

ВИРТУАЛНО ЛАБОРАТОРНО УПРАЖНЕНИЕ „ОСНОВНИ ЗАКОНИ НА ЕЛЕКТРОТЕХНИКАТА”

Николай Гуров¹⁾ Владислав Славов²⁾

^{1,2)} Технически университет – София, бул. Климент Охридски 8,
e-mails: nrg@tu-sofia.bg, vladi_s@abv.bg

Резюме: Статията описва виртуалното лабораторно упражнение „Основни закони на електротехниката” разработено за студентите от първи курс във Факултета за английско инженерно обучение на Технически университет – София, които по учебен план изучават дисциплината „Електротехника I”. Виртуалното лабораторно упражнение е реализирано в средата на LabVIEW и е интегрирано в платформата за електронно обучение Moodle, която се използва стандартно в Технически университет – София. Изпълнявайки упражнението студентите се запознават с основните закони на електротехниката на практика. Те могат да зададат различни стойности на напрежението и резисторите в избраната схема и да проверят дали и как се изпълняват основните закони на електротехниката с получените токове и напрежения за всички възли и контури на схемата. Всичко това може да се прави по всяко време когато е включено упражнението от всяко място, където е достъпен компютър и има връзка с интернет.

Ключови думи: Дистанционно обучение, е-обучение, LabVIEW, Moodle, виртуално лабораторно упражнение, електротехника, основни закони

1. Въведение

Разпространението на знания е основната задача на всички преподаватели, независимо дали преподават в училище, университет, институт за повишаване на квалификацията или някаква друга институция свързана с обучението. За да е това разпространение колкото се може по-широко от край време се правят опити да се въведе дистанционно обучение за да може образно казано да се доведе класната стая до обучавания, като по този начин се направи обучението по-достъпно, по-атрактивно и по-лесно за всички. Така например през 19-ти век се въвеждат кореспондентски курсове, при които преподавателите изпращат на студентите учебни материали по пощата. След това дистанционното обучение се развива постоянно като използва все повече различни медии. Последователно се включват пресата, радиото, телевизията, аудио и видео курсовете и т.н.

В последните години с развитието на информационните и комуникационни технологии се наблюдава бум в развитието на този вид обучение. Например през лятото на 2011 год. Станфордският университет в Калифорния предлага безплатен дистанционен курс по изкуствен интелект и 160 000 студенти от цял свят се записват в него, а 23 000 го завършват [1].

Понастоящем технологичното развитие дава възможност да се предостави информация с цел образование и обучение на практика навсякъде по света и по всяко време, като се поддържа

връзка с помощта на стационарни или мобилни устройства в асинхронен или синхронен режим. Днешните студенти използват в ежедневието си стационарни компютри и мобилни устройства от своето раждане. Те са свикнали да се възползват от предимствата и възможностите на Интернет. Модерните софтуерни платформи, форумите, интерактивните технологии, както и възможностите за споделяне на материали в социалните мрежи предоставят всичко необходимо за създаването на учебни курсове, които да са достъпни по интернет. При тази ситуация за преподавателя остава само да предостави съответните специализирани знания за да бъде напълно подготвен дистанционен курс, който да се разпространява във виртуалното пространство. Всичко това дава неограничени възможности за промяна на конвенционалното обучение в посока на развитие на дистанционно обучение и създаване на курсове достъпни за огромно множество студенти по всяко време и от всяко място. В последните години има бум на създаването на подобни курсове във всички модерни университети. Те се надпреварват да пускат все повече и повече дистанционни курсове, като процесът става лавинообразен и всеобхватен и вече се говори за масивни открити онлайн курсове (от английски: MOOC – Massive Open Online Courses) [2].

Заедно с развитието на техниката, като база за създаване на онлайн курсове се развива и самото съдържание на курсовете. Вече не е достатъчно

да се заснеме една лекция в лекционната зала и да се пусне в интернет като видео или аудио файл за да се създаде качествено обучение. Сега се създават онлайн лекции предназначени специално за дистанционно обучение, които са предназначени за самостоятелно четене, като се прилагат похвати за подобряване на разбирането и научаването на съдържанието. На определени интервали в тези лекции се задават допълнителни въпроси и се разискват практически теми за да се задържи вниманието на читателя и да се провери усвояването на материала. Това е много важно, тъй като читателят не може да зададе директен въпрос на изнасящия лекцията, а той от своя страна не може да усети какво е приемането на лекцията и да наблегне на една или друга тема и да премине по-бързо съответните теми, които не са интересни за аудиторията [4].

Важна част от обучението по технически науки е практическото обучение. Видео-лекциите са добри за излагане на факти, идеи и принципи, за извеждане на формули и за обяснение на схеми, но те не могат да научат обучаемия как да приложи придобитите знания на практика. Чрез тях трудно ще се разбере как на практика да се проведе даден експеримент и да се обработят данните от него. Затова усилията при обучението по технически науки до голяма степен са съсредоточени не само в създаването на лекции предназначени специално и удобни за дистанционно обучение, но и в развитието на виртуални лаборатории, които да дадат възможност на студентите да усвояват практически знания. Целта на тези лаборатории е да заместят изцяло реалните лаборатории във виртуалното пространство, давайки възможност на обучаемите да провеждат реални (в някаква степен) експерименти по всяко време и от всяко място и давайки достъп на хиляди до лабораториите, позволявайки по този начин да се провежда наистина масивно обучение.

2. Теоретична част

Основните закони на електротехниката представляват основните инструменти за анализ на електрически вериги. Знанието им и прилагането им на практика е основа и необходимост за усвояване на материала на всички електротехнически дисциплини, което предполага нуждата от правилното им усвояване както на теория, така и на практика.

Законът на Ом установява връзката между напрежението върху даден резистор и тока протичащ през него и може да се формулира по след-

ния начин: напрежението върху даден резистор е пропорционално на тока протичащ през него с коефициент на пропорционалност съпротивлението на резистора (Формула 1).

$$U=R.I \quad (2)$$

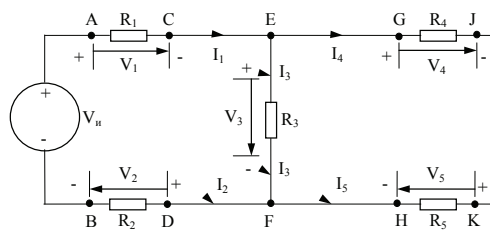
Първият закон на Кирхоф касае токовете във възлите на електрическите вериги и гласи, че сумата от токовете втичащи (изтичащи) от даден възел е равна на нула. За случая на „n“ клона от веригата свързани към дадения възел може да се запише Формула 2.

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0 \quad (2)$$

Вторият закон на Кирхоф се отнася до затворените контури в електрическите вериги и гласи, че сумата от напрежителните падове в затворен контур е равна на нула. При „n“ напрежителни пада в дадения контур е валидна Формула 3.

$$\sum_{k=1}^n V_k \quad (3)$$

Изпълнението на тези основни закони на електротехниката може да се провери на практика чрез електрическата верига показана на Фиг. 1.



Фиг. 1. Схема на лабораторното упражнение

Тя се състои от източник на напрежение (V_u) и пет резистора (R_1, R_2, R_3, R_4, R_5) свързани по показания на Фиг. 1 начин. Веригата има два възела (E и F), за които може да се провери изпълнението на първия закон на Кирхоф и два затворени контура ($ACEFDB$ и $EGJKHF$), за които може да се провери изпълнението на втория закон на Кирхоф. Изпълнението на закона на Ом може да се провери за всеки от резисторите включени в схемата.

За схемата от Фиг. 1, като се имат предвид посоките на токовете и напреженията, са валидни

следните зависимости:

$$I_1=I_3+I_4, I_2=I_3+I_5, I_1=I_2, I_4=I_5$$

$$V_u=V_1+V_2+V_3, V_3=V_4+V_5, V_k=R_k \cdot I_k$$

където $k=1,2,3,4$ или 5

Ако се вземе под внимание начинът на свързване на резисторите може да се изведат следните формули за токовете:

$$I_1 = \frac{V_u}{R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot (R_4 + R_5)}{R_3 + R_4 + R_5}}$$

$$I_3 = \frac{R_4 + R_5}{R_3 + R_4 + R_5} \cdot I_1$$

$$I_4 = \frac{R_3}{R_3 + R_4 + R_5} \cdot I_1$$

При изпълнение на упражнението студентите трябва да зададат стойностите на захранващото напрежение (V_u) и на резисторите (R_1, R_2, R_3, R_4, R_5), след което да проверят валидността на основните закони на електротехниката за измерените стойности на токовете и напреженията в схемата.

Стойностите се задават като се напишат директно в определените за това полета или като се движат плъзгачите на резисторите, или се натискат бутоните „нагоре” и „надолу” на източника на напрежение. Трябва да се внимава с мерните единици, които са зададени твърдо.

Управнението може да се изпълни за няколко стойности на V_u, R_1, R_2, R_3, R_4 и R_5 зададени от ръководителя на упражнението.

Резултатите могат да бъдат проверени чрез някой от методите за анализ на електрически вериги (например методът на контурните токове).

Стойностите в полето „измерени стойности на $R_1 - R_5$ ” са свързани с измерените стойности на токовете и напреженията в схемата и студентите трябва да помислят защо се получават разлики между зададените и измерените стойности.

3. Описание на виртуално лабораторно упражнение за изследване на основните закони на електротехниката

Първа стъпка в реализирането на виртуалната лабораторна постановка беше изборът на програмно осигуряване. На база опит и критериите описани в [5] беше избрана средата на LabVIEW [6]. Има значителни разработки в областта на прилагането на концепцията на виртуалната лаборатория в процеса на обучение в инженерни

специалности във висши училища и институти, които също доказват, че LabVIEW е подходяща среда за изпълнение на поставената задача [7]. В подготовката на упражнението бяха разработени изисквания за функционалност, които трябваше да удовлетворяват специфичната работа на двете страни в процеса на работа с упражнението – студент и преподавател. Бяха поставени следните критерии, на които трябваше да отговаря виртуалното упражнение, за да удовлетвори условията за процеса на обучение:

а) Работата с виртуалното упражнение да е максимално близка до работата с опитната постановка в реалната лаборатория;

б) Интерфейсът на виртуалното упражнение да наподобява достатъчно реалната опитна постановка;

в) Виртуалното упражнение трябва да има интуитивен интерфейс и да подпомага изпълнението на поставената задача, в случай че студентът се нуждае от това;

г) Да се записва информацията, необходима на преподавателя да удостовери правилното изпълнение на поставената задача;

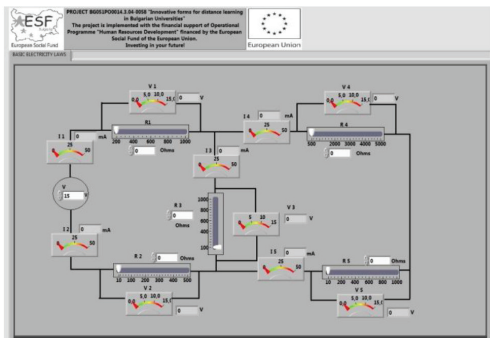
д) Да притежава функции, които не позволяват на едни потребители да възпрепятстват работата на други;

В средата на LabVIEW беше създаден виртуален инструмент, който да изпълнява поставените критерии. На фигура 1 е показана лицевия панел на виртуални инструмент. Вижда се, че реализираната схема съответства напълно на опитната постановка, описана в т. 1.

3.1 Описание на работата на виртуалния инструмент

След като получи задание от ръководителя, включващо стойностите на захранващото напрежение и съпротивленията в схемата от фиг. 2, както и интернет адреса за достъп до виртуалното упражнение, студентът изисква достъп до инструмента, въвежда нужните стойности на елементите във веригата и стартира виртуалния инструмент. За да е възможно това е необходима инсталация на софтуерна приставка достъпна свободно на сайта на National Instruments. Виртуалният инструмент изисква от студента да въведе служебна информация, включваща неговите имена и факултетен номер, която се записва във файл на сървъра, на който е инсталиран инструмент. Тази информация, заедно с данните от измерените стойности на токовете и напреженията са достъпни за ръководителя на упражнението.

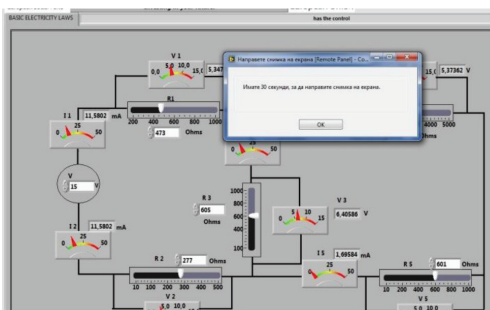
Трябва да се отбележи, че виртуалното упражнение представлява симулация на опитната постановка на действителното упражнение. С цел постигане на максимална близост между реалните и виртуалните стойности на съпротивленията в схемата, в тях изкуствено е вкаран толеранс на параметрите в рамките 5 %.



Фиг. 2. Лицев панел на виртуален инструмент за реализация на виртуалното упражнение

Върху дисплеите на волтметрите и амперметрите, включени в схемата се появяват стойности на измерените напрежения и токове. Тъй като цялата схема представлява математически модел на реалната постановка тези стойности са изчислени от виртуалния инструмент като са отчетени въведените толеранси. В моделите на виртуалните измервателни уреди не е вкарана неопределеност. Всички стойности от измервателните уреди се записват във файла с информация срещу името и факултетния номер на студента.

На екрана се появява прозорец, който предупреждава потребителя за времето, с което разполага да отчете (запише) необходимите параметри за приключване на задачата (фиг.3).



Фиг. 3. Прозорец, предупреждаващ потребителя за оставащото време до края на сесията му

След изтичане на това време съвъръят автоматично прекратява сесията с този потребител. Тази функционалност е въведена с цел изпълнение на критерий д) от т. 3. Ако студентът желае повторен достъп до виртуалния инструмент, то той трябва да бъде извикан отново по описания начин. Необходимо е да се отбележи, че достъп до виртуалната опитна постановка в един момент може да има само един потребител, което е част от изпълнението на критерий а) от т. 3.

4. Заключение

Развитието на компютърните и комуникационни технологии предостави възможности за отваряне на нови хоризонти, методи и подходи за обучение на студенти. В няколко публикации ние описваме нашите усилия за внедряване на концепцията за виртуалната лаборатория чрез разработване на виртуални лабораторни упражнения, които да допълват обучението във висшето инженерно образование. В тази статия е представена симулация на реална лабораторна постановка. Въпреки това, работата с нея напълно замества работата с реалната постановка и предоставя на студенти и преподаватели допълнителен инструмент за придобиване и споделяне на нови знания. Виртуалното упражнение беше апробирано през учебните 2013/2014 и 2014/2015 години и доказва своята ефективност в образователния процес.

Благодарност

Този доклад е разработен по проект BG051PO001-4.3.04-0058 “Иновационни форми за дистанционно обучение в Българските университети“. Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Техническият университет - София, чрез ФАИО носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или ГДСФМОП.

5. Литература

- [1] M. Mitchell Waldrop, “The Virtual Lab”, Nature, Vol. 499, pp. 268 – 270, 18 July 2013
- [2] M. Mitchell Waldrop, “Campus 2.0”, Nature, Vol. 495, pp. 160 – 163, 14 March 2013
- [3] Nikolay Gourov, “Laboratory Practicals Manual on Electrical Engineering I”, Publishing House of the Technical University – Sofia, 2007
- [4] Ася Асенова, Камелия Йотовска, Па-

влин Дулев, „Университетски курс за мобилно обучение (технологични и педагогически аспекти)“, София 2014

[5] **Vladislav Slavov, Tasho Tashev, Valeri Mladenov**, “Virtual Laboratory Software Research”, Recent Advantages in Electrical Engineering, Advanced Applications of Electrical Engineering, Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Application of Electrical Engineering (AEE’08), Trondheim, Norway, July 2-4, 2008

[6] <http://www.ni.com/labview/requirements/>

[7] **Narayana, K V L; Rao, Bhujanga A.**, “Modification of the Wheatstone-Bridge for Measurement of a Process Variable by a Resistive Transducer Using Lab VIEW”, Sensors & Transducers, May 2015; Vol. 188 (5), ISSN: 2306-8515

Данни за авторите:

Николай Русев Гуров – Маг. инж. специалност “Информационно-измервателна техника” (1988), асистент, катедра „Електроизмервателна техника“, факултет „Автоматика“, Технически университет – София.

Владислав Деянов Славов – инж. специалност “Автоматика, информационна и управляваща техника” (2003), главен асистент (2011), Доцент (2015), научна степен „Доктор“ (2011), катедра „Електроизмервателна техника“, факултет „Автоматика“, Технически университет – София.

VIRTUAL LABORATORY EXERCISE “BASIC ELECTRICITY LAWS”

Nikolay Gurov¹⁾, Vladislav Slavov²⁾

^{1,2)} Technical University - Sofia, 8 Kliment Ohridski blvd, Sofia, Bulgaria

e-mails: nrg@tu-sofia.bg, vladi_s@abv.bg

Abstract: The article describes the virtual laboratory exercise „Basic electricity laws“ designed for first-year students in the English Language faculty of Engineering, Technical University - Sofia, which curriculum subject „Electrical engineering I“. Virtual laboratory exercise was conducted in the environment of LabVIEW and integrated in e-learning platform Moodle, which is conventionally used at the Technical University - Sofia. Performing the exercise, students get acquainted with the basic laws of electrical engineering practice. They can set different values of voltage and resistors in the selected scheme to verify whether and how to perform basic laws of electrical engineering with the resulting currents and voltages for all nodes and edges of the scheme. All this can be done at any time included the exercise of any place where there are available computer and internet connection.

Key-Words: Distance learning, e-learning, LabVIEW, Moodle, virtual laboratory exercises, electrical engineering, basic laws

References:

[1] **M. Mitchell Waldrop**, “The Virtual Lab”, Nature, Vol. 499, pp. 268 – 270, 18 July 2013

[2] **M. Mitchell Waldrop**, “Campus 2.0”, Nature, Vol. 495, pp. 160 – 163, 14 March 2013

[3] **Nikolay Gurov**, “Laboratory Practicals Manual on Electrical Engineering I”, Publishing House of the Technical University – Sofia, 2007

[4] **Asya Asenova, Kameliya Yotovska, Pavlin Dulev**, „Университетски курс за мобилно обучение (технологични и педагогически аспекти)“, София 2014

[5] **Vladislav Slavov, Tasho Tashev, Valeri**

Mladenov, “Virtual Laboratory Software Research”, Recent Advantages in Electrical Engineering, Advanced Applications of Electrical Engineering, Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Application of Electrical Engineering (AEE’08), Trondheim, Norway, July 2-4, 2008

[6] <http://www.ni.com/labview/requirements/>

[7] **Narayana, K V L; Rao, Bhujanga A.**, “Modification of the Wheatstone-Bridge for Measurement of a Process Variable by a Resistive Transducer Using Lab VIEW”, Sensors & Transducers, May 2015; Vol. 188 (5), ISSN: 2306-8515

ВИРТУАЛЬНОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ УПРАЖНЕНИЕ „ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ”

Николай Гуров¹⁾ Владислав Славов²⁾

*^{1,2)} Технический университет – София, бул. Климента Охридского 8, София, Болгария
e-mails: nrg@tu-sofia.bg, vladi_s@abv.bg*

Резюме: В докладе описывается виртуальное лабораторное упражнение ”Основные законы электротехники”, предназначенное для студентов-первокурсников на Факультете английского инженерного обучения Технического университета - София, в учебной программе которых включен предмет „Электротехника I“. Виртуальное лабораторное упражнение реализовано в программной среде LabVIEW и интегрировано в платформу электронного обучения Moodle, которая традиционно используется в Техническом университете - София. Выполняя упражнение, студенты знакомятся практически с основными законами электротехники. В ходе упражнения они могут установить различные значения напряжений и величину резисторов в выбранной схеме. Студенты могут также проверить выполняются ли и как выполняются основные законы электротехники, связанные с токами и напряжениями, полученными во всех узлах и контурах схемы. Все это может быть сделано в любое время, когда упражнение включено и с любого места, где доступен компьютер со связью с интернетом.

Ключевые слова: Дистанционное обучение, электронное обучение, LabVIEW, Moodle, виртуальные лабораторные упражнения, электротехника, основные законы.