

ПРЕДАВАЊА | LECTURES

DOI: 10.5937/TID24028S

Анализа утицаја прикључења соларне електране на систем помоћу квази-динамичког прорачуна

Сара Стаматовић, Институт Никола Тесла ад, Универзитет у Београду,
Република Србија

Кратак садржај

Последњих неколико деценија, обновљиви извори енергије постали су кључни фактор у борби против климатских промена и један од главних узрока глобалне енергетске транзиције. Настала је хитна потреба за добијањем „чисте” енергије, пре свега из извора који користе енергију ветра или Сунца. У циљу синхронизације понашања производних јединица у интерконекцији, Европска комисија је донела услове за прикључење произвођача електричне енергије на мрежу (A network code on requirements for grid connection of generators – RfG), где је дефинисана категоризација производних јединица по типовима, и назначени су услови које сваки тип јединице мора да испуни. Анализирано је прикључење велике соларне електране на преносни систем и њен утицај на прилике у мрежи. За прорачун токова снага у систему коришћен је квази-динамички прорачун, тако да је, уместо три карактеристична режима (летњи и зимски максимум и летњи минимум), сагледано 8760 стања, за сваки сат у години. Овакав прорачун, иако много сложенији, даје свеобухватнији сет информација о приликама у систему. Формира се симулациони модел, где су моделоване сатне вредности активне и реактивне снаге у свим потрошачким чворовима у мрежи, као и активна и реактивна снага у генераторским чворовима, ако је могуће. Генерисање соларне електране која се прикључује представљено је линеарним моделом, скалирањем података о хоризонталној инсолацији на локацији електране. Емпиријски, релативна грешка између укупне произведене енергије у току једне године и претпостављене производње износи око 5%. У посматраном примеру, електрана која се прикључује (инсталисане снаге 150 MW) не угрожава елементе у систему. Највеће промене са становишта напонских прилика и оптерећења елемената се, као што је и очекивано, дешавају на месту прикључења електране и на електрично блиским водовима и трансформаторима. Приликом прорачуна посматрана су три режима рада електране, када је фактор снаге једнак јединици, и када је једнак 0,95 капацитивно и индуктивно. Максимално оптерећење прикључног вода за индуктивни режим и режим $\cos\phi=1$ износи 84%, док је највеће у капацитивном режиму и износи 94%. Притом треба напоменути да се оптерећење вода веће од 90% у капацитивном режиму јавља у свега 24 часа у току године. Закључено је да је, услед већег нивоа детаљности, а и из оперативних разлога како за инвеститора, тако и за оператора система, погодније коришћење симулационог модела на сатном нивоу (односно квази-динамичког симулационог модела). На основу резултата са сатном резолуцијом може се доћи до боље процене не само критичних режима са становишта угрожавања напонских граница или преоптерећења у мрежи, већ и учестаности његовог понављања.

Кључне речи: квази-динамика, токови снага, соларна електрана, симулациони модел, прикључење на систем.

Биографија предавача



Сара Стаматовић, маг. ел. инж, завршила је Електротехнички факултет у Београду, модул Енергетика. На мастер студијама била је на смеру за обновљиве изворе енергије, и мастер рад под називом „Екстратерестрички фотонапонски системи” одбранила је 2023. године. Поред електротехнике, уписала је и мастер студије на Математичком факултету у Београду, на смеру Астрофизика. Од 2023. године запослена је као сарадник у Институту Никола Тесла, где ради у Центру за електроенергетске системе. Бави се моделовањем елемената електроенергетских система у софтверима као што су DigSILENT и PSS E, прорачунима токова снага и кратких спојева, као и другим статичким и динамичким анализама система.

Analysis of the Connection of the Solar Power Plant to the System Using Quasi-Dynamic Calculation

Sara Stamatović, Nikola Tesla Institute, University of Belgrade, Republic of Serbia

Abstract

In the last few decades, renewable energy sources have become a key factor in the fight against climate change and one of the main causes of the global energy transition. There is an urgent need to obtain “clean” energy, primarily from sources that use wind or solar energy. In order to synchronize the behavior of production units in the interconnection, the European Commission adopted the requirements for connecting electricity producers to the grid (*A network code on requirements for grid connection of generators – RfG*), where the categorization of production units by type is defined, and the conditions that each type of unit must meet. The connection of a large solar power plant to the transmission system and its impact on network conditions were analyzed. Quasi-dynamic calculation was used for the calculation of power flow in the system, so that instead of three characteristic modes (summer and winter maximum and summer minimum), 8760 conditions were considered (one for every hour of the year). This calculation, although much more complex, provides a more comprehensive set of data and about the system. In the simulation model, hourly values of active and reactive power in all consumer nodes in the network are modeled, as well as active and reactive power in generator nodes, if possible. The generation of the connected solar power plant is represented by a linear model, by scaling data on horizontal insolation at the location of the power plant. Empirically, the relative error between the total energy produced in one year and the assumed production is about 5%. In the analyzed example, the power plant (which has 150 MW of installed power) does not endanger the elements in the system. The biggest changes regarding the voltage conditions and level of load of elements, as expected, occur at the point of connection of the power plant and on lines and transformers close to the point of connection. Three operating scenarios of the power plant were considered, $\cos\varphi=1$, $\cos\varphi=0.95$ cap. and $\cos\varphi=0.95$ ind. The maximum load of the connecting line for inductive operational scenario and scenario when $\cos\varphi=1$ is 84%, while it is the highest when the power plant is operating in capacitive mode and amounts 94%. It should be noted that loading of the connection line greater than 90% in capacitive mode occurs only in 24 different hours a year. It was concluded that, due to the greater level of detail, and for operational reasons both for the investor and for the System Operator, it is more convenient to use the simulation model at the hourly level (that is, the quasi-dynamic simulation model). Based on the results with an hourly resolution, a better assessment can be made not only of critical scenarios regarding the critical voltage limits or overloading in the network, but also of the frequency of its occurrence.

Keywords: quasi-dynamic calculation, power flow, solar power plant, simulation model, connection to the system.

Biography of the presenter



Sara Stamatović, MSc. El. Eng, graduated from the School of Electrical Engineering in Belgrade, Power Engineering module. In her master's studies, she majored in renewable energy sources, and defended her master's thesis entitled "Extraterrestrial Photovoltaic Systems" in 2023. In addition to electrical engineering, she also enrolled in master's studies at the Faculty of Mathematics in Belgrade, Astrophysics module. In 2023, she started her job as an Associate at the Nikola Tesla Institute, where she works in the Center for Power Systems. Her professional activity has been focused on the modeling of power system elements in software applications such as DIgSILENT and

PSS E, power flow and short circuit analyzes, as well as other study analyzes of static conditions and dynamic states.