория.

Разработени са три лабораторни упражнения по дисциплината „Електроника“, които са изцяло съобразени с учебната програма и потребностите на студентите от инженерните и физичните специалности. Подготвени са методики към самите упражнения „Изследване на предавателни характеристики на биполярни транзистори“, „Изследване на биполярни транзистори като усилвател“ и „Изследване на аналогово-цифрови преобразуватели“, като в методиките е предоставена теория за функционирането, компонентите и начина на работа на изследваните уреди, след това стъпка по стъпка е описан начина на работа с конкретния уред и това как трябва да бъде изпълнено самото упражнение, най-накрая са дадени задачите за изпълнение, които студентите трябва да изработят.

Лабораторните упражнения са насочени към изучаването на някои от приложенията на транзисторите и тяхната употреба, както и с изследването на аналогово-цифрови преобразувател.

В методиката за упражненията, които се изработват дистанционно, чрез симулации се използва софтуера Multisim, за реализиране на изследваната схема. При тях отново има теоретична част и задачи за изпълнение. Студентите сами трябва да построят изследваната схема в софтуера Multisim, като начинът на изпълнение е подробно описан в методиката, която е приложена към всяко едно от упражненията. При този метод няма преподавател, който да помогне на студентите при евентуални възникнали затруднения от тяхна страна, те сами трябва да се справят с поставената им задача. Всеки от студентите работи индивидуално.

Методиката, която е разработена за лабораторните упражнения, които биват изработвани от студентите чрез отдалечен достъп, се състои от теоретична част и задачи за изпълнение. В този метод се използва платформата NI ELVIS III, на която преподавателя вече е реализирал дадената за конкретното упражнение изследвана схема. В методиката подробно е описан начинът, по който студентите достъпват схемата чрез отдалечен достъп, като им се предоставя IP адреса на всяка една от установките, след което студентите влизат един по един в определен от преподавателя час, този час отговаря на дължината на един учебен час. Така се запазва времето, с което разполага и групата която прави упражненията присъствено. След като достъпят реализираната експериментална установка, студентите използват Measurements Live, за да изследват схемата и съответно да изпълнят поставените им задачи.

#### *Цели на лабораторните упражнения:*

Запознаване на студентите с работата на биполярен транзистор, придобиване на знания за волт-амперна характеристика, използване на биполярен транзистор (БПТ), режими на работа на БПТ, управление на входа на БПТ за работа в ключов режим, принципът на действие на АЦП.

#### **• Лабораторно упражнение „Изследване на предавателни характеристики на биполярни транзистори“**

За реализацията на упражнението „Изследване на предавателни характеристики на биполярни транзистори“ при присъствено обучение, студентите могат да използват външни измервателни уреди, които да свържат към макета NI ELVIS III. Използването на тази допълнителна измервателна апаратура става невъзможно при упражненията, които се изпълняват при отдалечен достъп. Това изисква креативност при създаването

на опитната постановка от страна на преподавателя. Тук се налага използването на две платформи, които са свързани по оптимален начин, предварително от преподавателя. Така студентите ще имат възможността да проведат коректни и точни измервания без затруднения в рамките на лабораторното упражнение.

***Необходими инструменти и материали:***

***- При присъствено обучение:***

Необходими са 1 макет NI ELVIS III, на който се използват следните измервателни уреди: Current-Voltage Analyzer, Digital Multimeter (DMM), Variable Power Supply (VPS). Необходими са и изследван транзистор 2N3904 транзистор, 33 k $\Omega$  резистор, 100  $\Omega$  резистор, цифров мултимер.

***- При отдалечен достъп:***

Необходими са 2 макета NI ELVIS III, на който се използват следните измервателни уреди: Current-Voltage Analyzer, Digital Multimeter (DMM), Variable Power Supply (VPS). Необходими са и изследван транзистор 2N3904 транзистор, 33 k $\Omega$  резистор, 100  $\Omega$  резистор, цифров мултимер.

***- При дистанционно обучение със симулации:***

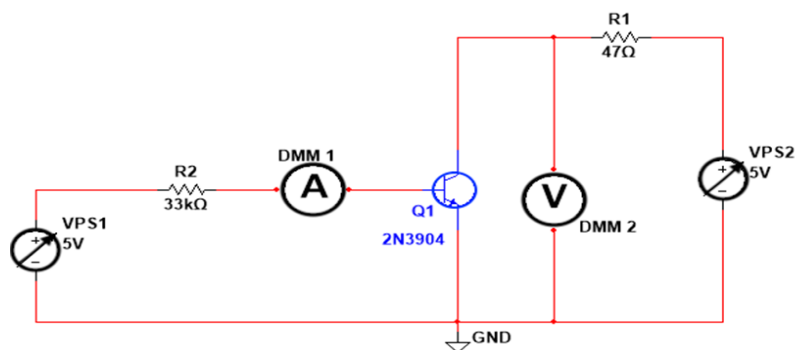
Необходим е софтуер Multisim.

За трите метода на обучение се представя една и съща теория.

**Според спецификата на използвания метод на обучение са разработени три методики за изпълнение на упражнението.**

**A. Методика за изпълнение на лабораторното упражнение при присъствено обучение:**

След подробно запознаване с теорията от студентите, те могат да започнат реализирането на поставените задачи. Първата задача за изпълнение е реализирането върху платформата NI ELVIS III на схемата на биполярен транзистор, представена на фигура 9.

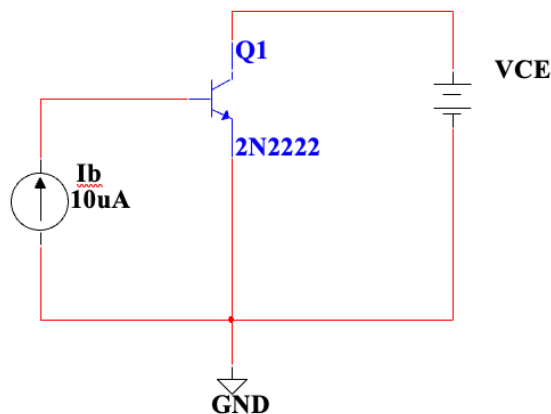


Фиг. 9 Принципната схема на лабораторното упражнение

Задачите за изпълнение са специфицирани в пълната методика, дадена в Приложение 1.

**Б. Методика за изпълнение на лабораторното упражнение при дистанционно обучение чрез симулации:**

След подробно запознаване с теорията студентите симулират поведението на биполярен транзистор в Multisim Live. Методиката, дадена в Приложение 1, предоставя на студентите подробно описание на действията, които те трябва да предприемат, за да могат да реализират лабораторното упражнение. На фиг. 10 е представена принципната електрическа схема, която се реализира и изследва в лабораторното упражнение.

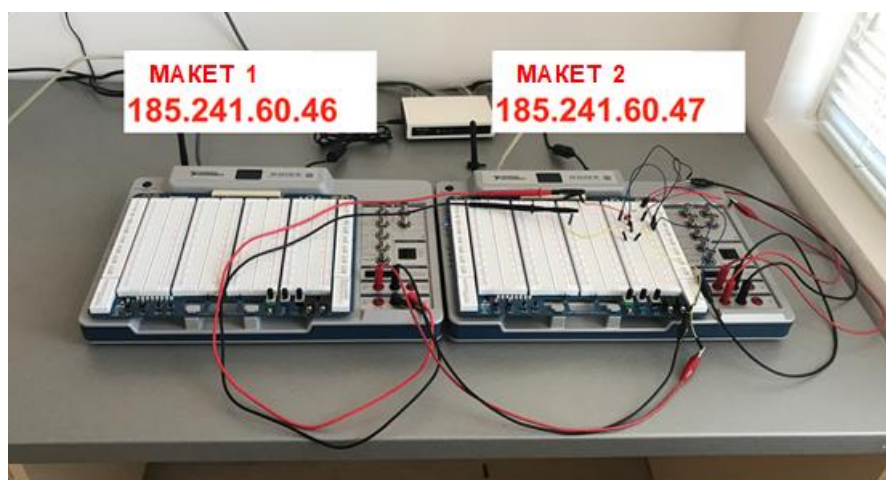


Фиг. 10 Тестовата схема

**В. Методика за изпълнение на лабораторното упражнение при обучение с отдалечен достъп:**

При изпълнение на упражнението, което се изпълнява, чрез отдалечен достъп, схемата вече е реализирана върху прототипната платка на платформата NI ELVIS III (фиг. 12). За да се изследват характеристиките на транзистора са необходими две лабораторни платформи NI ELVIS III, Current-Voltage Analyzer, два цифрови мултиметъра (DMM) и два регулируеми захранващи източника (VPS). За реализацията на упражнението се налага да се използват външни измервателни уреди, които да се свържат към макета NI ELVIS III. Използването на тази допълнителна измервателна апаратура, обаче е невъзможно при упражненията, които се изпълняват при отдалечен достъп. Ето защо се налага използването на две платформи, които са свързани по

оптимален начин, предварително от преподавателя. Задачите за изпълнение са специфицирани в пълната методика, дадена в Приложение 1.



Фиг. 12 Схемата на опитната постанова

• **Лабораторно упражнение „Усилватели с биполярни транзистори“**

Необходими инструменти и материали:

✓ ***При присъствено обучение***

Необходими са 1 макет NI ELVIS III, на който се използват следните измервателни уреди: IV Analyzer (Current-Voltage Analyzer); Function Generator (Функционален Генератор); Oscilloscope (Осцилоскоп); Bode анализатор; Variable Power Supply (Регулируем токозахранващ източник). Необходими са и 560  $\Omega$  резистор; 1 k $\Omega$  резистор; 8.2 k $\Omega$  резистор; 18 k $\Omega$  резистор; 1  $\mu$ F кондензатор; 22  $\mu$ F кондензатор; 100  $\mu$ F кондензатор; NPN 2N3904 транзистор; 2 k $\Omega$  резистор; 5 k $\Omega$  резистор; 20 k $\Omega$  резистор; NPN 2N3904 транзистор.

✓ ***При обучение с отдалечен достъп***

Необходими е 1 макет NI ELVIS III, на който се използват следните измервателни уреди: Current-Voltage Analyzer, DMM, VPS. Необходими са и изследван транзистор 2N3904 транзистор, 33 k $\Omega$  резистор, 100  $\Omega$  резистор, цифров мултиметър.

✓ ***При дистанционно обучение със симулации***

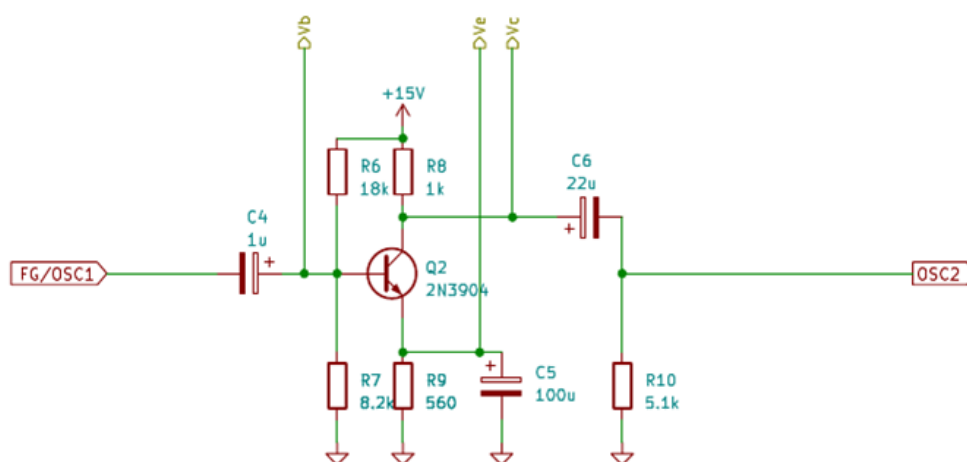
Необходим е софтуер Multisim.

**Според спецификата на използвания метод на обучение са разработени три методики за изпълнение на упражнението.**

След подробно запознаване с теорията към упражнението, (Приложение 2) студентите започват изпълнение на поставените задачи по трите методи за изпълнение на лабораторното упражнение.

**А. Методика за изпълнение на лабораторното упражнение при присъствено обучение:**

Една от задачите за изпълнение е конструирането на принципна схема на транзисторен усилвател с общ емитер, на платформата NI ELVIS III. Схемата е показана на фигура 14.



Фиг. 14 Принципна схема на транзисторен усилвател ОЕ

След успешното изпълнение на поставените задачи според методиката на упражнението (Приложение 2) студентите попълват таблици с данните от проведените изследвания, отговарят на зададени въпроси и правят заключения.

**Б. Методика за изпълнение на лабораторното упражнение при дистанционно обучение чрез симулации:**

След подробно запознаване с теорията студентите симулират поведението на транзисторен усилвател в Multisim Live. Методиката на упражнението, дадена в Приложение 2, предоставя на студентите подробно описание на действията, които студентите трябва да предприемат, за да могат да реализират лабораторното упражнение.

След успешното изпълнение на поставените задачи според методиката на упражнението (Приложение 2) студентите попълват таблици с данните от проведените изследвания, отговарят на зададени въпроси и правят заключения.



## **В. Методика за изпълнение на лабораторното упражнение при обучение**

### **с отдалечен достъп:**

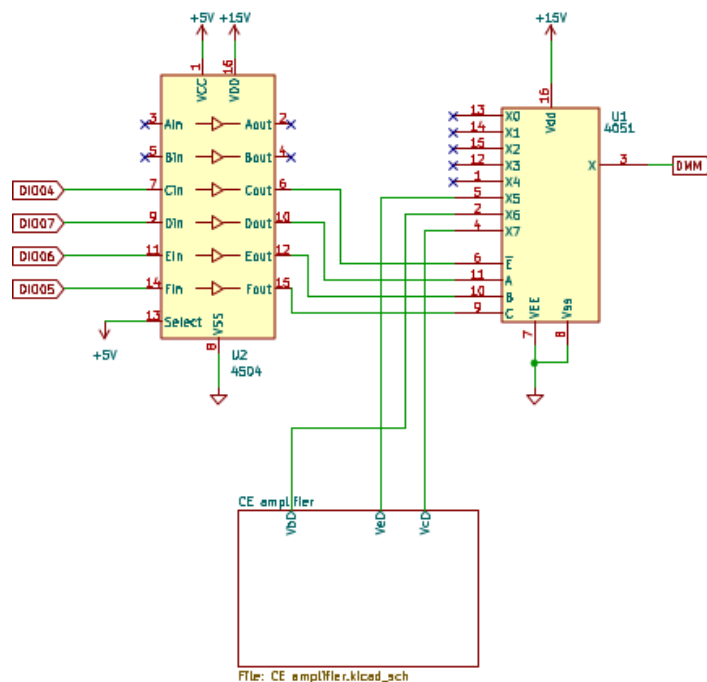
Това лабораторно упражнение изисква проектиране и реализация на схемно решение, чрез което да бъдат разширени възможностите на наличната в лабораторията платформа NI ELVIS III, тъй като тази платформа разполага с ограничен набор от измерителни инструменти. Това е свързано със сериозна предварителна подготовка на опитната постановка за обучението с отдалечен достъп от страна на преподавателя, като от него се изисква той да създаде съответната концепция за разширяване на функционалностите на платформата.

При изследване на електронни схеми чрез провеждане на измервания върху реална конструкция обикновено се изискват няколко измервания в различни възли или контури на схемата. Най - лесен начин за провеждане на такива измервания е присъединяването към всяка от точките за измерване на отделен измервателен уред с възможност за дистанционно отчитане на показанията. На фиг. 17 е представена схема на едностъпален транзисторен усилвател ОЕ и в точките означени с  $V_C$ ,  $V_E$  и  $V_B$  трябва да се измерят стойностите на постоянните напрежения.

Прототипна платформа NI ELVIS III предоставя ограничен брой измервателни уреди с отдалечено отчитане на показанията. За измерване на трите стойности на напреженията в указаните по – горе точки при локален достъп са възможни следните варианти:

1. Към една от точките се присъединява предоставяния от платформата цифров мултиметър (DMM), към другите две – допълнителни лабораторни мултиметри.
2. Наличният в платформата DMM се присъединява последователно във времето към всяка точка за провеждане на измерване.

При отдалечено провеждане на измерване първият вариант е възможен, ако допълнителните DMM притежават интерфейс за отдалечен достъп. Вторият вариант е възможен при отдалечено измерване с реализация на допълнителното схемно решение предложено на фиг. 17.



Фиг. 17 Метод за отдалечено измерване на напрежения в няколко възела на електрическа схема

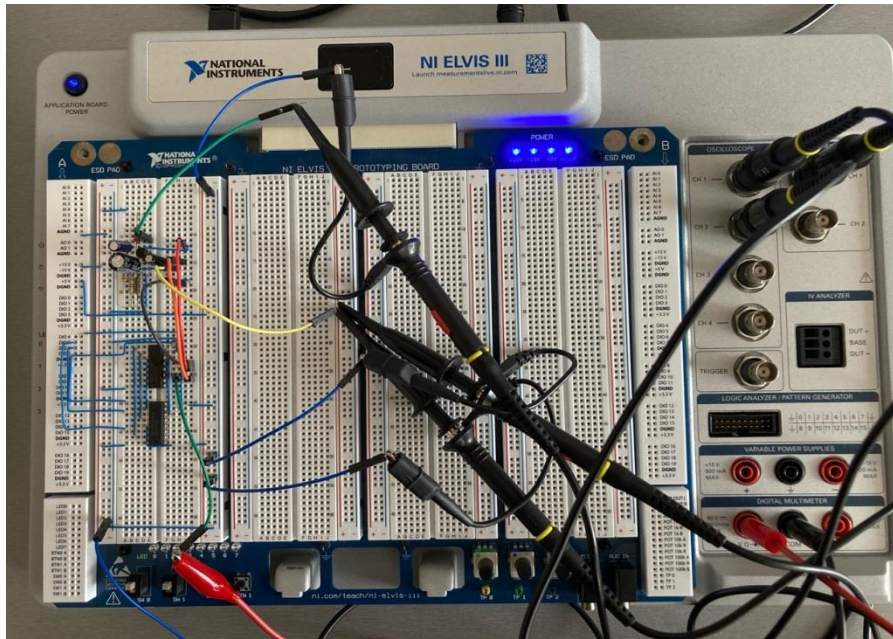
Основен компонент в схемата е осем входовия аналогов мултиплексор U1 CD4051. Стойност на измерваното напрежение се извежда на изход X, към който се присъединява DMM на платформата. Избор на точка за измерване ( $V_C$ ,  $V_E$  или  $V_B$ ) се прави със задаване на подходящи логически нива на цифровите входове/изходи (DIO04 – DIO07) в режим на запис. В платформа NI ELVIS III цифровите входове/изходи са интегрирани в самостоятелен инструмент Digital I/O. Групирани са в две банки (A и B) с по две групи от 8 вход/изхода. Всяка група вход/изход може да работи в един от два режима – вход (Read), изход (Write). Таблица 8 представя логическата функция за измерване на напреженията в точки  $V_C$ ,  $V_E$  и  $V_B$ :

Таблица 8 логическата функция за измерване на напреженията в точки  $V_C$ ,  $V_E$  и  $V_B$

Точка	A/DIO07	A/DIO06	A/DIO05	A/DIO04
$V_C$	1	1	1	0
$V_E$	1	0	1	0
$V_B$	0	1	1	0
Забранен	1/0	1/0	1/0	1

Логическите комбинации на изходи A/DIO04 - A/DIO07 се дават в методиката за ЛУ.

Снимка на реализираното техническо решение за отдалечено провеждане на ЛУ е представена на фиг. 18 по – долу:



Фиг. 18 Реализация на техническо решение за дистанционно провеждане на ЛУ

• **Конструирание и изследване на аналогово-цифров преобразувател с равномерно стъпално изменение на компенсиращото напрежение (Приложение 3)**

При изпълнението на упражнението „Конструирание и изследване на аналогово-цифров преобразувател с равномерно стъпално изменение на компенсиращото напрежение“ при присъствено обучение е необходимо преподавателя да осигури голям набор от различни елементи и свързващи кабели, така че всички студенти да имат осигурено работно място в лабораторията по електроника, на което да могат да изпълнят коректно поставените задачи. Този проблем не съществува при изпълнението на упражнението чрез симулации. Тук няма нужда от физически компоненти. При обучението с отдалечен достъп схемата вече е реализирана от преподавателя върху макета. На всеки студент е даден интервал от време, в който те могат да достъпят схемата. Така се елиминира нуждата от множество компоненти и се осигурява учебният процес да протича гладко и ефективно.

✓ ***При присъствено обучение***

Необходими са 1 платформа NI ELVIS III, от която се използват следните вградени измерителни инструменти: един регулируем захранващ източник (VPS), един функционален генератор (FG), осцилоскоп.

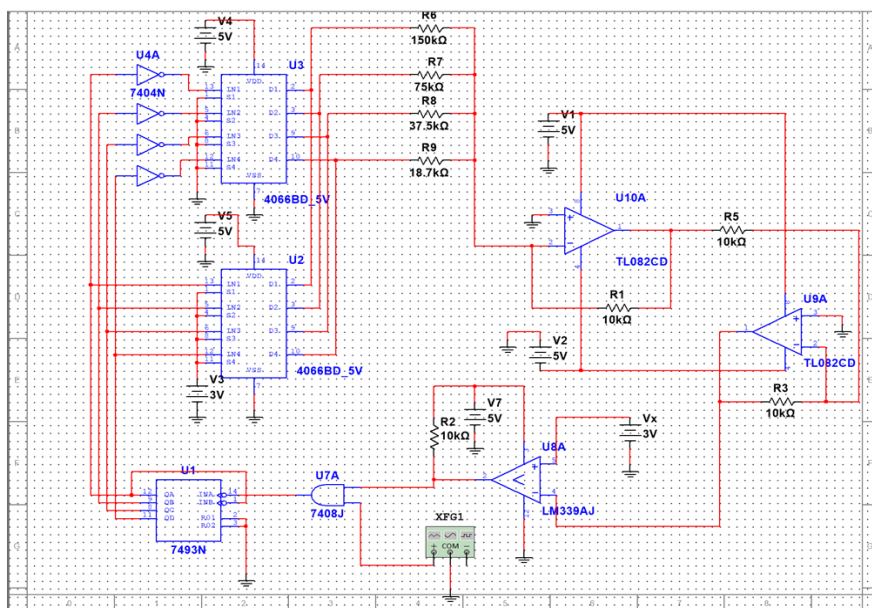
✓ ***При обучение с отдалечен достъп***

Необходими са 1 платформа NI ELVIS III, от която се използват следните вградени измерителни инструменти: един регулируем захранващ източник (VPS), един функционален генератор (FG), осцилоскоп.

✓ **При дистанционно обучение със симулации**

Необходим е софтуер Multisim.

На фиг. 196 е дадена структурната схема на изследвания аналогово-цифров преобразувател.



Фиг. 196 Структурна схема на аналогово-цифров преобразувател (АЦП) с равномерно стъпално изменение на компенсиращото напрежение

**А. Методика за изпълнение на лабораторното упражнение при присъствено обучение:**

Студентите реализират схемата върху платформата NI ELVIS III. При конструирането на ЦАП се използват следните интегралните схеми: SN7404 (U4A) която съдържа 4 инвертора, два цифрово-аналогови ключа CD4066 (U2, U3), операционни усилватели TL 082 (U10A,U9A) и резисторите R6,R7,R8,R9.

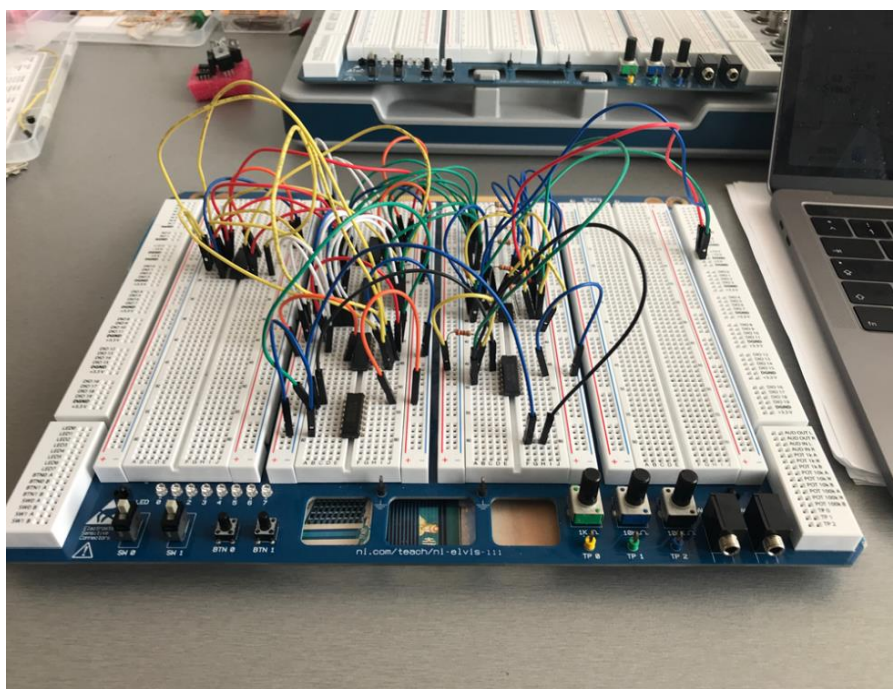
Поради сложността на схемата, реализирането на аналогово-цифровия преобразувател се направи на няколко етапа, които са подробно описани в методиката към лабораторното упражнение (Приложение 3). Целта е да се изследват функциите на основните модули, от които АЦП е изграден.

**Б. Методика за изпълнение на лабораторното упражнение при дистанционно обучение чрез симулации:**

След подробно запознаване с теорията студентите ще симулират поведението на изследване на аналогово-цифров преобразувател в Multisim Live. Методиката предоставя на студентите подробно описание на действията, които студентите трябва да предприемат, за да могат да реализират лабораторното упражнение.

**В. Методика за изпълнение на лабораторното упражнение при обучение с отдалечен достъп:**

При изпълнение на упражнението, което се изпълнява чрез отдалечен достъп, схемата вече е създадена от преподавателя върху платформата NI ELVIS III (фиг. 21).



*Фиг. 21 Реализирана схема на 4 битов аналогов- цифрово преобразувател*

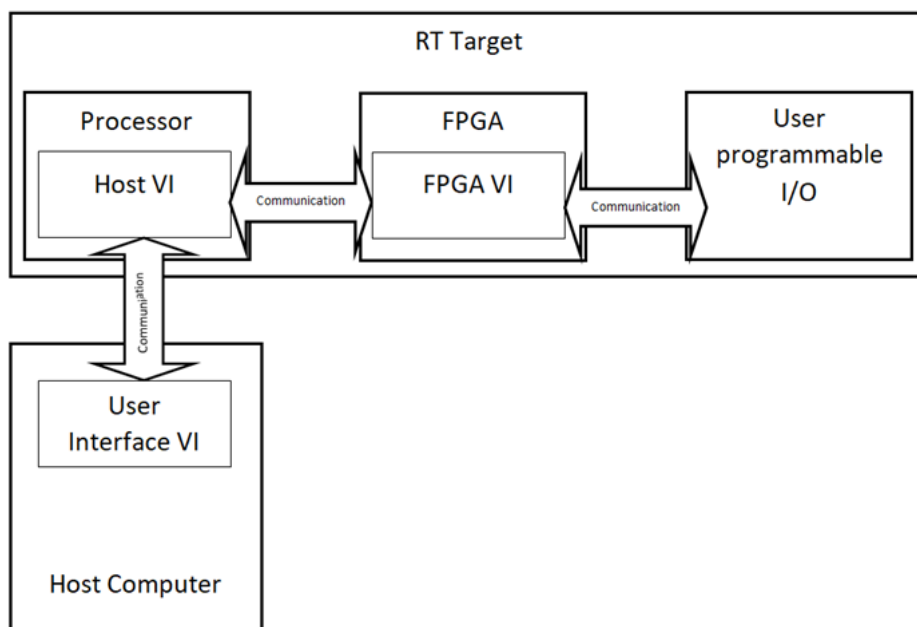
Студентите изпълняват задачите за изпълнение, попълват съответните таблици и правят заключения според пълната методика на упражнението (Приложение 3).

## ТРЕТА ГЛАВА

### СИСТЕМА ЗА ОТДАЛЕЧЕН ДОСТЪП ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЛАБОРАТОРНИ УПРАЖНЕНИЯ В РЕАЛНО ВРЕМЕ

За целите на дисертацията е проектирана и изградена свързаност между платформа за тест на прототипи NI ELVIS III и клиентско приложение Measurements Live за провеждане измервания в реално време.

Measurements Live е WEB базирано приложение работещо в средата на браузър поддържащ WebSocket протокол за комуникация със NI ELVIS III. Свързаността на приложението и NI ELVIS III е от типа Point-to-Point (P2P) и осигурява двупосочен обмен на информация в реално време без необходимост от генериране на заявки от клиентското приложение.



Фиг. 22 Архитектура на системата за тест на прототипи Measurement Live и NI ELVIS III

Компонентите на системата и предназначението им:

1. Host Computer – компютър, на който са инсталирани програмни пакети за разработване на виртуални уреди (VI) и приложението Measurement Live за задаване на параметри на измервания и визуализация на резултати (User Interface VI).
2. RT-Target – мрежова платформа за тест на прототипи NI, в която са интегрирани компютърна система с операционна система работеща в реално време (Processor), програмируема логическа матрица (FPGA) и потребителски програмируеми аналогови

и цифрови входове и изходи (User programmable I/O). Мрежов достъп до платформата е възможен през три интерфейса: Ethernet, Wifi и USB.

Разпределената архитектура на тестовата система NI предлага възможност за отдалечено провеждане на измервания върху предварително подготвени прототипи. Тестовите системи с подготвените прототипи са присъединени към локалната университетска мрежа. За да се изгради P2P свързаност между компютър работещ в Internet и тестова система, за целите на дисертационния труд са тествани следните три подхода:

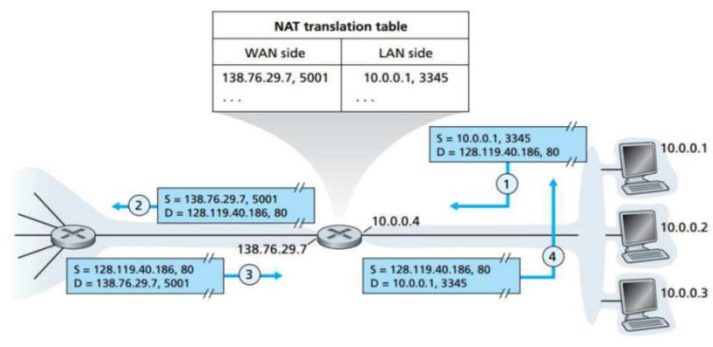
1. Транслиране на локални в публични IP адреси (NAT).
2. Виртуална локална мрежа (VPN, Virtual Private Network) към която е създаден тунелен интерфейс за компютър работещ в интернет.
3. Използване на сигнален сървър и STUN (Session Traversal Utilities for NAT).

#### **Транслиране на локални в публични IP адреси (NAT)**

С развитието на Internet и увеличаването на броя на корпоративните и домашни мрежи броят на IP адресите в адресното пространство IPv4 се оказва недостатъчен. Възможност за разширяване на компютърните мрежи с ограничаване на използването на адреси от IPv4 предоставя отделянето на диапазони адреси от това пространство (локални) за домашни и корпоративни мрежи и презентирането им в Internet с ограничен брой от останалите адреси (публични). Локалните IP адреси са обособени в три диапазона:

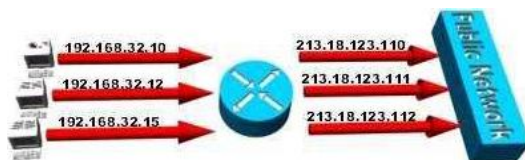
- Class A – 10.0.0.0-10.255.255.255 (префикс 10/8)
- Class B – 172.16.0.0-172.31.255.255 (префикс 172.16/12)
- Class C – 192.168.0.0-192.168.255.255 (префикс 192.168/16)

Достъп до мрежови ресурси на устройство работещо в мрежа с локални адреси в диапазона на ресурсите се извършва по стандартен начин за пакетна комутация. Достъп до същите ресурси от устройство ползващо публичен IP адрес изисква допълнителни промени в адресната част на пакета, които се наричат NAT (Network Address Translation). NAT представлява процес при който се поставят в съответствие IP адрес/порт на устройство от локална мрежа с публичен IP адрес/порт. Това съответствие се извършва от устройство присъединено както към публичната, така и към локалната мрежа (обикновено рутер). Според начина, по който се извършва съответствието между локалния и публичния IP адреси се дефинират следните типове NAT:



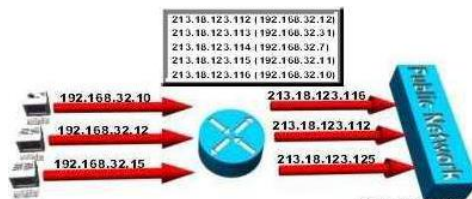
Фиг. 23 Принцип на работа на NAT <https://www.transtutors.com/questions/I-consider-the-network-setup-in-figure-4-25-suppose-that-the-isp-instead-assigns-the-6411198.htm>

- Статичен NAT – конфигурира се съответствие между локален и публичен IP адреси на принцип едно – към – едно (Фиг. 24). Този NAT метод е изключително полезен за осъществяване на достъп до вътрешно устройство от устройство работещо в публична мрежа.



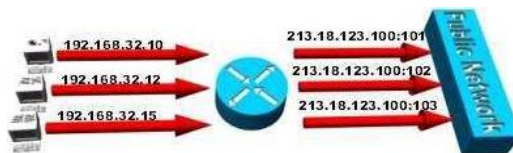
Фиг. 24 Статичен NAT <https://skminhaj.wordpress.com/2016/02/15/configuring-nat-on-cisco-ios-routers/>

- Динамичен NAT – конфигурира се съответствие между локален и публичен IP адреси в момента на заявка изграждане на свързаност (Фиг. 25). Публичният адрес се алокира от фиксиран набор адреси и за всяка свързаност на дадено устройство от локална мрежа може да е различен.



Фиг. 25 Динамичен NAT [https://cio-wiki.org/wiki/Network\\_Address\\_Translation\\_%28NAT%29](https://cio-wiki.org/wiki/Network_Address_Translation_%28NAT%29)

- Транслиране на адрес в порт (Port Address Translation – PAT) – конфигурира се съответствие на локален IP адрес с публичен IP адрес и порт (Фиг. 26).



Фиг. 26 PAT [https://cio-wiki.org/wiki/Network\\_Address\\_Translation\\_%28NAT%29](https://cio-wiki.org/wiki/Network_Address_Translation_%28NAT%29)

Предимства на NAT:

- Поддържа се от всички съвременни рутери;



- Не се налага допълнително конфигуриране в устройства от публичната мрежа – сертификати, конфигурационни файлове, др.

Недостатъци на NAT:

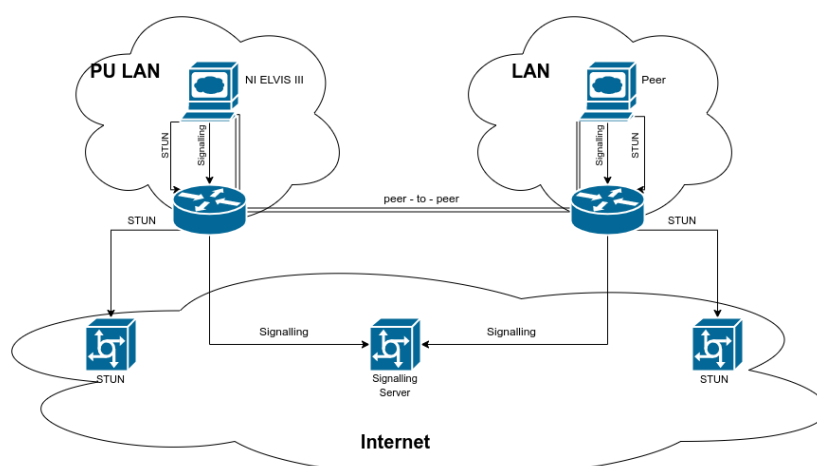
- Увеличава необходимостта от увеличаване на компютърния ресурс на устройството (рутер), в което е реализирана NAT конфигурацията;

- Няма възможност автентикация и криптиране на обменяната информация, ниска степен на защита от злонамерен достъп.

За експериментите в дисертационния труд в BGW (Border Gateway Router) на университета е конфигуриран статичен NAT за всеки от макетите.

### **Peer – to – Peer свързаност с използване на сървър за сигнализация**

Платформа NI ELVIS III предоставя възможност за изграждане на криптирана peer – to – peer свързаност в реално време с клиентски браузер използвайки протокол WebSocket върху SSL/TLS.



Фиг. 29. Архитектура на система за изграждане на WebRTC peer – to – peer свързаност.

STUN е стандартизиран набор от методи за предоставяне на данни за преход през NAT при изграждане на интерактивна P2P свързаност. STUN услугата трябва да се предоставя от сървър с публично достъпен URL, напр. стандартно за NI ELVIS III - `stun:stun.multisim.com:3478`, `stun:stun.l.google.com:19302`, др. Всеки от кореспондентите на изгражданата peer – to – peer свързаност предоставя информацията получена от STUN сървърите на Signalling Server, който я обменя между тях за да стартират изграждането. Стандартно NI ELVIS III се доставя с конфигурация за използване на `wss://sigserver.multisim.com:1339`. Signalling Server се достъпва през публичен URL. Изградената свързаност е криптирана – WebSocket протокол върху SSL/TLS. Signalling Server на NI е инсталиран на AWS cloud, но се предоставя javascript пакет за инсталиране и конфигуриране на собствен публично достъпен Signalling Server.

## ЧЕТВЪРТА ГЛАВА

### АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

В тази глава са представени методите за изследване на резултатите от прилагане на системата за технологично-базирани решения в инженерното обучение, данните, резултатите от отделните проведени изследователски методи и тяхната интерпретация.

#### 4.1. Резултати от обучението на студентите посредством разработения модел на технологично-базирани решения, приложен в лабораторните упражнения по дисциплината „Електроника“

При провеждане на експеримента е направено изследване на ефективността на разработения модел на технологично-базирани решения при прилагането му в обучението на студентите бъдещи инженери при трите вида проведено обучение: присъствено, дистанционно обучение чрез симулации и обучение с отдалечен достъп. Изследването включва оценка на постигнатите резултати от студентите от трите групи. За трите лабораторни упражнения са разработени протоколи, които да бъдат попълнени от студентите и оценени от преподавателя. За всяко от упражненията протоколите са еднакви за трите метода на обучение. По този начин се цели да се получи много точна сравнителна оценка за възприемането на материала, изучен по съответния метод и степента на справяне на студентите с лабораторното упражнение.

ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ "ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ" ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕН ФАКУЛТЕТ			
Студент:.....	Курс:.....	Група:.....	Фактномер: Дата:
Тема на упражнението: БИПОЛЯРЕН ТРАНЗИСТОР			Упр.№:1
Раководител на Упражнението:			Проверка:

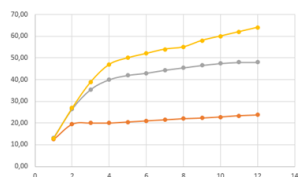
РАБОТНИ ФОРМУЛИ:

$$I_C = I_B \cdot \beta$$

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗМЕРВАНИЯТА:

- За  $I_B = 098\mu A, 199\mu A, 278\mu A$ ,

12,50	13,2	13	1
15,50	26,5	27	2
20,00	35,5	39	3
20,00	40	47	4
20,50	42	50	5
21,00	43	52	6
21,50	44,8	54	7
22,00	45,5	55	8
22,30	46,6	58	9
22,80	47,5	60	10
23,40	48	62	11
23,70	48	64	12



1. Какво представлява БПТ?

- БПТ е устройство с два терминала, способни да усилват сигнал с постоянен ток.
- БПТ е устройство с два терминала, способни да усилват сигнал за променлив ток.
- БПТ е устройство с три терминала, способни да усилват сигнали.
- БПТ е устройство с три терминала, способни да контролират текущия поток.

2. При каква приблизителна стойност на входното различие характеристиките изглеждат да се отдалечат една от друга?

При първото ( $I_B = 098\mu A$ ) и второто ( $I_B = 199\mu A$ ) измерване отдалеченето започва при  $U_C$  около второто ( $I_B = 199\mu A$ ) и трето ( $I_B = 278\mu A$ ) измерването започва при  $U_C$ .

3. Относително постоянни ли е  $\beta$  във всички точки?

A. Да

B. Не

Ако не, каква е разликата?

$$\beta = I_C / I_B = I_{C(1)} / I_{B(1)}$$

4. Избройте най-важните характеристики и приложения на биполярните транзистори.

Те са полупроводникови кристал с два P-N перехода, в зависимост от резултатите на споните могат да бъдат PNP или NPN, имат 3 терминала: база, колектор и емитер. Използват се за усилване, преобразуване и генериране на електрически сигнали.

5. Обяснете различните режими на работа на биполярен транзистор.

В схема обща база транзистора намира приложение в генераторите и усилвателите. В схема общ емитер е добра за усилване на малки сигнали. В схема общ колектор намира приложение при съгласуване на съпротивленията.

фиг. 30 Примерен попълнен протокол

След попълването на протоколите и тяхното оценяване са получени следните резултати за трите групи студенти.

*Таб. 11 Присъствено обучение*

№ студент	Лаб.1	Лаб.2	Лаб.3
1	6	4,5	-
2	6	5	-
3	5,5	3,5	-
4	5	3,2	-
5	5,2	3,5	-
6	6	4,2	-
7	5,6	4	-
8	6	5,5	-
9	6	3,2	-
10	6	4	-
11	6	3	-
12	5,5	5	-
13	5,2	5,5	-

*Таб. 12 Дистанционно обучение със симулации*

№ студент	Лаб.1	Лаб.2	Лаб.3
1	5,5	5,5	6
2	5,6	6	-
3	5	6	-
4	5	5,5	6
5	5	5,2	5,5
6	5,5	5,6	6
7	6	6	-
8	6	6	-
9	5,5	5,6	6
10	6	6	5,5
11	6	6	-
12	5,5	6	6

*Таб. 13 Обучение с отдалечен достъп*

№ студент	Лаб.1	Лаб.2	Лаб.3
1	6	5,5	6
2	6	6	5,6
3	6	6	6
4	5,5	6	6
5	5,2	5,5	6
6	6	5,5	5,5
7	6	6	5,5

8	6	5,6	6
9	6	6	5,6
10	6	6	6
11	6	6	5,5
12	6	6	5,6
13	6	5,5	6
14	6	6	6

След оценяването на студентите е проведено интервю с всяка една от групите за тяхното възприемане на методът, по който са били обучавани.

*Анализ на резултатите от обучението на студентите посредством разработения модел на технологично-базирани решения, приложен в лабораторните упражнения по дисциплината „Електроника“.*

1. Упражнението „Изследване на предавателни характеристики на биполярни транзистори“, не затрудни нито една от трите групи. Резултатите, получени от контролните протоколи, бяха отлични при почти всички студенти. Тук обаче е важно да отбележим, че повече от половината от тях в групата със симулации и групата с отдалечен достъп биха предпочели реална интеракция с преподавателя, както и те сами да конструират интегралната схема.

2. Студентите, които правят “Изследване на биполярни транзистори като усилвател” присъствено, имат някои затруднения при конструирането на схемата, в резултат на което се получиха неточности при попълването на протоколите. Групите, които правят упражнението дистанционно чрез симулации и чрез отдалечен достъп се справят по-добре, защото при изпълнението на задачите липсва затруднението от свързването на схемата.

3. При упражнението за “Изследване на аналогово-цифрови преобразуватели” най-добри резултати показва групата, която е с отдалечен достъп. Поради сложността на самата схема студентите от присъствената група изпитаха затруднения да свържат схемата в рамките на учебният час. Някои от тях успяха да свържат схемата в рамките на учебния час, но трябваше да бъдат проверени от преподавател, който откри грешки при свързването и студентите трябваше да започнат от начало, което отново доведе до проблема с ограниченото време. При тях нямаше предадени протоколи, поради липсата на свързана схема, която те да изследват.

Студентите, които бяха в групата със симулации също имаха затруднения с това да се справят със симулирането на схемата, въпреки предимството, че не конструират схемата в реална среда и не работят с физическите компоненти, които биха могли да забавят процеса. Част от тях не успяха да се справят в рамките на учебния час, съответно не бяха предали контролните протоколи за проверка на знанието. Частта от тях, която се беше справила със задачата, бе предала задоволителни попълнени протоколи.

Студентите от групата с отдалечен достъп се справиха най-добре със схемата на упражнението “Изследване на аналогово-цифрови преобразуватели”, поради факта, че тя вече е конструирана от самият преподавател. Те бързо и лесно направиха изискваните от тях задачи, успяха да разберат принципа на действие на аналогово-цифровите преобразуватели и коректно и пълно попълниха протоколите.

### **Изводи**

Предимствата на присъственото обучение са това, че се използват реални компоненти, конструира се самостоятелно схемата, само при този метод студентите се докосват до реалната работа на конструкторите. При присъственото обучение те могат да получат директна помощ от преподавателя. От проведеното изследване става ясно, че въпреки многото положителни характеристики на присъственото обучение, то има и своите недостатъци. Те могат да се систематизират така: грешки при конструиране на схемите, от което следва поправянето на грешките и забавяне на изпълнението на упражнението; евентуална повреда на оборудването; недостатъчно оборудване за всички студенти, ограниченото време, с което разполагат студентите за изпълнение на упражнението.

Дистанционното обучение чрез симулации от своя страна е много бързо, лесно и безопасно за реализация и работа, не е нужно да се отстраняват грешки от страна на преподавателя. При него е възможно да се направят неприложими за учебните условия анализи.

Друг недостатък на присъственото обучение, който се преодолява с прилагане на отдалечен достъп е, че работата и точността на уредите зависи от изработката, производителя им, както и от тяхната амортизация.

Упражненията, изработени чрез отдалечен достъп, нямат предпоставка за грешка от страна на студентите при конструирането на схемата, тъй като тя вече е свързана от преподавателя, проверката става бързо, лесно и безопасно. Методът дава възможност

да се направят упражнения със схеми, които не биха били възможни в рамките на учебния час, поради причини като сложност, ограничено време и др.

Основен недостатък на обучението чрез отдалечен достъп е, че е невъзможно изследваната схема на опитната постановка да бъде променена в процеса на работа от студентите, като те нямат възможност да виждат и коригират реалната схемата.

Съобразно предоставената обратна връзка от студентите от трите групи се очертават следните изводи:

- Студентите, при които се провежда присъствено обучение, срещат трудности при прилагането на технологично-базирани решения при разчитането и изработването на схемата и при избор на самите елементи на платките. В същото време се очертават по-големи възможности за екипни взаимодействия. Както отбелязват Agosto, Copeland & Zach (2013) „основните силни страни на обучението лице в лице включват повишено взаимодействие и дискурс с инструктора, по-лесни структури за кооперативно обучение“ (Denise E. Agosto, Andrea J. Copeland, Lisl Zach, 2013).

- Студентите, при които се провежда дистанционно обучение със симулации, срещат затруднения при прилагането на технологично-базирани решения при избор на самите елементи на платформата MultiSim.

- Студентите, при които се провежда обучение с отдалечен достъп, срещат трудности при прилагането на технологично-базирани решения при интернет връзката с електронната платформа за обучение, при избор на отделните функционалности на платформата NIELVIS III.

## ПРИНОСИ

### Научно - приложни приноси:

1. Направен е изчерпателен обзор на технологично-базираните методи за обучение, както и на различни технологии и софтуерни инструменти, които се интегрират в образователния процес.
2. Разработен е модел на технологично-базирани решения в инженерното обучение.
3. Разработена е система от лабораторни упражнения по дисциплината „Електроника“ за следните методи на обучение: присъствено обучение; обучение с отдалечен достъп и дистанционно обучение чрез симулация, които са изцяло съобразени с учебната програма и потребностите на студентите от инженерните специалности. Според спецификите на различните методи за обучение е приложен индивидуален авторски подход при прилагането на технологично-базирани решения в разработката на лабораторните упражнения.
4. За експериментите с отдалечен достъп до макетите за изследване на конструирани лабораторни схеми е изградена VPN използваща протокола WireGuard.
5. Проведен е авторски експеримент за „Вземане на технологично-базирани решения в инженерното образование“ за три модела на обучение: присъствено обучение; дистанционно обучение със симулации и отдалечен достъп.

## ПУБЛИКАЦИИ СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. T. Ivanova, N. Kafadarova (2023). Self-Effectiveness of Engineering Students In Face-To-Face, Distance And Remote Access Learning. EDULEARN23 Proceedings, pp. 6043-6049. [10.21125/edulearn.2023.1578](https://doi.org/10.21125/edulearn.2023.1578)
2. T. Ivanova, N. Kafadarova, S. Milev (2023). Development of a System of Laboratory Exercises For The Discipline “Electronics” Using The Methods: Face-To-Face Learning, Distance Learning With Simulations And Remote Access Learning. EDULEARN23 Proceedings, pp. 6071-6075. [10.21125/edulearn.2023.1583](https://doi.org/10.21125/edulearn.2023.1583)
3. Ivanova T., Mileva N. (2022) Creative Strategies for Making Technology-Based Decisions in Education ISSN: 2758-0989 – The European Conference on Arts, Design; Education 2022 Official Conference Proceedings [https://doi.org/10.22492/issn.2758-0989.2022.35 - 40/20 - 20](https://doi.org/10.22492/issn.2758-0989.2022.35-40/20-20)
4. V. Mengov, D. Stoyanova, T. Ivanova (2021). Exploring Students’ and Teachers’ Perceptions on Using Remote Laboratory In Fundamentals of Telecommunications Course. 4th annual International Conference of Education, Research and Innovation. Online Conference. 8-9 November, 2021 ISSN: 2340-1095. [10.21125/iceri.2021.1215](https://doi.org/10.21125/iceri.2021.1215)
5. Ivanova, T., Levterova-Gadjalova, D., Tsokov, G., Mileva, M. (2021). Challenges for Inclusive Higher Education. In: Human, Technologies and Quality of Education. Cilvēks, tehnoloģijas un izglītības kvalitāte. Rīga, University of Latvia. 1148 p., Ed. L. Daniela, p. 434-445, ISBN 978-9934- 18-735-3, <https://doi.org/10.22364/htqe.2021.32>
6. Ivanova, T., Levterova-Gadjalova, D., S. Ilieva (2021). Technology-based decision making in inclusive education. In: Human, Technologies and Quality of Education. Cilvēks, tehnoloģijas un izglītības kvalitāte. Rīga, University of Latvia. 1148 p., Ed. L. Daniela, p. 412-423, ISBN 978-9934- 18-735-3 <https://doi.org/10.22364/htqe.2021.30>
7. Ivanova, Ts. (2021). Active learning through technologically-based decisions. ISEIC - International Conference on Innovations in Science and Education, March 18-20, 2021. Book of Abstracts - p.45. <https://www.cbuic.cz/wp-content/uploads/BoA/BoA2021.pdf>
8. Ivanova, Ts. (2021). Technology-based learning for students with SEN. EDULEARN 21. Palma de Majorca. 5-6 July 2021. 13th International Conference on Education and New Learning Technologies Online Conference. 5-6 July, 2021. ISBN: 978-84-09-31267-2 / ISSN: 2340-1117. doi: 10.21125/edulearn.2021 Publisher: IATED. pages: 11772-11776. **(under review process by Web of Science ISI Citation Index)**