



**B4 00**

## **ГРУПА Б4:HVDC И ЕНЕРГЕТСКА ЕЛЕКТРОНИКА**

### **ИЗВЕШТАЈ СТРУЧНИХ ИЗВЕСТИЛАЦА**

Председник (в.д): др Жарко Јанда, ЕИ „Никола Тесла“, Београд  
Секретар:  
Стручни известиоци: Владимир Катић, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад  
Предраг Пејовић, Универзитет у Београду, Електротехнички факултет, Београд

Студијски комитет Б4 – Једносмерни пренос и опрема енергетске електронике (СТК Б4) презентира резултате своје активности – реферате из области примене уређаја енергетске електронике у електроенергетским системима. Успешан рад, богата дискусија и велико интересовање, које је ова проблематика изазвала на претходним саветовањима навеле су га да за 34. саветовање CIGRE Србија предложи три преференцијалне теме:

#### **1. Пренос једносмерном струјом (HVDC) и флексибилни системи наизменичне струје (FACTS)**

- радне карактеристике постојећих HVDC система, модернизација постојећих HVDC система и примена техника одржавања оријентисаних ка повећању поузданости рада,
- студије изводљивости нових HVDC пројеката,
- критеријуми за планирање, пројектовање и поузданост нових HVDC пројеката, укључујући способност преоптерећења и тржишне аспекте,
- практична искуства са коришћењем повратне везе кроз земљу и проблеми пројектовања и одржавања уземљивачке електроде,
- нови развој; нови HVDC и FACTS пројекти.

#### **2. Примена енергетске електронике и иновације у новим областима**

1. развој нових полупроводничких прекидача, погодних за средњи напон,
2. дистрибуирани системи,
3. квалитет електричне енергије (утицај енергетских претварача),
4. дистрибуирана производња и примена претварача (електране на ветар, соларне електране, микро и мини хидроелектране, електране на биогас и биомасу),
5. примене у једносмерним дистрибутивним мрежама за урбане средине (light HVDC).

### 3. Системи енергетске електронике

1. системи за непрекидно напајање трансформаторских станица, електрана и диспечерских центара,
2. енергетски претварачи и регулатори за електропривредна постројења,
3. статички компензатори,
4. концепција, реализација и испитивање опреме енергетске електронике, укључујући управљање и заштиту,
5. употреба енергетских претварача на средњенапонским нивоима, за непрекидни трансфер напајања и електромоторне погоне,
6. примена енергетске електронике у смањењу еколошког утицаја енергетских објеката.

Студијски комитет је именовао следеће рецензенте: др Александра Жигића, др Владимира Вукића, др Жељка Деспотовића, мр Илију Стевановића, и др Жарка Јанду. За своје стручне известиоце Студијски комитет је именовао проф. др Владимира Катића и проф. др Предрага Пејовића.

У предвиђеном року за пријем радова приспело је укупно 5 радова. Након рецензије и дискусије на Студијском комитету, 5 радова је прихваћено за излагање као реферати у оквиру сесије студијског комитета Б4 на 34. саветовању CIGRE Србија.

Студијски комитет је 4 реферата сврстао у трећу преференцијалну тему, један у другу преференцијалну тему док за прву преференцијалну тему није било пријављених реферата. У припремању овог извештаја стручни известиоци су се користили запажањима, коментарима и питањима рецензената, на чему им посебно захваљују.

#### **Р Б4 01          САВРЕМЕНА КОНЦЕПЦИЈА УПРАВЉАЊА ВИШЕМОТОРНИМ ПОГОНИМА КРАНОВА**

Аутори: Љубиша Петровић, Небојша Митровић

У раду је обрађена практична примена енергетске топологије регулисаног асинхроног погона са активним исправљачем у вишемоторним погонима. Развијен је симулациони модел за анализу динамичких режима и расподелу снаге вишемоторних погона у програмском пакету Matlab/Simulink. На основу симулационог модела анализирани су функционалне могућности реверзибилног рада групе асинхроних мотора са активним исправљачем и вишеструким напонским инверторима на заједничкој DC сабирници. Приказан је пример примене комплексног регенеративног мулти-моторног погона на заједничкој DC сабирници за индустријски кран и дати су резултати експерименталних мерења. Анализиран је моторни и генераторски режим рада са аспекта уштеде енергије, као и утицај погона на дистрибутивну мрежу са аспекта виших хармоника и фактора снаге.

#### ***Питања за дискусију:***

1. *У току рада крана који је описан у експерименталном делу, у току реалних радних циклуса, део енергије од мотора који се коче се враћа у мрежу а део троше мотори у моторном режиму рада? Колики је однос тих делова? Да ли је рађена таква процена с обзиром на очекиване дијаграме рада?*

2. *Како се превазилази ситуација када вишемоторни погон ради у регенеративном режиму рада према мрежи и дође до губитка мрежног напона, рецимо због деловања неке заштите на прекидач преко кога се све напаја?*
3. *Да ли у експерименталном вишемоторном погону постоји нека веза где су два мотора везана на исту осовину? Да ли је сваки мотор напојен преко свог фреквентног претварача или има случајева где се два или више мотора напајају са истог фреквентног претварача?*
4. *Када раде два AFE исправљача паралелно, како је обезбеђено да деле регенерисану снагу?*

## **Р Б4 02      ИЗБОР ФРЕКВЕНТНОГ ПРЕТВАРАЧА ЗА СТАРТ СИНХРОНОГ МОТОРА У ПОГОНУ ПУМПЕ**

Аутори: Жарко Јанда, Илија Стевановић, Дане Цепчески, Михајло Герун, Милорад Јовановић, Живојин Стаменковић

У раду је приказана методологија за унапређење старта синхроних мотора који служе за погон великих пумпи. Старт синхроног мотора помоћу фреквентног претварача има више предности у односу на асинхрони старт: *i*) мањи пад напона напојне мреже током старта, *ii*) редуковано загревање пригушног кавеза, *iii*) мање напрезање намота статора мотора.

При томе је затворен потисни вентил центрифугалне пумпе, тако да је кочни моменат пумпе у току залетања мали. У току залета синхрони мотор је побуђен. По постизању синхроне брзине преклопна аутоматика врши пребацивање синхроног мотора са претварачког напајања на директно мрежно напајање и потисни вентил се отвара. Трајање старта је ограничено загревањем воде у спирали пумпе. Данас су комерцијално расположиве две врсте полупроводничких претварача за сврху залета средњенапонских синхроних мотора. То су модулари претварачи са IGBT транзисторима и тиристорски претварачи са мрежном комутацијом. У раду су анализирани потребне карактеристике и димензије и једног и другог претварача и њихов утицај на мрежу а на реалном случају пумпе. Зависност момента од времена у току залетања је анализирана и модификована тако да се смањи утицај претварача на напојну мрежу.

### ***Питања за дискусију:***

1. *Зашто нису у овој анализи обрађени и струјни претварачи са IGCT тиристорима?*
2. *Какав је однос погонске поузданости два приказана решења?*
3. *Да ли се утицај фреквентног претварача на мрежу може ублажити уградњом одговарајућих хармонијских филтера? Које се уопште мере предузимају за ублажавање тог утицаја?*
4. *Да ли приказани фреквентни претварачи могу да напајају погон пумпе када се ради ревизија и када пумпа није напуњена са водом али се врти са малом брзином и снагом?*

## **Р Б4 03 УТИЦАЈ КРАТКОТРАЈНОГ ПРЕКИДА ЈЕДНОСМЕРНОГ НАПАЈАЊА НА РАД ИНВЕРТОРА**

Аутори: Жарко Јанда, Благота Јовановић, Младен Милошевић, Жељко Јовановић

У раду се приказује једно практично решење проблема који се јавља у систему непрекидног напајања састављеног од два инвертора и статичке преклопке. Проблем настаје када из манипулативних разлога долази до краткотрајног губитка једносмерног напојног напона једног од инвертора у раду.

Инвертори у склопу непрекидног напајања важних потрошача на електрани треба да могу при радном терету да издрже краткотрајни прекид ДС напајања при пребацивању са једног извора једносмерног напајања на други. Описана операција пребацивања напајања инвертора повећава сигурност рада целокупног система напајања када треба растеретити један извор једносмерног напона у току рада агрегата из разних оперативних разлога. Најчешће је реч о прерасподели оптерећења ДС напојних кругова ради повећања сигурности рада блока.

При томе долази до краткотрајног пропада ДС напона на инверторском мосту, што утиче на модулацију полупроводничких прекидача инвертора. Да би се избегао утицај на управљачку електронику инвертора, напајање управљачке електронике и самих транзисторских упаљача је раздвојено од једносмерног напона на инверторском мосту помоћу посебног кола, те у датој ситуацији не долази до престанка рада инвертора или губитка синхронизма.

У раду су приказани постигнути резултати на инвертору снаге 10 kVA који је инсталиран у објекту РХ ББ. Резултат рада треба да послужи као основа за дефинисање додатног захтева који треба да испуне инвертори инсталирани у електранама који се напајају из више једносмерних извора, а у правцу повећања експлоатационе поузданости.

### ***Питања за дискусију:***

- 1. Колики је постигнути временски интервал рада без затвореног прекидача према извору једносмерног напона?*
- 2. Да ли се оваквим модификацијама утиче на степен искоришћења инвертора и на цену инвертора?*
- 3. Шта се дешава у случају појаве кратког споја на сабирницама развода непрекидног напајања у току трајања пребацивања једносмерног извора?*

**Р Б4 04      ДИГИТАЛНО КОНТРОЛИСАНИ СИНХРОНИ "BUCK-BOOST"  
ЕНЕРГЕТСКИ ПРЕТВАРАЧ-ПРИМЕНА У СОЛАРНИМ  
СИСТЕМИМА**

Аутори: Жељко В. Деспотовић, Бобан Ђорђевић

У раду је приказано конкретно решење дигиталне напонске контроле синхроног „buck-boost“ енергетског претварача, са широким опсегом промене улазног напона. Претварач је прилагођен улазном напајању са соларних панела и различитим типовима излазних оптерећења (омско, батеријска банка и сл.). Такође, у раду се анализирају основни принципи рада и управљање поменутиим претварачем у континуалном режиму.

Представљене су основне карактеристике реализованог енергетског претварача, управљачког кола као и експериментални резултати добијени током тестирања при различитим улазним напонима и различитим оптерећењима.

***Питања за дискусију:***

- 1. Колики је постигнут степен искоришћења претварача при различитим улазним напонима и различитим режимима?*
- 2. На који начин је могуће смањити пикове напона на дрејновима прекидачких транзистора?*
- 3. Које је вредности имплементирано "мртво време" у побуди транзистора*
- 4. На који начин је имплементиран напонски регулатор (ПИ, ПИД, П)?*
- 5. Аутори нису приказали преклопна времена и детаље комутација између прекидачких транзистора. Колике су ове вредности и какав је њихов утицај на прекидачке губитке?*

**P B4 05      ПОЛУМОСНИ РЕЗОНАНТНИ PWM ЕНЕРГЕТСКИ ПРЕТВАРАЧ  
ЗА АМПЛИТУДСКО-ФРЕКВЕНТНУ КОНТРОЛУ ВИБРАЦИОНИХ  
ДОДАВАЧА**

Аутори: Жељко В. Деспотовић, Ђорђе Лекић

У раду је приказано конкретно решење топологије полумосног резонантног PWM енергетског претварача и припадајуће управљачке структура система за амплитудско-фреквентну контролу вибрационих додавача који имају велики значај у транспорту, обради и процесирању ситнозрних и расутих материјала. Рад самог додавача се посредством припадајућег полумосног претварача одржава у режиму механичке резонанце (када је најмања електрична потрошња). Опсег резонантних учестаности зависи од транспортујуће масе и креће се у опсегу 30-100 Hz. Поред фреквентне контроле обезбеђена је и контрола амплитуде излазних осцилација, контролом напона DC међукола, резонантног претварача.

***Питања за дискусију:***

- 1. Навести проблеме при раду у полумосту за овај тип претварача.*
- 2. Колико је стабилно одржавање резонантне механичке учестаности а колико електричне?*
- 3. Који је однос ових двеју учестаности?*
- 4. Навести проблеме који се могу јавити током прелазног режима при праћењу резонантне учестаности транспортера?*
- 5. Колика је енергетска ефикасност овог погона?*