

ISHLAB CHIQARISHNI PLC VA SCADA TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA AVTOMATLASHTIRISH: JORIY ETISH BOSQICHLARI

Sotiboldiyev Abduraxmon Yuldashevich

Olmalik davlat texnika instituti

Elektrotexnika va elektromexanika kafedrası assistenti

Yo'ldoshov Ozodbek Nodirovich

Olmalik davlat texnika instituti, 15-23 EE guruhi talabasi

Annotatsiya

Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarining raqobatbardoshligi mahsulot sifati, jarayonlar uzluksizligi va energiya samaradorligiga bevosita bog'liq bo'lib, bularning barchasi avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etishni talab qiladi. Maqolada dasturlashtiriladigan mantiqiy kontrollerlar (PLC) va dispetcherlik nazorati hamda ma'lumot yig'ish (SCADA) tizimlari asosida ishlab chiqarishni avtomatlashtirishni bosqichma-bosqich joriy etish metodikasi taklif etilgan. ISA-95 darajalari doirasidagi tizim arxitekturası, IEC 61131-3 standartı asosida PLC dasturlash, SCADA/HMI ishlab chiqish, integratsiya, sinov va ishga tushirish masalalari ko'rib chiqilgan. Joriy etishning to'qqiz bosqichli umumlashtirilgan modeli hamda PLC va SCADA funksiyalarining qiyosiy tahlili keltirilgan. Natijalar bunday tizimli yondashuv jarayonlar uzluksizligini, mahsulot sifatinı va resurs tejamkorligini oshirishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: avtomatlashtirish, PLC, SCADA, HMI, IEC 61131-3, ISA-95, sanoat boshqaruvi, Industriya 4.0.

Аннотация

Конкуренентоспособность современных производственных предприятий напрямую зависит от качества продукции, непрерывности процессов и энергоэффективности, что требует внедрения автоматизированных систем управления. В статье предложена поэтапная методика внедрения автоматизации производства на основе программируемых логических контроллеров (PLC) и систем

диспетчерского управления и сбора данных (SCADA). Рассмотрены архитектура в рамках уровней ISA-95, программирование PLC по стандарту IEC 61131-3, разработка SCADA/HMI, интеграция, испытания и ввод в эксплуатацию. Приведена девятиэтапная модель внедрения и сравнительный анализ функций PLC и SCADA.

Ключевые слова: автоматизация, PLC, SCADA, HMI, IEC 61131-3, ISA-95, промышленное управление, Индустрия 4.0.

Abstract

The competitiveness of modern manufacturing enterprises depends directly on product quality, process continuity and energy efficiency, all of which require the deployment of automated control systems. This paper proposes a stage-by-stage methodology for implementing production automation based on programmable logic controllers (PLC) and supervisory control and data acquisition (SCADA) systems. The system architecture within the ISA-95 levels, PLC programming according to the IEC 61131-3 standard, SCADA/HMI development, integration, testing and commissioning are considered. A generalized nine-stage implementation model and a comparative analysis of PLC and SCADA functions are presented. The results show that such a systematic approach improves process continuity, product quality and resource efficiency.

Keywords: automation, PLC, SCADA, HMI, IEC 61131-3, ISA-95, industrial control, Industry 4.0.

1. Kirish

Sanoat ishlab chiqarishini avtomatlashtirish korxona samaradorligini oshirishning asosiy omillaridan biridir. Avtomatlashtirilgan boshqaruv inson omilini kamaytiradi, jarayonlarning takrorlanuvchanligi va aniqligini ta'minlaydi, mahsulot sifatini barqarorlashtiradi hamda energiya va xom ashyo sarfini optimallashtiradi. Avtomatlashtirishning markaziy elementi bo'lgan dasturlashtiriladigan mantiqiy kontroller (PLC) o'tgan asrning oxirida rele-kontaktli boshqaruv sxemalari o'rnini egalladi va bugungi kunda deyarli barcha texnologik jarayonlarni boshqarishda qo'llaniladi.

PLC bevosita boshqaruvni amalga oshirsa, dispetcherlik nazorati va ma'lumot yig'ish (SCADA) tizimi yuqori darajada nazorat, vizualizatsiya, signalizatsiya va ma'lumotlarni arxivlash funksiyalarini bajaradi. PLC va SCADA tizimlarining birgalikdagi ishlashi zamonaviy sanoat boshqaruvining asosini tashkil etadi va Industriya 4.0 kontsepsiyasida ular IoT, bulutli hisoblash va sun'iy intellekt bilan integratsiyalashmoqda.

Amaliyotda ko'plab korxonalar avtomatlashtirishni tizimli metodikasiz, alohida bosqichlar tarzida joriy etadi, bu esa loyiha muddatlari va xarajatlarining oshishiga, integratsiya muammolariga olib keladi. Shu sababli ushbu maqolaning maqsadi — ishlab chiqarishni PLC va SCADA texnologiyalari asosida avtomatlashtirishni joriy etishning umumlashtirilgan, bosqichma-bosqich metodikasini ishlab chiqish va asoslashdir.

2. Materiallar va usullar

Tadqiqot xalqaro standartlar (IEC 61131-3, ISA-95/IEC 62264), ilmiy adabiyot va muhandislik amaliyotini tahlil qilishga asoslangan. PLC — bu kirish signallarini o'qish, mantiqiy dasturni bajarish va chiqish signallarini yangilashdan iborat skanerlash sikli asosida ishlaydigan, sanoat sharoitlariga moslashtirilgan boshqaruv qurilmasidir. IEC 61131-3 standarti PLC dasturlashning beshta tilini (zinapoyali diagrammalar (LD), funksional bloklar (FBD), strukturali matn (ST), buyruqlar ro'yxati (IL) va ketma-ket funksional sxemalar (SFC)) belgilab, turli ishlab chiqaruvchilar uskunalari o'rtasida muvofiqlik va dasturlash uslublarining birlashuvini ta'minlaydi.

SCADA tizimi operatorlarga texnologik jarayonni real vaqtda kuzatish va boshqarish imkonini beradi: u inson-mashina interfeysi (HMI), ma'lumot yig'ish va arxivlash (historian), signalizatsiya, hisobotlar va masofadan boshqaruv funksiyalarini birlashtiradi. Zamonaviy sanoat avtomatlashtirishi ISA-95 standartiga muvofiq ierarxik darajalarga bo'linadi (1-rasm); bu darajalar maydon qurilmalaridan korxona darajasidagi resurslarni rejalashtirish tizimlarigacha (ERP) bo'lgan integratsiyani belgilaydi.



1-rasm. Sanoat avtomatlashtirish ierarxiyasi (ISA-95 darajalari)

Ushbu standartlar va amaliyot tahlili asosida avtomatlashtirilgan boshqaruvni joriy etishning umumlashtirilgan bosqichma-bosqich modeli shakllantirildi.

3. Natijalar

3.1. PLC va SCADA funksiyalarining qiyosiy tahlili

PLC va SCADA tizimlari bir-birini to'ldiradi: PLC tez va ishonchli bevosita boshqaruvni, SCADA esa yuqori darajadagi nazorat va ma'lumotlarni boshqarishni ta'minlaydi. Ularning asosiy funksiyalari 1-jadvalda taqqoslangan.

1-jadval. PLC va SCADA tizimlarining qiyosiy tavsifi

Xususiyat	PLC	SCADA
Asosiy vazifa	Bevosita real vaqtli boshqaruv	Nazorat, vizualizatsiya, ma'lumot yig'ish
Ishlash darajasi	Boshqaruv darajasi (maydonga yaqin)	Nazorat / dispetcherlik darajasi
Javob vaqti	Millisekundlar	Sekundlar
Interfeys	Cheklangan (lokal)	Rivojlangan grafik HMI

Xususiyat	PLC	SCADA
Dasturlash	IEC 61131-3 (LD, FBD, ST...)	Konfiguratsiya, skript, teglar
Ma'lumot arxivi	Cheklangan	Historian, hisobotlar

3.2. Joriy etish bosqichlari

Avtomatlashtirilgan boshqaruvni joriy etish to'qqiz ketma-ket bosqichdan iborat umumlashtirilgan model sifatida taqdim etiladi (2-rasm).



2-rasm. Avtomatlashtirilgan boshqaruvni joriy etish bosqichlari

1. Talablar tahlili. Texnologik jarayon o'rganiladi, avtomatlashtirish maqsadlari, kirish/chiqish signallari va texnik talablar aniqlanadi.

2. Tizim loyihalash. Boshqaruv arxitekturasini, signal ro'yxati, tarmoq tuzilmasi va funksional algoritmlar ishlab chiqiladi.

3. Uskunalar tanlovi. PLC, kengaytirish modullari, datchik va ijro mexanizmlari, tarmoq qurilmalari talablarga muvofiq tanlanadi.

4. PLC dasturlash. IEC 61131-3 tillaridan foydalanib boshqaruv mantiqiy dasturi yoziladi va dastlabki sinovdan o'tkaziladi.

5. SCADA/HMI ishlab chiqish. Vizualizatsiya ekranlari, teglar, signalizatsiya, trendlar va hisobotlar konfiguratsiya qilinadi.

6. Integratsiya. PLC, SCADA, datchiklar va yuqori darajadagi tizimlar (MES/ERP) yagona tarmoqqa birlashtiriladi.

7. Sinov va sozlash. Funksional sinovlar o'tkaziladi, boshqaruv parametrlari sozlanadi, nosozliklar bartaraf etiladi.

8. Ishga tushirish. Tizim ishlab chiqarish sharoitida ishga tushiriladi va dastlabki ekspluatatsiya nazorat qilinadi.

9. Ekspluatatsiya va xizmat. Tizim doimiy ishlatiladi, monitoring, profilaktika va modernizatsiya amalga oshiriladi.

4. Muhokama

Taklif etilgan bosqichma-bosqich yondashuv joriy etish jarayonini tizimlashtiradi, xatolar va qayta ishlashlarni kamaytiradi hamda loyiha muddatlari va xarajatlarini bashorat qilish imkonini beradi. PLC va SCADA asosidagi avtomatlashtirish jarayonlar uzluksizligini va mahsulot sifatini oshiradi, energiya hamda xom ashyo sarfini kamaytiradi, ishlab chiqarish xavfsizligini ta'minlaydi va real vaqtli ma'lumotlar asosida boshqaruv qarorlarini qabul qilishni yengillashtiradi.

Shu bilan birga, joriy etishda bir qator muammolar mavjud: boshlang'ich investitsiyalarning yuqoriligi, turli ishlab chiqaruvchilar uskunalarini integratsiyalash murakkabligi, kiberxavfsizlik talablari hamda malakali mutaxassislariga bo'lgan ehtiyoj. Industriya 4.0 sharoitida SCADA tizimlarining tarmoqqa ulanishi kiberxavfsizlikni alohida ahamiyatli masalaga aylantiradi.

O'zbekiston sharoitida sanoatni modernizatsiya qilish va raqamlashtirish siyosati doirasida PLC va SCADA asosidagi avtomatlashtirish keng istiqbolga ega. Bosqichma-bosqich, standartlarga asoslangan metodika korxonalarga avtomatlashtirishni samarali va xavf-xatarlarni kamaytirgan holda joriy etishga yordam beradi.

5. Xulosa

Maqolada ishlab chiqarishni PLC va SCADA texnologiyalari asosida avtomatlashtirishni joriy etishning to'qqiz bosqichli umumlashtirilgan metodikasi taklif etildi va asoslandi. PLC va SCADA tizimlari funksiyalarining qiyosiy tahlili ularning bir-birini to'ldirishini ko'rsatdi: PLC bevosita real vaqtli boshqaruvni, SCADA esa yuqori darajadagi nazorat va ma'lumotlarni boshqarishni ta'minlaydi. ISA-95 darajalari va IEC 61131-3 standartiga tayangan tizimli yondashuv jarayonlar uzluksizligini, mahsulot sifatini va resurs tejamkorligini oshiradi. Taklif etilgan metodika O'zbekiston sanoat korxonalarida avtomatlashtirishni samarali joriy etish uchun amaliy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. IEC 61131-3:2013. Programmable controllers – Part 3: Programming languages. International Electrotechnical Commission, 2013.
2. ANSI/ISA-95.00.01 (IEC 62264). Enterprise-Control System Integration. International Society of Automation.
3. Boyer S.A. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. 4th ed. – ISA (International Society of Automation), 2009.
4. Kiangala K.S., Wang Z. An Industry 4.0 approach to develop auto parameter configuration of a bottling process in a small to medium scale industry using PLC and SCADA // Procedia Manufacturing. – 2019. – Vol. 35. – P. 725–730.
5. Gifford C., Daff D. ISA-95 evolves to support smart manufacturing and IIoT // InTech, ISA. – 2018.
6. Toirov, Olimjon, et al. "Simulation model of an asynchronous generator integrated with a power supply system at different wind speeds." AIP Conference Proceedings. Vol. 3331. No. 1. AIP Publishing LLC, 2025.
7. Pirmatov, Nurali, et al. "Device for breathless excitation of the exciter of an autonomous synchronous generator by a hybrid circuit of renewable sources." AIP Conference Proceedings. Vol. 3331. No. 1. AIP Publishing LLC, 2025.

8. Raykhonov, Shuhrat, et al. "Results of experimental research of the device for useful utilization of heat of internal combustion engine of diesel power plant of drilling equipment." AIP Conference Proceedings. Vol. 3331. No. 1. AIP Publishing LLC, 2025.
9. Yuldashevich, S. A. "KONSENTRLANGAN QUYOSH ELEKTR STANSIYALARI: ZAMONAVIY ENERGIYA YECHIMI, UNING ISTIQBOL VA KAMCHILIKLARI." Образование наука и инновационные идеи в мире 70.8 (2025): 455-461.
10. Муминов, Махмуджон Умурзакович, and Абдурахмон Юлдашевич Сотиболдиев. "Разработка бесщёточного мини гидро-солнечного синхронного генератора." Universum: технические науки 1-3 (94) (2022): 43-45.