

**GES (GIDROELEKTR STANSIYA)DA SCADA TIZIMINING ROLI VA
AVTOMATLASHTIRISH**

Bekishev Allabergen Yergashevich - Toshkent davlat texnika universiteti,
“Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi” kafedrasida doseni.

E-mail: allabergenbekisev@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3019-2050

Hamadulloyev Diyorbek Hasanboy o‘g‘li - Toshkent davlat texnika
universiteti, “Elektr mashinalari va yuritmalari muhandisligi” kafedrasida magistranti.

E-mail: khamadulloyevdiyor007@gmail.com

Annotatsiya : Avtomatlashtirish — bu boshqaruv tizimlari, aqlli elektron qurilmalar, o‘lchov asboblari va yangi aloqa texnologiyalaridan foydalanish orqali ish sifatini oshirish, tizimni yaxshiroq kuzatish va boshqarish hamda insonning tizimga bevosita aralashuvini kamaytirish jarayonidir. Avtomatlashtirish jahon iqtisodiyotida tobora muhim rol o‘ynamoqda. U nafaqat ishlab chiqarish sohalarida, balki energetika sektorida ham sezilarli ta’sir ko‘rsatdi.

Hozirgi kunda elektr stansiyalarining boshqaruv tizimlari SCADA markazlashgan platformalardan sanoat standartlariga mos keluvchi apparat va dasturiy vositalar bilan aloqa qiladigan tizimlarga, undan esa deyarli cheksiz ulanish imkoniyatiga ega bo‘lgan integratsiyalashgan avtomatlashtirish tizimlariga rivojlandi. Bunday tizimlar eng so‘nggi axborot va kommunikatsiya texnologiyalarini (ICT), shuningdek turli aloqa kanallarini (ba’zilar an’anaviy, ba’zilar esa shaxsiy, masalan tezkor xabar almashish) o‘z ichiga oladi.

O‘tgan o‘n yilliklarda elektr stansiya va podstansiyalardagi turli boshqaruv tizimlarining SCADA orqali o‘zaro ishlashi muammo bo‘lib kelgan. Biroq IEC 60870-5-103/104 va IEC 61850 standartlarining rivojlanishi natijasida turli avtomatlashtirish tizimlarining o‘zaro ishlashi imkoniyati yaratildi.

IEC 60870 standarti elektr energetika tizimlarida teleboshqaruv uchun qo‘llaniladi. Bunday tizimlar elektr uzatish tarmoqlarini boshqarish, elektr stansiya boshqaruv tizimlari (masalan, turbina boshqaruvi), himoya tizimlari, qo‘zg‘atish tizimi (excitation system) va geografik jihatdan keng tarqalgan boshqa boshqaruv tizimlarida ishlatiladi.

Ushbu maqolada turli IEC standartlari va interfeys protokollariga mos keluvchi, qurilmalar o‘rtasida o‘zaro ishlashni ta’minlaydigan GES avtomatlashtirish uchun SCADA tizimi tavsiflanadi.

Kalit So'zlar : SCADA, PLC, aqlli elektron qurilmalar, interfeys protokoli, MODBUS, IEC 60870

I. KIRISH

Nazorat (supervision) — bu jarayonni boshqarish va uning ishlashini kuzatishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun jarayonning nazorat tizimi muhim ma'lumot manbalarini yig'ishi, kuzatishi va qayd etishi kerak. Bu esa funksiyalarning mumkin bo'lgan yo'qolishini aniqlash va operatorni ogohlantirish imkonini beradi [1].

Nazorat tizimining asosiy maqsadi — inson operatoriga yuqori darajada avtomatlashtirilgan jarayonni boshqarish va nazorat qilish imkoniyatini berishdir. Shuning uchun sanoat jarayonlarini nazorat qilish jarayonni boshqarish va uning ishlashini kuzatishga qaratilgan vazifalar majmuasini o'z ichiga oladi [2].

SCADA tizimi ishlab chiqarish (generatsiya) va uzatish tizimlarini kuzatadi, boshqaradi, optimallashtiradi va boshqaruvni amalga oshiradi. Ushbu tizimlarning asosiy komponentlaridan biri RTU (Remote Terminal Unit — masofaviy terminal qurilma) hisoblanadi. RTUlar ma'lumotlarni avtomatik ravishda yig'adi va sensorlar, o'lchov asboblari, registratorlar yoki texnologik uskunalarga bevosita ulangan bo'ladi [3].

Ular nazorat qilinayotgan jarayonga yaqin joyda o'rnatiladi va talab qilinganda ma'lumotlarni boshqaruv qurilmasiga uzatadi. RTUlar ko'pincha ichki dasturiy ta'minotga, ma'lumotlarni saqlash imkoniyatiga, real vaqt soatiga (RTC) va zaxira batareyaga ega bo'ladi. RTUlarning aksariyati vaqt bo'yicha zaxiralangan (redundant) tizimga ega. Ushbu qurilmalar asosiy RTU ishlamay qolganda ham to'g'ri ishlash uchun zarur bo'lgan barcha uzatkichlar, kodlovchilar va protsessorlarni o'z ichiga olgan to'liq masofaviy terminal qurilmalardir.

Shuningdek, o'lchov ko'rsatkichlarini olish va uskunalarning holati haqida hisobot berish PLC (Programmable Logic Controller — dasturlashtiriladigan mantiqiy kontroller)lar orqali ham amalga oshirilishi mumkin.

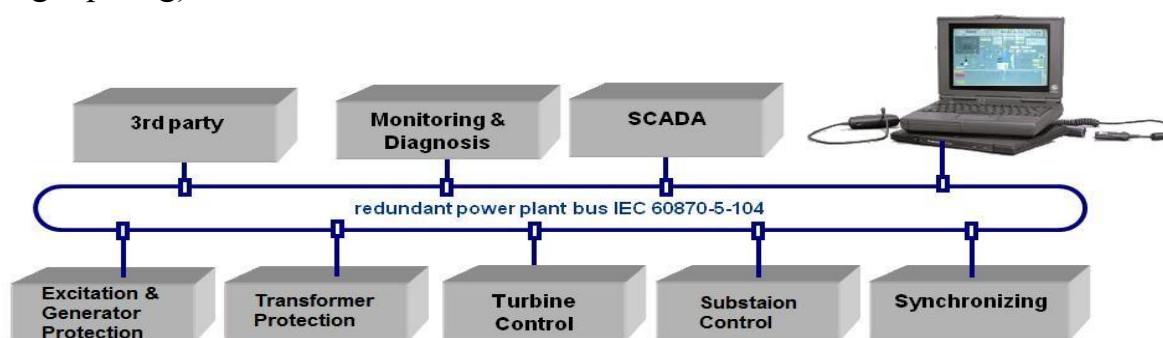
II. GIDROELEKTR STANSIYADA AVTOMATLASHTIRISH

Avtomatlashtirish tizimlari paydo bo'lishidan oldin malakali xodimlar uskunalarni qo'lda boshqarishgan. Bu **qo'lda boshqaruv tizimi (manual system)** deb atalgan. Malakali operator gidroelektr stansiyaning barcha uskunalarni (turbina, generator, o'chirgichlar va boshqalar) qo'lda boshqarish uchun avvalo ularning holatini baholashi kerak bo'lgan. Keyin esa shu holatga qarab, aniqlangan kamchiliklarni

bartaraf etish uchun tegishli tuzatish choralarini ko'rgan. Bu yondashuv operatorlardan doimiy nazoratni talab qilgan.

Shunga o'xshash jarayon avtomatik tizimlarda ham mavjud. Avtomatik tizim ham uskunalarning ish holati haqidagi ma'lumotlarni o'qiydi va shundan so'ng elektr stansiyaning turli uskunalariga buyruqlar beradi hamda avtomatik ketma-ketlikni (auto sequencing) ta'minlaydi. Biroq bunday tizimlar ham malakali mutaxassislarni talab qiladi. Avtomatik tizim operatori ham vaqt-vaqti bilan ishlab chiqarish talablari yoki ehtiyojlarga qarab boshqaruv buyruqlari va sozlamalariga zarur o'zgartirishlar kiritib borishi kerak.

Gidroelektr stansiyaning ishlashini boshqarish, nazorat qilish va himoya qilish tizimi (1-rasmda ko'rsatilgan) real vaqt rejimida ma'lumot olish, kuchli mahalliy va masofaviy boshqaruv tizimlarini hamda rivojlangan himoya tizimini qo'llash orqali amalga oshiriladi. Avtomatlashtirish tizimi quyidagi asosiy qismlardan iborat (1-rasmga qarang):



1-rasm: Gidroelektr stansiya uchun avtomatlashtirish tizimi

- a) Qo'zg'atish tizimi va generator himoyasi
- b) Turbina boshqaruvi
- c) Podstansiya boshqaruvi
- d) Sinxronlash (synchronizing)
- e) SCADA tizimi

III. AVTOMATLASHTIRISHDA PLC — MUHIM VOSITA

Gidroelektr stansiyaning avtomatlashtirishning asosiy maqsadi — butun stansiya jarayonlarini to'liq avtomatlashtirishdir. Bunday jarayon odatda ko'plab operatsiyalar va bosqichlardan iborat bo'ladi. Ularning ayrimlari ketma-ket (seriyali), boshqalari esa parallel tarzda amalga oshiriladi. Ba'zi hodisalar diskret holatlarni (masalan, klapanlarning ochiq yoki yopiq bo'lishi, qurilmalarning yoqilgan yoki o'chirilgan

holati va boshqalar) o'z ichiga oladi. Boshqa hodisalar esa vaqt davomida uzluksiz o'zgaruvchi parametrlarni boshqarishni talab qiladi.

Masalan, bir mashinaning tezligini boshqa mashina bilan sinxron ishlashi uchun doimiy saqlash juda muhimdir. Demak, gidroelektr stansiya ishlashi diskret va uzluksiz jarayonlarning kombinatsiyasidan iborat.

Dastlabki rivojlanish davrida bu vazifalarni bajarishda mikroprotessorlar muhim rol o'ynagan, ammo relelar soni kamaymagan. PLC (dasturlashtiriladigan mantiqiy kontroller)lar yordamida esa qattiq ulanishli (hardwired) relelardan foydalanish sezilarli darajada kamaytirildi. Katta hajmdagi PLC qurilmalari barcha operatsiyalarni bajarish uchun yetarli miqdorda rele funksiyalariga ega. Ularning afzalliklari shundaki, ular raqamli (digital) bo'lib, tizimga zarar yetkazish ehtimoli kam, xarajatlar kamayadi va texnik xizmat ko'rsatish talabi ham past bo'ladi.

Agar boshqaruv tizimida o'zgarish kiritish zarur bo'lsa, faqat dastur o'zgartiriladi — bu esa qo'shimcha xarajatlarsiz va oson amalga oshiriladi.

PLC ushbu operatsiyalarni juda samarali bajaradi. Turli funksiyalar va boshqaruvlar PLC ni dasturlash orqali amalga oshiriladi. Ular to'liq stansiya avtomatlashtirishida qo'llanilib, quyidagilarni ta'minlaydi: tezlikni boshqarish, yuklamani boshqarish, qo'zg'atishni boshqarish, sathni boshqarish, avtomatik ishga tushirish/to'xtatish ketma-ketligi, eshik (gate) boshqaruvi, yordamchi tizimlarni ishga tushirish/to'xtatish va himoya funksiyalari [5].

PLC ayniqsa diskret boshqaruv tizimlari uchun juda mos keladi. PLC SCADA (nazorat va ma'lumot yig'ish tizimi) bilan bog'langan bo'lib, u jarayonni kuzatadi. Jarayonlar ketma-ketligi odatda "ladder diagram" (narvon diagrammasi) ko'rinishida dasturlanadi. Masalan, qurilmani ishga tushirish jarayoni bosim kalitlari, limit kalitlari kabi diskret signallar orqali amalga oshiriladi. Boshqa jarayonlar esa uzluksiz yoki aralash (diskret + uzluksiz) bo'lishi mumkin.

Uzluksiz jarayonlarda analog signalni PLC qabul qila oladigan qiymatga o'zgartirish talab etiladi. So'ngra A/D (analog-raqamli) o'zgartirgich orqali u raqamli signalga aylantiriladi va protsessorga uzatiladi. Boshqaruv signali hosil qilish uchun maxsus algoritmlar ishlab chiqiladi. Har doim maqsadli qiymat (setpoint) mavjud bo'ladi va xatolik (error) aniqlanib, unga asoslangan holda boshqaruv signali hosil qilinadi. Ushbu signal keyin yana analog ko'rinishga o'tkazilib, kuchaytiriladi va boshqarilayotgan parametrlarni tartibga soladi.

Aniq boshqaruv uchun PID algoritmidan foydalaniladi. PID controller yordamida boshqaruv tizimini loyihalash juda qulay. (IEC 61131) funksional blok diagrammasi dasturlash tili yordamida PID controller yaratish osonlashadi.

Tizim javob tezligi va aniqligiga qarab, xatolik signali proporsional, integral va differensial ta'sirlar yordamida alohida yoki birgalikda kuchaytiriladi.

Barcha uzluksiz boshqaruv jarayonlari, masalan:

- regulyator (governor) boshqaruvi
- yuklama boshqaruvi
- sath boshqaruvi
- oqim boshqaruvi
- reaktiv quvvat (kVAr) yoki quvvat koeffitsiyenti boshqaruvi

uchun PID algoritmi qo'llanilishi mumkin.

PLC asosidagi boshqaruv tizimlari va kompyuter asosidagi SCADA tizimlari birgalikda stansiyaning boshqarish va ma'lumotlarni yig'ishda ishlatiladi. Bu tizim iqtisodiy jihatdan samarali bo'lib, ko'plab gidroelektr stansiyalar uchun mos keladi.

Raqamli boshqaruv tizimlari, shaxsiy kompyuter bilan integratsiyalangan holda, nafaqat boshqaruv va himoya funksiyalarini bajaradi, balki ma'lumotlarni saqlash va zaxiralashni ham ta'minlaydi. Bunday tizimlar ishonchli, tejamkor va keng tarqalgan. Favqulodda holatlarda esa qo'lda boshqaruv (manual backup) imkoniyati ham mavjud bo'ladi.

Shu tarzda deyarli barcha boshqaruv talablarini PLC orqali avtomatlashtirish mumkin. Bu esa qurilma boshqaruvi va ma'lumotlarni yozib borishni ancha osonlashtiradi. PLC va nazorat kompyuteri yordamida SCADA tizimi ham samarali amalga oshiriladi.

Gidroelektr stansiyada PLC ning asosiy vazifalari:

- a) Avtomatik ishga tushirish ketma-ketligi
- b) Avtomatik o'chirish (normal va favqulodda)
- c) PLC asosida raqamli regulyatsiya (governing)
- d) Tezlikni boshqarish
- e) Pozitsion boshqaruv
- f) PLC yordamida qo'zg'atish boshqaruvi
- g) PLC asosida himoya tizimi
- h) Signalizatsiya va ogohlantirish (alarm va annunciation)

IV. GIDROELEKTR STANSIYA UCHUN SCADA TIZIMI

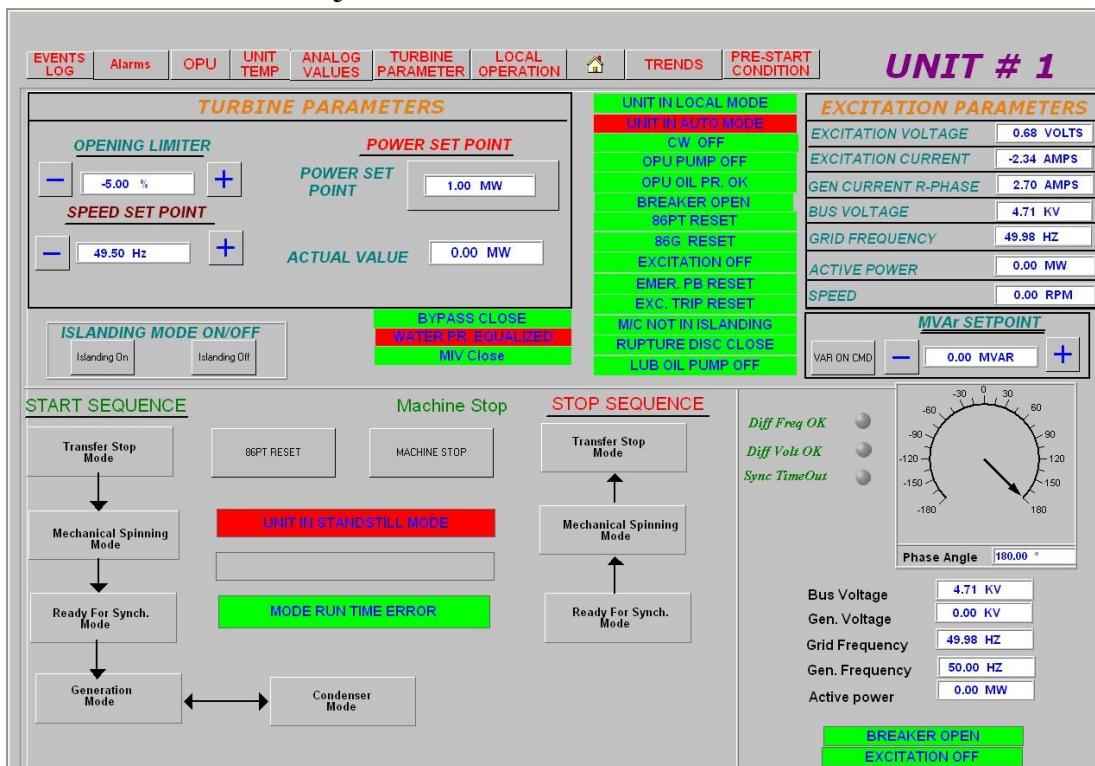
SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition — nazoratli boshqaruv va ma'lumotlarni yig'ish) sanoat boshqaruv tizimlariga tegishli bo'lib, u sanoat jarayonlarini kuzatish va boshqarish uchun mo'ljallangan kompyuter tizimidir [9]. SCADA boshqaruv markazi uzoq masofadagi obyektlar bilan aloqa tarmoqlari orqali

markazlashtirilgan monitoring va boshqaruvni amalga oshiradi. U signalizatsiyalarni kuzatish va tizim holati ma'lumotlarini qayta ishlashni ham o'z ichiga oladi.

PLC asosidagi stansiya kontrolleri va kompyuterga asoslangan SCADA tizimlari birgalikda elektr stansiyaning boshqarish va ma'lumotlarni yig'ishda ishlatiladi [10]. Bu yondashuv tizimni iqtisodiy jihatdan samarali qiladi va ayniqsa kichik gidroelektr stansiyalar uchun mos keladi [11]. Ushbu tizim orqali ishlab chiqarish, boshqaruv va avtomatlashtirish jarayonlari amalga oshiriladi.

Masofaviy stansiyalardan olingan ma'lumotlar asosida avtomatik yoki operator tomonidan berilgan boshqaruv buyruqlari field devices (maydon qurilmalari) deb ataladigan masofaviy qurilmalarga uzatiladi.

2-rasmda gidroelektr stansiyaning tipik SCADA tizimi ko'rsatilgan. Ushbu diagrammadan ko'rinib turibdiki, stansiya ishlashi va monitoringi uchun bir nechta alohida bo'limlar mavjud.



2-rasm: Gidroelektr stansiyaning SCADA ekrani

2-rasmga muvofiq, SCADA ekrani quyidagi 5 ta asosiy bo'limga bo'lingan:

Bo'lim 1: Turbina parametrlari

Bu bo'lim orqali operator turbina parametrlarini kuzatishi va ularni o'zgartirishi mumkin.

Bo'lim 2: Holat (status) ko'rsatkichi

Bu qism mashinaning ish holatini (on/off, ish rejimi va boshqalar) ko'rsatadi.

Bo‘lim 3: Qo‘zg‘atish (Excitation) parametrlari

Bu bo‘lim orqali operator muhim qo‘zg‘atish tizimi analog parametrlarini kuzatishi mumkin.

Bo‘lim 4: Buyruqlar bo‘limi (Command section)

Bu qism mashinani ishga tushirish (start) va to‘xtatish (stop) buyruqlarini berish uchun ishlatiladi.

Bo‘lim 5: Sinxronlash bo‘limi

Bu bo‘lim orqali operator mashinaning sinxronlash holatini hamda unga tegishli muhim elektr parametrlarni kuzatadi.

V. INTELLEKTUAL ELEKTRON QURILMALAR

IED (Intelligent Electronic Device — intellektual elektron qurilma), masalan himoya relelari, to‘g‘ridan-to‘g‘ri SCADA server bilan aloqa qilishi yoki mahalliy masofaviy terminal qurilma (RTU) orqali IEDlardan ma‘lumotlarni yig‘ib, ularni SCADA serverga uzatishi mumkin.

IEDlar uskunar va datchiklarni boshqarish hamda nazorat qilish uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri interfeysni ta‘minlaydi. Ular SCADA server tomonidan bevosita so‘rov (polling) qilinishi va boshqarilishi mumkin. Ko‘pgina hollarda IEDlar ichki dasturlash imkoniyatiga ega bo‘lib, SCADA markazidan bevosita buyruq kelmasdan ham mustaqil ishlay oladi.

SCADA tizimlari odatda nosozliklarga chidamli (fault-tolerant) bo‘lib, ularning arxitekturasida yuqori darajadagi zaxiralash (redundancy) tizimi mavjud bo‘ladi.

VI. MAYDON O‘LCHOV QURILMALARI

Instrument (o‘lchov asbobi) — bu oqim, harorat, sath yoki bosim kabi fizik kattaliklar yoki jarayon o‘zgaruvchilarini o‘lchash va/yoki tartibga solish uchun ishlatiladigan qurilmadir. Bunday asboblar elektr stansiyaning turli masofaviy nuqtalarida o‘lchovlarni amalga oshirish uchun o‘rnatiladi.

Masalan, oqim sensori gidroelektr stansiyaning penstok (suv quvuri) yoki suv omboridagi suv oqimini o‘lchash uchun ishlatiladi.

Chiqish (output) instrumentlariga solenoidlar, klapanlar (valves), regulatorlar, avtomatik o‘chirgichlar (circuit breakers) va relelar kiradi. Bu qurilmalar kerakli chiqish parametrlarini boshqaradi va masofadan yoki avtomatik tarzda boshqarish imkonini beradi. Ular ko‘pincha “final control elements” (yakuniy boshqaruv elementlari) deb ataladi.

Transmitterning vazifasi esa signal ishlab chiqarishdir. Ular ko‘pincha 4–20 mA elektr tok signali shaklida chiqish beradi, lekin kuchlanish, chastota yoki bosim kabi boshqa signallar ham ishlatilishi mumkin. Ushbu signal ma’lumot berish yoki PLC hamda SCADA tizimlariga uzatilib, boshqaruv va monitoring uchun ishlatiladi.

VII. ALOQA PROTOKOLLARI (COMMUNICATION PROTOCOLS)

SCADA tizimi bilan turli boshqaruv va himoya tizimlarini bog‘lash uchun aloqa protokollari talab etiladi. Standart va xususiy (proprietary) protokollar serial aloqa orqali ma’lumot uzatish uchun ishlatiladi. Ma’lumotlar boshqaruv markazi va masofaviy obyektlar o‘rtasida telefon liniyasi, kabel, optik tolali kabel yoki radioaloqa (broadcast, mikroto‘lqin, sun‘iy yo‘ldosh) orqali uzatiladi.

Eng ko‘p ishlatiladigan aloqa protokollari quyidagilar:

• Modbus

Modbus — bu Modicon kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan aloqa protokoli bo‘lib, sanoat avtomatlashtirishda keng qo‘llaniladi va amalda sanoat standarti hisoblanadi [6]. U RTU va PLC qurilmalari o‘rtasidagi aloqa uchun deyarli standartga aylangan.

Modbus tarmog‘ida har bir qurilma o‘z manzilini aniqlaydi, unga yuborilgan xabarni qabul qiladi, bajariladigan amalni belgilaydi va kerakli ma’lumotni ajratib oladi. Ba’zi kamchiliklarni bartaraf etish uchun uning bir nechta kengaytirilgan versiyalari ham mavjud.

• DNP (Distributed Network Protocol)

DNP3 (Distributed Network Protocol Version 3) — bu SCADA tizimlari uchun ishlab chiqilgan ochiq va optimallashtirilgan protokol bo‘lib, ayniqsa energetika sohasida qo‘llaniladi [7].

U ba’zi elektr energetika tizimlarida ishlatiladi va maxsus cheklovlarga ega. DNP protokoli bir necha bosqichlardan o‘tgan va hozirda 3.0 versiyasigacha rivojlangan. Biroq uning qo‘llanilishi ba’zi cheklovlar bilan belgilanadi va SCADA dasturiy ta’minot ishlab chiqaruvchilari uni to‘liq joriy etishda sekinlik ko‘rsatgan.

• IEC 60870

IEC 60870 — bu Xalqaro Elektroteknik Komissiya (IEC) tomonidan ishlab chiqilgan SCADA telemetriya boshqaruvi va ma'lumot uzatish standartlari to'plamidir [4]. Bu protokol asosan elektr energiyani uzatish va taqsimlash tizimlarida qo'llaniladi.

IEC 60870-5-101 elektr energiya uzatish tizimlari uchun teleboshqaruv protokoli bo'lib, ko'plab davlatlarda keng qo'llanilmoqda.

IEC 60870-5 qismi ikki tizim o'rtasida doimiy bog'langan aloqa liniyalari orqali asosiy teleboshqaruv xabarlarini uzatish uchun mo'ljallangan. IEC TC 57 WG3 guruhi elektr energetika tizimlari uchun teleboshqaruv, telehimoya va telekommunikatsiya protokollarini ishlab chiqqan. Natijada IEC 60870-5 standarti yaratilgan.

U quyidagi asosiy qismlardan iborat:

- IEC 60870-5-1 — uzatish kadr formatlari
- IEC 60870-5-2 — ma'lumotlar bog'lanish xizmatlari
- IEC 60870-5-3 — amaliy ma'lumotlar tuzilmasi
- IEC 60870-5-4 — axborot elementlari kodlash
- IEC 60870-5-5 — asosiy amaliy funksiyalar

Shuningdek, quyidagi qo'shimcha (companion) standartlar ham mavjud:

- IEC 60870-5-101 — asosiy teleboshqaruv uchun protokol
- IEC 60870-5-102 — energiya tizimlarida umumiy yig'indilarni uzatish
- IEC 60870-5-103 — himoya qurilmalari interfeysi
- IEC 60870-5-104 — TCP/IP tarmoqlari orqali IEC 101 protokolini qo'llash

IEC 60870-5-101/102/103/104 standartlari elektr energetika tizimlarida teleboshqaruv, ma'lumot almashish va himoya tizimlari bilan ishlash uchun ishlab chiqilgan.

VIII. XULOSA (CONCLUSION)

Shunday qilib, SCADA tizimi gidroelektr stansiyada turli jarayonlarni masofadan turib kuzatish va boshqarish uchun qo'llanilishi xulosaga kelinadi. U operatorga masofaviy kontrollerlarda set-point (belgilangan qiymat)larni o'zgartirish, klapanlar va o'chirgichlarni ochish/yopish, signalizatsiyalarni kuzatish hamda mahalliy jarayondan keng tarqalgan SCADA tizimiga turli instrument ma'lumotlarini yig'ish imkonini beradi.

SCADA kontekstida bu tizim boshqaruv jarayonining real vaqt rejimidagi o'zgarishlarga javobini ifodalaydi va ularni virtual muhitda real vaqt boshqaruv tizimiga yaqinlashtiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Carke G, Rynders D, Wright E. *Practical Modern SCADA Protocols*. Elsevier.

- [2] Nicoleta A, Daniela H, Ioana F, Sergiu Stelian I, Daniel Răzvan C. “Modern SCADA Philosophy in Power System Operation – A Survey”, U.P.B. Sci. Bull., Series C, Vol. 73, Iss. 2, 2011.
- [3] Mackay S., Wright E., Reynders D. *Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting*, Newnes, 2004.
- [4] Maynard, McLaughlin, Haberler. “Towards Understanding Man-In-The-Middle Attacks on IEC 60870-5-104 SCADA Networks”, BCS Learning & Development Ltd, Proceedings of the 2nd International Symposium for ICS & SCADA Cyber Security Research, 2014.
- [5] Gupta R., Singh S.N., Singal S.K. “Automation of Small Hydropower Station”, International Conference on Small Hydropower – Hydro Sri Lanka, October 22–24, 2007.
- [6] Dao G.P., Hao Z., Li Y., Hui Li. “Design and Realization of Modbus Protocol Based on Embedded Linux System”, International Conference on Embedded Software and Systems Symposia, pp. 275–280, 2008.
- [7] Munir M., Francesco P.P., Duminda W. “DNPsec: Distributed Network Protocol Version 3 (DNP3) Security Framework”, Advances in Computer, Information, and Systems Sciences, and Engineering, pp. 227–234.
- [8] Teague N. “SCADA and PLC vulnerabilities in correctional facilities”.
- [9] Hayrettin T., Hilmi K. “A Research on SCADA Application by the use of OPC Server for the water tank filling system”, Scientific Research and Essays, Vol. 5(24), pp. 3932–3938, Dec 2010.
- [10] Lakhoua M.N. “SCADA Applications in thermal power plants”, International Journal of the Physical Sciences, Vol. 5(6), pp. 1175–1182, June 2010.
- [11] Ruzhekov G., Skvov T., Puleva T. “Modeling and implementation of hydro turbine adaptive control based on gain scheduling technique”, International Conference on Intelligent System Application to Power System, Sept 25–28, 2011.