

НУМЕРИЧКИ ПРОРАЧУН ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИХ ПРЕЛАЗНИХ ПРОЦЕСА - КООРДИНАЦИЈА ИЗОЛАЦИЈЕ -

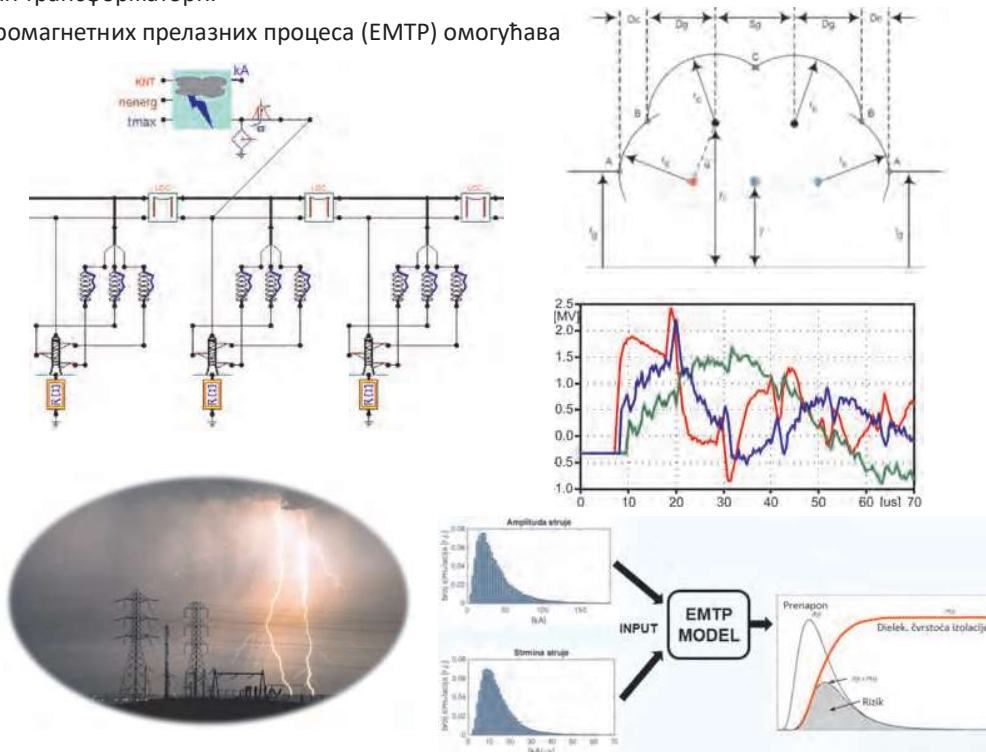
Електротехнички институт Никола Тесла а. д. Београд (Институт) има вишедеценијско искуство у развоју метода истраживања, прорачуна и анализа феномена на објектима средњих и високих напона који су усмерени на транзијентне процесе напона и струја у мрежи електропривреде, првенствено ради решавања проблема из области пренапона и координације изолатије. У оквиру координације изолатије проучавају су проблеми избора диелектричних чврстоћа изолатије објеката високих напона, односно њихових одговарајућих подносивих напона с обзиром на напрезања условљена напонима и пренапонима који се јављају у мрежама у току експлоатације и с обзиром на потребну поузданост њиховог рада и ефекта примењених заштитних мера и средстава. Циљеви нумеричких симулација и истраживања су да се избор изолатија опреме, постројења и водова, као и избор заштитних мера и средстава за ограничење пренапона, у условима рада и очекиваних напонских и пренапонских напрезања, изврши тако, да се вероватноће прескока и оштећења изолатије као и прекида континуитета рада, сведу на економски и технички прихватљиве величине.

Надземни водови

Атмосферска пражњења су један од најчешћих узрока појаве пренапона у електроенергетском систему, који имају велики утицај на квалитет испоручене електричне енергије, што се огледа у повећаном броју прекида, нарушавању параметара поузданости мреже, хаваријама скупе опреме као што су енергетски трансформатори.

Примена програмских алата за анализу електромагнетних прелазних процеса (EMTP) омогућава

- Формирање адекватног симулационог модела, који уважава фреквентно зависне и нелинеарне особине компоненти, погодног за прорачун пренапона изазваних атмосферским пражњењем у далеководни стуб, заштитно уже или фазни проводник односно громобранску заштиту постројења, трансформаторске станице, ПВ електране или истакнутих делова ветротурбина.
- Статистичка анализа (Монте-Карло симулације) чији је циљ уважавање стохастичког карактера појаве и прорачун ризика разорних пражњења изолатије, средњи број година без квара опреме (MTBF), годишњи број прескока на надземним водовима...
- Детерминистичка анализа чији је циљ прорачун максималних вредности напона односно максималних вредности енергије одводника пренапона, за задате параметре атмосферског пражњења.



Склопни пренапони

Електроенергетска опрема је свакодневно изложена пренапонима насталим манипулацијама раскlope опреме. Зависно од конфигурација електроенергетске мреже, склопни пренапони могу достићи висок ниво и озбиљно угрозити изолацију опреме, уколико нема адекватну пренапонску заштиту. Пренапони се јављају како приликом затварања прекидача (укључења различите опреме) тако и приликом операција отварања прекидача у нормалном погону и приликом квара.

Укључења

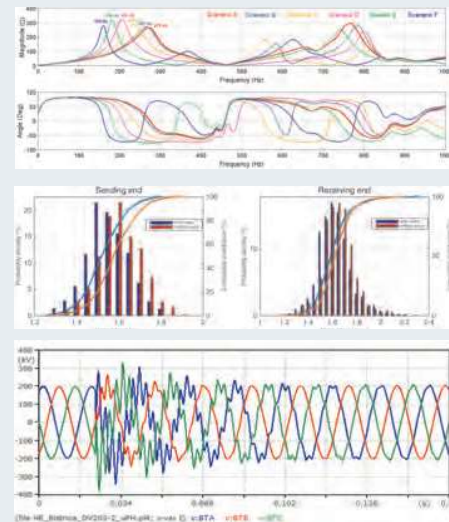
Статистичка анализа (Монте-Карло симулације) омогућава уважавање случајног тренутак затварања контаката и временско расипање између полова прекидача. Као резултат анализе добија се расподела пренапона (вероватноћу појављивања пренапона).

Најчешће се симулирају укључења:

- Водова (надземних, кабловских мешовитих);
- Трансформатора (уз уважавање заосталог флуksа у магнетном колу);
- Реактора и кондензаторских батерија...
- Могући типови укључења:
 - „Класично“ укључење;
 - Аутоматско поновно укључење (APU);
 - Out-of-phase укључење;
 - Симпатетичко укључење трансформатора;
 - Back-to-back укључење кондензаторских батерија;
 - Контролисано укључење;

Фреквентно скенирање

Симулације у фреквентном домену омогућавају идентификацију резонантних тачака и потенцијално критичних конфигурација (уклопних стања).



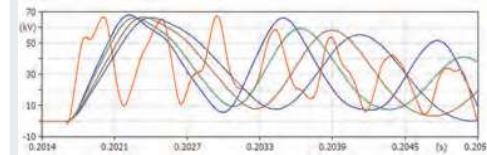
TRV (RRRV) анализа

Приликом отварања прекидача између његових контаката се успоставља прелазни повратни напон (TRV).

Прекидач је успешно отклонио квар уколико је TRV мањи од диелектричне чврстоће у међуконтактном зазору.

Нумерички алати омогућавају симулације:

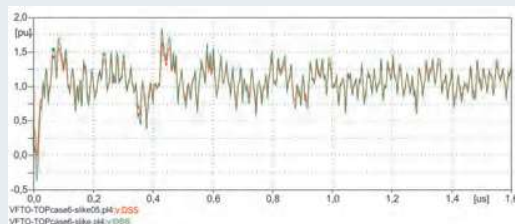
- Терминалних, long line и short line кварова;
- Различитих типова кварова (1ph, 3ph...);
- Out-of-phase кварова;
- Уважавање појаве електричног лука (Cassie and Mayr Arc)



Веома брзи пренапони

VFFT у GIS-U

Склопним операцијама земљоспојником, растављачем и прекидачем у гасом изолованим постројењима, могу настати веома брзи пренапони који могу узроковати проблеме у примарним и секундарним колима. Са детаљним подацима о GIS-у могу се формирати веродостојни модели.

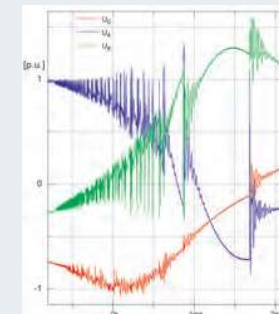


Vakuумски прекидач

Склопним операцијама вакуумских прекидача, услед појаве вишеструких пробоја и пропаливања лука (reignition) долази до појаве веома брзих пренапона, који угрожавају међунавојну изолацију опреме у постројењу.

Нумеричке симулације омогућавају:

- Проверу ефикасности пренапонске заштите
- Избор оптималних параметара

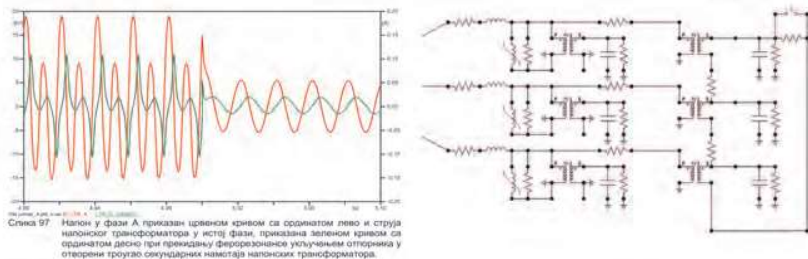


Привремени пренапони

Привремени пренапони представљају непригушене или слабопригушене пренапоне осцилаторног облика и релативно дугог трајања, од неколико периода индустријске учестаности до неколико сати. Привремени пренапони обично не угрожавају изолацију опреме већ изазивају проблеме у раду појединих апарата као што су одводници пренапона, мерни напонски трансформатори итд.

До осцилаторних прелазних процеса може доћи при појави:

- Резонансе
- Ферорезонансе
- Земљоспоја
- Збацивања терета
- Непунофазних режима рада

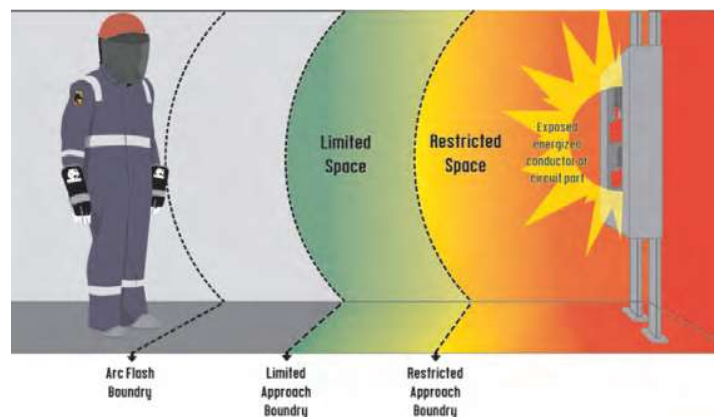


Опасност од електричног лука

Могућност појаве електричног лука је опасност с којом се суочавају сви који раде на или у близини електричне опреме (која је под напонам) тако да је веома важно бити свестан опасност од електричног лука и носити одговарајућу ЛЗО.

Процена ризика од електричног лука се изводи са циљем да се:

- Дефинише потребна заштитна опрема;
- Одреди гранична растојања;
- Препоруче одговарајуће радне процедуре.



Најзначајније референце (последњих 10 год)

1. Студија склопних пренапона у GCCIA интерконективној мрежи, 2020.
2. Студија веома брзих пренапона изазваних радом вакуумског прекидача, у оквиру OMAN LNG деботтленеџинг пројекта, 2020.
3. Студија атмосферских и склопних пренапона, у оквиру ADNOC On-shore's BAB Integrated Facilities пројекта, корисник: China Petroleum Engineering & Construction Corporation, 2019.
4. Студија анализе прелазног повратног напона прекидача, SEWA Layyah PS, 2019.
5. Елаборат процене опасности од електричног лука, урађен за Adient Setings д.о.о. 2019.
6. Студије Координације изолације и Заштите од електричног лука, урађене за Лимске ХЕ, 2019.
7. Студије Атмосферских, Склопних, Веома брзих пренапона у ГИС-у и Фреквентног скенирања, у оквиру Saudi Aramco Marjan Development Program, 2018.
8. Студија Координације изолације, урађена за Abu Dhabi Gas Industries (GASCO) - Taweelah Gas Compressor Station, 2017.
9. Студија Прелазни напонски и струјни режими у преносном ситему Србије 110kV, 220kV i 400kV, корисник EMC, 2014.
10. Студија Пренапонска заштита блок трансформатора у електранама ЕПС, 2012.