

EUROSTAG PROGRAMMATŪRA KĀ LĪDZEKLIS ENERGOSISTĒMU STABILITĀTES JAUTĀMU PĒTĪJUMOS

EUROSTAG SOFTWARE AS TOOL FOR STABILITY STUDY OF THE POWER SYSTEMS

Halilova N., *Mag. Sc. Ing.*

Riga Technical University, Faculty of Power and Electrical Engineering

Address: 1 Kronvalda boulv., Riga, LV-1010, Latvia

Phone: +371 26841719

E-mail: moliboshka@gmail.com

Atslēgas vārdi: Energosistēmas stabilitāte, EUROSTAG

Ievads

Mūsdienu elektroenerģētikā pastāv tendence izveidot jaudīgas elektroapvienības, lai racionāli izmantot esošus resursus un samazināt zudumus piegādājot elektroenerģiju patērētājiem. Lai energoapvienības varētu sekmīgi pildīt savas funkcijas, jābūt nodrošinātiem to drošuma kritērijiem, starp kuriem kontrolei par stabilitāti ir jābūt vienai no noteicošām. Normatīvu realizācijas iespējamību ņem vērā energosistēmu attīstības projektēšanas laikā ar noteiktu shēmu izvēli un tās elementu parametriem(staciju un tīklu) un tās vadības iespējām. Krājumu esamība ekspluatācijas praksē nodrošina dispečeru sistēmas, režīma un pretavārijas vadība. Krājumu esamība pārbaudes pamatā ir energosistēmas stabilitātes pētīšana, kuru nodrošina ar dažādu variantu aprēķinu ar datoru palīdzību.

Mūsdienu energosistēmas, Vienotā energosistēmā, ietilpstošie tajā teritoriālās apvienības un rajona energosistēmas, pēc klases pieder pie lielām tehniskām sistēmām ar to piederošām īpašībām. Tos var raksturot ar lielu sarežģītību un sliktu pārskati, tāpēc ka tā nodrošina visas saimniecības nozares, kuras ir izklidētas pa visu valsts teritoriju. Apvienotās energosistēmas ģeneratoru paralēlā darbība pie barošanas avotu plašas mijiedarbības un režīmu pakārtošanu ekonomiskai un drošai elektroapgādei nosaka uzvedības grūtības, darba režīmu dažādiem variantiem, sistēmas struktūru mainīšanos atkarībā no apstākļiem. Šīs īpašības nepārtraukti attīstošām energosistēmām nosaka nepārtraukto grūtību energosistēmu projektēšanu un ekspluatāciju, ņemot vērā energosistēmu nepārtrauktu īpašību izmaiņu.

Valsts tautas saimniecības funkcionālā efektivitāte ir atkarīga no tā, kā tiek apmierināts elektroenerģijas pieprasījums, bet elektroapgādes traucējumi noved pie tautsaimniecības zaudējumiem. Acīmredzami ir tas, ka elektroenerģija ir jāpiegādā nepārtraukti un ar noteiktu kvalitāti, kuri ir noteikti normatīvos, kuros tiek reglamentēts stabilitātes uzkrājumi, sprieguma un frekvences līmenis. Ņemot vērā normatīvus pie energosistēmas attīstības projektēšanas un vadības principiem izvēlās parametrus visas sistēmas elementiem, ieskaitot vadības un kontroles iekārtas. Energosistēmas ekspluatācijas procesā normu izpildīšana nepārtraukti tiek kontrolēta un nodrošināta ar to režīmu vadību. Lielāko jautājumu risināšanas pamatā, kas nosaka energosistēmas funkcionēšanu un attīstību, ir informācija par režīmiem un stabilitāti.

Perspektīvais informācijas avots, kā tālāko, tā arī tuvāko laiku posmā, ir rezultāti, kuros pamatā ir režīmu aprēķini (normāli stacionāri, pēc avārijas utt.) un pārejas procesi pie mazām un lielām ierosmēm energosistēmā. Šo aprēķinu noteicoša loma ir energosistēmas sekmīgas darbības nodrošinājums visos attīstības posmos nosaka prasības, kuras ir nepieciešams uzrādīt rezultātos. Šo prasību izpildīšanai ir svarīgi, cik pareizi ir izvēlēti pamati no pretrunas, starp objekta apraksta sarežģītību un iegūstamā rezultāta augsta drošuma prasībām, un resursu ierobežojums laikā, kurš ir atvēlēts uz lēmumu pieņemšanu. Mērķis tiek sasniegts ar kompromisa palīdzību pie noteiktā modeļa izvēles un darba organizāciju uz datora.

Stacionārā un pārejas režīmu teorija sarežģītos elektroenerģijas sistēmās, šo režīmu pētniecības metodes un to vadība ir izstrādāti rūpīgi un daudzpusīgi. Sistēmu matemātiskie modeļi ar dažādu precizitātes pakāpi elementu izvēli un noteicošo stāvokļu un procesu, izmantojami pie energosistēmas attīstības plānošanas un ekspluatācijas, ir pamatoti ar praktiskiem aprēķiniem, kā arī uz reālu energosistēmu mēģinājumiem. Plaši tiek izmantotas programmatūras, kas nodrošina dažādu uzdevumu aprēķināšanai.

Funkcionālās modelēšanas būtība ir matemātiskās sistēmas modeļa fiziskām īpatnībām pētāmajam procesam katram tās elementam.

EUROSTAG programmatūras apraksts

Elektrisko tīklu ekspluatācija ir aizvien sarežģīta operāciju kopums. Lēmumam ir jāaptver vesela faktoru rinda, pateicoties savstarpējiem sakariem starp zonām, aprīkojuma sarežģītību, kā arī skaitliskie ierobežojumi (ekonomiskie, ekoloģiskie, vai ekspluatācijas drošums).

Tādēļ, lai optimizētu investīciju efektivitāti un noturētu ekspluatāciju izmaksu pie minimuma, darbiniekiem – plānotājiem, gan operatoriem jābūt iespējai izstrādāt nepieciešamus modeļus. ELECTRICITE DE FRANCE un TRACTEBEL izveidoja jaunu (uzlabotu) programmu EUROSTAG. Tai ir diezgan spēcīgs un lietotājam labvēlīgs programmas nodrošinājums.

EUROSTAG dalās uz dažādām galvenajām daļām;

- Pārveidošanas programma, kas ļauj pārveidot datus starptautiskos formātos vai pārveidot standarta vērtībās;
- Grafisks tīkla redaktors un faila redaktors, lai ievestu tīkla datus;
- Grafisks modeļa redaktors, kurš ļauj jaunu modeļu ievadi, kas izmanto bloku diagrammu shēmas, nosauktas par makroblokiem;
- Programmas nodrošinājuma būtība jaudas plūsmu (sadalījuma) aplēsē, dinamikas simulācija un bojājuma laika meklēšana; on-line displejs un uzraudzība;
- Grafisks post processor, kas izmantots, lai analizētu rezultātus interaktīvā režīmā.

- Koeficients iznākumu ekspluatācijai ar parametru filtru definēšanai un tabulu veidošana.

EUROSTAG programmas pamatfunkcijas

Elektriskā tīkla stacionārā režīma aprēķins:

- Tiešās secības režīmu parametri.
- Aktīvās un reaktīvās jaudas bilance pie fāzes simetrijas un nominālās frekvences.

Elektromehānisko pārejas procesu modelēšana

- Lielumu izmaiņas laikā pēc viena vai vairākiem bojājumiem.
- Fāzes nesimetrijas modelēšana.

Papildus funkcijas ir Elektriskā tīkla stacionārā režīma aprēķins t.i.

tiešās secības režīmu parametri, aktīvās un reaktīvās jaudas bilance pie fāzes simetrijas un nominālās frekvences, un elektromehānisko pārejas procesu modelēšana, t.i., lielumu izmaiņas laikā pēc viena vai vairākiem bojājumiem, fāzes nesimetrijas modelēšana.

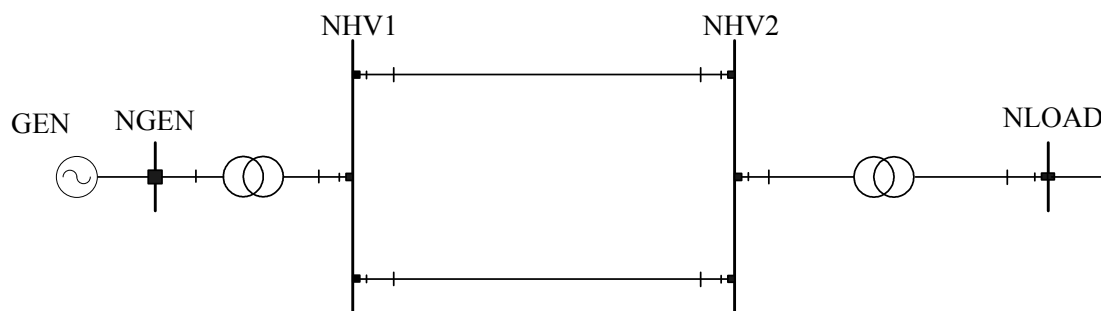
EUROSTAG modelē energosistēmas uzvedību, kamēr tā atgriezīsies sākuma stāvoklī. Tomēr pilnā modelēšana nesamazina aprēķināšanas precizitāti. Rezultātā ir algoritms, kurš izmantots EUROSTAG pārvadāmā automātikas regulēšana, kura ir attiecīga precizitātes kritērijam. Ir iespējams visā modeļa simulācija, lai saglabātu pilnu sistēmas modeli un parādītu dinamisko režīmu.

Grafiskā modeļa atveidošana ļauj izvairīties no cilvēka faktora. Programmatūra piedāvā arī mijiedarbīgu grafisku palīdzību iznākumu analīzei un prezentācijai. Papildus parametri, ko sniedz šī programma: kritiskā laika atrašana, sinhronisma pārbaude analīze nenormālam darba režīmam, energosistēmas uzvedība avārijas laikā vai galējos nosacījumos (sprieguma sabrukums, sinhronisma zaudējums utt.) Kā arī mašīnas dinamisku stabilitāti, likumus, pārraides sistēmas pa energosistēmas ekspluatācijas mezgliem, projektēt un lokālu sistēmu saskaņošanu (ātruma regulatori, AVR u.c.). centralizētas kontroles un sistēmas aizsardzības aizsardzību.

Zemāk tiek parādīts piemērs.

Tīkla un modelēšanas uzdevumu apraksts:

Darba shēma parādītā 1.attēlā



1. att. Energosistēmas shēma

Notikumu saraksts:

- Momentāni paaugstina jaudu uz $50+j25$ MVA, $t = 10$ s
- Izvest no darba vienu 380kV līniju, $t = 20$ s

Dati.

Dinamiskā imitācija pieprasa šādu informāciju no tīkla:

- Tīkls, 24/400kv paaugstinošais transformators, divas 380kV līnijas, 400/158 pazeminošais transformators un ģeneratoru un patērētāju atrašanas vieta.

- Ģenerators, elektromehāniskās īpašības (inerce, reaktīvā pretestība, laika konstantes, utt.) un dinamiskas īpašības apvienotai regulēšanai.
- Slodze, t.i. savas dinamiskās īpašības

Līnija.

Katras līnijas raksturojums:

$$R = 0.03\Omega / km$$

$$X = 0.33\Omega / km$$

$$\omega = 3.86\mu S / km$$

Ģenerators.

Ģenerators savā veidā ir alternatīva transformatoram un tam ir liels rotors ar vienādiem poliem. Tā īpašības ir noteiktas ar saviem ārējiem parametriem. Piesātinājums šajos aprēķinos netiek ņemts vērā.

$$S_N = 1150MVA$$

$$U_N = 24kV$$

$$P_N = 1100MW$$

$$P_{NT} = 1000MW$$

Regulators.

Ģeneratoram ir divu veidu regulēšana:

- Sprieguma regulators virknē veido ierosmi un sprieguma regulators;
- Regulators virknē veido regulatoru, tvaika ģeneratoru, augstus vai zema spiediena turbīnas.

Slodzes dati.

Slodze lokalizēta uz 150 kV līmeņa un tās uzvedība mainās ar spriegumu spailēs un tīkla frekvenci.

Slodze atkarība no sprieguma un frekvences:

Aktīvā slodze:

$$P = P_0 \left(\frac{U}{U_0} \right)^\alpha \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^\gamma \quad (1)$$

Reaktīvā slodze:

$$Q = Q_0 \left(\frac{U}{U_0} \right)^\beta \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^\delta \quad (2)$$

kur

P_0 un Q_0 ir aktīvas un reaktīvā slodze tiek aprēķināta Aprēķināšanas Modelī.

Šajā piemērā $\alpha = \gamma = 1$; $\beta = 2$ un $\delta = 0$ frekvence neatkarīga no reaktīvās slodzes).

Dinamisko datu ievadīšana.

Sistēmas modelēšana sastāv no:

- Sinhronā mašīna ir noteikta ar ārējiem parametriem;
- Divi makrobloki sprieguma regulēšanai un regulators;
- Slodzes modelis visai sistēmai.

Dinamiskās simulācijas rezultātu ievadīšana

Pirmajā piemērā tiek apskatītas lietotāja aprēķinātie un noteiktie gadījumi pirms dinamiskās simulācijas sākšanas.

Dinamisku gadījumu imitācija ir sekojošos gadījumos :

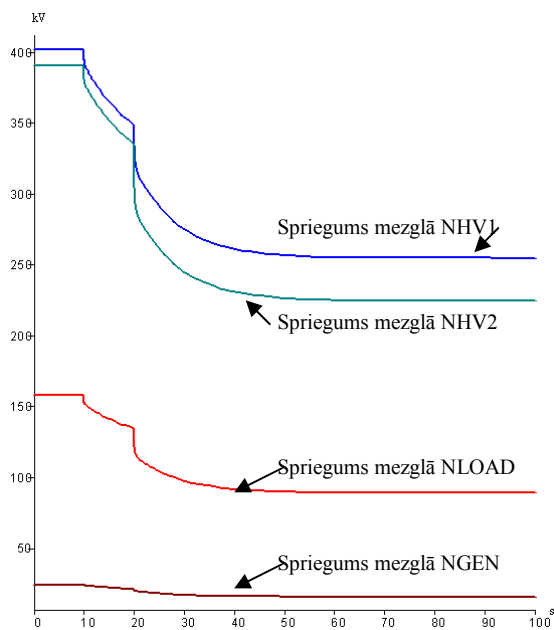
- Jaudas $600+j200\text{MVA}$ palielināšana par $50+j25\text{MVA}$, kad $t = 10\text{s}$;
- Vienas līnijas 380kV izvadīšana no darba(līnija NHV1-NHV2 paralēlas), kad $t=20\text{s}$.
- Apstādināt dinamisko Simulāciju , kad $t=100\text{s}$.

Rezultātu apkopojums.

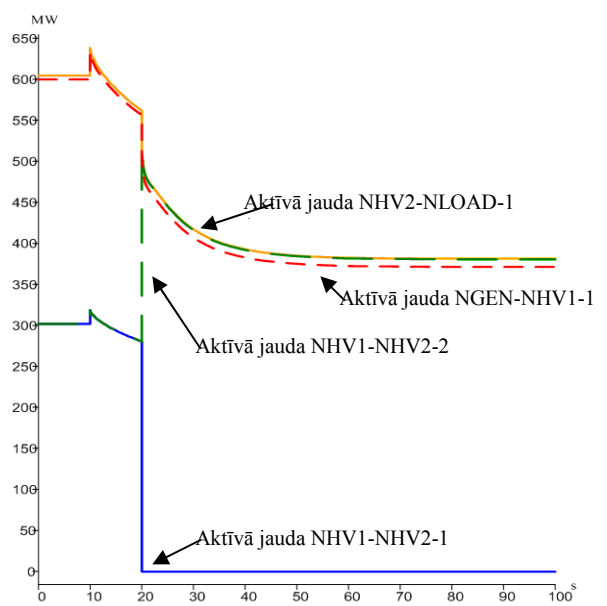
Lietotājam ir iespēja izvēlēties divu veidu analīzes rezultātu apskati:

- Grafiku veidā
- Tabulas veidā.

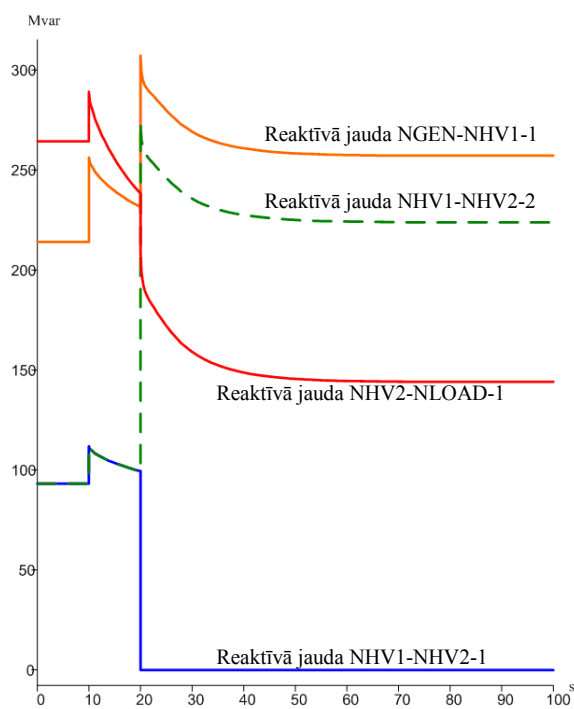
Pēc notikumu saraksta tika veikta modelēšana un iegūti sekojošie grafiki (skat. att. 2.-5.)



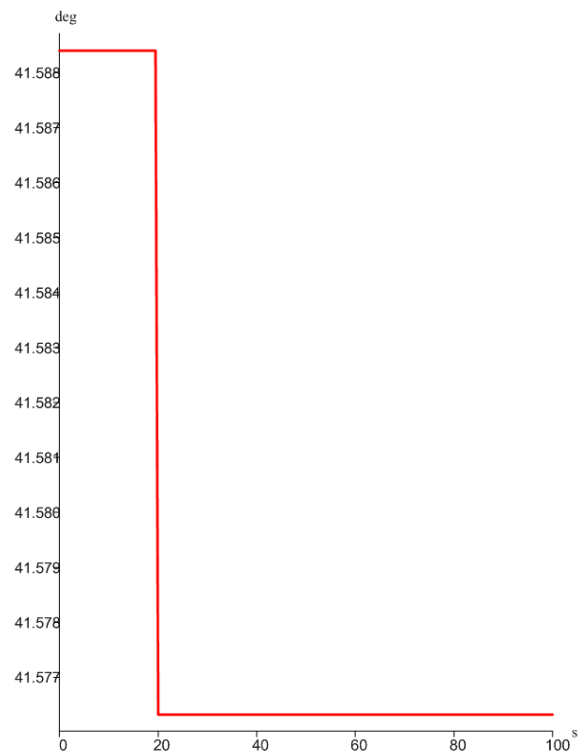
2. att. Sprieguma izmaiņas mezglos



3. att. Aktīvās jaudas izmaiņas



4. att. Reaktīvās jaudas izmaiņas



5.att. Ģeneratora leņķa izmaiņas

Secinājums

Šo programmu var izmantot ne tikai speciālisti, bet var izmantot studentu apmācībām. Tā ir ērti lietojama, tā dot priekšstatus, kas notiek enerģosistēmā kopumā, kā arī katrā tajā elementā dažādos darba režīmos, dažādos laika posmos. Studentam tiek dota iespēja pašam izsekot līdz katram režīmam, uzstādīt parametrus, kas veicinās sistēmas avārijas režīmu un iziešanu no tā.

Literatūra

1. Svalovs A. EUROSTAG v4.2 programmatūras īsā lietošanas pamācība universitātes studijām RTU Rīga, 2005. – 45 lpp.
2. Абраменкова Н.А., Воропай Н.И., Засловская Т.Б. Структурный анализ электроэнергетических систем, Новосибирск, «Наука», 1990.- 221с.

Haļilova N., Eurostag programmatūra kā līdzeklis enerģosistēmu stabilitātes jautājumu izskatīšanai

Mūsdienas enerģosistēmas tiek apvienotas vienotās enerģosistēmās, tas palīdz tām veikt galveno funkciju apgādāt patērētājus ar enerģiju, bet līdz ar to pastāv liels risks enerģosistēmas drošumam. Lai enerģosistēma pildītu savas funkcijas ir izvirzītas enerģosistēmu drošību prasības, kuras ir jāievēro.

Lai izvērtētu enerģosistēmas stabilitāti un nākotnē, ja nepieciešams, pieņemt pareizus mērus, enerģosistēmu apskata, kā matemātisku sistēmas modeli. Viena no programmatūrām, kurā ir ērti apskatīt sistēmā notiekošus procesus stacionārā, avārijas u.c. režīmu laikā., ir Francijas izstrādātā EUROSTAG programmatūra. EUROSTAG programmatūra ir ērta rezultātu apkopojumam gan tabulu, gan grafiku veidā. Grafiku veidā var tikt attēlots gan tikai viens konkrēts mezgls punkts, gan apvienojot vairākus.

Halilova N., The program EUROSTAG as auxiliary method during the study of the stability of the power systems

In our time The power system unite into the United power systems, this helps them to fulfill their main function, namely - to supply users with energy, but there is a risk of the reliability of power system. So that the power system could fulfill its functions, are advanced requirements on the reliability, which must be observed

In order to estimate the stability of power system and subsequently, if it is necessary to take correct measures, power system studies as mathematical model. One of the existing programs, in which it is convenient to examine the proceeding processes into] of steady, emergency and other states, they developed in France. Program EUROSTAG is convenient for the analyzes of the results, since it allows their two forms - as the table and of the graphs. With the graphs it is possible to reflect changes of the parameters both separately in each unit of system and after combining the parameters.

Халилова Н., Программа Eurostag как средство изучения устойчивости

В наше время энергосистемы объединяют в единые энергосистемы, это помогает им выполнять главную их функцию, а именно – снабжать потребителей энергией, вместе с этим существует риск надежности энергосистемы. Чтобы энергосистема могла выполнять свои функции, выдвигаются требования по надежности, которые необходимо соблюдать.

Чтобы оценить стабильность энергосистемы и в дальнейшем, если потребуется принять правильные меры, энергосистему изучают как математическую модель. Одна из существующих программ, в которой удобно рассматривать происходящие процессы во время стационарных, аварийных и др. режимов, разработали во Франции. Программа EUROSTAG удобна для анализов результатов, так как предоставляет их двух видов - в качестве таблицы и с помощью графиков. С помощью графиков можно отобразить изменения параметров как отдельно в каждом узле системы, так и объединив параметры.