

ПРОЈЕКТОВАЊЕ АУТОМАТИКЕ КЛИМА КОМОРЕ ПОСЛОВНЕ ЗГРАДЕ И ИНТЕГРАЦИЈА СА BMS-OM (BUILDING MANAGEMENT SYSTEM)**DESIGN OF AIR HANDLING UNIT (AHU) AUTOMATION FOR A COMMERCIAL BUILDING AND INTEGRATION WITH THE BUILDING MANAGEMENT SYSTEM**Момчило Максимовић, Дарко Марчетић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО**

Кратак садржај – У овом раду приказано је решење управљања клима комором путем BMS система, са посебним освртом на избор и повезивање компонената, радну логику и сигурносне функције. Детаљно су анализирани елементи клима коморе попут вентилатора, грејача, рекуператора, хладњака, овлаживача и релевантних сензора. Описани су принципи рада и повезивања компонената кроз електричне шеме, као и коришћење ЕС мотора. Обрађена је интеграција са BMS системом уз коришћење Schneider Electric опреме. Обухваћени су критеријуми за безбедан рад, као и логичке секвенце реализоване релејном техником, које прате нормалан и алармни режим рада климатске коморе.

Кључне речи: Клима комора, BMS, Релејна техника

Abstract – This paper presents a solution for managing an air handling unit (AHU) through a Building Management System (BMS), with a special focus on component selection and interconnection, control logic, and safety functions. Key elements of the AHU such as fans, heaters, heat recovery units, coolers, humidifiers, and relevant sensors are analyzed in detail. The operating principles and wiring of components are described through electrical schematics, including the use of EC motors. The integration with the BMS system using Schneider Electric equipment is elaborated. Safety operation criteria are addressed, along with logic sequences implemented via relay technology that govern both normal and alarm operating modes of the AHU.

Keywords: Air handling unit, BMS, Relay logic

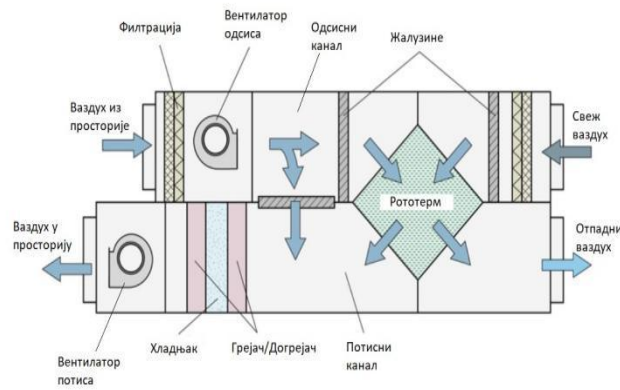
1. УВОД

Клима коморе представљају централни део система за обраду ваздуха у савременим објектима, а захтеви који се пред њих постављају у погледу комфора, енергетске ефикасности и безбедности све су строжи [1]. Циљ овог рада је приказ избора компонената: вентилатора, грејача, рекуператора, овлаживача, хладњака и припадајућих сензора. Обрађено је

њихово електрично повезивање и дефинисање логике рада клима коморе у оквиру BMS система, уз посебан акценат на безбедносне функције и флексибилност коју пружа релејна техника у комбинацији са савременим сензорима и актуаторима. Анализирана је улога ЕС мотора, као и интеграција опреме произвођача Schneider Electric, са описом примене њихових PLC уређаја, I/O модула и комуникационих протокола. Оваквим приступом обухваћени су како аспекти практичне имплементације, тако и критеријуми безбедног и поузданог рада у реалним условима експлоатације.

2. ОСНОВНА ФУНКЦИЈА И ПРИНЦИПИ РАДА КЛИМА КОМОРЕ

Принцип рада укључује неколико основних фаза, спољашњи ваздух се усава кроз улазне каналзе где се припрема за даљу обраду. Обрада ваздуха се врши кроз различите секције унутар клима коморе што се може видети на блок шеми клима коморе слика 1. Након обраде третирани ваздух се дистрибуира кроз систем или директно у просторије. Детаљно су описане секције за мешање ваздуха, филтерске јединице, грејачи и хладњаци, рекуператори топлоте (плочасти и ротациони), овлаживачи, вентилатори (центрифугални и аксијални), као и пратећи сензори и контролни елементи.



Слика 1. Блок шема клима коморе са својим елементима

НАПОМЕНА:

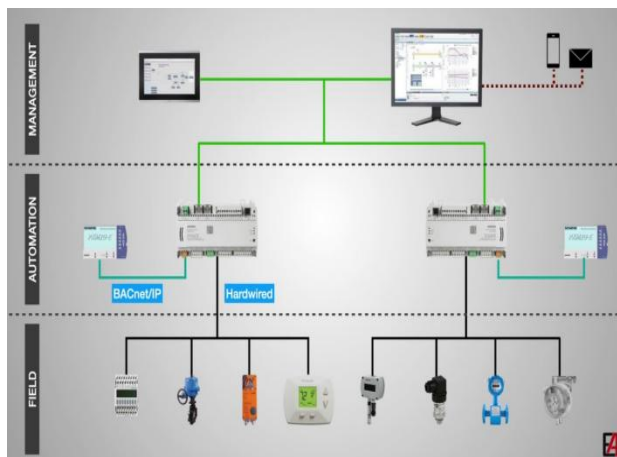
Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор био др Дарко Марчетић, ред. проф.

Дефинисани су принципи управљања компонентама као што су: управљање вентилаторима, функција мразостата и противпожарног термостата, као и значај диференцијалних сензора притиска на филтерима. Рад

такође обухвата и логичке основе управљања системом у нормалном и алармном режиму рада.

3. BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS)

BMS представља централизовани систем аутоматизације који омогућава надзор и контролу над стањем система, оптимизацију енергетске ефикасности, интегрисано управљање сигурносним и алармним режимима, аналитику података и праћење утицаја објекта на животну средину. Систем је представљен као слојевита структура која обухвата део који служи за праћење и контролу параметара система (SCADA), аутоматски ниво (контролери и I/O модули) и ниво опреме у пољу (сензори, актуатори и извршни елементи). На слици 2 представљени су сви нивои и начин комуникације између њих. Дакле, веза менаџмент дела и аутоматике представљена је зеленом линијом тако означавајући да је реч о одређеном комуникационом протоколу, док црна линија између слоја аутоматике и опреме у пољу означава да је реч о сигналном ожичењу (конвенцијални сигнали).



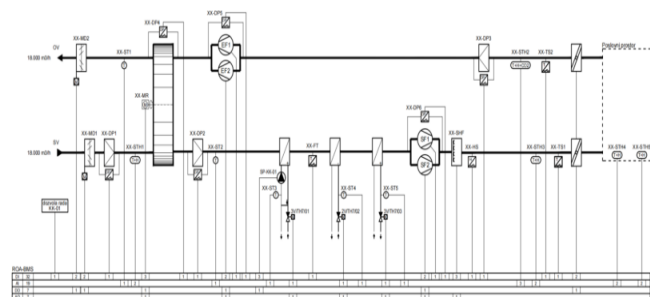
Слика 2. Нивои комуникације BMS система

У раду је примењена Schneider Electric платформа, са следећом опремом: PLC контролери (SXWASPXXX10001), дигитални и аналогни улазно/излазни модули (SXWDI16XX10001, SXWUI16XX10001, SXWDOA12X10001, SXWAOV8XX10001), као и напајања за сензоре и контролере (SXWPS24VX10001). Повезивање је могуће реализовати комуникационим протоколима Modbus и BACnet, који омогућавају интеграцију са осталим подсистемима зграде. Функција и намена сваког од примењених модула је детаљно објашњена с акцентом на њихову функцију у прикупљању, обради и преносу сигнала, што омогућава ефикасно и прецизно управљање климатским и техничким условима у објекту кроз BMS систем. Управљачка логика обухвата контролу температуре, влажности, квалитета ваздуха и радне сигнализације. Имплементиране су заштитне функције путем релејне технике и дигиталне логике, укључујући надзор алармних стања, сигурносне сигнале и прецизно секвенцирање рада компонената.

Модул за напајање (SXWPS24VX10001) пружа стабилизовани излазни напон од 24 VDC, опремељен заштитним функцијама које аутоматски искључују напајање у случају преоптерећења или кратког споја. Пружа подршку за широк опсег улазног напона што је значајно за примене у променљивим енергетским условима. Максимална снага напајања је 30W. Контролер (SXWASPXXX10001) има напредне алгоритме за обраду сигнала и омогућава процесима као што су регулација температуре, притиска, влажности и других параметара у систему климатизације. Подржава стандардне комуникационе протоколе Modbus, BACnet, LON што омогућава интеграцију са различитим системима унутар BMS-a. Поседује више комуникационих портова као што су 2XEthernet, LonWorks, USB host, USB device, 2XRS-485. Проширивост и скалабилност омогућавају додавању до 30 модула, а потрошња контролера износи 10W. Дигитални улазно модул (SXWDI16XX10001) поседује 16 дигиталних канала (безнапонски контакти напонског нивоа 24V DC и 2.4mA). Потрошња модула је 1.6W. Модул универзалних улаза (SXWUI16XX10001) има 16 канала који подржавају аналогне синале у распону од 0-10 VDC, 0-20mA, дигиталне сигнале 24VDC, 2,4mA, отпорничке сигнале (10Ω до 10кΩ или 10кΩ до 60кΩ), температурне улазе (-50°C до 50°C). Потрошња модула је 1.8W. Модул дигиталних излаза (SXWDOA12X10001) поседује 12 канала чији контакти могу радити на напонском нивоу 250VAC или 30 VDC. Максимална струја по каналу 2A, што омогућава директно управљање мањим оптерећењима. Потрошња модула је 1.8W. Аналогно излазни модул (SXWAOV8XX10001) има 8 излаза којима се може генерисати напонски (0-10 VDC) или струјни (1mA до 2mA) сигнали, потрошње 0,7W. Сви наведени модули се монтирају на DIN шину преко одговарајући подножија а комуникацију са контролером преко RS485.

4. ОПЕРАТИВНА ЛОГИКА РАЗМАТРАНЕ КЛИМА КОМОРЕ КК-01

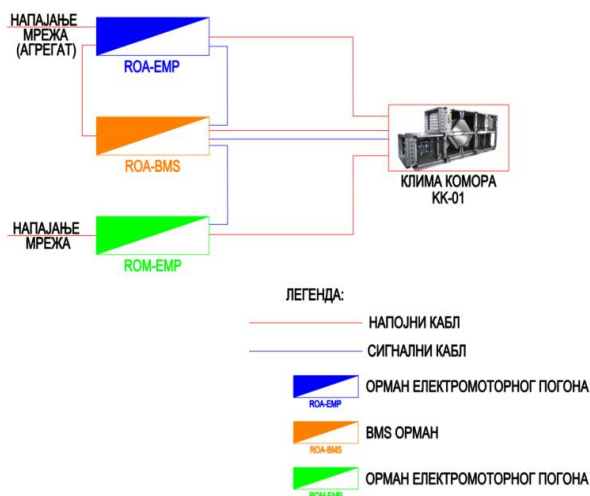
На слици 3 приказана је апликативна шема клима коморе КК-01 чији рад се заснива на контроли кључних параметара као што су температура, влажност, притисак и квалитет ваздуха. Оперативна логика система заснива се на прикупљеним сигнаlima приказаним у апликативној шеми, а циљ је обезбеђивање комфортних и енергетски ефикасних услова у простору.



Слика 3. Апликативна шема клима коморе КК-01

Приоритет система је одржавање квалитета ваздуха у простору, што се постиже уношењем већих количина свежег ваздуха у случајевима повећане зашљаности. Пошто комора КК-01 нема бајпас који раздваја рецикулацију од рекуперације, уколико је извучени ваздух превише загађен, систем смањује или зауставља рад рекуператора. Температура ваздуха контролише се мерењем на издувној решетки или у самом простору, а регулацију врши PI регулатор који управља вентилима измењивача (топле или хладне воде). Притисак или проток ваздуха у каналима одржава се мерењем у потисном и одсисном делу и управљањем брзином обртаја вентилатора путем PID алгоритма преко фреквентних регулатора или директно ЕС моторима који су примењени у разматраној клима комори КК-01. Важан део система чине и парни овлаживачи, који служе за довођење влажности на задате вредности након иницијалног хлађења ваздуха. Целокупан процес прати се сензорима влажности, уз хидростате који сигнализирају критичне вредности у каналу.

Ради бољег разумевања функционалне повезаности свих компонената клима коморе, потребно је схватити начин на који су уређаји међусобно повезани и како се обезбеђује сигурност система путем хардверских релеја. Сви елементи су груписани у више ормана са засебним напајањем и комуникационим линијама, а њихова узајамна повезаност приказана је кроз блок шему напајања (Слика 4).



Слика 4. Блок шема напајања

1. ROA-EMP – Орман се напаја из мреже са могућношћу пребацивања на агрегатско напајање. Агрегатско напајање је неопходно обезбедити за циркулациону пумпу и вентил грејача (измњивач топлоте) како би се спречило смрзавање система при нестанку струје.
2. ROM-EMP – Орман се напаја из мреже. Напаја све сензоре, актуаторе и моторе. Због мање критичности ових елемената није потребно обезбеђивати агрегатско напајање.
3. ROA-BMS – Орман у коме се налази програмабилни контролер и његови модули. Напаја се из ROA-EMP ормана и има обезбеђено резервно

агрегатско напајање ради континуираног рада контролера и безбедности система.

Веза ормана електро-моторних погона и ормана ROA-BMS у коме се налазе програмабилни контролери остварује се релејном техником, системом улаза-излаза. Детаљне шеме повезивања и интеграција BMS и EMP ормана приказани су у петом поглављу.

5. ИНТЕГРАЦИЈА КОМПОНЕНАТА РАЗМАТРАНЕ КЛИМА КОМОРЕ СА BMS-ом

Уместо комуникационих протокола, размена сигнала између компонената коморе и контролера у BMS орману реализује се путем релејне технике, системом улаза/излаза. Овај приступ обезбеђује поузданост, електричну изолацију, флексибилност при пројектовању логике управљања и лаку интеграцију са различитим BMS решењима без потребе за додатним адаптацијама. Релејна техника је класичан начин повезивања у индустријској аутоматизи [2] где се логички сигнали обрађују преко релеја ради сигурног и поузданог управљања.

5.1. Релеји као кључни елементи интеграције

Релеји су електро-механички уређаји који преклапањем контаката омогућавају или прекидају проток струје ка одређеним потрошачима [3], при чему се у пројекту користе релеји са 1CO и 4CO контактима. Примена обухвата прикупљање сигнала са сензора, управљање актуаторима и контролу безбедносних уређаја. Захваљујући својој структури, релејна техника омогућава флексибилно формирање логике рада и електричну заштиту, јер сваки сигнал може бити обрађен пре уласка у PLC, чиме се повећава поузданост и безбедност целог система.

5.2. Интегрисана опрема у клима комори КК-01

MD20SR-24TS је Schneider Electric актуатор са моментом од 20 Nm и повратном опругом (Failsafe функција), што обезбеђује враћање жалузине у задати положај при нестанку напајања. Поседује сигналне контакте (TS) за повратну информацију о положају. Тип управљања је двоположајни ON/OFF.

Жалузина се напаја преко трансформатора 230/24VAC из ормана ROA-BMS, а отварање се врши задавањем дигиталне командом са контролера. У случају прекида напајања, захваљујући повратној опрузи, жалузина се затвара. Стање отворености и затворености прати се преко повратних сигнала са клема S1–S2 (затворено) и S4–S6 (отворено), који се доводе на дигиталне улазе контролера. Исти принцип важи за обе жалужине — свежег и отпадног ваздуха.

Сензори диференцијалног притиска прате пад притиска на филтерима, вентилаторима и рототерму ради детекције алармних стања и потребе за одржавањем. На филтерима се користе сензори SDP910-300, директно повезани на дигиталне улазе контролера без потребе за додатним напајањем. Сензори на вентилаторима (SDP910-1000) сигнализирају рад мотора преко релеја у орману ROM-EMP. Сензор на рототерму (SDP910-500) алармира у случају зачепљености или промене протока. Сви сензори доприносе ефикасној контроли

и заштити клима коморе путем повратних сигнала у BMS.

У систему се користе четири типа температурних сензора:

1. Цевни сензор (STP100-100) – мери температуру течности у грејачу, хладњаку и догрејачу; поставља се у чауру у цевоводу.

2. Каналски сензор температуре и влаге (SHD100-T) – прати температуру и влажност у вентилационим каналима; потребно му је напајање.

3. Каналски сензор температуре, влаге и CO₂ (SCD110-H) – омогућава контролу квалитета повратног ваздуха ради уштеде енергије.

4. Просторни сензор температуре и влаге (SLAXX2) – кључан за прецизну регулацију у просторији, јер мери стварне услове у простору и омогућава BMS-у да оптимизује рад клима коморе.

Сви сензори се директно везују на BMS и омогућавају ефикасну и прецизну контролу климатизације.

Пожарни термостати RAK-TW1000.HB се постављају на потисни и одсисни канал клима коморе и служе за детекцију прегревања, након чега преко релеја искључују вентилаторе и активирају аларм. Повезани су са BMS-ом и могу активирати жалузине, аларме, или проследити сигнал систему за дојаву пожара. Поред тога, релеји KA3 и KA4 повезани на противпожарну централу прекидају напајање у случају пожара, затварају клапне и онемогућавају ширење ватре кроз вентилацију.

У системима грејања клима комора, циркулациона пумпа, вентил грејача и мразостат заједно обезбеђују ефикасну контролу температуре и заштиту од смрзавања. Циркулациона пумпа обезбеђује сталан проток топле воде кроз измењивач, док вентил грејача регулише количину воде и омогућава аналогно управљање. Мразостат прати температуру у близини измењивача и уколико она падне испод критичне вредности (нпр. 5°C), активира релеј који искључује вентилаторе и шаље сигнал BMS-у или директно активира циркулациону пумпу и отвара вентил грејача. На тај начин се спречава смрзавање воде у грејачу и могућа оштећења инсталације. Узајамна координација ових уређаја обезбеђује поуздан и безбедан рад HVAC система чак и при екстремно ниским температурама.

У овом систему, притисак у просторији се регулише путем одсисних и потисних вентилатора (по два од сваке врсте) са ECBlue моторима, који омогућавају енергетски ефикасан, тих и поуздан рад. ECBlue мотори имају интегрисану електронику, подршку за управљање преко 0–10V или Modbus сигнала, софтвер функцију и дуг век трајања. Команда за рад мотора може се дати ручно или преко BMS-а, док се повратне информације о раду и квару добијају преко релевантних клема. Брзина се регулише слањем аналогног сигнала (0–10V), а паралелно повезани вентилатори омогућавају равномерну расподелу оптерећења и повећану поузданост система.

Рототерм (KK01-MR) је електромотор снаге 0,5 kW који обезбеђује континуирану ротацију ротационог

рекуператора у клима комори ради ефикасног преноса топлоте (и влаге) са издувног на улазни ваздух. Управљање се може вршити ручно или преко BMS-а, уз могућност аналогне регулације брзине (0–10 V), док се сигнали рада и квара преносе преко релеја на синоптику и BMS. Напајање рототерма обезбеђено је из ормана ROM-EMP.

6. ЗАКЉУЧАК

Клима коморе су кључна компонента система централне климатизације, јер омогућавају контролисано довођење, обраду и дистрибуцију ваздуха у складу са захтевима простора и комфора корисника. Оне убацују свеж, филтриран и обрађен ваздух у простор, док истовремено извлаче топао или загађен ваздух, чиме се одржава оптималан квалитет унутрашње средине.

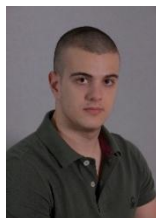
Избор и конфигурација опреме у клима комори KK-01 и интеграција хардверских компонената са BMS системом од кључног су значаја за квалитетан, ефикасан и сигуран рад ових система.

Применом BMS-а омогућено је континуирано праћење и регулисање параметара, што води ка значајним уштедама енергије и продужетку века опреме. Комбинација хардверских ограничења преко релеја и софтверске контроле кључна је за постизање високе енергетске ефикасности и поузданости система.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Велимир Чонградац, *Аутоматика у паметним стамбено-пословним објектима*, 21000 Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6.
- [2] Дарко Марчетић, Марко Гечић, Борис Марчетић, *Програмабилни логички контролери у електроенергетици*, Факултет техничких наука, 21000 Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6.
- [3] Страхил Ј. Гушавац, *Основни принципи пројектовања у мрежама средњег и ниског напона*, Факултет техничких наука, 21000 Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6.

Кратка биографија:



Момчило Максимовић рођен је у Шапцу 1998. год. Дипломски рад на Факултету техничких наука из области Електротехнике и рачунарства – Електроенергетски системи одбрано је 2022.год.
контакт: momcilo.maks7@gmail.com



Дарко Марчетић рођен је 1968. године у Новом Саду. И даље се успешно бави научним истраживањима.