

FİBER-OPTİK RABİTƏNİN SERVER OTAĞINA AVTOMATLAŞDIRILMIŞ NƏZARƏTİN MODELƏŞDİRİLMƏSİ

Heybətulla Mabud oğlu Əhmədov¹, Elşən Kamil oğlu Manafov^{1,2},
Fərid Hikmət oğlu Hüseynov², Əli Sübhü oğlu Sadıxov²

¹Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı, Azərbaycan

²Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, Azərbaycan

MODELING OF AUTOMATED CONTROL OF FIBER-OPTIC COMMUNICATION SERVER ROOM

Heybatulla Mabud Ahmadov¹, Elshan Kamil Manafov^{1,2},
Farid Hikmat Huseynov², Ali Subhi Sadihov²

¹Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan: elshan_manafov@mail.ru

<https://orcid.org/009-0001-2798-6477>

<https://orcid.org/0000-0001-5697-577X>

²National Aviation Academy, Baku, Azerbaijan

<https://orcid.org/0000-0002-5325-0279>

<https://orcid.org/0009-0008-8088-7217>

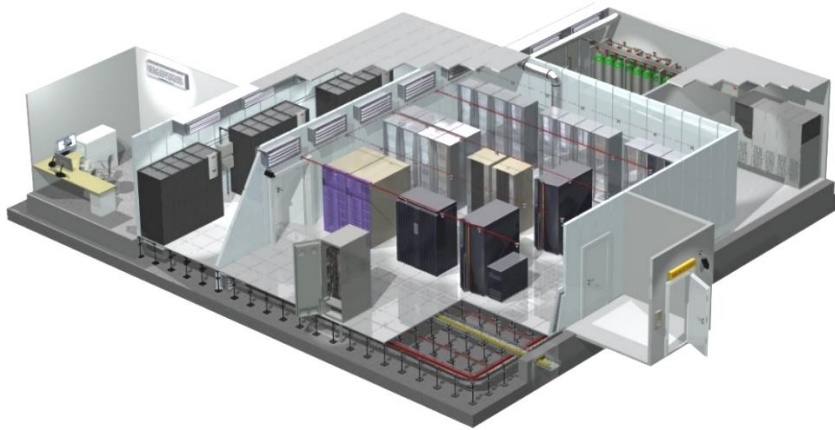
Abstract. The article is devoted to modeling the development of an automated monitoring system for server rooms of railways and subways in accordance with modern requirements. The premises must ensure safe, reliable and uninterrupted operation of all equipment and servers included in the information technology system, and also comply with international standards. Since equipment is more expensive and sensitive to temperature and humidity, server rooms must have reliable power supplies, devices and climate control systems. To ensure the security of the system, video surveillance devices, control of entrance doors, and to protect fire alarm devices, automated fire extinguishing systems, etc. should be used. To ensure efficient operation of these systems, microprocessor control must be used. An automated control system for server rooms, built on the basis of a programmable logic controller of the Siemens S7-1200 type, was modeled using the Tia Portal application software. Taking into account the characteristics of the equipment of the fiber-optic communication server room, the Tia Portal program simulates the operation of control systems for temperature, humidity, entrance doors and fire safety of the room. Thanks to the implementation of an automated control system based on PLC, the existing numerous server rooms of railways and subways can be controlled from one point.

Keywords: server room, programmable logic controller, automation, control system, modeling

© 2024 Azerbaijan Technical University. All rights reserved.

Giriş. Məlumdur ki, server otağı server və telekommunikasiya avadanlıqlarının yerləşdirilməsi və fəaliyyəti üçün xüsusi yaradılmış texnoloji otaqdır (şəkil 1). Burada avadanlıqlar xüsusi şəraitə uyğun istismar olunur. Server otaqlarının yerləşdirilməsi üçün nəzərdə tutulmuş bina və ya stansiya məlumatların emalı mərkəzi (data center) sayılır. Server otaqlarındakı kompüterlər adətən KVM (Kernel-based Virtual Machine) keçidi və ya məsafədən idarəetmə proqramı vasitəsilə (Secure Shell, VNC və s.) uzaqdan idarə oluna bilən monitorsuz sistemlərdir. Müxtəlif sahələrdə istifadə olunan server otaqları özünəməxsus iş şəraitinə malik olmalıdır: qonşu otaqlara nisbətən server otağında izafi hava təzyiqi saxlanılmalıdır; server otağını qurarkən ehtiyat enerji təchizatı təmin edilməlidir; server otağında döşəmə səviyyəsi qonşu otaqlardan ən azı 10 sm yüksək olmalıdır; temperatur və rütubət vericiləri, su sızması vericiləri, hava axını və tüstü vericiləri daxil olmaqla müstəqil IP monitoring sistemlərindən istifadə etmək lazımdır və s. Server otaqlarının vacib xüsusiyyətlərindən biri də təhlükəsizlik məsələsidir. Təhlükəsizlik məsələlərinin önəmi strateji obyektlərdə (bank sektorunda, nəqliyyat sistemində, hərbi sahədə və s.) ikiqat yüksəlidir. Nəqliyyat sistemində aid olan hava limanlarının, dəmir yollarının, metropolitenin server otaqları təhlükəsizlik tələblərinə də cavab verməlidir. Belə müəssisələr təhlükəsizlik nəzərdən strateji obyektlər sayıldığından məlumatların qorunması üçün otağa kənar şəxslərin daxil olmasına yol verilməməlidir. Xoşagəlməz halların baş verməməsi üçün 24 saat izləyici müşahidə kameraları quraşdırılmalı, icazəsi olmayan kənar şəxslərin server otağına daxil olmaması üçün giriş parolu kimi barmaq izlərinin, göz bəbəyinin tanınması və s. tətbiq olunmalıdır.

Məsələnin qoyuluşu. Müasir şəraitdə mürəkkəb qurğuların yaradılması zamanı layihələndirmə prosesinə böyük diqqət yetirilir. Bu zaman yüksək dəqiqlik və hesablamaların etibarlılığı təmin olunmalıdır. Layihələndirmədə nəzəri yanaşma daha çox vaxt, eksperimental yanaşma isə material xərc aparır. Bununla əlaqədar yeni texniki sistemlərin işlənməsi zamanı modelləşdirmənin tətbiqi layihələndirmə prosesini əhəmiyyətli dərəcədə yüngülləşdirir. Modelləşdirmə zamanı real obyektə tədqiq etmək məqsədilə onun mücərrəd sürətindən ibarət olan analoqu qurulur. Modelləşdirmənin ən sadə yolu simulyasiyadır. Belə ki, simulyasiya zamanı proseslərin əyaniliyi və kompüter texnikasının gücündən istifadə təmin olunur. Simulyasiya modelləşdirməsində dəqiqlik işlənmiş modeldən və modelləşdirmə vasitələrindən asılıdır. Müasir kompüterlərdə simulyasiya modelləşdirməsinin tətbiqi nəzəri yaxud fiziki tədqiq vasitələrinin əlçatmazlığı zamanı müxtəlif texniki obyektlərin geniş və kifayət qədər dərin şəkildə öyrənilməsinə imkan yaradır.



Şəkil 1. Server otağının dizaynı

Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) yeni nəsil proqram təminatı SIMATIC, SINAMICS, SIMOTION, SENTRON və SIRIUS ailələrinin proqram və aparat məhsulları əsasında kompleks avtomatlaşdırma layihələrinin inteqrasiya olunmuş iş mühitini formalaşdırır. TIA Portal çərçivəsində bütün proqram məhsulları üçün vahid istifadəçi interfeysindən istifadə edilir. Layihələrin naviqasiya funksiyalarının, kitabxanaların vahid istifadə konsepsiyasının, məlumatların mərkəzləşdirilmiş idarə edilməsinin və onların tam razılaşdırılmalarının, lazımı redaktorların işə salınmasının, layihələrin yadda saxlanılmasının, diaqnostikanın və bir sıra digər funksiyaların dəstəklənməsi təmin edilir [5 ,6-8].

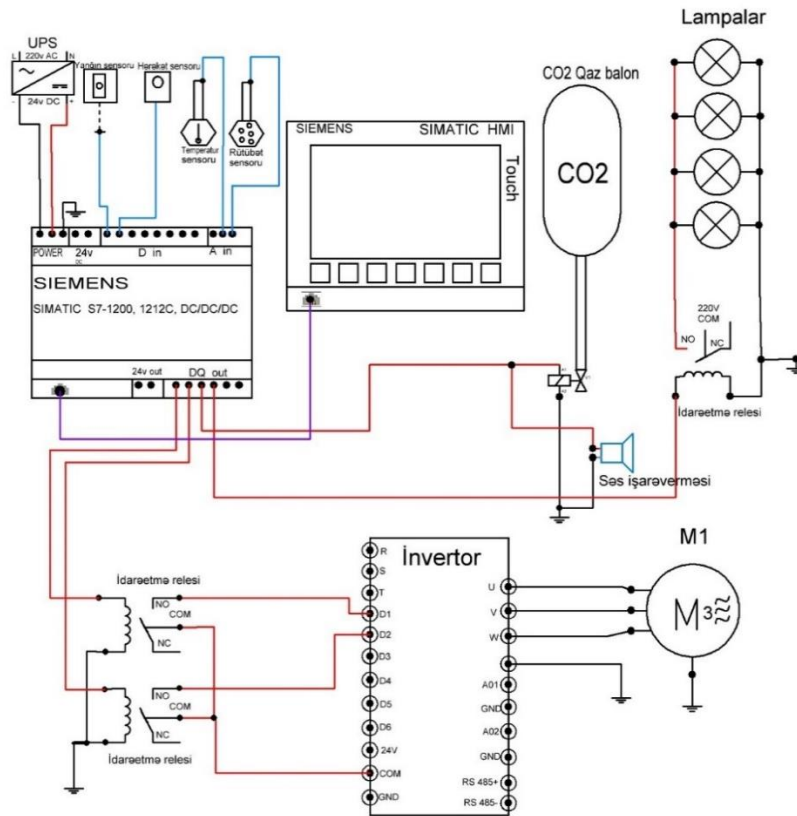
Bu proqram təminatı istənilən avtomatlaşdırma layihələrinin işlənməsində yüksək səviyyədə səmərəlilik əldə etməyə imkan verir. Kontrollerlər, intiqallar, qurğular və insan-maşın interfeysi sistemləri arasında qarşılıqlı əlaqənin təşkili və konfigurasiyası xərclərini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Kontrollerlərin bütün sazlanma parametrləri, proqram blokları, teqlər və məlumatlar yalnız bir dəfə daxil edilə bilər ki, bu da kompleks avtomatlaşdırma layihələrinin hazırlanmasını sürətləndirir və xərclərini azaldır.

TIA portal mühitinə inteqrasiya olunmuş proqram təminatının tərkibi ixtiyari seçilir və həll olunan məsələlər çevrəsinə uyğunlaşdırıla bilər. Proqram təminatı versiyaları istifadə edilən TIA Portal versiyasına uyğun olmalıdır. Server otağının monitorinqi üçün SIMATIC STEP 7 Professional/Basic istifadə edilmişdir. Bu proqram təminatı SIMATIC S7-1200/S7-1500/S7-300/S7-400/WinAC proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerlər (PLC) əsasında qurulmuş, həmçinin SIMATIC ET 200 stansiyalarının avadanlığı əsəsindəki periferik kontrollerlərin avtomatlaşdırma sistemlərinin konfigurasiyası, proqramlaşdırılması, işə salma-sazlama işlərinin aparılması, diaqnostikası və texniki xidməti üçündür. Bu səbəbdən dəmir yollarının, metropolitenin server otaqlarının müasir tələblər əsəsində, təhlükəsizlik məsələlərinə riayət etməklə qurulması üçün modelləşdirmədən istifadə etmək çox vacibdir [9, 10-12].

Məsələnin həlli. Server otaqları informasiya texnologiyaları sisteminə aid olan bütün avadanlıqların və serverlərin təhlükəsiz, etibarlı və fasiləsiz fəaliyyətini təmin etməlidir. Bu otaqların dünya standartlarına cavab verməsi vacibdir. Server otaqlarının hazırlanması prosesində EIA/TIA-569-B standartından istifadə edilir. Bu standartta əsasən server otağında optimal işçi mühitin yaradılması üçün aşağıdakı göstəricilər nəzərə alınmalıdır:

- Otaqdakı havanın temperaturu ($18 - 24^{\circ}S$);
- Havanın nisbi rütubətliyi ($3\% - 5\%$);
- Tozun miqdarı ($0,1 - 0,6 q/m^3$);
- Elektromaqnit dalğalarının təsiri ($>3 V/m$);
- İşıqlandırma səviyyəsi ($540 lk$);
- Atmosfer təzyiqi ($147 Pa$)

Server otağındakı avadanlıqların fasiləsiz fəaliyyətini və təhlükəsizliyini təmin etmək üçün bir neçə əlavə qurğudan istifadə edilməlidir. Fasiləsiz fəaliyyəti təmin etmək üçün server otaqları biri müstəqil olmaqla (UPS stansiyası, dizel-generator qurğusu) iki ehtiyat enerji təchizatı sistemə malik olmalıdır. Server avadanlıqları bahalı, temperatura və rütubətə həssasdırlar. Bu səbəbdən ideal iqlim şəraiti yaratmaq üçün kondisioner, mikro-iqlimə nəzarət cihazları və havalandırma sistemləri lazımdır. Təhlükəsizliyi təmin etmək üçün videomüşahidə, giriş-çıxışa nəzarət qurğuları və s., mühafizə məsələləri üçün isə yanğıın zamanı xəbərdarlıq qurğuları, avtomatlaşdırılmış yanğıın söndürmə sistemləri, işarəvərmə və s. sistemlər tətbiq edilməlidir.



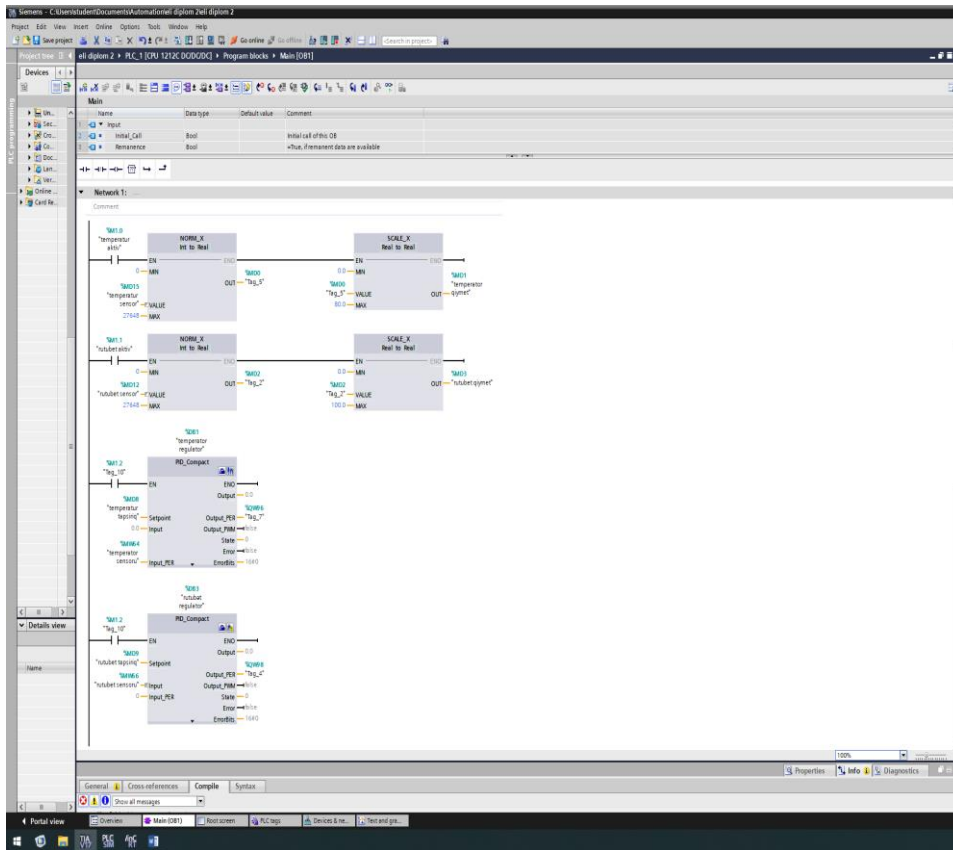
Şəkil 2. Avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin prinsipial sxemi

Modelləşdirmədə dəmir yollarının, metropolitenin server otaqlarının avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin qurulması üçün aşağıdakı elementlərdən istifadə olunur (şəkil 2): sistemi fasiləsiz olaraq qidalandıran qida bloku (UPS), yanğıın sensoru (fire sensor), giriş-çıxışa nəzarət sensoru (RFID), otağın temperaturuna nəzarət etmək üçün termocüt əsaslı temperatur sensoru (temperature sensor), otağın rütubətinə nəzarət etmək üçün rütubət sensoru (humidity sensor), daxil edilmiş proqram əsasında giriş siqnallarına uyğun çıxış siqnalları hasil edən Siemens PLC S7-1200 məntiqi kontrolleri,

sensorların dəyərlərini görməyə və tənzimləyicilərə tapşırıq signalı verməyə imkan verən Siemens HMI, 1 fazalı dəyişən gərginliyi 3 fazalı dəyişən gərginliyə çevirən inverter, havalandırma sisteminin asinxron mühərriki (M), PLC çıxışını inverterla əlaqələndirmək üçün aralıq rele (auxiliary relay), yanğın zamanı karbon qazını təzyiqlə otağa vuraraq yanğının qarşısını alan CO₂ qaz çəni (CO₂ gas tank), CO₂ çənini idarə edən elektromexaniki klapan (electromechanically valve), qəza zamanı ucadandanışan işarəvermə vasitəsi (Buzzer), işıqlanma sistemi (lamps).

TIA Portal proqram paketində avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin simulyasiyası.

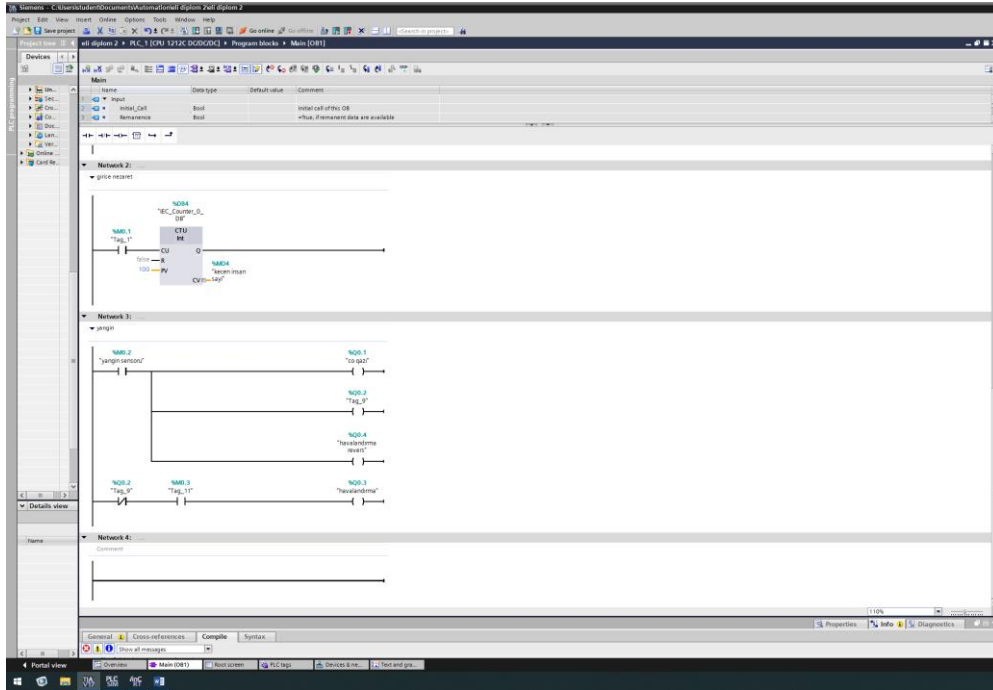
Siemens şirkətinin hazırladığı TIA Portal proqram paketi məlumatların idarə edilməsi və ağıllı kitabxana sistemi sayəsində bütün avtomatlaşdırma tapşırıqlarını səmərəli şəkildə yerinə yetirə bilər. Fiber-optik rabitənin server otağının avadanlıqlarının xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq otağın temperaturuna, rütubətinə, giriş-çıxışa və yanğına nəzarət sistemi TIA Portal proqramı vasitəsilə modelləşdirilərək məlumatlar HMI panelində əks olunur. Modelləşdirmənin uyğun nəticələri aşağıdakı şəkillərdə verilmişdir (şəkil 3-10).



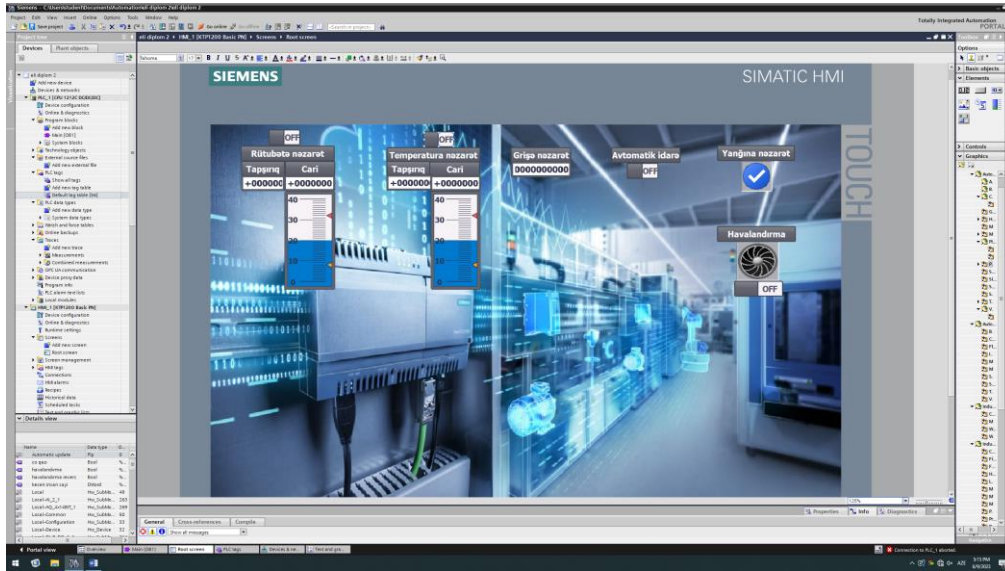
Şəkil 3. Rütubət və temperatur sensorlarından ötürülən analog siqnalların rəqəm siqnallarına çevrilmə prosesinin TIA Portal proqramında reallaşdırılması

Burada MW64 və MW66 analog giriş dəyərləridir və bu dəyərlər NORM_X bloku vasitəsi ilə saniyədə 27648 dəfə kvantlanaraq MD0 yaddaş sahəsinə (merkerinə) müvafiq datanı yazır. SCALE_X bloku MD0 merkerindəki datanı oxuyaraq ona verilən MIN (minimum), MAX (maksimum) dəyərlər intervalında qiymət hesablayır və MD1 merkerinə qeyd edir. MD1 merkerinin dəyəri proqramda temperatur qiyməti olaraq göstərilmiş və HMI panelində cari qiymət sahəsi ilə əlaqələndirilmişdir. Eyni cari qiymət paralel olaraq PID tənzimləmə blokunun INPUT girişinə verilir. PID blokunun tapşırıq (setpoint) girişi HMI-da tapşırıq sahəsi ilə əlaqələndirilmişdir. Bu blok, giriş signalını setpoint signalına bərabərləşdirmək üçün iki girişi differensial olaraq müqayisə edir və müqayisənin qiymətinə uyğun çıxış signalının qiymətini dəyişərək otağın temperaturunu tapşırıq qiymətində saxlayır.

Burada M0.1 girişi nəzarət sensoru ilə əlaqələndirilmişdir. Hər bir daxil olan diskret siqnallar sayılaraq MD4 merkerinə yazılır və uyğun qiyməti HMI panelində insanların sayını görmək üçün yaratdığımız sahə ilə əlaqələndiririk və proqrama daxil olmadan insanların sayı paneldə əks etdirilə bilər.



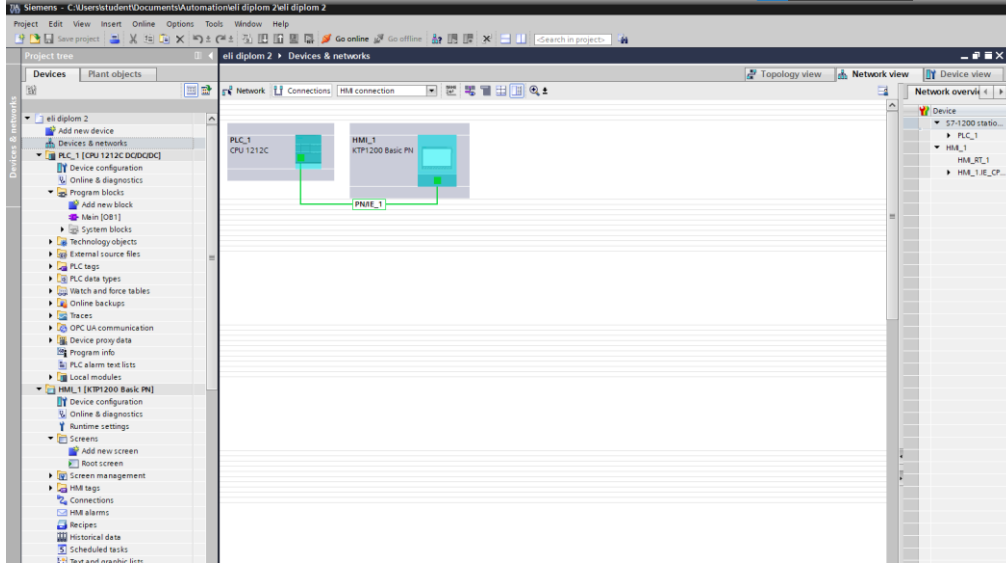
Şəkil 4. Giriş-çıxış və yanğına nəzarət sensorlarından ötürülən rəqəm siqnallarının emalı prosesinin TIA Portal proqramında reallaşdırılması



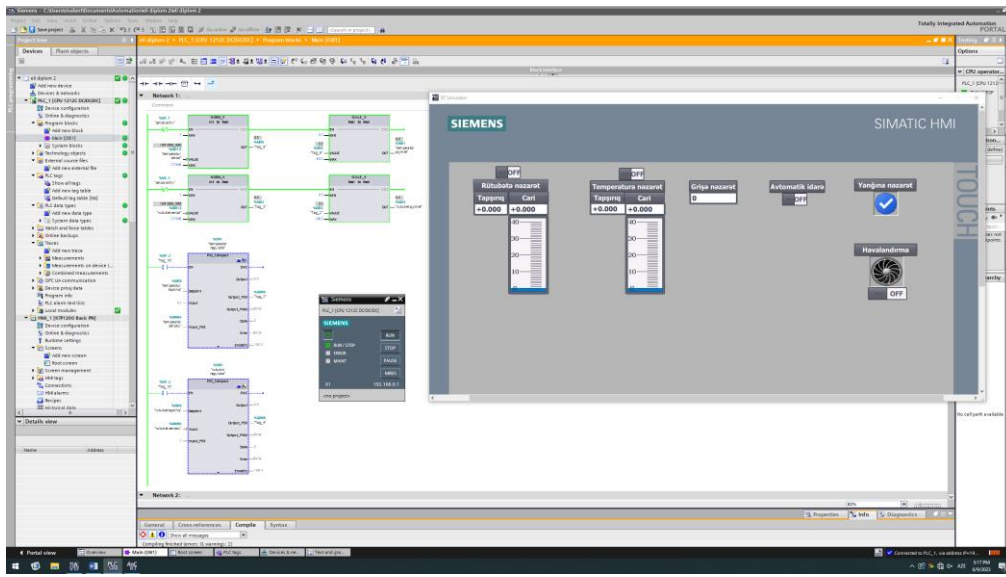
Şəkil 5. HMI panelinin TIA Portal proqram paketində yaradılması

M0.2 ilə isə yanğın sensoru əlaqələndirilmişdir. Əgər yanğın sensorundan siqnal gələrsə bu zaman Q0.1, Q0.2, Q0.4 çıxışları aktiv olur. Uyğun olaraq Q0.1 yanğını söndürmək məqsədi ilə CO₂ qazını otağa daxil edir. Bununla eyni zamanda digər çıxışlar havalandırma sisteminin normal iş rejimini dayandırır və revers iş rejimini aktiv edərək otağı bir növ oksigensiz saxlayaraq yanğının qısa müddətdə söndürülməsinə şərait yaradır.

Yuxarıdakı şəkildə HMI panelinin dizaynı öz əksini tapmışdır. Panel üzərində temperatura, rütubətə, giriş-çığışa, yanğına, havalandırmaya nəzarət sistemlərinin göstəriciləri öz əksini tapmışdır.



Şəkil 6. “Siemens S7-1200” PLC ilə “KTP-400 basic” tipli HMI panelinin kommunikasiyasının qurulması

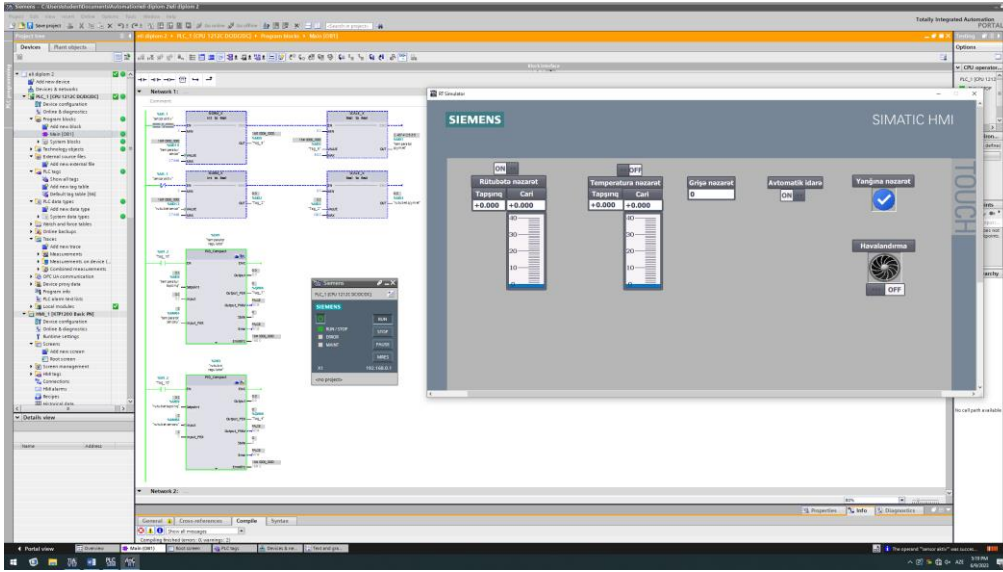


Şəkil 7. Rütubət və temperatura nəzarətin simulyasiyası

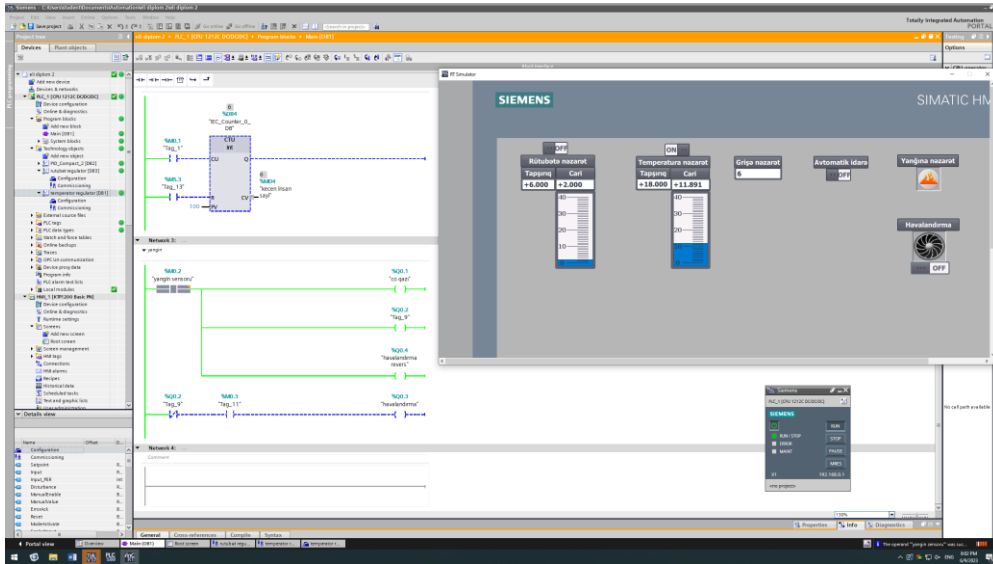
Şəkil 6-da HMI panelinin PLC ilə PROFINET protokolu əsasında kommunikasiyasının qurulması həyata keçirilmişdir. Burada müxtəlif kommunikasiya protokolları isrtifadə oluna bilər. Siemens şirkəti PROFINET ilə avtomatlaşdırma üçün Ethernet standartından istifadə edir. PROFINET bütün platformalarda sürətli və təhlükəsiz məlumat mübadiləsinə, həmçinin istehsal və emal sənayeləri üçün innovativ konsepsiyaların reallaşdırılması imkanları yaradır.

Şəkil 7-də temperatur və rütubət sensorlarından gələn analog siqnallar MD15, MD12 girişlərinə daxil oldqdan sonra uyğun olaraq SCALE_X və NORM_X bloklarının köməyilə rəqəm siqnallarına çevrilir. Nəticəni MD1, MD3 registrlərinə yazılır HMI panelindəki uyğun bölmələr isə bu registrlərin dəyərlərini oxuyaraq ekranda göstərir.

Şəkil 8-də PID_Compact bloklarının MW64, MW66 girişinə temperatur və rütubət sensorlarından daxil olan analog siqnallar tapşırıq girişlərindən daxil olan siqnallarla differensial müqayisə olunur. Beləliklə, nəticənin işarəsindən və qiymətindən asılı olaraq müəyyən çıxış idarəedici siqnalı generasiya olunur. Alınmış siqnal hesabına havalandırma sistemi idarə olunur.



Şəkil 8. PID tənzimləyicisinin işinin simulyasiyası



Şəkil 9. Giriş-çıxışa və yanğına nəzarət sisteminin işinin simulyasiyası

Şəkil 9-da server otağına mühəndis-texnik heyətlərinin giri-çıxışına nəzarəti təmin etmək üçün RFID sensorundan gələn məlumatlar əsasında qurulmuş avtomatlaşdırılmış sistemin simulyasiyası verilmişdir. Həmçinin, yanğına nəzarət sisteminin simulyasiyası verilmişdir. Yanğın sensorundan signal gəldiyi zaman yanğına nəzarət sistemi işə düşür və signalizasiya sistemini qoşur. Həmçinin, yanğının baş verməsi HMI panelində əks olunur. Daha sonra havalandırma sistemi öz normal iş rejimini dayandıraraq revers formada işləməyə başlayır və otaqda olan hava bayıra ötürülür, eyni zamanda, otağı CO₂ qazı ilə təmin edən sistem aktiv olunaraq yanğıni söndürür [13].

Nəticə. Beləliklə, dəmir yollarının və metropolitenin server otaqlarının müasir tələblərə və təhlükəsizlik məsələlərinə riayət etməklə qurulması üçün PLC əsaslı avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin tətbiqi təklif edilmişdir. Siemens PLC S7-1200 kontrolleri ilə idarə olunan nəzarət sisteminin prinsipial sxemi verilmiş və TIA Portal tətbiqi proqramında modelləşdirilmişdir. Rütubət və temperatura nəzarətin, PİD tənzimləyicisinin işinin, giriş-çıxışa və yanğına nəzarət sisteminin, yanğının qarşısının alınması sisteminin simulyasiyası həyata keçirilmişdir. PLC əsaslı avtomatlaşdırılmış nəzarət sistemini tətbiq etməklə dəmir yollarının və metropolitenin mövcud çoxsaylı server otaqlarının işinə bir məntəqdən nəzarət etmək olar. Mərkəzləşdirilmiş sistemin qurulması nəzarət və mühafizə

sistemlərinin etibarlı işini, bu işə bütövlükdə şəbəkə istifadəçilərinin dayanıqlığını və rahatlığını təmin edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Rahim R. Humidity and Temperature Prototype for Education with Internet of Things. International Journal of Pure and Applied Mathematics, vol. 119, no. 16, pp. 2487-2491, 2018.
2. Pallavi S. Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. Journal of Electrical and Computer Engineering, pp. 1-26, 2017.
3. Narkhede P. Physical Conditions Monitoring in Server Rooms Internet of Things. International Journal of Electrical and Electronics Research, pp. 237-239, 2015.
4. Nicola M., Nicola C.I., Sacerdoțianu D., Duță M. 2017. SCADA systems architecture based on OPC Servers and applications for industrial process control, Proc., 23rd Edition International Conference on Hydraulics and Pneumatics (HERVEX), Băile Govora, Romania, 222-232.
5. Qing L. and Yongsheng Q. 2015. Development of OPC server in a remote industrial control system, Proc., 12th IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI), Qingdao, China, 552-557.
6. Guo H. and Zhi D. 2011. Design of several OPC servers communication system. Proc., International Conference on Electric Information and Control Engineering, Wuhan, China, 317-319.
7. Kon J. and Yamashita Y. 2010. Model predictive control based on ARX models. Proc., Control Automation and Systems (ICCAS), Gyeonggi-do, South Korea, 448-452.
8. Bajodah A.H. and Mibar H. 2016. Partial eigenstructure assignment on LQR control for continuous LTI systems. Proc., 4th International Conference on Control Engineering & Information Technology (CEIT), Hammamet, Tunisia, 1-6.
9. Zhang De-fu, Haung Ming-Jian, Xu Cui-cui and Tang Zhe. The principles PLC and applications in n-juan, "construction material industry", Proceedings of the 2009 International Workshop on Information Security and Application (IWISA 2009), Qingdao, China, November 21-22, 2009.
10. Aretz K., Haardt M., Konhauser W. and Mohr W. The future wireless communications beyond the third generation. Comput. Netw. 37, 83-92, 2001.
11. Govind P Agrawal. 2002. Fiber Optic Communication Systems. Third edition, Willy interscience.
12. Communication Technologies, Inc. "Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems", October 2004. http://www.ncs.gov/library/tech_bulletins/2004/tib_04-1
13. <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>

FİBER-OPTİK RABİTƏNİN SERVER OTAĞINA AVTOMATLAŞDIRILMIŞ NƏZARƏTİN MODELƏŞDİRİLMƏSİ

H.M.Əhmədov, E.K.Manafov, F.H.Hüseynov, Ə.S.Sadixov

Xülasə. Məqalə dəmir yollarının, metropolitenin server otaqlarına avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin müasir tələblərə uyğun qurulmasının modelləşdirilməsinə həsr olunmuşdur. Otaqlar informasiya texnologiyaları sisteminə aid olan bütün avadanlıqların və serverlərin təhlükəsiz, etibarlı və fasiləsiz fəaliyyətini təmin etməli, həmçinin dünya standartlarına cavab verməlidir. Avadanlıqlar bahalı, temperatura və rütubətə həssas olduğundan server otaqları etibarlı enerji təchizatına, mikro-iqlimə nəzarət cihazlarına və sistemlərinə malik olmalıdır. Təhlükəsizliyi təmin etmək üçün videomüşahidə, giriş qapısına nəzarət qurğuları, mühafizə məsələləri üçün işə yanğın zamanı xəbərdarlıq qurğuları, avtomatlaşdırılmış yanğın söndürmə sistemləri, işarəvermə və s. sistemlər tətbiq edilməlidir. Bu sistemlərin səmərəli işini təmin etmək üçün mikroprosessor əsaslı idarəetmənin tətbiqinə ehtiyac yaranır. Siemens S7-1200 tipli proqramlaşdırılan məntiqi kontrolleri əsasında qurulmuş server otaqlarına avtomatlaşdırılmış nəzarət sistemi "TiaPortal" tətbiqi proqramı ilə modelləşdirilmişdir. Fiber-optik rabitənin server otağının avadanlıqlarının xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq otağın temperaturuna, rütubətinə, giriş qapısına və yanğına nəzarət sistemlərinin işi TIA Portal proqramında simulyasiya edilmişdir. PLC əsaslı avtomatlaşdırılmış nəzarət sisteminin tətbiqlə dəmir yollarının və metropolitenin mövcud çoxsaylı server otaqlarının işinə bir məntəqədən nəzarət etmək olar.

Açar sözlər: server otağı, proqramlaşdırılan məntiqi kontroller, avtomatlaşdırma, nəzarət sistemi, modelləşdirmə.

Accepted: 06.11.2024