



C6 00

ГРУПА Ц6: ДИСТРИБУТИВНИ СИСТЕМИ И ДИСТРИБУИРАНА ПРОИЗВОДЊА

ИЗВЕШТАЈ СТРУЧНИХ ИЗВЕСТИЛАЦА

Председник: мр Владимир Остраћанин, ЈП ЕПС – Технички центар Краљево
Секретар: Радован Лекић, ОДС ЕПС дистрибуција Београд – ДП Краљево
Стручни известиоци: Сунчица Цветковић, SIEMENS Београд
мр Владимир Остраћанин, ЈП ЕПС – Технички центар Краљево
Радован Лекић, ОДС ЕПС дистрибуција Београд – ДП Краљево
Биљана Јанковић, ОДС ЕПС дистрибуција Београд

За 34. саветовање CIGRE Србија утврђене су следеће преференцијалне теме у струдијском комитету Ц6, и то:

1. Обновљиви извори електричне енергије

- интеграција у дистрибутивни и преносни систем
- актуелне технологије у домену обновљивих извора енергије
- искуства у примени обновљивих извора енергије у другим државама
- одржавање и експлоатација система са обновљивим изворима електричне енергије

2. Smart grid, smart city и energy storage (складиштење електричне енергије)

3. Електрична возила

- концепт примене електричних возила
- интеграција у дистрибутивни електроенергетски систем
- инфраструктура и технологије за пуњење електричних возила

4. Оптимизација рада дистрибутивног система

5. Енергетска ефикасност у електроенергетици и квалитет испоручене електричне енергије

Пристигле су пријаве за укупно 16 радова. Све пријаве су прихваћене. На основу поднетих пријава достављено је 11 радова. Један је по достављању радова у целости и по предлогу рецензента упућен у други студијски комитет, док је један рад достављен из другог комитет.

Достављених 11 радова је расподељено у пет преференцијалних тема.

Студентска рада су 3.

За прву преференцијалну тему је достављено 4 рада, за другу и трећу по један рад, за четвру 4 рада и за пету преференцијалну тему 1 рад. У оквиру четврте преференцијалне теме су радови

који се поред на преференцијалну тему односи на проблематику из домена дистрибутивних електроенергетских система.

Рецензије радова су вршиле следеће колеге и чланови СТК Цб, и то: Биљана Јанковић, Сунчица Цветковић, Предраг Лалић, Владимир Војновић, Видак Вућић, Радован Лекић и Владимир Остраћанин.

У припреми овог извештаја стручни известиоци су користили запажања, коментаре и питања за дискусију постављена од стране рецензента. Кратак садржај и питања за дискусију приказани су редоследом којим ће реферати бити излагани на саветовању.

Преференцијална теме 1: Обновљиви извори електричне енергије

Р Цб 01 ПРИКЉУЧЕЊЕ ДИСТРИБУИРАНЕ ПРОИЗВОДЊЕ У ОКВИРУ 35 kV ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ

Аутори: Душан Вукотић, Драгана Јовановић

У раду су дају предлози за унификацију шема прикључења дистрибуиране производње на 35 kV и као такав је изузетно значајан јер отвара могућност веће интеграције дистрибуираних извора у систем уз свођење негативних ефеката интеграције на минимум.

Поред концепције прикључења, рад предлаже и унификацију архитектуре интегрисаног система заштите и управљања а све у циљу повећања поузданости и управљивости дистрибутивног система.

Обзиром да постојећа Правила о раду дистрибутивног система не садрже типске шеме прикључења дистрибуиране производње на 35 kV, значај рада је самим тим већи јер даје униформна иновативна интегрална решења прикључења и као таква их засигурно треба усвојити приликом ажурирања Правила.

Питања за дискусију:

1. Правила о раду дистрибутивног система прописују да се „развој СН мреже 35 kV, 20 kV и 10 kV планира уз поштовање критеријума „N-1“ тамо где је то економски оправдано с обзиром на густину потрошње и производње електричне енергије“.

У раду се предлаже двострано напајање 35 kV ПРП.

По мишљењу аутора, да ли је за све дистрибуиране изворе који се прикључују на 35 kV потребно реализовати двострано напајање или како Правила кажу само тамо где је то економски оправдано?

Која би била граница економске оправданости (обзиром да је Правила нису прописала)?

2. Каква је пракса у земљама ЕУ, по питању испуњености критеријума сигурности „N-1“ приликом прикључења дистрибуиране производње?

3. Да ли је аутор покренуо иницијативу за измену и допуну Правила недостајућим шемама прикључења на 35 kV?

Р Ц 6 02 МИНИ ХИДРОЕЛЕКТРАНЕ СА АРХИМЕДОВОМ ТУРБИНОМ

Аутори: Ђорђе Јеремић, Марија Пејовић, Мирослав Хајдуковић

Рад представља основне карактеристике, код нас мало коришћене Архимедове турбине. Према ауторима Архимедова турбина има одличан степен искоришћења у условима малог пада у поређењу са другим више коришћеним турбинама. Предност овакве турбине је и флексибилност у односу на разне предмете који могу проћи кроз турбину, што није случај са другим турбинама. Добра особина Архимедове турбине је такође што се може прикључити на испуст отпадних вода.

Питања за дискусију:

1. У раду је дато да се Архимедова турбина прикључује на асинхрони генератор. Може ли се Архимедова турбина прикључити на синхрони генератор?
2. Какав је однос цене Архимедове турбине и Банки турбине за исту снагу ?
3. Колики је радни век Архимедове турбине ?
4. Због чега је Архимедова турбина и поред врло добрих карактеристика мало заступљена код нас изузимајући како је наведено у раду слабу информисаност ?

Р Ц 6 03 АНАЛИЗА ЕФИКАСНОСТИ ХИДРОАГРЕГАТА МАЛЕ СНАГЕ СА АСИНХРОНИМ ГЕНЕРАТОРОМ ПРИКЉУЧЕНИМ ПРЕКО ПРЕТВАРАЧА НА ДИСТРИБУТИВНУ МРЕЖУ

Аутори: Слободан Вукојичић, Жељко Ђуришић, Петар Грбовић

Рад је писан тако да баца осврт на повећање ефикасности турбине као најбитније целине у раду. Повећањем ефикасности конверзије енергије из једног облика у други омогућавамо ефикасно коришћење расположивих извора. Врши се и управљање активном и реактивном снагом ињектирања у мрежу, као и испитивање у повећању стабилности при пропадима напона мреже. Одржање синхронизма при поремећајима у прикључној мрежи као и компензовање поремећаја у раду турбине.

Питања за дискусију:

1. У уводном делу рада наведено је да „потпобуђен рад синхроне машине није прихватљив са аспекта очувања резерве статичке стабилности, њихања ротора и прегревања полних наставака“ како је мишљење аутора – да ли се ови режими могу јавити током експлоатације синхроног генератора у малој хидроелектрани и колико су чести?
2. Да ли је аутору познато да је негде у Србији пропад фреквенције односно смањење фреквенције довео до испада конвенционалних малих електрана са синхроним генератором?
Анализа управљаног асинхроног генератора је размотрена при пропаду фреквенције од 10 Hz – да ли је ово могуће и да ли је аутору познато колике могу бити промене фреквенције у дистрибутивном ЕЕС?
3. Да ли је концепт изложен у раду негде изложен?
4. Како је сагледан концепт компензације реактивне енергије приликом рада асинхроног генератора?

Р Ц 6 04 ТЕХНИЧКИ АСПЕКТИ ПАРАЛЕЛНОГ ПОГОНА ДИСТРИБУИРАНИХ ГЕНЕРАТОРА СА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКОМ ДИСТРИБУТИВНОМ МРЕЖОМ

Аутор: Здравко Љубас, Саша Ђекић

Предметни рад даје кратак преглед утицаја дистрибуираних генератора на напонске прилике приликом паралелног рада са дистрибутивном мрежом. Описани су дистрибуирани генератори и технички услови за њихово прикључење на дистрибуцијску мрежу ЈП ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА ХЗ ХБ дд Мостар, као и законска регулатива на предметном подручју. У раду су извршени прорачуни утицаја паралелног рада два дистрибуирана генератора који за производњу електричне енергије користе различите обновљиве изворе, соларна енергија и водоток реке. За различите сценарије потрошње конзума и максималној производњи електрана извршено је моделовање система користећи софтверски пакет PowerCAD.

Такође, извршена су мерења напона при различитим оптерећењима мреже без електрана и када су електране прикључене и производе у максималном режиму. У предметном раду приказани су резултати анализираних примера реалне дистрибутивне мреже са прикљученим дистрибуираним генераторима, ФНЕ и МХЕ. Значајно је што је извршено и поређење резултата добијених мерењем и резултата добијених прорачуним.

Питања за дискусију:

1. Да ли су аутори рачунски проверавали неке основне критеријуме за прикључење МЕ (снагу кратког споја прије прикључења МЕ, критеријум виших хармоника за ФНЕ и др.)?
2. Да ли су рађене процене смањења/повећања губитака у мрежи са МЕ у разматраним режимима?
3. Какав је утицај ФНЕ и МХЕ на систем релејне заштите, подешења и селективност заштита у дистрибутивној мрежи? Да ли је то разматрано и да ли се по томе врше прилагођења у дистрибутивном систему који је сагледан у раду?

Преференцијална теме 2: Smart grid, smart city и energy storage (складиштење електричне енергије)

Р Ц 6 05 ОПТИМИЗАЦИЈА РАДА ХИБРИДНО НАПАЈАНЕ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТЕСКЕ МИКРОМРЕЖЕ

Аутори: Лазар Млађеновић, Владимир Антонијевић

У раду је представљена оптимизација рада једног изолованог дистрибутивног система (микро мреже) на примеру просечне дневне производње и потрошње енергије за једно домаћинство. Систем се састоји из соларних панела, ветрогенератора, дизел генератора, батерије, отпорника за дисипацију енергије и уређаја за конверзију електричне енергије и контролу система. Основни принципи оптимизације су максимална искоришћеност енергије из обновљивих извора уз минималну употребу дизел агрегата. Креиран је програм са графичким интерфејсом где корисник може одабрати елементе и параметре система. Програм потом на примеру за постојеће податке о осунчаности, брзини ветра и температури на датој локацији, као и податке о просечној потрошњи приказује графике рада свих елемената система. Битна могућност програма јесте и да за дату предвиђену производњу и потрошњу врши оптималан избор потребног капацитета батерије.

Питања за дискусију:

1. Које су батерије по мишљењу аутора најбоље за употребу у описаном хибридном систему (која технологија израде батерија)?
2. Зашто у раду није дато који елементи хибридног система обезбеђују енергију за описани дан? Има ли аутор такву анализу – највероватније то софтвер нуди?
3. Који ветрогенератор је коришћен, које инсталисане снаге, која висина „торња“?
4. Да ли постоји препорука које фотонапонске панеле треба користити – која технологија и које снаге појединачног панела? Који им је животни век и колико брзо им се карактеристике погоршавају?

Преференцијална теме 3: Електрична возила

Р Ц6 06 ОПТИМАЛАН РАД ПОЛУАУТОНОМНЕ ПУНИОНИЦЕ ЗА ЕЛЕКТРИЧНА ВОЗИЛА

Аутор: Јелена Стојковић

Све већа свест јавности о климатским променама и напори за смањење емисије штетних гасова допринели су већој заступљености електричних возила у транспорту. С друге стране, еколошки допринос електричних возила једино има смисла ако се за њихово напајање користи енергија из обновљивих извора. Због тога, електричне аутомобиле је потребно посматрати у синергији са обновљивим изворима енергије. У овом раду се анализира рад комерцијалне полуаутономна пунионица која се састоји до 10 пуњача и у свом саставу има соларне панеле. Пунионица је прикључена на главну дистрибутивну мрежу и има могућност да преузима и враћа енергију у мрежу. Имплементиран је оптимизациони алгоритам чија је критеријумска функција минимизација оперативних трошкове пунионице. Оптимизациони алгоритам уважава ограничења везана за комфор корисника, у погледу минималног нивоа напуњености батерија електричних возила у тренутку када се преузима возило са паркинга и техничка ограничења мреже. Анализирани временски интервал је један дан при чему је усвојена петоминутна резолуција.

Питања за дискусију:

1. У раду је наведено да батерије електричног аутомобила могу бити искоришћене као елемент који може да преузима и враћа енергију у мрежу. У ком тренутку и како?
2. Шта је подразумевано под оперативним трошковима пунионице? Да ли су подразумевани само трошкови електричне енергије?
3. Како је замишљен рад пунионице и соларне електране са аспекта прикључења на дистрибутивни систем, а у складу са тим и поређење трошкова контролисаног и неконтролисаног пуњења?

Преференцијална теме 4: Оптимизација рада дистрибутивног система

Р Ц6 07 ПОРЕЂЕЊЕ ПЕРФОРМАНСИ МАТРИЧНОГ И АЛГОРИТМА СУМИРАЊА СТРУЈА И КОРЕКЦИЈА НАПОНА ЗА ПРОРАЧУН РЕЖИМА ДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ СА КРАТКИМ СПОЈЕМ

Аутори: Никола Симић, Лука Стрезоски

У раду су упоређени временски захтеви за прорачун режима дистрибутивних мрежа с кратким спојем применом два различита алгоритма.

Први је алгоритам сумирања струја и корекција напона (ССКН) који се уобичајено користи за прорачуне у дистрибутивним мрежама, док је други матрични алгоритам који се уобичајено користи за прорачуне у преносним мрежама. Упоређена су времена потребна за прорачун три велике, реалне, дистрибутивне мреже, које садрже 1000, 5000 и 10000 чворова, респективно. Циљ овог поређења је био да се испита могућност коришћења знатно робуснијег и изузетно тачног матричног алгоритма, за прорачун дистрибутивних мрежа великих димензија, погођених кратким спојем. Овим би се избегле неопходне апроксимације које се уводе коришћењем ССКН алгоритма, па би се самим тим и повећала тачност резултата. Поређењем временских захтева коришћење ова два алгоритма, ипак се показује да је ССКН алгоритам бржи, међутим резултати отварају могућност примене матричног метода у индустријским софтверима, с обзиром на знатна побољшања рачунарских перформанси у последњој деценији.

Питања за дискусију:

1. Анализирана мрежа се састоји од 14 чворова и 13 редних грана. Сви водови су једнаких дужина и параметара. Дужина сваког вода је 0.0914 km. Зашто су изабране баш ове дужине вода?
2. Колико би приступ искомпликовала чињеница да се дистрибутивна мрежа не напаја само из преносног система? Да ли би се наведено могло уважит и у матричном алгоритму?
3. Претходно је битно јер је у процесу дефинисања услова прикључења малих електрана на дистрибутивни ЕЕС, битно која је снага/струја кратког споја на месту прикључења мале електране?

Р Ц 08 ПРИКАЗ ПРИМЈЕРА АНАЛИЗЕ ПОУЗДАНОСТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИХ ДИСТРИБУТИВНИХ ВОДОВА

Аутори: Миховил Иштук, Саша Ђекић

Поред обавезе да обаве дистрибуцију електричне енергије, обавеза је електродистрибуција/оператора дистрибутивног система да повећају поузданост испоруке и квалитета електричне енергије.

Са становишта ЕЕС-а поузданост значи способност непрекидног напајања потрошача електричном енергијом задовољавајућег квалитета. Због прекида напајања штету трпе и испоручиоци електричне енергије и потрошачи. Узрок већине прекида које осете потрошачи су кварови на електроенергетским дистрибутивним водовима. Због тога електродистрибутивна предузећа морају улагати много више активности које доводе до повећања нивоа поузданости, а које захтевају инвестициона улагања. Да би се изабрале активности које ће максимално допринети повећању поузданости, уз већ одређена (ограничена) финансијска улагања, потребно је вршити техничко-економске анализе мера које повећавају поузданости. Ако се утврде узроци испада могуће је претпоставити које радње треба предузети да не би дошло до испада, односно које би довеле до тога да прекиди напајања трају што краће. У раду су приказани резултати прорачуна показатеља поузданости електроенергетских водова на конкретним електроенергетским водовима у експлоатацији пре и после предузетих одређених радњи.

Питања за дискусију:

1. Дати податке о посматраном дистрибутивном подручју: укупна дужина мреже, број дистрибутивних ТС, број извода и ТС 110/x kV и број потрошача.

2. Дати неки пример техно-економске анализе за неку тест мрежу. Уважити трошкове за неиспоручену електричну енергију.
3. Да ли сте уважавали и планиране прекиде? Приликом редовног превентивног одржавања елемената мреже, потребно их је довести у безнапонско стање. И тада су значајни растављачи на отцепима.

Р Ц 6 09 ГУБИЦИ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ ЗА ДП КРАГУЈЕВАЦ И АНАЛИЗА УТИЦАЈА РАЗЛИЧИТИХ АКТИВНОСТИ НА ЊИХОВО СМАЊИВАЊЕ

Аутор: Радован Ђорђевић

У рада су приказани губици у 2017. и 2018. години за све огранке ОДС ЕПС дистрибуција - ДП Крагујевац. Анализиране су разлике између губитака у ове две године и детектоване су главне активности које су довеле до смањења губитака.

Активности које су пресудно утицале на смањење губитака су замена мерних уређаја, измештање мерних места, контроле мерних места и повећавање нивоа очитаних мерних уређаја.

Свака ова активност је детаљно анализирана у 2018. години и урађена је пројекција смањења губитака на основу ових активности појединачно.

На крају рада је приказан план активности за 2019.годину са освртом на могућности даљих смањивања губитака.

Питања за дискусију:

1. У раду је споменуто да су за смањење техничких губитака у 2018.години спроведене мере и да се ефекти очекују у 2019.години. Да ли је одабран неки одређени део конзума где је ово спроведено и да ли имамо неке резултате?
2. Која врста обуке електро монтера се спроводи у циљу смањења губитака?
3. Зашто у раду није дата анализа улагања у наведене мере и очекивано време повратка инвестиције? Ако аутор има податке било би добро да их изнесе.

Р Ц 6 10 АНАЛИЗА ОПАСНОСТИ У НИСКОНАПОНСКОЈ МРЕЖИ TNC, TNC/S, TNS СИСТЕМА ЗАШТИТЕ, КОЈЕ НАСТАЈУ ПРИ КВАРОВИМА НА СРЕДЊЕНАПОНСКОМ И НИСКОНАПОНСКОМ НИВОУ

Аутори: Драган Ристивојевић, Слободан Дамњановић, Витомир Пајић

Процес такозваног „нуловања“ омогућава доста комотан приступ, али само на први поглед. Проблем безбедности настаје при двоструком земљоспоју у трафостаници $x/0,4 \text{ kV}$, на напонском нивоу $x \text{ kV}$, када се потенцијал уноси у нисконапонску мрежу преко нултог проводника.

При искључењу потрошача у разгранатој мрежи $0,4\text{kV}$ морају се проверити сви огранци (посматрати комплетан конзум до извора напајања), јер квар у било којој тачки, где није обезбеђено реаговање заштитног елемента $t = 0,34\text{s}$ ($t=75/Ud=75/230$), ремети услове безбедности на „нашем“ потрошачу, чија заштитна опрема је беспрекорна.

Посматра се утицај заједничког и појединачних уземљивача ($R_{zašt}$ и R_{prog}) у трафостаници $x/0,4\text{kV}$, на услове заштите од превисоког напона додира (U_d) у нисконапонској мрежи. Дат је и осврт на кварове преко електричног лука, када настаје одређени пад напона ΔU , уз екстремно изражене осцилаторне процесе.

Питања за дискусију:

1. Да ли постоји опрема која би „видела“ појаву потенцијала на металном кућишту и спречила угрожавање живот особе која је ослоњена на кућиште мотора, а да при томе квара на елементу практично нема – у TNC/S систему заштите?
2. Да ли сте вршили и нека мерања која су у вези са радом за конкретну ТС $x/0,4 \text{ kV}$? Ако јесте какви су резултати да ли се подударају са закључцима из теоретског разматрања?

Преференцијална теме 5: Енергетска ефикасност у електроенергетици и квалитет испоручене електричне енергије

Р Ц 6 11 ФОТОНАПОНСКЕ ЕЛЕКТРАНЕ НА КРОВОВИМА ИНДУСТРИЈСКИХ ОБЈЕКТА – ИСКОРАК КА ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЈИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКОГ СИСТЕМА И ПОДИЗАЊУ ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ

Аутори: Лука Јовановић, Владимир Поповић, Драгана Вујановић, Лука Здравковић

Тема рада јесте димензионисање ФН електране на крову индустријског објекта уважавајући сва техничка, физичка и економска ограничења ради смањења преузете енергије из дистрибутивне мреже. Укратко је представљена важећа регулатива и могући начини прикључења малих електрана. Приказан је процес техничке анализе индустријског корисника и креирања оптималног решења за изградњу ФН електране, уважавајући профил потрошње корисника као и детаљан софтверски прорачун производње електране на крову.

Комплетна анализа има за циљ да припреми сву неопходну документацију за пројектовање, изградњу и прикључење ФН електране на крову објекта, али и да буде кључан параметар у одлучивању инвеститора. Као интегрални део врши се техно-економска исплативост пројекта узимајући у обзир све фиксне и варијабилне новчане приливе и одливе са циљем прорачуна периода повраћаја инвестиције. На крају је приказан конкретан пример где су примењене методе које су тема овог рада, са табеларним резултатима. Дати су закључци и идеје за даље унапређење концепта.

Питања за дискусију:

1. Који су извори били доступни аутору да констатује да не постоје планови за проширење квота за *feed in* тарифу?
2. Која је снага појединачног панела који је коришћен у анализи, и у којој технологији су грађени панели који се планирају за уградњу (монокристални,)?
3. Да ли већ у овом тренутку можете да прејудуцирате све мане и врлине приступа за анализу изградње ФН електране изложеног у раду?