

Гасом изолована постројења у мрежи електропреноса

Мр Љубиша Чичкарић, Институт Никола Тесла ад, Универзитет у Београду,
Република Србија

ORCID: 0009-0001-1730-3898

Кратак садржај

Нови трендови у потрошњи електричне енергије, прогресивна урбанизација и стални пораст потреба савременог друштва за електричном енергијом представљају све комплекснији изазов за електроенергетске системе. Недостатак простора у великим градовима за последицу има све већу потребу за компактнијим високонапонским разводним постројењима. Како би се постигло сигурније и поузданије напајање потрошача, као и већа економска корист, током последњих деценија расте примена постројења изолованих SF_6 гасом.

Конструкција постројења омогућава високу безбедност људи од струјног удара, уз ограничене просторне захтеве и велику концентрацију снаге на високим напонима (до 1100 kV у Кини) и при великим струјама (до 8000 A у Канади). Удео GIS постројења у пројектима електроенергетских објеката широм света се повећава у поређењу са другим технологијама (ваздухом изолованим или хибридни).

Постоји много других разлога, осим простора, где гасом изолована постројења (GIS) могу бити примењена. Неке од општих предности коришћења су економска ефикасност, висока поузданост, безбедност због оклопљености опреме, дуг радни век, ниски трошкови одржавања, ергономски дизајн, поуздан рад у екстремним условима околине. Модуларност конструкције ових постројења омогућава лаку монтажу и скраћење времена градње. Постројења су подељена на гасне коморе, што у случају квара у некој комори, доводи до искључења само ограниченог дела постројења. Мало разлагање SF_6 гаса при гашењу лука и незнатно трошење контаката прекидача и растављача при комутацијама, омогућава да постројење ради и до 20 година без одржавања.

Спецификација различитих аспеката GIS постројења, компонената и пратеће опреме је детаљно разрађена у великом броју нормативних докумената.

У раду је дат приказ историјског развоја GIS технологије. Описане су основне карактеристике SF_6 гаса и гасом изолованих постројења.

Разматрани су технички захтеви за избор GIS постројења, сагледавањем различитих фактора, који се односе на електроенергетски систем, окружење и трошкове.

SF_6 гас се може сматрати револуционарном технологијом, која је била кључни покретач савремене урбанизације. С друге стране, европски оператори преносних система, у сарадњи са произвођачима опреме и кључним заинтересованим странама, улажу велике напоре да постепено смање употребу SF_6 гаса у својим мрежама и уведу алтернативна решења.

У раду је дат кратак преглед регулативе и циљева Европске уније за смањење емисије SF_6 гаса, који припада флуорованим гасовима са ефектом стаклене баште. Почев од 2010. године, потрага за алтернативним изолационим и комутационим гасом са знатно смањеним потенцијалом глобалног загревања (GWP) је донела решења заснована на флуорнитрилу, флуоркетону и техничком ваздуху, у комбинацији са вакуумским прекидачима. У раду је презентован приказ доступних алтернативних технологија.

Алтернатива данашњим GIS постројењима се огледа у достигнућима у развоју и употреби еколошки ефикасних GIS решења и интеграцији дигиталних техника у

пројектовању и дијагностици. То подразумева комбинацију ниско-угљеничног отиска, супериорне поузданости и ниских трошкова животног циклуса у флексибилном распореду елемената.

Дигитализација мреже, од фазе пројектовања до потпуне дигиталне функционалности сваког уређаја у електроенергетском систему, је нешто што представља кључ технолошког трансфера ка будућим решењима. Оно што је већ извесно су: технологија дигиталног близанца, интегрисани интелигентни електронски уређаји (*IED*) са дигиталном улазом и излазом, комплетна база података електроенергетске мреже доступна у дигиталном облаку и интелигентни софтвер, који користи вештачку интелигенцију (*AI*) за оптимизацију рада мреже. Дигитални *GIS* неизоставно постаје део будућих електроенергетских мрежа.

Кључне речи: Гасом изолована постројења, *GIS* технологија, *SF₆* гас, алтернативна решења, дигитализација мреже.

Биографија предавача



Мр Љубиша Чичкарић је дипломирао на енергетском одсеку Електротехничког факултета Универзитета у Београду 1986. године, где је стекао и диплому Магистра електротехничких наука на смеру „Електроенергетска постројења и опрема” 2010. године.

Од 1987. године је запослен у Институту Никола Тесла у Београду, где тренутно ради у звању стручног саветника. Радио је на развоју и имплементацији термографских метода испитивања опреме у електро-постројењима различитих напонских нивоа. Од 2015. године ради као руководилац Специјализоване лабораторије за испитивања електроопреме, материјала, заштитних средстава и безбедности, у оквиру акредитоване

лабораторије Института Никола Тесла у Београду. Поседује искуство у пружању консултантских и услуга супервизије, контроле квалитета и испитивања електроенергетске опреме различитих напонских нивоа. Радио је, за потребе електропривреде, на изради студија, техничких препорука и интерних стандарда за испитивања и контроле енергетских трансформатора, обртних електричних машина, енергетских каблова и друге електроенергетске опреме. Активан је члан у *CIGRE* Србија у више студијских комитета. Аутор је бројних радова на међународним и домаћим стручним конференцијама, у монографијама и часописима.

Gas-Insulated Facilities in the Power Transmission Network

MSc. Ljubiša Čičkarić, Nikola Tesla Institute, University of Belgrade,
Republic of Serbia

ORCID: [0009-0001-1730-3898](https://orcid.org/0009-0001-1730-3898)

Abstract

New trends in power electricity consumption, constant increase in the needs of modern society for electricity and progressive urbanization represent an increasingly complex challenge for power systems. The lack of space in large cities results in an increasing need for more compact high-voltage switchgear. In order to achieve a safer and more reliable supply of consumers, as well as a greater economic benefit, during the last decades the application of facilities insulated with SF₆ gas has been increasing.

The construction of the facilities enables high safety of people from electric shock, with limited space requirements and a high concentration of power at high voltages (up to 1100 kV in China) and at high currents (up to 8000 A in Canada). The share of GIS installations in power facility projects worldwide is increasing compared to other technologies (air-insulated or hybrid).

There are many other reasons, besides space, where gas-insulated plants (GIS) can be applied. Some of the general advantages of use are economic efficiency, high reliability, safety due to the enclosed equipment, long service life, low maintenance costs, ergonomic design, reliable operation in extreme environmental conditions.

The modular design of these facilities enables easy assembly and shortening of construction time. The facilities are divided into gas chambers, which in the event of a malfunction in a chamber, leads to the shutdown of only a limited part of the facility. Small decomposition of SF₆ gas during arc extinguishing and minor wear of circuit-breaker and switch disconnector contacts during commutation, allows the facility to work for up to 20 years without maintenance.

The specification of various aspects of GIS facilities, components and supporting equipment is elaborated in detail in a large number of normative documents.

The paper presents the historical development of GIS technology. The basic characteristics of SF₆ gas and gas-insulated facilities are described.

The technical requirements for the selection of GIS facilities were considered various factors related to the power system, environment and costs.

SF₆ gas can be considered a revolutionary technology, which was a key driver of modern urbanization. On the other hand, European transmission system operators, in cooperation with equipment manufacturers and key stakeholders, are making great efforts to gradually reduce the use of SF₆ gas in their networks and introduce alternative solutions.

The paper provides a brief overview of the regulations and goals of the European Union for reducing the emission of SF₆ gas, which belongs to fluorinated gases with a greenhouse effect. Since 2010, the search for an alternative insulating and arc-quenching gas with a significantly reduced global warming potential (GWP) has brought solutions based on fluoronitrile, fluoroketone and technical air, combined with vacuum circuit breakers. The paper presents an overview of available alternative technologies.

The alternative to today's GIS facilities is reflected in the achievements in the development of environmentally efficient GIS solutions and the integration of digital techniques in design and diagnostics. This means combining a low carbon footprint, superior reliability and low life cycle costs in a flexible arrangement of elements.

Digitization of the network, from the design phase to the complete digital functionality of every device in the power system, is something that represents the key to technological transfer

towards future solutions. What is already certain are: digital twin technology, integrated intelligent electronic devices (IEDs) with digital input and output, a complete power network database available in the digital cloud, and intelligent software, which uses artificial intelligence (AI) to optimize the network operation. Digital GIS inevitably becomes a part of future power networks.

Keywords: Gas-insulated switchgear, GIS technology, SF₆ gas, alternative solutions, digitalization of the network.

Biography of the presenter



MSc Ljubiša Čičkarić graduated from the Faculty of Electrical Engineering at the University of Belgrade in 1986, where he also obtained a Master of Electrical Engineering degree in “Electric Power Plants and Equipment” in 2010. Since 1987, he has been employed at the Nikola Tesla Institute in Belgrade, where he currently works as an expert advisor. He worked on the development and implementation of thermographic methods of testing equipment in electrical installations of various voltage levels. Since 2015, he has been working as the head of a Specialized laboratory for testing electrical equipment, materials, protective equipment and safety, within the accredited laboratory of the Nikola Tesla Institute in Belgrade. He has experience in providing consultancy and supervision services, quality control and testing of power equipment of various voltage levels. He worked, for the needs of the electrical power industry, on the studies, technical recommendations and internal standards for the testing and control of power transformers, rotating electrical machines, power cables and other power equipment. He is an active member of CIGRE Serbia in several study committees. He is the author of numerous papers at international and domestic professional conferences, in monographs and journals.