РЕЗЮМЕТА

на трудовете на гл.ас. д-р инж. Ивайло Йорданов Неделчев представени за участие в конкурс за „доцент“ в професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, съгласно приетия от АС на ТУ - Варна на 23.04.2018 г., обявен в Д.В. брой 37 от 04.05.2018 г. конкурс за “доцент“ по научна специалност „Електроизмервателна техника“, към катедра Теоретична и измервателна електротехника“, Електротехнически факултет на Технически университет - Варна

За участие в конкурса са представени 25 научни труда извън работата по дисертационния труд и 4 ръководства за лабораторни упражнения, публикувани както следва:

I. Публикации в международни научни списания 3 бр.;
II. Публикации в списания и в сборници с доклади 22 бр.;
III. Учебници и учебни пособия 4 бр.

Трудовете представени за участие в конкурса са разделени в **две групи**.

Първа група **(А),** общо 12 публикации са обединени като равностойни на монографичен труд на тема "*Измерване на електрически величини и мониторинг на технологични процеси със системи за сбор на данни"* от които:

- Публикации в международни научни списания 2 бр.
- Публикации в списания и в сборници с доклади 10 бр.

Тематично трудовете от група **А** са систематизирани в следните области:

1. Измерване качеството на електрическата енергия, компенсация и оптимизация на електрически системи (А 1, А 2, А 3, А 5, А 7, А8);
2. Измерване на електрически величини и мониторинг на процеси посредством системи за сбор на данни (А 4, А 10, А 11, А 12).
3. Измерване и обработка на сигнали в електрическите вериги (А 6, А 9);

Втората група **Б** включва 17 труда, разпределени в три подгрупи $Б_1$, $Б_2$ и $Б_3$ както следва:

- Публикации в международни научни списания (**$Б_1$**) 1 бр.;
- Публикации в списания и в сборници с доклади в България (**Б2**) 12 бр.;
- Учебни пособия (**Б3**) 4 бр.

Тематично тези 17 труда са в области:

1. Възможности за прилагане на системи за сбор на данни в обучението ($Б_1$ 1, $Б_1$ 2, $Б_2$ 5);

2. Оценка на неопределености и грешки при измерване на електрически величини ($Б_1$ 5, $Б_2$ 2, $Б_2$ 4,);
3. Проблеми свързани със защитата и експлоатацията на централи за производство на електрическа енергия от възобновяеми енергийни източници ($Б_1$ 7, $Б_2$ 1, $Б_2$ 6);
4. Изследване конструкции на електролизери за производство на оксиводород ($Б_1$ 3, $Б_1$ 4, $Б_1$ 6, $Б_2$ 3);
5. Учебни пособия по „Електрически измервания“ и „Измервания в електрониката“ ($Б_3$ 1, $Б_3$ 2, $Б_3$ 3, $Б_3$ 4).

I. РЕЗЮМЕТА НА ПУБЛИКАЦИИ, ОБЕДИНЕНИ КАТО РАВНОСТОЙНИ НА МОНОГРАФИЧЕН ТРУД

(А1). Р. Василев, И. Неделчев, Проблеми свързани с измервателния блок при конструирането и изграждането на комплектни трансформаторни подстанции, XV научен симпозиум с международно участие “Метрология и метрологично осигуряване”, Созопол 13 - 17 Септември 2005, стр. 150 - 155.

В публикацията са разгледани основните принципи при изграждането на комплектна трансформаторна подстанция, като е акцентирано върху обособяването на нейния измервателен блок. Посочени са особеностите при конструирането му, най-често срещаните затруднения и подходите за тяхнто разрешаване. Набелязани са препоръки за проектирането и изпълнението му, съобразени със стандартните изисквания на електроснабдителните комбинати и адаптирани към най-широко внедряваните в момента статични електромери.

Тъй като, измервателните трансформатори в ролята си на първични преобразуватели, са със съществен принос за общата грешка от измерването, е необходимо внедряването на такива с по-висок клас на точност и по-малка токова и фазова грешки. Намаляването на тяхната грешка би довело до чувствително нарастване на точността на измерването.

Извършения обзор на основните положения при изграждането на комплектна трансформаторна подстанция (КТП) и съвременните изисквания към тях води до фундаменталния извод за основното място на измервателния блок и превръщането му в самостоятелен модул не само за отчитане на потребяваната електрическа енергия, но и за първично звено в съвременна автоматизирана система за измерване, контрол и управление на електропотреблението, за оптимизиране на енергийните процеси и намаляване загубите на електрическа енергия от влошените й качествени показатели. За реализацията на така поставената цел при конструирането и производството на КТП трябва да се осигури:

1. използване на измервателни преобразуватели (токови и напрежителни трансформатори) с оптимизирани параметри и съобразени с очакваното натоварване;
2. внедряване на статични електромери и модули (блокове) с опции за дистанционно предаване на данните;

3. осигуряване на възможност за вграждане на контролери за първично обработване на данните от измерването и определяне на различните качествени и енергетични показатели на електрическа енергия;
4. възможност, евентуално и производство на КТП с вградени съвременни устройства за минимизиране на неблагоприятното влияние на несиметричните товари, висшите хармоници и лошият фактор на мощност.

(А2). Р. Василев, И. Неделчев, Прецизният измервателен анализ - основен фактор за постигане на максимална енергийна ефективност, Международна научна конференция Unitech, Габрово 24 – 25 Ноември 2006 г., т. I, стр. 55 - 57.

В тази публикация се предлага система разрешаваща много от проблемите съпътстващи прецизното измервне на различни типове консуматори по характер и мощност. Тук се предлага специализирана измервателна система, с основно предназначение – извършването на прецизен измервателен анализ за произволен обект. Извършва се измерване в реално време без да се налага прекъсването на веригата на консуматора. Тези измервания намират приложение основно в анализа на мощни трифазни консуматори без да се нарушават функциите им или да се прекъсва работата им. Тази система може да се използва не само за анализ, но и за следремонтна проверка, за периодично настройване и диагностициране на различни промишлени потребители. Системата се състои от преносим или обикновен компютър, с вградена DAQ – карта, амперклещи с напреженов извод, променлив делител на напрежение, с относително високо входно съпротивление, и измервателни преобразуватели.

За да се осъществи прецизен анализ, е необходимо спазването на определени изисквания към елементите, които изграждат системата. Основното изискване към всички преобразуватели е да не внасят нелинейни изкривявания, тъй като анализът е в областта на времето и това би довело до значителни неточности при обработката на резултатите. Делителят на напрежение е необходимо да е идеално калибриран и да поддържа стабилен кофициент на трансформация в целия работен диапазон на измерваните напрежения. Системата намира приложение при анализа на мощни трифазни консуматори. След прикачването към обекта на измерването, анализът протича в следната последователност:

1. Изчисляване на THD на токовете и напреженията чрез бързо преобразувание на Фурие.
2. Изчисляване на ефективните стойности на токовете и напреженията и определяне на началните фази и ъглите на дефазиране.
3. Изчисляване на пълната, активната, реактивната мощност и фактора на мощността за всяка фаза като ефективни стойности.
4. Векторно изобразяване и разлагане на векторите за права,обратна и нулева последователност за токовете и напреженията. Изчисляване на коеф. на несиметрия и неуравновесеност за токовете и напреженията.
5. Изчисляване и представяне на трифазните величини – пълна,активна, реактивна и пулсиращи мощности както и на трифазния фактор на мощността.

Представената система е апробирана в производствената дейност на редица предприятия. Проведения анализ и получените резултати показват нейната пригодност и дават възможност на енергийния мениджър да получи реална представа за производствените процеси, за електроснабдителната система и да предприеме адекватни действия за електроенергийна ефективност при производствения процес.

(А3). Р. Василев, И. Неделчев, „Относно икономическата ефективност на компенсацията на реактивната мощност“, Международна научна конференция Unitech, Габрово 24 – 25 Ноември 2006 г., т.I, стр. 58 - 61.

При производствения си процес промишлените предприятия употребяват електрическа енергия, заплащайки два нейни съставящи - активна и реактивна. За разлика от активната съставяща, реактивната може да се получи непосредствено в местата на нейното потребление. Затова за минимизиране на общите загуби, икономически целесъобразно е голяма част от необходимата противоположна реактивна съставяща да се изработва непосредствено на шините (присъединенията), съответстващи на енергопотребяващите устройства. Подобно генериране на реактивна енергия е широко разпространена практика по целия свят и е известно като компенсация на реактивната мощност. Обикновено, при определяне ефективността на компенсацията на реактивната мощност, в предвид се взема само икономията от намаляването на санкциите за употребяваната реактивна енергия. Същевременно върху факта, че при компенсацията, за генерирането на противоположна реактивна енергия е необходима активна енергия, не се акцентира. Този разход зависи от типа на компенсиращото устройство и се задава чрез относителен коефициент на компенсация – Ккомп.

Изборът на компенсиращото устройство се явява основополагащ фактор, определящ целесъобразността на компенсацията. Сравнението между устройствата, компенсиращи индуктивната реактивна мощност показва по-висока ефективност при използването на статичните кондензаторни батерии, характеризиращи се с малка стойност на относителния разход на електрическа енергия. Използването на синхронни двигатели в качеството им на компенсиращи устройства може да доведе до отрицателен ефект, т.е. загубите на активна енергия при компенсацията могат да надхвърлят икономията от намалението на реактивната енергия.

Стойността на икономическия еквивалент на реактивната мощност (P_Q) оказва най-голямо влияние върху избора на мястото за разполагане на компенсиращите мощности, както и тяхното оптимално разпределение между страна НН и страна СН. Той определя и степента на влияние на товара на режима на работа на захранващите източници. Най-голяма икономическа ефективност при компенсацията на реактивните товари се достига в точките с най-голяма стойност на коефициента P_Q.

1. При оценка ефективността на капиталните разходи при организирането на собствено изработване на реактивна енергия (капацитивна или индуктивна) е необходимо да се отчита влиянието на факторите, определящи големината на общата стойност на заплащаната електрическа енергия.

2. Целесъобразността на компенсацията на реактивните товари трябва да се определя за всяка разчетна точка индивидуално, с отчитане на икономическия еквивалент на реактивната мощност P_Q и провеждане на предварителен измервателен анализ.

(А4). Р. Василев, И. Неделчев, „Създаване на мрежа от свързани датчици и нейната глобална интелектуализация“, Годишник на ТУ – Варна 2007, стр. 81 - 87.

С внедряването на микропроцесорна техника в измервателните устройства и дискретизацията на сигналите, ролята на първичните датчици в подобряване точността на измервателната процедура започна да нараства. В самото начало на използването им, техните показания са се отчитали ръчно и предавали устно от човек на човек. С индустриализацията на производството, измервателната информация се е предавали посредством пневматика. Качествено нова ера настъпва с появата на датчиците с електрически изходни сигнали. Първоначално електрическия изход е използван за включване на аналогово изходно устройство, а впоследствие с развитието на цифровизацията и компютъризацията, измервателната информация започва да се получава в цифрова форма, да се осъществява първоначална обработка на данните и тяхното съхранение в запомнящи устройства.

Статията дава един обзорен поглед върху тенденциите в развитието на сензорна мрежа и измервателни устройства, като елемент на съвременните интелигентни системи – първоначално посредством електрическо свързване на отделни датчици, концепцията за мрежова система и съвременните тенденции и перспективи с използването на Интернет.

Представения обзор на технологиите, приложими при реализацията на сензорната мрежа като самостоятелен обкръжаващ ни интелект, показва, че не е далеч времето, когато тя ще се появи. Според изследванията в тази област до няколко години ще се появят много малки (с размер под 0,1 см^3) автономни датчици с поне петгодишен срок на годност на захранващия източник, използващи Интернет връзка. Техните интелектуални възможности все повече ще нарастват, което ще позволи създаването не само на индивидуален интелект, но и интелект на дадено локално ниво. Разработват се устройства, които за момента не могат да измерват и предават данните в реално време, както са изискванията за производствените процеси, но могат да извършват измервания с честота до десетки килохерца, което е допустимо за доста приложения.

Засега не съществуват стандарти, отговарящи на нужните изчислителни ресурси и енергопотребление за интеграция на данните от сензорната мрежа, но показаните разработки в това направление дават основание да се очакват подобни приложения, въвеждане на самодиагностика на датчиците и тяхното постепенно сливане в единен интелект. Възловите места в тази концепция остават:

1. Създаването на инфраструктура за обезпечаване достъпа до сензорната мрежа;
2. Енергопотреблението на радиовръзката;
3. Отсъствие на стандартизирани методи на интегриране на датчиците в съответни приложения, създаващи единния интелект на системата.

4. Не на последно място трябва да се осъществи и изследване за евентуалната обществена реакция, обусловена от социални и културни фактори, на масовото комерсиално приложение на единния, обкръжаващ обществото интелект.

(А5). Р. Василев, И. Неделчев, П. Парушев, Анализ на електропотреблението на предприятия от градския електрически транспорт, Трети международен научен конгрес на ТУ - Варна, България, т. III, 4 - 6 Октомври 2012 г., стр. 185 – 190.

Електрическият транспорт се утвърди като най-екологичния в градски условия. Неговото разрастване и повишаването на цената на електрическата енергия започнаха да поставят определени изисквания за оценяване на неговата енергийна ефективност. Предмет на настоящия доклад е определянето на специфичния разход на електроенергия за единица продукция или обем извършена работа, като се приема обобщена характеристика на технико-икономическо ниво на използване на електрообзавеждането.

Електрозахранването на електрическия транспорт се осъществява от основни подстанции на град Варна , както следва: „Лазур”, „Север”, „Чайка ”, „Юг”, „Изток”, „Запад”. Електроснабдителната система на фирмата се захранва директно от мрежата на 10 kV и 20 kV. Измерването на електрическата енергия е на страна средно напрежение (Ср.Н.) и се намира в подстанциите. Изпълнено е по класическа схема и се състои от статични електромери. Основните видове тролеи са марки Scoda 14Tr и Scoda 15Tr с електрическа мощност съответно 100 kW и 200 кW. Работното напрежение по градската контактна мрежа е 0,6 кV, реализирана на секции и получавано от изправителни станции (ТИС).

Реактивните товари се компенсират на страна ниско напрежение. Въведени са в експлоатация станции за компенсиране на капацитивния товар на захранващите силови кабели, съдържащи в структурата си мощни степенно управляеми дросели. При ненатоварена мрежа, необходимостта от локално компенсиране в различните ТИС не е еднаква. Когато мрежата се натовари с 21,5% от номиналната си активна мощност, общата капацитивна мощност на кабелите Ср.Н. е напълно компенсирана от общата индуктивна мощност на трансформаторите и кабелите Ср.Н.

При годишна консумация на електроенергия за базисната 2010 година за електрически транспорт от 2767 MWh, с въвеждането на новите модели тролеи, където икономията от електрозадвижването е 15%, при подмяна на една трета от целия парк, реализираните икономии ще възлизат на около 137 MWh, което е 23 600 лв.

В доклада са представени резултатите от проведено изследване върху състоянието на електрозахранването на тролейбусния транспорт в гр. Варна. Акцентирано е върху загубите на електрическа енергия и са предложени организационни и технически мерки, които ще подобрят енергийната ефективност на експлоатацията на градския електрически транспорт във Варна. Могат да се маркират още редица аналогични фактори с положителна индикация и ефективно влияние върху режимите на захранващата система. Икономическия ефект от съвкупното им въздействие по литературни данни може да се оцени в границите 15 ÷ 20% от прекия ефект на

намаляване загубите на мощност и постигане икономия на електрическа енергия. Допълнителни значителни икономии ще се реализират от сведените до минимум разходи за ремонт и поддръжка на новите тролеи и от разходите по извеждането, замяната и пускането в експлоатация на нови коли в графика.

(А6). Х. Живомиров, И. Неделчев, Измерване на моментна и средна разсейвана мощност на усилвател клас Б, Сборник научни доклади по проект „Развитие потенциала на докторанти, постдокторанти, млади учени и специализанти от инженерните науки в ТУ - Варна и техния принос за развитие на икономиката, базирана на знанието 2014“, ISBN: 978-954-760-316-5, стр. 42 - 46.

В настоящия доклад е разгледан въпросът за измерване на моментната и средна разсейвана мощност в усилвател на мощност клас В. На основание известните аналитични зависимости описващи моментната и средна разсейвана мощност, е построена блокова схема и реализирана опитна постановка, позволяваща измерване на посочените параметри. Създаденият опитен стенд е използван за изследване на реален усилвател, като е отбелязано съответствие между данните, получени по аналитичен път и данните от измерването.

Измерването на параметрите и характеристиките на усилвателите заема важно място при анализа, проектирането и експлоатацията на усилвателна техника. Едни от важните параметри, макар и по-рядко измервани са мощностните параметри на усилвателите. Особен интерес представлява измерването на средната разсейвана мощност от активните компоненти, като от това зависи техния подбор, режим на работа, охлаждане и др. Допълнително е необходимо наблюдаването и измерването на моментната разсейвана мощност, което касае безопасната област на работа на усилвателните компоненти.

Основните компоненти на функционална схема за измерване на моментната разсейвана мощност са:

- експериментален образец на интегрален аудио усилвател на мощност, с интегрална схема LM3886 (*National Semiconductor*).
- товар на усилвателя, изграден с резистор 10 Ω/10 W, паралелно с донастройващ реостат 50 Ω/10 W, заедно представляващи R_L, неполярен кондензатор 30 μF/ 300 V – C_L, шунт 1 Ω/2 W – Rsh.
- аналогов умножител, изпълнен с интегрална схема AD532 (Analog Devices). Измервателното устройство притежава два диференциални входа.

Отчита се много добро съвпадение между резултатите, получени по аналитичен път и тези от експеримента. Грешката при измерването е в рамките на допустимата за измерване с осцилоскоп.

На базата на известни теоретични зависимости, е реализиран стенд за измерване на моментна и средна разсейвана мощност от крайните транзистори на аудио усилвател на мощност. Проведените измервания, от една страна потвърждават теоретичните зависимости, а от друга верифицират опитната постановка като пригодна за измервания. Стендът може да се използва още за измерване на моментни и средни

стойности на консумираната от захранването мощност, мощността отдавана в товара от усилвателя, както и за опитно снемане на областта на безопасна работа на крайните транзистори.

(A7). R. Vasilev, V. Chikov, V. Gyurov, I. Nedelchev, S. Tashev, A. Krastilev, T. Alistarov, N. Nikolova, System for intelligent measuring, registering and control in electrical substation, Electrotechnica & Electronica 2015, ISSN: 0861-4717, vol. 50 No. 5 - 6, pp. 18 - 25.

Съществува голямо многообразие от различни технически системи, притежаващи различна функционалност, които са на утвърдено индустриално ниво и произвеждани от реномирани световни производители (Schnieder Electric, Siemens, Areva, ABB, General Electric, Rockwell Automation и др.). Въпреки известното препокриване на понятията „SMART Systems" "Intelligence Systems", „SCADA Systems" и др., всички утвърдени разработки залагат на еднотипна топология, съставена от следните основни звена:

1. Мрежови анализатори и/или статични електромери;
2. Елементи за индикация на състояния;
3. Програмируеми логически контроле-ри (PLC);
4. Изпълнителни елементи;
5. Софтуерно осигуряване на ниско ниво (за PLC);
6. Софтуерно осигуряване в клас SCADA;
7. Комуникационни елементи (TTL, Ethernet, GPRS);

Системите, класифициращи се като „Системи за контрол и регистрация на потреблението", „Системи за енергиен мениджмънт", „Телеуправление (телемениджмънт)", както и системите за „Експлоатационен мениджмънт", по същество използват същото или опростено хардуерно осигуряване и елеметна база, като разликите са основно в софтуерното осигуряване в клас SCADA. Възможностите, които са селектирани за разработване на нов тип интелигентна система са следните

1. Реализране на реален контрол, чрез гъвкава промяна режима на работа на силовите трансформатори, с цел поддържане на опимално натоварване и висок к.п.д.;
2. Интегриране на функциите за мониторинг на защитната апаратура ниско напрежение и настъпили аварийни събития в комплексна система за интелигентно управление.

Изграждането на такъв тип система осигурява пряка икономия на елелектрическа енергия, дължаща се от поддържането на минимум на загубите в зависимост от мощността на включените потребители, чрез осигуряване на оптимално натоварване на трансформаторите. Пряк икономически ефект – до 2-5% от общото натоварване в режим натоварване и до 60% в режим понижена консумация (в нощни часове или при обекти със сезонен характер – курортни комплекси и др.). Косвена икономия от енергиен мениджмънт. В доклада е представена разработката на нов тип техническа система за интелигентно измерване, регистриране и управление в комплектна трансформаторна подстанция. Застъпено е използването на централизирана система,

осъществяваща мониторинг и контрол в реално време, както на ниво Ср.Н., така и на ниво Н.Н на трансформаторни подстанции. Авторският софтуер за управление използва контрол базиран на критерий за оптиммалност $\Delta P = f(\beta)$ – minimum и/или $\Delta P = f(P, PF)$ – minimum.

(A8). R. Vasilev, V. Chikov, V. Gyurov, I. Nedelchev, Control and energy efficiency of the system for intelligent measurement, registering and control in electrical substations, Proceedings of XIV International conference on electrical machines, drives and power systems ELMA, Varna 1 - 3 October 2015, vol. II, pp. 126 - 130.

Разработената системата е от централизиран тип и използва архитектура, включваща основен модул PCC, два измервателни и комуникационни модули за страна средно напрежение (СрН) и ниско напрежение (НН), съответно МС1 и МС2 и модул за контрол на включванията и изключванията на комутационно-защитната апаратура (модул R). Основните възможности на системата са мониторинг на статуса на комутационно - защитната апаратура за СрН и НН, регистрация на показателите на електро-потребление и контрол на броя и режима на работа на включените силови трансформатори по критерий минимум на загубите на мощност: $\Delta P = f(P, PF, n) \rightarrow \min$, където P [kW] – потребявана активна мощност, PF – фактор на мощността и n – брой на включените трансформатори.

Един от класическите начин за намаляване на загубите на активна мощност в трансформаторни подстанции е чрез оптимизиране броя и мощността на включените силови трансформатори. Съществуват няколко възможности за дефиниране на критерии за управление, като най-популярните са:

1. Оценка на загубите на мощност с $\Delta P = f(\beta)$;
2. Оценка на загубите на мощност с $\Delta P = f(P, PF, n)$

И при двата подхода се цели постигане на оптимум на функцията – минимум.

Така изградената система от централизиран тип може да претендира за сериозна алтернатива на някои известни експериментални решения, използващи мрежови анализатори и програмируеми логически контролери. От хардуерна гледна точка, предимството е използване на две измервателни устройства (аналогична традиционна система ще използва 8 мрежови анализатора) и липса на PLC и комуникационни модули. Тяхната функционалст е заменена от авторски PCC модул, който има и Touch Screen потребителски интерфейс. При употреба на система с PLC, за реализиране на същата функционалност, е необходимо добавянето на допълнително устройство за осъществавяне на HMI. По отношение на критериите за оптималност на управлението, тук се предвижда използването на методика, включваща както натоварването, така и характера и големината на фактора на мощността, което е предимство спрямо традиционният подход с управление по коефициента на натоварване β

В доклада е представена разработката на нов тип техническа система за интелигентно измерване, регистриране и управление в комплектна трансформаторна подстанция, като е акцентирано върху топологията, конфигурацията и алгоритмите за управление. Авторският софтуер за управление използва контрол базиран на критерий

за оптиммалност ΔP = f (β) – minimum и/или ΔP = f (P, PF) – minimum. Разгледани са спецификите на алгоритмите за управление и начините за постигане на измерване и контрол в реално време.

(A9). H. Zhivomirov, I. Nedelchev, R. Vasilev., A Method for Single -Tone Frequency Estimation, Romanian Journal of Acoustics and Vibration 2016, ISSN: 1584-7284, vol. XIII No. 1, pp. 20 - 24.

Оценката на параметрите (амплитуда, честота и фаза) на обикновен синусоидален сигнал е класически проблем в практиката за измерване и обработка на сигнали. Тя има важно значение при измерването на амплитудно-честотни и фазово-честотни характеристики на системата, импедансната характеристика, фазовото дефазиране, коефициента на нелинейни изкривявания, интермодулацията и т.н. Това е важен проблем и в области като: схемотехника и измерване, комуникации, радарни и сонарни системи, акустика и вибрации, биомедицина, астрономия и др. В някои случаи са необходими само един или два (напр. амплитуда и честота) от гореспоменатите параметри, поради което могат да се прилагат различни подходи за да се реши проблема. Използват се техники, основани на дискретното преобразуване на Фурие (DFT) за измерване на честотата на изследвания сигнал. Процедурата за обработка на сигнала включва: събиране на данни, дигитализиране на сигнала, обрабтка с времеви прозорци на получените дискрети и изчисляване на амплитудния спектър посредством DFT или получаване на спектралната плътност на сигнала.

Понататъчната обработка включва използване на метода на максималното подобие (Maximum Likelihood Estimation - MLE). Някои вариации на метода са основани на по прецизното прилагане на MLE чрез различни интерполационни техники. В тази статия се представя методика за по-прецизно изчисляване на отделните честоти в спектъра на изследваните сигнали чрез двустъпкова процедура: класическият груб MLE метод и по-прецизно изчисление чрез тегловно усредняване (Weighted-Averaging Estimation – WAE). В статията е представена нова методика за определяне честотата на спектралните съставки на изследваните сигнали, означен като DFT-MLE-WAE. Изчислението е базирано на DFT, като се използва двуетапна процедура: фино и грубо търсене на честотения индекс k_m - аргументът, който максимизира модифицираната диаграма на спектралната плътност на изследваня сигнал. Грубото търсене се получава с помощта на класическия MLE метод, а прецизното търсене се осъществява чрез тегловно усредняване (WAE). Методиката е тествана при 1000 симулации, като е изчислена усреднената стойност на средно-квадратичното отклонение (MSE) при различни стойности на отношението сигнал – шум (SNR). По-нататък получената стойност се сравнява с MSE на други известни честотни калкулатори. Може да се предположи, че предложеният DFT-MLE-WAE калкулатор има по-малка MSE от добре познатите класически DFT-MLE метод и този с производната на фазата, но по-големи от другите.

Предложеният калкулатор обаче представлява друга методика, който може да се използва в практиката за измерване на честота и представлява един принос в теорията

за оценка на параметрите на сигнала. Методика се прилага в софтуерната среда на Matlab и може да се използва за оценка на честотата на всеки тип стационарни периодични сигнали (например синусоидален, правоъгълен, триъгълен и т.н.).

(A10). Ivaylo Nedelchev, About the influence of the source feeder on the plasma spray coating process, U.P.B. Scientific Bulletin 2018, Series C, ISSN: 2286-3540, vol. 80 iss. 2, pp. 157 - 166.

При конструкциите на индиректен плазмотрон с вихрова стабилизация на дъгата, в зависимост от налягането на плазмообразуващите газове и конструкцията на газоразпределителната втулка на палзмотрона се формира турболентно изтичане на плазмения газ, който въздейства върху генерираната електрическа дъга в камерата.

Промените на физическите размери на дъгата, като дължина и напречно сечение, вследствие нейната ротация в камерата, въздействат върху пада на напрежението между анода и катода (u_{AK}). Това е случаен процес, който формира напрежение в чиято времедиаграма се наблюдава псевдопериодичност. Ако се разгледа електрическата дъга заедно със захранващата линия на плазмотрона като общ товар на захранващия източник, то отдаваната мощност от източника може да бъде декомпозирана като енергия отдадена на плазмотрона и енергия запасена в захранващата линия. Това разпределение силно зависи от електрическите параметри на захранващата линия. Предвид това, че електрическата дъга представлява нелинеен елемент със случаен характер на изменение на съпротивлението й, както и рязкото изменение на тока във веригата, захранващата линия трябва да се разглежда като импеданс с индуктивен характер с електрическо съпротивление R и индуктивност L. Те определят пада на напрежението в нея и съответно загубите на активна мощност, както и самоиндуцираното напрежение вследствие индуктивността на кабела. Основен фактор за стойността на тези електрически величини са физическите параметри на захранващата линия: дължина, напречно сечение, специфично електрическо съпротивление, вид на кабела. Динамиката в камерата на плазмотрона, предполага бързо изменение на тока и напрежението в линията, както и участъци с висока стръмност в тяхната времедиаграма, което би се изразило в разширяване на честотния спектър на тези величини, и съответно в проявата на „скин“ ефект.

Резултатите от направените експерименти ясно доказват, че захранващата линия влияе на процеса плазмено-прахово напластяване по два основни начина:

1. чрез отделената активна мощност в линията, вследствие електрическото съпротивление на медните проводници, която се проявява като топлинни загуби;
2. чрез появата на самоиндуцирано напрежение вследствие индуктивността на проводника, изразявайки се в магнитно поле около линията.

Получените стойности за тези два основни влияещи фактора водят до извода, че динамичните процеси в плазмотрона респективно бързото изменение на динамичното съпротивление на електрическата дъга, оказват силен ефект, върху напрежението на плазмотрона, от което зависи и степента на въздействие на линията върху електрическите параметри на процеса плазмено-прахово напластяване.

Направеното изследване показва, същественото значение на връзката между честотния спектър на напрежението между анода и катода в плазмотрона (u_{AK}) и напречното сечение на захранващата линия (S), което е пряк резултат на „скин“ ефекта в проводника.

(A11). I. Nedelchev, H. Zhivomirov, Y. Rangelov, N. Nikolaev, R. Vasilev, A study of the transient processes on commutation of low voltage loads, 7th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development “TE-RE-RD”, Drobeta Turnu Severin, Romania May 31 - June 2 2018, pp. 485 - 490.

В ежедневието на масовия потребител на електроенергия все повече се срещат случаи, в които консуматорите са с изразен реактивен характер или генерират висши хармоници. При тези условия често срещана е ситуацията, в която при рязка промяна на режима се освобождава голямо количество запасена енергия за кратък период от време, генерират се напрежения на самоиндукция и големи стартови токове. Промяната на работния режим на консуматора винаги е съпроводена с преходен процес, който се изразява в добавяне на преходна съставка на тока и напрежението към тяхната стационарна компонента, която в зависимост от параметрите на веригата има критично-апериодичен, апериодичен или псевдо - периодичен характер. Това превръща веригата на консуматора и комутиращата апаратура в източник на смущения с параметри, които биха могли да нарушат работата на някой елементи или да предизвикат повреди и откази в близко разположени консуматори или апаратура. Във връзка с това се явява и проблема с бързодействието в конвенционалната комутационно - защитна апаратура. Често тя има по-ниско бързодействие в сравнение с времето за нарастване на стартовите токове във веригата.

В доклада са разгледани случаи, при които се комутират консуматори с номинално работно напрежение 220/380 V. С помощта на система за сбор на данни, в реално време са обследвани преходните процеси, възникващи при комутация на изследваните консуматори. Във веригите на електроразпределителните системи, товарният импеданс най-често е със смесен активно-индуктивен характер. Един от важните елементи в такава система е нейният захранващ блок - трансформатор. Особено чести са случаите при отпадане на напрежението на захранващия трансформатор. Важни етапи от преходния процес са моментите на комутацията и на установяването на стационарната съставка. По време на включването и изключването на консуматора се създават условия за протичане на токове с голяма амплитуда.

Проведеното изследване на преходните процеси във вериги захранвани с трансформатори при товари с индуктивен и активен характер на импеданса показва, че в практиката често се създават условия за възникване на комутационни токове с преходни съставки, чиито амплитуди и продължителност в много от случаите превишават номиналните параметри на комутационната и защитната апаратура. Правилният подбор и местомонтаж на комутационната апаратура и инсталирането на подходящи защитни елменти, биха предотвратили евентуални повреди в по-чувствителните консуматори при нежелани комутации.

Резултатите от измерванията дават насоки за възможностите и ограниченията при използване на системи за сбор на данни при изследване на сложни процеси в реални физически модели на електроенергийни системи в лабораторни условия.

(A12). Ivaylo Nedelchev, Hysteresis loss analysis of magnetic materials with data acquisition system, Electrotechnica & Electronica 2018, ISSN: 0861-4717, vol. 53 No. 3 - 4, pp.(под печат).

Магнитните материали са широко разпространени в много области на електрониката и електротехниката. Важно е те да се изследват точно в целия работен диапазон. Поради нелинейния характер на характеристиките на магнитните материали от голямо значение е намирането на параметрите на хистерезината крива: точки на насищане и загубите в материала. Подходящ съвременен метод за това е използването на система за сбор на данни (DAQ). Тази статия представя едно изследване на хистерезисните загуби в магнитните материали чрез използването на DAQ система. Изплозван е добре познатият осцилоскопен метод за получаването на хистерезисната крива и софтуерно изчисление на загубите. Чрез програмата LabVIEW, в реално време се представят, както моментите стойности на измерените напрежения по време на процеса, така и изчислените загуби в материала. Визуализира се и динамичната хистерезисна крива.

Получените графични и числени резултати показват етапи от постепенно нарастващо намагнитване на образеца. При висока степен на намагнитване и достигане на насищане, входният ток е силно изкривен в сравнение със синусоидалната форма на захранващото напрежение. Получените графики илиюстрират хистерезисна крива, която не е ясно очертана поради динамичните флуктуации в процеса на цикличното намагнитване. Това довежда до промяна на границите на намагнитващата крива и съответно на площта й в рамките на един период, което води до неточности в пресмятането на загубите от хистерезис. С увеличаване честотата на намагнитване, насищане на образеца се достига при по-високи нива на входното напрежение, което е ефект от увеличаване на входния импеданс на веригата и съответното намаляване на тока в нея.

Проведените експерименти показват ясно възможността за прилагането на система за сбор на данни при изчисляване на основните параметри на магнитните материали. Възможностите на тази система са приложени върху образец с малки размери, което е едно от предимствата на тази система. Подходът е приложим и при образци с по-големи размери, посредством подходящи усилватели и преобразуватели. Чрез тази експериментална постановка, могат да бъдат измервани в реално време голям брой от основните параметри на магнитните материали. Това прави възможно веднага да бъдат представени характеристиките на намагнитване (основна крива на намагнитване, хистерезисната крива, зависимости на магнитната проницаемост от интензитета на магнитното поле), а така също и да се намерят коерцитивната сила и остатъчната намагнитеност. Едно ключово предимство при използването на система за сбор на данни пред осцилоскопа е, получаването на динамичната хистерезисна крива.

Ширината на тази крива показва динамиката на процеса. По този начин могат да бъдат пресметнати и толерансите в резултатите за хистерезисните загуби. Използването на система за сбор на данни в експеримента, повишава точността и разширява възможностите за измерване.

II. РЕЗЮМЕТА НА НАУЧНИ ТРУДОВЕ ИЗВЪН ТЕЗИ ОБЕДИНЕНИ КАТО РАВНОСТОЙНИ НА МОНОГРАФИЧЕН ТРУД

ПУБЛИКАЦИИ В ЧУЖБИНА (Б1)

(Б$_1$1). R. Vasilev, I. Nedelchev, V. Vasileva, M. Doneva, Development in Education of Electrical Measurements and Circuits Theory, XLV International scientific conference ICEST, Ohrid, Macedonia 23 - 26 June 2010, vol. 2 PO XIV.3, pp. 919 - 922.

Динамичното развитие на компютърните технологии изисква разпространение и внедряване на нови информационни технологии в образованието, съчетаващи визуализация и простота на представянето с високо ниво на изучавания материал. Централно място в модерните образователни ресурси на съвременните образователни центрове заемат компютърни модели на изучаваните обекти и процеси, софтуерна и хардуерна автоматизация на лабораторното оборудване. За това обучение са много полезни виртуалните инструменти, които по-добре обясняват съдържанието, позволяват създаването на различни приложения и изпълняват нови приоритети в инженерното образование въз основа на способността за самостоятелно решаване на поставените задачи с научни методи. Разбира се, те не трябва да се третират като заместител на експерименталните лабораторни задачи, които се поставят в техническото обучение, но могат да бъдат използвани като отлични инструменти за подготовка в лабораторния практикум.

Според авторите предимствата на приложението в лабораторната практика на измервателния комплекс NI ELVIS, се определят от очевидните фактори:

- преобразуване на измерваните величини - дискретизация и автоматизация в определен работен диапазон;
- възможност за използване на набор от дванадесет хардуерни измервателни устройства и стотици виртуални инструменти в средата на програмата LabVIEW;
- използване на такива виртуални инструменти, чието хардуерно внедряване е невъзможно за масова употреба в образователните лаборатории;
- възможност за използване на самостоятелно разработени виртуални инструменти чрез съпровождащия платформата софтуер - LabVIEW;

В същото време комплексът NI ELVIS използва и съхранява всички характеристики на реалния експеримент, а именно:

- способност да проверява съответствието на теорията с реалните обекти;
- изследване влиянието на страничните влияещи параметри и отклоненията на резултатите от измерванията;

- обучение по синтез на електрически вериги и системи и правилно свързване на измервателните уреди.

Въпреки съществуващите обстоятелства и трудности при внедряването на образователната платформа NI ELVIS, тя остава един от най-перспективните инструменти за организацията на обучението в университетското образование.

(Б$_1$2). R. Vasilev, I. Nedelchev, Examples for virtual laboratory exercises by electrical measurements based on NI ELVIS II, XLV International scientific conference ICEST, Ohrid, Macedonia 23 - 26 June 2010, vol. 2 PO XIV.4, pp. 923 - 926.

През последните няколко години развитието на компютърните технологии засегна и образователния процес. В тази връзка едно настоящо решение е интегрираната образователна платформа NI ELVIS (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite). Тази образователна станция е основно решение за развитие и създаване на различни лабораторни упражнения и образователни лаборатории. Основното предимство на NI ELVIS е нейната гъвкавост. То дава възможност за първоначално запознаване с измервателните средства и основните закони на електрическите вериги, методите на свързването им и принципа на работа, както и дава възможност на студентите да проектират различни аналогови и цифрови системи, да симулират прототипи на системи и устройства чрез визуално моделиране в средата на Multisim и LabVIEW, реализиране на прототип върху реална платформа и собствено изследване с помощта на интегрирани виртуални инструменти в NI ELVIS. По този начин студентите могат да получат уникален шанс да преминат през целия цикъл на обучение - от моделиране, чрез синтез, до тестване на истински прототип върху интегрираната платформа.

Платформата се състои от:

1. Експериментална платка с 2800 извода за синтез на прости електрически вериги и по-сложни системи, настройка на датчици, сензори и контролни уреди и механизми. Генерираните и измерени сигнали могат да бъдат съхранени или изпратени до отдалечени модули в системата;
2. Многоцелева лабораторна станция NI ELVIS II за съхранение на данни, генериране и получаване на сигнали към и от експерименталната платка;
3. Виртуални инструменти, състоящи се от 12 модула, всеки от които се използват е електрическите измервания – двуканален цифров осцилоскоп, цифров мултимер, спректрален анализатор, функционален генератор, регулируемо постоннотоково захранване и т.н.;
4. Софтуер Multisim 9;
5. Необходими софтуерни драйвери и някой полезни примерни програми в средата на LabVIEW;
6. Персонален компютър или лаптоп;
7. Мултимедиен проектор.

Показаните примери илюстрират употребата на платформата NI ELVIS II при различни по сложност и вид схеми и експериментални постановки реализирани в

дисциплината „Електрически измервания“. Предимствата на са: лесна и бърза реализация на изследваните схеми и модули, възможност за лесно преобразуване на електрическата схема, яснота и простота, наличие на вградени защити. Визуализацията чрез виртуалните инструменти, разкрива възможностите и поведението на реални обекти в лабораторни условия и са особено полезни в процеса на индивидуалното обучение на студентите.

(Б$_1$3). R. Vasilev, I. Nedelchev, V. Venkov, A. Marinov, Examination Parameters of Some Basic Construction of the Browngas Generators, XLVI International scientific conference ICEST, Nish, Serbia 29 June - 01 July 2011, vol. 3 PO 5.7, pp. 812 - 815.

Нарастването на потреблението на фосилни горива, налага все по-голямата нужда от разработката и използването на конструкции, които генерират или използват т. нар. възобновяеми източници на енергия. Един от тези източници е водата. Има възможност да бъде използвана енергията складирана в нея. Продукт от разлагането на водата чрез електролиза е газът оксиводород (т.нар. браун газ или HHO), който може да бъде използван като алтернатива на фосилните горива. В тази статия са представени няколко констукции на браун газ генераторите и са изследвани някой от техните параметри. Разгледани са основно генератори, работещи с постоянно или изправено напрежение. Главните параметри, които са измервани в хода на изследванията са: ток, напрежение, маса на произведения браунгаз и обща ефективност на конструкцията.

Прилагайки постоянен електрически ток във воден разтвор на калиева основа, която играе роля на катализатор, започва електролиза на водата, при която водородът се отделя на катода и кислородът - на анода. Те са в молекулярно състояние и насищат разтвора с малки мехурчета в близост до електродите. След дисоциацията на водната молекула, генерираните газове се смесват помежду си (ако конструкцията позволява това) в горими съединения, състоящи се от две обемни части водород и една част кислород. Това е така нареченият браун газ. При електролизата голямо влияние оказват токовете които протичат през отдалечените елктроди. Тези токове влияят на ефективността поради повишаването на поляризационната енергия на електролита, за сметка на продукцията на газ. За да се предотврати този ефект, и да се минимизират загубите от поляризация, се използва електролизер, чиято конструкция минимизира тези странични токове, като по този начин в електролизера действт само токовете между два съседни електрода и загубите се намаляват до стойността на омичните загуби в електролита във всяка отделна клетка.

Ефективността на електролизера се подобрява при:

1. Работи с малки токове. Това се обяснява чрез по-малките топлинни загуб, които зависят от квадрата на работния ток, т.е. колкото по-ниска е температуата на електролизера, токлова по-добра е ефективността му;
2. Намаляване на разстоянието между електродите. Води до намаляване на омичните загуби, както и на загубите от поляризация. Оптимлното разстояние е 2 mm. и зависи от няколко параметъра;

3. Намаляване на всички странични токове между отдалечените електроди, които не участват в реакцията и производството на браунгаз.

Най-ефективна е т.нар. „суха клетка“, но параметрите й са по-нестабилни по отношение на работните токове и освен това тя е по-ненадеждна поради риска от течове на електролит. Потопяемата клетка е по надеждна, но нейната ефективност е с 10% по-ниска в сравнение със „сухата клетка“.

(Б$_1$4). I. Nedelchev, R. Vasilev. “Electrolysers Powered with Solar Energy”, TEM Journal 2015, ISSN: 2217-8309, vol. 4 No. 3, pp. 276 - 280.

Браун газ генераторът (БГГ) всъщност е електролизер, чийто електролит е разтвор на калиев хидроксид във вода. Производството му е газова смес от кислород и водород. Тази смес от газове често се нарича браун газ. Известно е, че химичната реакция между двата газове е екзотермична и сместа е силно експлозивна. Тази енергия може да се използва за отопление при различни условия. Резултатът от това е чиста вода, без въглеродни емисии и замърсявания. Необходимата енергия за електролиза също може да бъде от природен източник, например използването на слънчева енергия. Така целият цикъл на енергия може да не бъде вреден за природата.

Слънчевата енергия може да се доставя директно от слънчеви панели или от слънчева инсталация с инвертор. В първия случай браунгаз клетките могат да работят при ниски DC напрежения 12 V, 24 V или 48 V. Във втория, инвертора захранва с 220 V променливо напрежение електролизера и е необходим изправител за протичане на електролизата. Предимството на първия начин е простота и безопасно работно напрежение, но инсталацията е силно зависима от колебанията на слънчевото облъчване през деня. Този вариант не дава стабилност при производството на газ и системата не може да работи при липса на светлина. Вторият начин е всъщност добре познат като off-grid система на слънчевата инсталация. Той е по-сложен и с по-скъп, но дава стабилност и възможност за работа през тъмните часове на деня.

В този доклад се представя БГГ захранван със слънчева фотоволтаична инсталация. Предлага се и се изследва конструкцията на такъв генератор, който може да се използва за отопление. В допълнение докладът представя и двата случая на слънчево захранване - директно от фотоволтаични панели и с инвертор. Оценява се печалбата от цялата инсталация и ефективността на тази система за отопление.

За оптимална работа на БГГ, напрежението върху него трябва да е в определени граници. Експериментът показва, че производството на газ е много чувствително към промяната в захранващото напрежение. Дори малка промяна в напрежението (5 - 8%) води до големи разлики в Q_G (повече от 60%). Затова системата не е твърде стабилна по отношение на слънчевата радиация и е много важно да се получи волт-амперната му характеристика (ВАХ), за да се съгласува с ВАХ на фотоволтаичните панели.

Предлаганата система, която съчетава слънчевата енергия с БГГ, е начин за намаляване на въглеродните емисии. Като цяло има ниска ефективност по отношение на общата излъчена слънчева енергия поради малката ефективност на фотоволтаичните панели (до 45%) и токоизправителя (81%). Изследваната конструкция на БГГ показва

средно ниво на ефективност по Фарадей приблизително 62,8% и електрическа ефективност 88,8% по отношение на входната активна мощност. Енергийните характеристики на системата могат да бъдта подобрени чрез увеличаване на ефективността и фактора на мощността на клетката. Това може да се извърши или с електрическо компенсиране на реактивната компонента или с намаляване на вътрешния капацитет на генератора чрез промяна на формата и размерите на конструкцията.

(Б$_1$5). V. Vasileva, R. Vasilev, I. Nedelchev, Method developed for determination of uncertainty of the transient resistance of protective earth connections, 6th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development "TE-RE-RD", Moieciu de Sus, Romania 8 - 10 June 2017, pp. 475 - 480.

Докладът представя методиката, разработена от авторите за оценка на неопределеността при количествените тестове, свързани с измерването на преходните съпротивления на защитните заземителни връзки при изпитанията по т. 27.2 от стандарта EN60335-1: 2001. Токът, получен от източник с напрежение на празен ход не по-голям от 12V и равен на 25A (или 1,5 пъти по-висок от номиналния за електрическата верига, като се приема това което е по-голямо) преминава между защитната заземителна клема или защитния заземителен извод и всяка открита проводима част на електрическото съоръжение последователно.

Измерва се падът на напрежението между защитната заземителна клема на електроуреда или защитния електрод на щепсела на уреда и откритата проводяща част. Чрез токът който протича през веригата и измереният пад на напрежение се изчислява съпротивлението. Оценката на неопределеността на измерването се основава на директива EA-4/02 "Измерване на непределеността при калибриране".

Когато няма информация за калибрирацията на уреда в сертификата за калибриране в точката, съответстваща на измерената стойност, неопределеността се изчислява от разширената неопределеност с по-висока стойност при две съседни калибрационни точки, между които е измерената стойност.

Посочената разширена неопределеност на измерването се изразява като квадратична неопределеност на измерване, умножена по доверителния интервал k = 2, който съгласно закона за нормалното разпределение съответства на 95% вероятност от доверителния интервал. Стандартната неопределеност на измерването се определя в съответствие с директива EA-4/02.

В статията е разработена методика позволяваща оценка на неопределеността при измерване на преходното съпротивление на защитната заземителна връзка. Методът е одобрен за калибриране на измервателен уред, отговарящ на БДС EN 60335-1: 2001 и е приложим за лабораторно измерване на преходно съпротивление на защитни заземяващи връзки съгласно същия стандарт.

(Б$_1$6). I. Nedelchev, H. Zhivomirov, R. Vasilev, V. Vasileva, Calculating the eficiency of the electrolysers for production of oxyhydrogen, 6th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development "TE-RE-RD", Moieciu de Sus, Romania 8 - 10 June 2017, pp. 93 - 98.

Известни са много конструкции за производство на оксиводород. Съществуват няколко физически фактора, които влияят на на окси-редукционните реакции. По този начин производството на тази смес от газове е твърде различна от теоретично изчислената чрез добре известните закони на Фарадей за електролизата. Това основно зависи от конструкцията на електролизерите. Съществуват два основни подхода за оценка на ефективността на процеса на електролиза – чрез намирането на Фарадеевите загуби (ефективност по Фарадей - EF) и чрез метода на пренапрежение (разлика между теоретично е реално напрежение на реакцията - EV). Тази статия сравнява тези два подхода за оценка на ефективността, в една от най-широко използваните конструкции на електролизери, чрез промяна на нейните физически параметри.

Реалният потенциал за инициране на електролиза на водата (U_0 = +1,229V), е твърде различен от теоретично изчисления и реакцията всъщност не започва при това напрежение. Следователно, напрежението U_r между два електрода във всяка отделна клетка на изследвания електролизер, при което се стартира реакция е повече от U_0. Разликата между U_r и U_0 ($\Delta U= U_r - U_0$) често се нарича „пренапрежение" и показва, че за започване на реакция е необходимо повече енергия от теоретично изчислената, което изразява загубите в електролизера под формата на топлина и странични реакции.

За изчисление на ефективността (EF и EV), е изследвана една от най-често използваните конструкции на електролизери – т.нар. „суха клетка", която представлява пакет от метални плоски електроди, изолирани с електрически непроводящи разделителни гарнитури. Напрежението от постояннотоковия източник се прилага направо върху средния и двата странични електрода. По този начин се формират тънки отделни клетки, които са свързани последователно и са изпълнени с електролит, състоящ са от вода и калиева основа (в ролята на катализатор на процеса). Еднаквото разстояние между металните електроди и еднаквото ниво на електролита осигуряват равномерно разпределение на приложеното напрежение върху всички клетки. Основните параметри на конструкцията са: брой на металните плочи между основните електроди (неутрали) – n, разстояние между две метални плочи – d, материал на електродите – 316L.

Получените данни показват зависимостта на двата изследвани параметъра (EV и EF) от броя на неутралите. Нарастването на n довежда до по-голяма чувствителност на конструкцията към промени в захранващото напрежение. Минималните и максималните стойности в характеристиките на EV и EF, показват преобладаващото влияние на разнородни странични ефекти при различни стойности на тока.

Експериментално са получени основните зависимости за ефективността по Фарадей и ефективност чрез пренапрежение на клетките от главните конструктивни параметри. Влиянието на някои специфични ефекти е показано практически по време на електролизата в тестваните конструкции.

(Б$_1$7). Ivaylo Nedelchev, About the problems in lightning protection in photovoltaic power stations, 7th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development "TE-RE-RD", Drobeta Turnu Severin, Romania, May 31 - June 2 2018, pp. 479 - 484.

Един от най-използваните източници на енергия в така наречените "зелени електроцентрали" са фотоволтаичните ценрали (ФВЦ). В повечето случаи, оборудването на ФВЦ е монтирано на открито, като силите на природата оказват пряко влияние върху него, което създава риск от неочаквани откази или дори материални щети. ФВЦ често се намират в близост до хълмове, планини, в непосредствена близост до езера или високи обекти: дървета, линии на електроразпределителните компании. Този ландшафт създава риск от преки или непреки удари на мълни по време на буря. Съгласно стандарта IEC 62305-1,3: 2006, за нивото на защита от мълнии (LPL от I до IV) рискът от удар от мълния е между 1% и 16%. Различните статистически данни показват, че 5% - 15% от всички удари, които зависят от земния ландшафт, надвишават 100 kA пиков ток. За минимизиране на риска от пренапрежение и индуцирано електрическо и магнитно поле от мълния за оборудването на ФВЦ, се използват устройства за защита от пренапрежение (surge protective devices - SPD) с газоразрядна тръба (gas discharge tube - GDT) или металоксиден варисторен елемент (metal-oxide varistor - MOV). Съществуват случаи, когато мълнията удря директно в зоната на ФВЦ. Това довежда до масивен приток на йони в земята, както и до големи токове в проводящите елементи. Тази статия разглежда физическия аспект на проблема и дава основен подход за предотвратяване или ограничаване на щетите в тези случаи.

Главните възможности за влияние върху оборудването на ФВЦ могат да се осъществят чрез два начина:

- Индуцирано пренапрежение. Възниква, когато в модул на ФВЦ (електрически или проводящ конструктивен елемент) се формира затворен контур, който е в близост до мълниеотвод или заземител на мълниезащитната система, по които е възможно да протече голям ток.
- Чрез електростатично поле индуцирано в земята. Почвата с нейните специфични електрически параметри, разпределя въведения от мълнията в нея заряд и така в земята се формират еквипотенциални повърхнини около мълниезаземителните електроди и всички метални части намиращи се под земята.

Разгледаните основни случаи на извънредно големи удари от мълния представят една физическа интерпретация на типични инциденти по време на работата на една ФВЦ, вземайки предид приетите Еврпейски стандарти за защита от мълнии

При проектирането на всяка ФВЦ, трябва да се вземе под внимание влиянието на следните няколко фактора върху оборудването и респективно върху продукцията:

- Видът на ландшафта – наличието на високи обректи в близо до ФВЦ;
- Параметрите на почвата – влажност, специфично съпротивление, соленост, максимални температурни изменения през различните сезони;

- Стръмност на изменението на тока на мълнията (по статистически регионални данни);
- Пик на тока на мълнията (по статистически регионални данни);
- Рзмер на проводящите контури формирани от конструкцията и свързващите слънчевите панели електрически проводници;
- Правилно разположение на мълниезащитните заземителни огнища за да се осигури безопасно изолационно разстояние (*D*) до защитаваните елементи, доколкото това е възможно.

По този начин рискът от извънредно високи пренапрежения ще се намали до под 1% и щетите в оборудването ще се минимизират.

ПУБЛИКАЦИИ В СПИСАНИЯ И В СБОРНИЦИ С ДОКЛАДИ В БЪЛГАРИЯ (Б2)

(Б$_2$1). Р. Василев, И. Неделчев, Д. Рахнев, „Относно някои възможности за стимулиране използването на слънчевата енергия в бита“, Международна научна конференция Unitech, Габрово 21 – 22 Ноември 2008 г., т.I, стр. 70 - 74.

Безпрецедентното нарастване на цената на петрола, която по някои прогнози може да достигне и надхвърли 200 долара за барел през 2009 година, изправя света пред небивало тежка енергийна криза. А като се прибавят и екологичните замърсявания при изгарянето на изкопаемите енергийни ресурси и високите енергийни разходи за добиване на горивата за АЕЦ еднозначно се определя перспективата пред енергетиката. А тя, без никакво съмнение, ще разчита на природосъобразните естествено самообновяващи се енергийни ресурси (ВЕИ). Ако този неизбежен преход се очаква да се ускори в близките години, то днешната енергийна ситуация е такава, че еволюционната замяна на конвенционалните енергийни горива с възобновяеми ресурси, вече се превръща в революционна. В челото на зелената енергийна революция е слънчевата енергетика. Тя е в състояние да задоволи напълно нуждите от електричество и топлина.

Фотоволтаичните модули с монокристални и поликристални силициеви клетки се произвеждат по тристепенна технология. По принцип, инвестициите за единица инсталирана мощност в енергийно производство за сметка на ВЕИ са относително по-големи от тези за подобни производства от фосилни източници. Но дори и когато инвестициите са близки при съпоставими параметри, то непостоянният и периодичен характер на ВЕИ намаляват продуктивността на енергопроизводството от ВЕИ. Затова в крайна сметка себестойността на енергията, добивана от ВЕИ е винаги по-висока от тази на енергия получена от въглища например. Тази сметка обаче не отчита необходимите разходи за преодоляване на неблагоприятните екопоследици от изгарянето на традиционните горива.

Макар и с двойно по-ниска максимална ефективност, тънкослойните фотоволтаици в реални експлоатационни условия постигат фактическо годишно електропроизводство

(от ват инсталирана мощност) съизмеримо и дори по-голямо от това на кристалните модули за нашата географска ширина. Като се има предвид и това, че в инсталациите с тънкослойни фотоволтаици, самите модули са по-евтини, и са без следящи слънцегреенето системи, без охлаждане и без скъпоструващи опорни конструкции, то в крайна сметка, в много райони у нас, инсталациите и соларните паркове с тънкослойните модули имат инвестиционно преимущество пред инсталации с кристални силициеви (монокристални и поликристални) фотоволтаици.

Усвояването на ВЕИ е основен енергиен приоритет за Европейския съюз, не само заради опазване на околната среда, но и поради факта, че държавите в него не са богати на изкопаеми енергийни ресурси. Затова и в нашата страна, като пълноправен член на ЕС и подписала Протокола от Киото, действат редица административни и икономически стимули, които поощряват енергийното използване на ВЕИ заключението. Същевременно е очевидно, че при приложението на ВЕИ в битовия сектор те са недостатъчни и е необходимо допълнително осъвременяване на законодателната ни уредба – държавна и местна.

(Б$_2$2). Р. Василев, И. Неделчев, Относно грешките при отклонение от нормалната работа на статичните електромери, Международна научно-техническа конференция „Електроенергетика“, ISBN: 978-954-20-0497-4, Варна 14 - 16 Октомври 2010 г., стр. 294 - 300.

Според докладите на различни агенции, през последните години големината на отчетните загуби на електрическата енергия в процентно отношение спрямо пренесената през електроснабдителната система отбелязват значително повишение. Отчетните загуби на електрическа енергия се състоят от технически загуби, които са конвенционални (загуби от празен ход и загуби в отделните елементи на системата, вследствие протичането на ток) и неконвенционални (загуби от влошени качествени показатели на електрическата енергия) и търговски загуби, характеризиращи се с грешките на измервателните уреди. Дефинирано е т.нар. икономично ниво на загубите, което е 7,5 ÷ 8,5 % за страните от Източна Европа, Великобротания и САЩ, а за Германия, Япония и Франция то е (5 ÷ 6,5)%. При намалението на промишленото производство, в процентно отношение се увеличава потреблението на електрическа енергия от битови консуматори, където се наблюдава основно неправомерното въздействие върху отчитащия уред.

За бита са предназначени еднофазни електромери, като отчитането на електроенергията се извършва от електронна система базирана на микроконтролер, като информацията се съхранява в енергонезависима памет

Изследвани са няколко популярни вида еднофазни електромери, като при въздействие с външен шунт (мост) изпитанията са проведени при сечения – 4 мм^2, 6 мм^2, 10 мм^2 и товари 5%, 10%, 30% и 60% от максимално допустимия за един битов потребител.

От проведените изследвания и получените резултати следва че:

1. Изследваните методи за въздействие върху входните датчици показват различни реакции на различните видове електромери. Общо за всички е, че при тези въздействия се получава намаление на показанието на електромерите, т.е. те отчитат по-малко електрическа енергия от реално потребената. Това е и значението на знака минус при изчисляване на грешката.
2. Електромерите типове ISKRA и AMPY практически се влияят еднакво от външният шунт, а MPS е по-податлив на подобно въздействие.
3. Грешката проявявана от различните видове електромери не се влияе от натоварването във веригата на електромера при външен шунт.
4. При въздействие с вътрешен резистор по-голяма чувствителност проявява AMPY, където съществено влияние оказват съпротивления до 300-400 Ω, а при другите два типа електромери, подобно влияние се проявява при по-големи стойности.
5. Електромерите проявяват много голяма чувствителност при въздействие върху напрежителния делител с допълнителен резистор, където максималното влияние в посока намаляване на показанието, става при тесен диапазон от стойности на допълнителното съпротивление.

(Б$_2$3). Р. Василев, И. Неделчев, Електролизери за производство на оксиводород. Влияние на циркулацията на електролита и разстоянието между електродите върху ефективността, Годишник на ТУ - Варна 2011 г., т.I, стр. 91 - 95.

В доклада са описани някои от основните конструкции електролизери, и са представени изследванията на тяхната ефективност в зависимост от скоростта на потока на електролита, циркулиращ принудително в тях. Представени са зависимостите на ефективността от големината на работния ток при наличие на принудиттелна циркулация и без такава.

Един от проблемите при производството на оксиводорода е, че поради повърхностното напрежение, по електродите се захващат малки мехурчета, които се отделят по-трудно на повърхността на електролита. Това довежда до трайно намаляване на общата ефективна площ на използваните електроди, тъй като съприкосновението им с разтвора намалява за сметка на мехурчетата газ, а от там се забавя процеса на електролизата. Едно от решенията на този проблем е прилагането на принудителна циркулация на електролита в обема на работните клетки на електролизера. За осъществяването на тази циркулация при изследваните конструкции на електролизери е използвана помпа, работеща с постоянно напрежение от 3 до 12V и дебит съответно от 1,7 л/мин. до 6 л/мин.

При малко разстояние между електродите (*D*), съизмеримо с размера на газовите мехурчета, отделянето на оксиводорода е затруднено и тук значително влияние за по-добра ефективност оказва високата скорост на принудителната циркулация на електролита. С нарастване на разстоянието *D*, не е необходима голяма скорост на флуида и нуждата от помпа почти отпада. Същевременно това води до нарастване на омическите загуби в електролита поради увеличеното електрическо съпротивление в

клетките на електролизера, което влошава ефективността на конструкцията. Направените изследвания водят до следните заключения:

1. При конструкция тип А, принудителната циркулация има положителен ефект при малки работни токове или близко разположени електроди.
2. За всяка конструкция съществува оптимален работен ток и разстояние между електродите, определени от загубите в електролита, при които се получава максимум на отношението производителност – вложена енергия. Тези оптимални стойности се менят при промяна на скоростта на електролита чрез помпа.
3. За електролизери с тръбна конструкция е важен правилният подбор на работното напрежение, тъй като добавянето на помпа в системата довежда до значителна промяна на тока, респективно на ефективността.
4. При конструкция с три тръби (две клетки), оптималното напрежение при наличие на циркулация би било около 3 - 3,5 V.
5. Използването на помпа за принудителна циркулация в системите за производство на оксиводород, ускорява значително процеса на производство на газ, но не винаги довежда до по-добра ефективност.

(Б$_2$4). Р. Василев, И. Неделчев, Методика за оценяване на неопределеността при измерване на ток на утечка, Годишник на ТУ - Варна 2011 г., ISSN: 1311-896X, т.I, стр. 27 - 30.

В доклада е представена разработената от авторите методика за оценяване на неопределеността при количествени изпитвания, свързани с измерване на ток на утечка по т.13 и т.16 на БДС EN 60335-1:2001, използвана в изпитвателната Лабораторията за битови електроуреди – Варна.

За измерване на ток на утечка лабораторията използва изработен специално за тази цел, съгласно схемата от приложение G на EN60335-1:2001, уред в качеството на калибрирано средство за измерване. Измервателният уред има три обхвата:1 mA; 10 mA; 100 mA, като стойността на едно деление за отделните обхвати е съответно 0,02 mA; 0,2 mA и 2,0 mA, а класа на точност е 5 за всички обхвати. В методиката е приведен пример за изчисляване на неопределеността на резултатите от измерването на тока на утечка за обхвата (0 ÷ 1) mA.

Като съществени източници на неопределеност при измерване на ток на утечка в лабораторията са приети:

- неопределеност на резултата от измерването поради разсейване на показанията - прилага се оценка тип А, получена на базата на статистически анализ на n на брой независими измервания ($n \geq 10$). При невъзможност за извършване на повторими измервания, поради характера на провежданото изпитване, се прилага оценка тип В за разликата от граничните стойности, определена от абсолютната грешка на използваното средство за измерване.
- неопределеност от калибрирането на използваните СИ – определя се от посочената в свидетелството за калибриране разширена неопределеност;

- неопределеност от крайната разделителна способност на използваните СИ – прилага се оценка тип В за разликата от граничните стойности, определени от стойността на едно деление от скалата на аналоговите СИ или от най-малката значима цифра на цифровите СИ.

Извършени са 10 измервания на ток на утечка, като за сравнение с единично измерване е приета средноаритметичната им стойност. Математическият модел на зависимостта на изходната величина от входните величини, по които се оценява резултата от измерването е сума от: стойността на отчетената по показанията на милиамперметъра ток на утечка; поправката за действителната стойност на тока на утечка от калибрирането на милиамперметъра на уреда за измерване на тока на утечка; поправката от крайната разделителна способност на милиамперметъра.

Изводи:

1. Разработена е методика, позволяваща оценяване на неопределеността при измерване на ток на утечка.
2. Методиката е апробирана при калибрирането на измервателно средство, съответстващо на БДС EN 60335-1:2001.
3. Методиката е приложима при изпитвателни лаборатории, измерващи ток на утечка по БДС EN 60335-1:2001.

(Б$_2$5). Р. Василев, И. Неделчев, Х. Краиванов, Относно възможностите за обучение по дисциплината „Електрически измервания“ в дистанционна форма, Годишник на ТУ - Варна 2013, ISSN: 1311-896X, т. III, стр. 51 - 56.

Осъществяването на основната образователна цел – формирането на система от знания и овладяване основните научни постановки, става възможно чрез развиване на дистанционна форма на обучение, свързана с използването на информационните образователни ресурси в учебния процес. С внедряването на информационните технологии в учебния процес трябва да се спазват и отчитат основните дидактични принципи на обучението, изразяващи зависимостта между закономерностите и целите на подготовката на специалисти с висше образование и управляващи практическото обучение във висшите училища. Тези принципи може да се разпределят в три групи: първа група – общи принципи, които включват хуманизация на обучението, научност, системност, методичност, развитие; втора група – принципи, отнасящи се към целите и съдържанието на обучението, съответствието им с образователната политика на държавата, историческа приемственост, генерализация, комплектност и целеобхватност; трета група – принципи, обхващащи дидактическия процес и адекватна педагогическа система с нейните елементи (водеща роля на теоретичните знания, единство на образователната, възпитателна и изграждаща личността функция на обучението, стимулиране и мотивиране положително отношение на обучаваните към образователния процес, проблемност, взаимообвързаност на колективната дейност с индивидуалния подход в обучението, съчетаване на абстрактното мислене с нагледност, стимулиране на съзнателността, активността и самостоятелността на студентите при ръководната роля на преподавателя, системност и последователност в

обучението, достъпност. В тази насока колективът на направление „Измервателна електротехника“ разработва и внедрява концепцията за използване на образователната платформа ELVIS II на фирма National Instruments, базирана на LabVIEW като графическа среда. По-голяма част от изискванията при обучението по „Електрически измервания“ са реализирани и има готовност за провеждането на тази иновативна форма на обучение.

1. Необходимо е създаването на подходяща програмна среда, с което да се получи денонощен достъп до виртуалните лабораторни упражнения.
2. В резултат на организацията на подобна форма на обучение ще се постигне улесняване на достъпа до висше образование чрез разширяване и усъвършенстване на университетската структура.
3. Ще се повиши интереса към инженерното образование като следствие от улеснения достъп до образование чрез използване на електронните форми на обучение без откъсване от работа и по всяко време.
4. В частност ще се получи значително по-голям интерес към дисциплината „Електрически измервания“, което ще допринесе до по-добрата подготовка на студентите и до придобиването на така необходимите им знания по измерването на различни величини, както в по-нататъшния образователен процес, така и в упражняването в последствие на придобитата квалификация.

(Б$_2$6). Ивайло Неделчев, Особености при работата на мълниезащитната система на вятърни електроцентрали, Известия на съюза на учените във Варна – 1’2017, ISSN: 1310-5833, стр. 77 - 82.

От началото на настоящото столетие се наблюдава зачително нарастване на енергията получена от възобновяеми източници. Един от нейните важни компоненти е енергията получена от вятърните електорцентрали (ВтЕЦ).

Важен компонент от защитната система на една ВтЕЦ е нейната способност да устоява на пренапреженията индуцирани от пряко или непряко попадение на мълнии. При някой от съвременните ВтЕЦ, височината на кулата, където е разположена гондолата с турбинта достига до 130 м., а роторът до 140 м. Мощността на големите ВтЕЦ често е в границите 7,5 ÷ 8 MW. Предвид масивните и обемни подвижни компоненти (крила, ротор, гондола), както и големите размери на съоръжението, при реализацията на мълниезащитната система са въведени ред конструктивни особености. Освен това отвеждането на голямо количество заряд индуциран от електрическата мълния без това да навреди на работата на останалите системи на централата, представлява сериозна трудност. В Североизточна България, където ветровият потенциал е в изобилие, значително често се срещат ВтЕЦ реновирани и въведени в експлоатация у нас след продължителна работа във ветропарковете на Западна Европа. Това често намалява надеждността на мълниезащитната им система, особено при мълнии с пикова стойност на тока от 100 кА и стръмност на фронта на нарастване над 150 - 200 kA/μs. Настоящата статия разглежда особеностите при осъществяването на

мълниезащитата на ВтЕЦ, както и параметрите на основни възли от нея, които могат да имат ключова роля за пораженията при евентуално попадение на мълния.

Въздействието на заряда на мълнията върху всички елементи от мълниезащитния контур, предизвиква появата на преходни процеси и реактивен характер на преходните съпротивления които при високите стойности на I_p, както и голямата стръмност на нарастване S_I, се проявяват като нелинейни импеданси. Обикновено в местата на лагеруване на подвижните модули на ВтЕЦ се използват медно-графитни четки, а там където има граница между две неподвижни повърхности на метални корпуси от модулите на ветрогенератора, се свързват с литцендрат.

Анализът на основните параметри, влияещи на работата на мълниезащитната система на една ВтЕЦ, позволява да се установят компонентите в мълниезащитния контур, оказващи най-голямо влияние при отвеждането на заряда на мълнията към земя. Направените допускания касаят мълнии с малка статистическа вероятност за поява, но с големи разрушителни възможности. Извършеният обзор за определяне пиковите стойности на основни електрофизични параметри, пряко свързани с щетите при попадения на мълнии и с високи енергийни параметри, дава възможност за по-правилен избор на защитната апаратура (арестери, прекъсвачи, заземители, екраниране) и за по адекватно разположение и конфигурация на защитните контури спрямо работните системи на ВтЕЦ при проектирането й. При изграждането на нова ВтЕЦ, наред със съблюдаването на действащите наредби е необходим и индивидуален подход оценяващ риска и надеждността на системата за всяка конкретна ситуация.

УЧЕБНИ ПОСОБИЯ ПО ДИСЦИПЛИНИТЕ „ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ИЗМЕРВАНИЯ“ И „ИЗМЕРВАНИЯ В ЕЛЕКТРОНИКАТА“ (Б3)

(Б$_3$1). Р. Василев, В. Иванова, И. Неделчев, „Ръководство за лабораторни упражнения по Електрически измервания“, 2006 г.

Ръководството за лабораторни упражнения по Електрически измервания е предназначено да подпомогне подготовката на студентите от електротехническите специалности на ТУ-Варна за провеждане на лабораторни занятия, усвояването на основните теоретични понятия, метрологични характеристики и принципите на изграждане на измервателните уреди, както и придобиване на практически умения за тяхното използване.

Изложението на лабораторните упражнения обхваща:

- цел на упражнението – формулирани са тематичните идеи, които трябва да се реализират;
- кратка теоретична постановка – разглежда необходимите за упражнението основни теоретични знания;
- работни задачи – формулира се реда за провеждане на самостоятелната експериментална работа на студентите;

- контролни въпроси – въпроси, които да подпомогнат студентите при самостоятелната им подготовка за упражнението и да проверят неговия ефект;

При подготвянето на настоящото издание авторският колектив се опита то да отговаря на съвременното състояние на електроизмервателната техника и нейните потребности. Участието на авторите при написването на ръководството е както следва: лабораторни упражнения №1, 3, 5, 8, 14 и обща редакция – гл.ас. д-р Росен Василев, №2, 9, 10, 11, 12 - гл.ас. Валентина Иванова, № 4, 6, 7, 13 - ас. Ивайло Неделчев.

(Б$_3$2). R. N. Vasilev, I. Y. Nedelchev, "Electrical measurements (laboratory exercises)", Technical University of Varna, 2008.

Ръководството по "Електрически измервания" има за цел да подпомогне студентите от англоезиковото обучение в електрическите специалности на Технически университет - Варна. То осигурява базови знания за главните теоретични понятия, метрологичните характеристики и принципите за изграждане на измервателни системи. Това ръководство дава основните правила за провеждане на лабораторните упражнения и за това как да се използват различните измервателни уреди.

Това издание е в съответствие с основните насоки в работата на преподавателя и оценката на студентите от Техническия университет във Варна. Авторите се стремят да стимулират самостоятелната работа и прогресивното мислене на студентите.

Основните акценти във всяка тема са:

- кратка теория, включваща основните формули с цел изяснение на физическите процеси свързани с експеримента, както и подпомагане на изчисленията.
- схеми, които трябва да бъдат реализирани за всеки експеримент.
- задачи за изпълнение - кратко описание на лабораторната постановка и последователност на различните етапи на експеримента.
- таблици - за попълване на получените резултати и изчисления.

При подготовката на това издание авторите се стремят да разкрият съврменното състояние на електрическата измервателна техника и нейните изисквания.

(Б$_3$3). Р. Василев, И. Неделчев, Хр. Живомиров „Учебно методично пособие по Електрически измервания", Технически Университет – Варна, 2015 г.

Учебното пособие по Електрически измервания е предназначено да подпомогне подготовката на студентите от електротехническите специалности на ТУ-Варна за провеждане на лабораторни занятия, в това число усвояването на основните теоретични понятия, метрологичните характеристики на измервателните уреди и придобиване на практически умения за тяхното използване.

В новото издание на ръководството са използвани част от опитните постановки и задачи от предишните ръководства, а други са нови като идеи и реализация. Стремежът на авторите е да се стимулира самостоятелната работа и повишава ролята на

семестриалния контрол, да се получи максимална обективност при оценяване знанията на студентите.

Поради тези причини предлаганото ръководство има определени структурни различия от по-предните издания. То включва три основни раздела (части), обособени като самостоятелни брошури.

Част I: Лабораторни упражнения – включва цел на упражнението, където са формулирани тематичните идеи, които трябва да се реализират; теоретична постановка на необходимите за упражнението знания; контролни въпроси, които подпомогат студентите при самостоятелната им подготовка за упражнението. Тук са дадени основните изисквания за провеждане на лабораторни упражнения по „Електрически измервания" и изискванията по охрана на труда и техническа безопасност.

Част II: Протоколни бланки – предлагат се бланки, в които са изложени работните задачи и необходимите таблици и графики, които студентите трябва да попълнят или изработят при изпълнението на лабораторното упражнение. Всяка бланка завършва с таблица, в която се отразява оценката на знанията.

Част III: Изпитни бланки – представляват изпитен вариант и съответно отбелязване на верните отговори и развиване на даден практически въпрос (проблем).

(Б$_3$4). Р. Василев, И. Неделчев, Хр. Живомиров „Учебно методично пособие по Измервания в електрониката", Технически Университет – Варна, 2016 г.

Учебното пособие по Измервания в електрониката е предназначено да подпомогне подготовката на студентите от специалност „Компютърни системи и технологии" на ТУ - Варна за провеждане на лабораторни занятия, в това число усвояването на основните теоретични понятия, метрологичните характеристики на измервателните уреди и системи и придобиване на практически умения за тяхното използване.

То включва три части, обособени като самостоятелни брошури.

Част I: Лабораторни упражнения – включва цел на упражнението, теоретична постановка на необходимите за упражнението знания; контролни въпроси, които подпомогат студентите при самостоятелната им подготовка за упражнението. Тук са дадени основните изисквания за провеждане на лабораторни упражнения по „Измервания в електрониката" и изискванията по охрана на труда и техническа безопасност.

Част II: Протоколни бланки – предлагат се бланки, в които са изложени работните задачи и необходимите таблици и графики, които студентите трябва да попълнят или изработят при изпълнението на лабораторното упражнение. Всяка бланка завършва с таблица, в която се отразява оценката на знанията.

Част III: Изпитни бланки – представляват изпитен вариант и съответно отбелязване на верните отговори и решение на даден практически въпрос (проблем).

Така структурираното пособие обединява в себе си различните бланки, формуляри, опростява дейността на студенти и преподаватели, прави я видима и ясна.