

ЭНЕРГЕТИКА ТИЗИМИДА ИШЛОВЧИ КЎП ФУНКЦИЯЛИ FACTS КЎРИЛМАЛАРИ

Хамидов Шухрат Вахидович

ЎзР ФА Энергетика муаммолари институти
лаборатория мудири, т.ф.д., профессор,

khamidov_sh@mail.ru

Нормуратов Баҳром Равшанович

Тошкент давлат техника университети
“Электр станциялари, тармоқлари ва
тизимлари” кафедраси катта ўқитувчиси,

bahrom_normuratov@mail.ru

Танирбергенов Расулбек Муратбекович

ЎзР ФА Энергетика муаммолари институти
докторанти. tanirbergenovrasul@gmail.com

АННОТАЦИЯ: Мақолада электр станция жиҳозларини ишлаб чиқишга ёндашув ҳамда узатувчи ва тақсимловчи электр тармоқларининг ишини режалаштиришга бошқариладиган ўзгарувчан токли электр узатиш тизимлари бўлмиш FACTS технологиясининг таъсири таҳлил қилинди. FACTS технологиясининг юқори техник имкониятлари Ўзбекистон электр энергетикасини интеллектуаллаштириш соҳасида инновацион фаоллик механизмларини ривожлантиришни ва ушбу технологияларни жорий қилишни рағбатлантириши кўрсатилди.

КАЛИТ СЎЗЛАРИ: FACTS, электр энергетика тизими, реактив қувват манбаи, тизим турғунлиги.

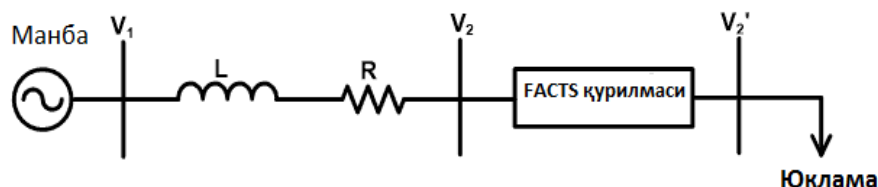
Электр энергетика тизимида интеллектуал технологияли мослашувчан (бошқариладиган) ўзгарувчан токли электр узатиш тизимлари (FACTS - **Flexible Alternative Current Transmission Systems**)ни қўллаш жадал кетмоқда. Чунки FACTS технологияси - электр энергетика тизимларининг (ЭЭТ) ишончилигини, самарадорлигини ва турғунлигини таъминлашнинг истикболли воситаси ҳисобланади [1-9].

Қуйидаги расмда FACTS қурилмасининг умумий бошқарилиш схемаси келтирилган:



1-Расм. FACTS қурилмасининг умумий схемаси.

Юқоридаги имкониятларни амалга ошириш учун FACTS қурилмалари тармоққа кетма-кет, параллел ва комбинацияланган ҳолатда уланиши мумкин. Шуларни инобатга олиб содда электр энергетика тизимига кетма-кет уланган FACTS қурилмасининг қувват оқимига қандай таъсир қилишини кўриб ўтамиз. Бу қуйидаги 2-расм орқали тушинтирилади:



2-Расм. Кетма-кет уланган FACTS қурилмага эга содда электр энергетика тизимининг схемаси.

FACTS қурилмалари уланмаган ҳолатда манбадан юкламага оқиши мумкин бўлган актив қувват қуйидагига тенг:

$$P = \frac{V_1 V_2}{X_L} \sin \delta$$

Бу ерда X_L электр узатиш линиясининг индуктив қаршилиги. Энди электр энергетика тизимига X_C сифимий қаршиликга эга бўлган FACTS қурилмасини кетма-кет улаймиз (2-расмда кўрсатилгандек). Шунда умумий қаршилик $X_L - X_C$ га тенг бўлади. Бундан келиб чиқиб, актив қувват қуйидагича ҳисобланади:

$$P' = \frac{V_1 V_2}{X_L - X_C} \sin \delta$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{X_L}{X_L - X_C}$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{1}{1 - \frac{X_C}{X_L}}$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{1}{1 - k}$$

$$k = \frac{X_C}{X_L}$$

Бу ерда k компенсация даражаси дейилади ва **0.4** дан **0.7** гача ўзгаради. Мисол тариқасида $k=0.5$ га тенг бўлса актив қувват қуйидагича ҳисобланади:

$$\frac{P'}{P} = \frac{1}{1 - 0.5} = \frac{1}{0.5} = 2$$

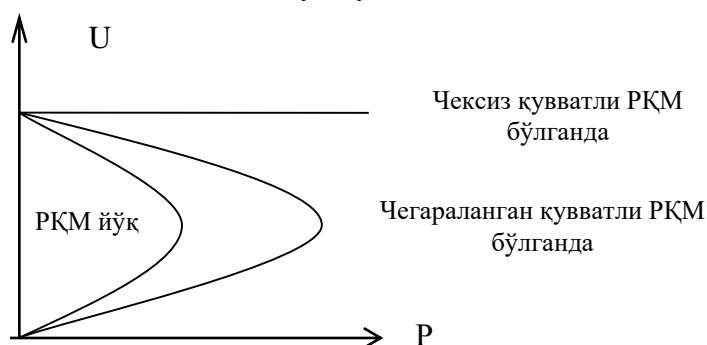
$$P' = 2P$$

Шундай қилиб агар электр энергетика тизимига компенсацияловчи FACTS қурилмасини кетма-кет уласак тахминан яна 50% дан кўпроқ актив қувват узатиш имконияти мавжуд бўлади (иссиқлик чегарасини инобатга олган ҳолатда). Қуйида FACTS технологиясининг бир нечта имкониятлари келтирилган:

FACTS технологиясининг асосий имкониятлари қуйидагилар: кучланишни бошқариш (ростлаш), нагрукани симметриклаш, динамик турғунлик чегарасини ошириш, муддатли ўта кучланишларни чеклаш, реактив қувватни компенсациялаш, ЭУЛнинг ўтказиш қобилиятини ошириш ва бошқалар [1-9].

Куйида FACTS технологиясининг имкониятларидан бир қанчасини кўриб ўтамыз:

Кучланишни рoстлаш. 3-расмдан кўриниб турибдики, юкламанинг ортиши билан тугундаги кучланиш кўчкисигача сезиларли даражада камайиши мумкин. Бундай ҳолда юклама шиналарида FACTS технологиясини ўрнатиш, юклама шинасидаги кучланишни рухсат этилган қийматдан пасайишига йўл қўймайди.



3-Расм. ЭУЛ нинг охирида кучланишнинг ростланиши (РКМ-реактив қувват манбаи)

Динамик турғунлик чегарасини ошириш. Агар ишлаб чиқариш қуввати учун компенсатор томонидан реактив қувват чиқиши нолга тенг бўлиши шarti билан танланса, у ҳолда кучланишни ушлаб туриш ва динамик барқарорлик чегарасини ошириш учун FACTS қурилмасининг барча иш диапазонида зарур компенсация таъминланади.

ЭЭТдаги тебранишларни сўндириш. Электр узатиш линиясининг индуктив қаршилигининг бўйлама компенсацияси билан, кондансатор батареялари сигимининг резонансидан ва асосий частотадан паст частоталарда электр узатиш линияси ва генераторнинг эквивалент қаршилигидан келиб чиқадиган субсинхрон резонанс юзага келиши мумкин. Натижада пайдо бўлган тебранишлар амплитудаси генераторлар синхронизмдан чиқиб кетгунча ортади. FACTS қурилмалари бу пайтда субсинхрон резонансни самарали равишда сўндириш имконини беради.

Ўта кучланишларни чеклаш. Бир неча 1000 км узунликдаги узатиш линияларида узгичлар билан жиҳозланган реакторлардан фойдаланиш заряд қувватларни компенсациялашда керакли натижа бермайди. Шунтловчи реактор кўринишида тайёрланган FACTS қурилмасидан фойдаланиш электр узатиш линиясининг охирида ўта кучланишни чеклаш имконини беради.

Юкламани симметриялаш. Электр тармоқларда носимметрик юклама кучланиш мувозанатини, элементларнинг ортиқча юкланишини ва электр машиналарида қўшимча исрофларни келтириб чиқаради. Кўндаланг реактив қувват компенсаторидан фойдаланиш ЭЭТдаги юкламани симметриялайди ва $\cos\phi$ ни оширади. $\cos\phi$ ёки кучланишни бошқариш билан юкламани симметриялаш фақат фазали реактив қувватни бошқариш имкониятига эга FACTS қурилмалари ёрдамида амалга оширилиши мумкин. Бу 4-расмдаги схемада ўз тасдиғини топган.

Реактив қувватни компенсациялаш. Подстанцияда жойлашган FACTS қурилмалари ўзгартирувчи аппаратлар томонидан истеъмол қилинадиган ёки филтрларни алмаштириш натижасида юзага келадиган реактив қувватни компенсациялаш орқали ўзгарувчан ток тармоғидаги кучланишни рoстлаш имкониятига эга.

Айни пайтда Марказий Осиё мамлакатларида энергетика соҳасини ривожлантиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Иқтисодий ривожланиш даражасини ҳисобга олган ҳолда, Марказий Осиё мамлакатларидан электр энергиясига бўлган талаб 2035 йилда жорий йилга нисбатан ўртача 2 баравар ошади. Бу ҳолат Марказий Осиё ягона энергия тизими фаолиятини ишончлигини ошириш, минтақавий энергия тизимларининг энергия алмашинувини янада мустаҳкамлаш, давлатлараро электр ўтишларини амалга ошириш муаммолари ечим талаб қилади.

Хулоса: Электр станция жиҳозларини ишлаб чиқишга ёндашув ҳамда узатувчи ва тақсимловчи электр тармоқларининг ишини режалаштиришга FACTS технологиясининг

таъсири таҳлил қилинди. FACTS технологиясининг юқори техник имкониятлари Ўзбекистон электр энергетикасини интеллектуаллаштириш соҳасида инновацион фаоллик механизмларини ривожлантиришни ва ушбу технологияларни жорий қилинишни рағбатлантириши муҳимлиги кўрсатилди.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. М,Ш.Мисриханов,Ш.В.Хамидов. «Технологии управляемых гибких электропередач переменного тока и их применение в электроэнергетических системах»- Ташкент: «Navro'z»,2019,217с.

2.Мисриханов М.Ш., Хамидов Ш.В. Перспективное развитие электроэнергетики ОЭС Центральной Азии с внедрением устройств FACTS и возобновляемых источников энергии. Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 70. Методические и практические проблемы надежности систем энергетики. В 2-х книгах. / Книга 1 / отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН. 2019. -С.37-45.

3. Мисриханов М.Ш., Рябченко В.Н., Хамидов Ш.В. Расчет потоков мощности в электрических сетях с устройствами FACTS/ ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина». – Иваново, 2018. -208 с.

4. Misri Khanov M. sh., Ryabchenko V. N., Khamidov sh. V. Calculation of power flows in electric networks with FACTS devices/ IVANOVO state power ENGINEERING University named after V. I. Lenin. – Ivanovo, 2018. -208с.

5. Shukhrat Khamidov, Sunnatilla Tillaev, Bahrom Normuratov. “Improving the reliability of UPS Central Asia implementation of FACTS devices”- Rudenko International Conference “Methodological problems in reliability study of large energy systems” (RSES 2020).

6. Мисриханов М.Ш., Хамидов Ш.В., «Устройства FACTS и их применение для интеллектуального управления режимами электроэнергетических систем», Ташкент: Издательство «Fan ziyosi» . 2022. -320 с.

7. Acha E.A. FACTS: Modeling and Simulation in Power Networks: John Wiley & Sons,2004. – P. 420.

8. Мисриханов М.Ш. Силовые полупроводниковые устройства (обзор) / М.Ш. Мисриханов, В.Ф. Ситников // Вестник ИГЭУ, 2005. Вып. 6. С. 98 – 117.

9. Ситников В. Ф. «Совершенствование методов и средств управления режимами электроэнергетических систем на основе элементов гибких электропередач (FACTS)». ОАО «Институт «Энергосетьпроект» и кафедра «АУЭС ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново, 2009 год. – С. 2-7.

