

ДИСЕРТАЦИЯ

За придобиване на научно-образователна степен „доктор“

ИНФОРМАЦИОННО-КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ИНТЕЛИГЕНТНИ ДОМОВЕ

Автор: маг. инж. Росен Симеонов Петров

Научен ръководител: проф. д-р Димитър Карастоянов

София, 2021 г.

Благодарности

Благодаря на своя научен ръководител проф. д-р Димитър Карастоянов, за ползотворната съвместна работа, за всички съвети и градивните критики, които отправя.

Съдържание

I. Обзор, анализ и систематизация на различните видове информационно-комуникационни системи за интелигентни домове	4
Подходи за определяне на интелигентни домове	4
2. Европейски практики и перспективи.....	6
2.1. Политиката на отделните страни и на европейският съюз като цяло ...	6
2.2. Европейският зелен пакт	6
Представяне на интелигентна сграда	8
Цифрови контролери	14
Цели и задачи на дисертационния труд	15
II. Изследване на проблеми и съвременни решения за изграждане на интелигентни домове.	16
1. Характеристика на системите за сградна автоматизация.....	16
2. Развитите на системите за сградна автоматизация (ССА).....	19
3. Платформи за програмиране и наблюдение и заобикаляща среда	24
4. Комуникационни мрежи	33
4.1 Характеристики на LAN	33
4.2. Мрежови стандарти	34
4.3. Безжични технологии.....	36
4.4. Прилагане на безжични технологии в ССА	39
5. Комуникационни стандарти при системите за сградна автоматизация	40
5.1.История и проблеми	40
5.2. Комуникационни протоколи.....	42
5.3. Съвместимост на различни стандарти за отворен протокол	46
5.4. Интеграция на ниво управление	48
6. Интернет технологии и техните приложения в ССА	52
6.1. Интернет протоколи.....	52
6.2. Преглед на приложенията на интернет технологиите в ССА.....	55
6.3. Използване на интернет технологии на ниво автоматизация.....	56
6.4. Използване на интернет технологии на ниво управление	59
6.5. Мрежи за конвергенция и пълна интеграция.....	61
III. Иновативни решения за подобрене и интеграция на умни технологии за жилищни сгради	63
1. Технологии	64
2. Ключово оборудване за интелигентен дом.....	66
3. Комуникационна система за интелигентен дом.....	71
4. Екстериорни решения	72
5. Иновативна схема на „умен“ дом с интелигентни уреди и системи	78
IV. Модел на еднофамилна къща с вградени интелигентни системи за управление	82
1. Еднофамилна сграда, построена съгласно действащите норми.....	82
2. Модел на еднофамилна къща с вградени интелигентни системи за управление	85
2.1. Интелигентен дизайн	85
2.2. Интелигентни технологии	88
3. Умен дом с вградени интелигентни технологии.....	94
4. Сравнение на синтезирания модел със система без енергийно управление. Анализ на резултатите	99
ИЗВОДИ	100

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
РЕФЕРЕНЦИИ	102
П Р И Н О С И.....	106
Публикации по дисертационната тема.....	108
Декларация за оригиналност	109

I. Обзор, анализ и систематизация на различните видове информационно-комуникационни системи за интелигентни домове

Концепцията за интелигентна сграда получава все по-голямо внимание в последните две десетилетия, различни в същността си са разработени доста интелигентни сгради и сградни технологии.

Трудно е да се формулира уникална концепция за интелигентна сграда или дом и нито едно определение не се приема по целия свят за основно и единствено.

Подходи за определяне на интелигентни домове

Подходите за определяне на интелигентни сгради могат да бъдат групирани в три категории, както са изброени по-долу:

- **Подход, базиран на експлоатацията на сградата;**
- **Подход, базирани на услугите, които сградата в е състояние да предложи;**
- **Системно базирани услуги;**

Някои определения, за тези категории са представителни и разгледани в разделите по-долу, които ще помогнат за придобиване на по-общо разбиране за интелигентните домове или сгради.

Подход, базиран на експлоатацията на сградата

Определенията, базирани на изпълнението, определят IB (Intelligent uildings), като посочват какви изпълнения сградата трябва да има. Типична IB дефиниция, базирана на ефективността, може да бъде тази на Европейската група за интелигентно строителство (European Intelligent Building Group). EIBG (намира се в Обединеното кралство) определя интелигентните сгради като такива, създадени да предоставят на своите потребители най-ефективна среда и в същото време сградата използва и управлява ресурсите максимално ефективно, така че да минимизира разходите за съоръжения и инсталации.

Подход, базирани на услугите, които сградата в е състояние да предложи

Определенията, базирани на услуги, описват интелигентната сграда от гледна точка на услугите и/или качество на услугите, предоставяни от сгради. Японският институт за интелигентни сгради (JIBI) дава пример за дефиниция, базирана на услуги: интелигентната сграда е сграда с функции за комуникация, офис автоматизация и автоматизация на сгради в услуга на нейните обитатели и е удобна за интелигентни дейности. Подчертани са услугите, ориентирани към потребителите. Институтът се фокусира основно върху четири аспекта:

- служи като място за получаване и предаване на информация и подкрепа за

- ефективно управление;
- осигуряване на удовлетворение и удобство на работещите вътре;
- рационализиране на управлението на сгради, за да се осигури по-привлекателна административна услуги на по-ниска цена;
- бързи, гъвкави и икономични отговори на променящата се социална среда, разнообразни и сложни работни изисквания и активни бизнес стратегии. [1]

Системно базирани услуги

Дефиницията за интелигентни сгради, се описват чрез директно адресиране на технологиите и технологични системи, които сградите трябва да включват. Типично базирано на системата решение е предложено от китайският стандарт за интелигентни сгради Design Standard (GB / T50314–2000), който гласи, че интелигентните сгради осигуряват сградна автоматизация, офис системи за автоматизация и комуникационни мрежи и оптимално интегрира структурите, системите, услугите и управлението, осигурявайки на сградата висока ефективност, комфорт, удобство и безопасност за нейните обитатели.

Някои системно базирани услуги използват по-ясна дефиниция за интелигентна сграда, професионалисти и разработчици на практика обозначават подобни сгради като „3А“, което представлява автоматизация на сгради (BA), автоматизация на комуникациите (CA) и автоматизация на офиса (OA).

В контекста на съвременната строителна среда е очевидно, че интелигентните сгради не могат да съществуват без включване на технологични системи, особено системите за информационни технологии (ИТ). Но с тези технологични системи не е достатъчно, за да направи сградата интелигентна. Освен това технологичните системи трябва да бъдат правилно конфигурирани и машините и съоръженията в сградата да са правилно интегрирани помежду си.

Функциите на системата трябва да бъдат подходящо персонализирани, за да отговорят на изискванията на потребителите и да дават очакваното представяне за интелигентни сгради.

Технологичните системи, включително тяхната интеграция и взаимодействие, трябва да бъдат правилно пуснати в експлоатация и поддържани, за да се гарантира, че те функционират според очакванията.

Освен системния хардуер и приложен софтуер, включително този за автоматизация и контрол на съоръжения, оптимизация и управление, трябва да бъдат персонализирани и поръчани подходящо. В една сграда може да има технологични системи, но ако с тях не се работи правилно, това няма да направи сградата интелигентна в действителност. Вместо това технологичните системи могат да създадат главоболия на операторите и потребителите.

Интелигентните сгради са интердисциплинарни и включват мултииндустриално инженерство на системи. Те изискват правилната комбинация от архитектура, структура, среда, строителни услуги,

информационни технологии, автоматизация и управление на съоръжения. Освен това интелигентните домове и сгради са също така силно свързаните с икономическите и културните аспекти.

Дефинициите и понятията, обсъдени в този раздел, са главно от гледна точка на изграждането на съоръжения. В следващия раздел, са разгледани някои възгледи на архитекти и строителни инженери. [2]

2. Европейски практики и перспективи

2.1. Политиката на отделните страни и на европейският съюз като цяло

Политиката на отделните страни и на европейският съюз като цяло се фокусира върху стремежа по всякакъв начин да се намали отделянето на вредни газове в атмосферата. Целта на европейският съюз е намаляване на вредните емисии с 55% до 2030г., а до 2050г. да се постигне нулев въглероден отпечатък т.е. да постигнем въглеродно неутрална икономика. В тази връзка е подписан т. нар. „Европейски зелен пакт“ известен още неофициално като „зелена сделка“.

Икономиката на ЕС има за цел да стане неутрална по отношение на климата до 2050 г. — с нулеви нетни емисии на парникови газове. Тази цел е в основата на Европейския зелен пакт и в съответствие с ангажимента на ЕС за глобални действия в областта на климата в рамките на Парижкото споразумение.

Преходът към неутрално по отношение на климата общество представлява както неотложно предизвикателство, така и възможност за изграждане на по-добро бъдеще.

Всички части на обществото и икономическите сектори ще играят роля — от енергийния сектор до промишлеността, мобилността, строителството, селското и горското стопанство.

Европа може да играе лидерска роля, като инвестира в реалистични технологични решения, оправомощава гражданите и привежда в съответствие действията в ключови области, като промишлената политика, финансите и научните изследвания, като същевременно осигури социална справедливост за справедлив преход.

2.2. Европейският зелен пакт

Европейският зелен пакт предоставя план за действие за

- повишаване на ефективното използване на ресурсите чрез преминаване към чиста, кръгова икономика
- възстановяване на биологичното разнообразие и намаляване на замърсяването

В плана са посочени необходимите инвестиции и наличните финансови инструменти. В него се обяснява как да се гарантира справедлив и приобщаващ преход.

Целта на ЕС е да бъде неутрален по отношение на климата през 2050 г. Предложен е европейски законодателен акт в областта на климата, чрез който този политически ангажимент ще се превърне в правно задължение. За постигането на целта ще са необходими действия във всички сектори на икономиката, като например:

- инвестиране в екологосъобразни технологии
- подкрепа на иновациите в промишлеността
- въвеждане на по-чисти, по-евтини и по-здравословни форми на частен и обществен транспорт
- декарбонизация на енергийния сектор
- подобряване на енергийната ефективност на сградите
- работа с международни партньори за подобряване на екологичните стандарти в световен мащаб.

ЕС ще предостави също така финансова подкрепа и техническа помощ, за да помогне на най-силно засегнатите от прехода към екологосъобразна икономика.

Пътна карта с действия

В Европейския зелен пакт е предоставена пътна карта с действия за по-ефективно използване на ресурси чрез преминаване към чиста, кръгова икономика и за спиране на изменението на климата, обръщане на тенденцията към загуба на биологично разнообразие и намаляване на замърсяването. В пакта са посочени необходимите инвестиции и наличните финансови инструменти и е обяснено как да се гарантира справедлив и приобщаващ преход.

Контекст

Изменението на климата и влошаването на състоянието на околната среда са заплаха за самото съществуване на Европа и света. За да преодолее това предизвикателство, Европа се нуждае от нова стратегия за растеж, чрез която до 2050 г. Съюзът да се превърне в съвременна, ресурсно ефективна и конкурентоспособна икономика без нетни емисии на парникови газове, при която икономическият растеж е отделен от използването на ресурси. Европейският съюз има сериозни постижения в намаляването на емисиите на парникови газове, съчетано с поддържане на икономическия растеж. През 2018 г. емисиите намаляват с 23 % спрямо 1990 г., а БВП на Съюза нараства с 61 %. Необходимо е обаче да се направи повече.

В съобщението относно Зеления пакт се определят действията за идните месеци и години.[3]

Представяне на интелигентна сграда

Структура и архитектура на интелигентна сграда

Въпреки че успешното използване на съвременни технологии, включително ИТ, е основна характеристика на интелигентните сгради, внедряването на технологии не трябва да бъде единствената цел на интелигентни сгради. Изпълнението определено е от ключово значение за интелигентните сгради, въпреки че изпълнението може да се интерпретира по различни начини. Що се отнася до хардуерните съоръжения, интелигентни сградите не могат да бъдат отделени от архитектурния дизайн, фасади и материали, които са сред основните елементи на интелигентността на сградите.

Интелигентна архитектура

Интелигентната архитектура се отнася до създаването на структури, чиито интегрирани системи са способни да предвиждат и реагират на явления, независимо дали са вътрешни или външни, които влияят върху работата на сградата и нейните обитатели.

Интелигентната архитектура се отнася до три различни области:

- Интелигентен дизайн;
- Подходящо използване на интелигентни технологии;
- Интелигентно използване и поддръжка на сгради.

Интелигентен дизайн

Интелигентният дизайн изисква дизайнът на сградата да отговаря на определени културни, географски и други особености, така че да проявява едновременно загриженост за икономически, политически и глобални въпроси, както и да гарантира хармония с природата.

Съществуването в хармония с природата включва колаборация с физичните закони на природата и правилното използване на природните ресурси.

Подходящо използване на интелигентни технологии

Самата наличност на голямо разнообразие от интелигентни материали и интелигентни технологии често води до тяхното използване в неподходящи ситуации. Интегриране на интелигентни технологии с интелигентна вградена структура, която отговаря на присъщите културни предпочитания на обитателите е централна тема в интелигентната архитектура. Като пример в райони, където хората обръщат голямо внимание на правилното остъкляване, с което драстично се намаляват както разходите за електричество за осветление, така и разходите необходими за осигуряване на подходящ микроклимат.

Стратегия за сграда може да бъде използването на топлинна маса и през нощта охлаждане вместо високотехнологична климатична система. В други случаи използването на внимателно подбрани стратегии за електрическо

осветление и контрол на източниците, осигурени ни от околната среда може да е по-подходящо, например вятър и дъждовна вода.

Интелигентно използване и поддръжка на сгради

Наистина интелигентната архитектура включва интелигентни процеси за управление на сгради. Дизайн, за да бъде интелигентен, той трябва да вземе предвид жизнения цикъл на сградата и различните му системи и компоненти. Въпреки че интелигентната сграда може да бъде сложна система, тя трябва да бъде фундаментално лесна за работа, да бъде енергийно- и ресурсно ефективна, лесна за поддръжка, надграждане, модифициране и рециклиране.

Материали и оборудване, които изискват сложна поддръжка и нездравословни почистващи препарати и строителни компоненти, които трябва да се третират като опасни отпадъци в процеса на рециклиране (напр. живак в крушките) няма да бъдат използвани в напълно развита интелигентна архитектура.

Интелигентни и гъвкави решения за сградни фасади

Характерът на обвивката /изолации и сградни облицовки/ на сградата ще бъде повлиян драстично от развитие на интелигентни сгради. Фасади, проектирани да интегрират в себе си нововъзникващите технологии ще имат присъща „интелигентност“ и ще могат да реагират автоматично или чрез човешка намеса на контекстуални условия и индивидуални нужди. Понастоящем интелигентните фасади могат:

- да бъдат централно контролирани, като същевременно осигуряват на обитателите възможността за ръчно управление на системата;
- промяна на техните термофизични свойства като термично съпротивление, пропускливост, абсорбция и др .;
- модифицират техния вътрешен и външен цвят и/или текстура;
- функционират като комуникационни медийни фасади с видео и аудио възможности;
- промяна на оптичните свойства и позволяване на създаването на шарени стъкла, осигуряване възможност за динамично засенчване и дистанционно управление на светлината.

Развитието на интелигентната и фасада с опция за трансформация изисква предефиниране на термините „прозорец“ и „стена“. С въвеждането на нови покрития за остъкляване и начини за конструиране на стени, това, което е „прозрачно“, може да стане „непрозрачно“ с натискане на един бутон. Централните системи за контрол на интелигентните фасади ще реагират по различен начин в зависимост от климатичните условия чрез трансформиране на фасадата на сградата с цел оптимизиране на отоплителните и охлаждащи товари чрез ефективно използване на дневна светлина, естествена вентилация и т.н.

Интелигентните фасади ще пренасят дневната светлина дълбоко във вътрешността на сградата и позволяват на обитателите да определят степента

на осветеност, акустиката, както и топлинния комфорт, който е необходим за осигуряване на нормална среда за работа или по-дълго обитаване.

Освен това вече можем да си представим интериора от прегради, които ще позволят на обитателите да трансформират естетическо качество на работната среда, когато и както и да решат.

Идеята за интелигентна или умна система, първоначално приложена към високотехнологични системи – електрическа и механична в космическата и авиационна индустрия, като в последните години се радва на широко разпространение и одобрение, като включва в себе си структури и сгради от градската среда. Тя включва създаването на мрежи и нови материали, непрекъснато наблюдение и контрол на структурните функции с цел постигане на зададени резултати.

По дефиниция интелигентната структура има способността да идентифицира своя статус и оптимално да адаптира своята функция в отговор на определени стимули. Основният фокус на интелигентната гражданска структура се изразява в две области:

- Идентифициране на структурно поведение или свойства (напр. деформация, оценка на използването на енергия или щети);
- Контрол на структурната реакция, независимо дали са външни (напр. вятър или земетресение) или вътрешни (напр. акустика или температурни промени).

Управление на сгради или умни сгради

Обичайната дефиниция за управление на сгради, често съкратена като УС, е практиката за координиране на физическото работно място с хората и работата на организацията; интегрира принципите на бизнес администрация, архитектура и поведенчески и инженерни науки. Идеята е проста и означава, че мениджърите на обекти интегрират хората от организация с нейната цел (работа) и място (съоръжения).

Международният съвет за изследвания и иновации в изграждането и Управлението на сгради може да се раздели на няколко основни категории:

- Финансово управление. Това се отнася до инвестиционните въпроси, включително: продажба и покупка, отдаване под наем, възстановяване или обновяване и др.
- Управление на пространството. Това включва използване на пространство, интериорен дизайн, оборудване и преместване и др.
- Оперативно управление. Отнася се до управлението на поддръжката и ремонт и отдаване под наем и управление на собствеността, включително строителство, заграждение, строителни услуги.
- Поведенческо управление. Това се отнася до потребителите на сградата, включително възприятията на потребителите, удовлетворението на обитателите и участието на потребители и др.

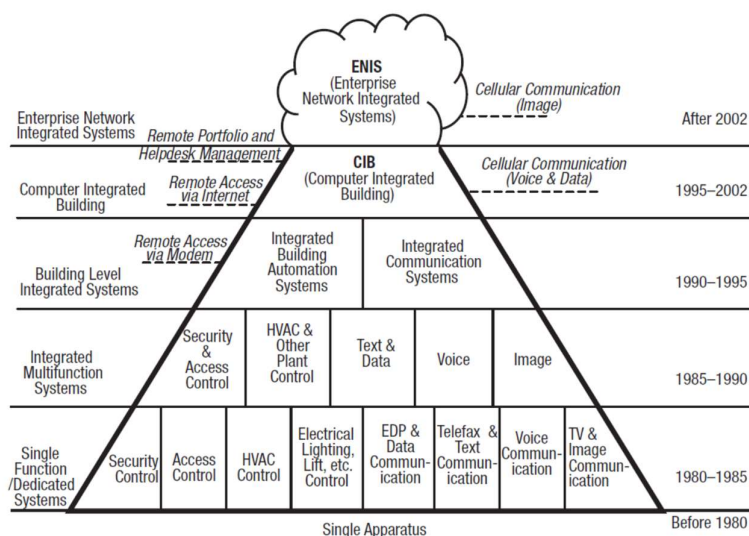
Интелигентната сграда и управлението на съоръженията са тясно свързани. Обхватът на управлението на съоръжения, определен от професионалисти в областта на управлението на сгради, често включва значителни части от хардуерните съоръжения и функции на интелигентната сграда.

Всъщност съвременните системи в интелигентните сгради са сложна и мощна система, предлагаща различни функции за контрол и управление на сгради, подобна система е предпочитана платформа за подпомагане на различни задачи по управление на сградни съоръжения. В същото време успехът на внедряването на функции за управление прави интелигентна сграда по-привлекателна.

Интелигентните сгради заедно с техните системи като сложни съоръжения, които трябва да бъдат управлявани всъщност създават бизнес възможности за развитие на управлението на сгради.[4]

Технологични системи и еволюция на интелигентните сгради и домове

Еволюцията на интелигентните сградни системи е илюстрирана на Фигура 1.4, която е модифицирана и актуализирана от разработената „Интелигентни строителни пирамиди“ от Европейската група за интелигентно строителство. Пирамидата илюстрира съдържанието и развитие на технологията за изграждане на интелигентни сгради през последните няколко десетилетия. Пирамидата е отворена в горната част, подчертавайки, че интелигентните сградни системи не са вече са затворени в отделни сгради, но вместо това са обединени със подобни системи в други сгради, както и в други информационни системи чрез интернет мрежи и друга инфраструктура.



Фигура 1.4. Интелигентна строителна пирамида.[2]

1. Интегрирани еднофункционални / специални системи (1980–5);
2. Интегрирани многофункционални системи (1985–90);
3. Интегрирани системи на ниво сграда (1990–5);
4. Компютърно интегрирана сграда (1995–2002);
5. Интегрирани системи от корпоративна мрежа (2002–).

Началото на интелигентните сгради води началото си от внедряване на автоматичен интелигентен контрол на типичните процеси, протичащи в една сграда, свързани с услуги и комуникационни устройства. Бързото развитие на електронните, компютърни и информационни технологии, интелигентните системи за изграждане стават все повече и повече напреднали като нивото на интеграция се развива постепенно от ниво на подсистема до пълна интеграция на сгради и вградени интелигентни системи.

Преди 1980 г. автоматизацията на строителните системи е постигната на ниво на отделен апарат или устройство. След 1980 г. интелигентни сградни системи навлизат в интегрираните етапи. Има голям напредък в интеграцията на системи на интелигентни сгради от гледна точка на технологията и мащаба. Подобни системи след 1980 г. може да бъдат разделени на пет етапа, както следва:

На етап 1 интегрирани еднофункционални / специализирани системи (1980–5), всички сградни подсистеми (включително контрол на сигурността; контрол на достъпа; отопление, вентилация и управление на климатизация [ОВК]; управление на осветлението; управление на асансьора, други електрически системи; автоматизация на пожарите; и др.) и комуникационни подсистеми (включително електронна обработка на данни [ЕОД]) и комуникация на данни, факс и текст, гласова комуникация, Телевизия и т.н.) са били интегрирани на нивото на единична или индивидуална функционална подсистема. Интеграция и комуникация между системите за автоматизация на различни подсистеми е невъзможно.

Етап 2 - интегрирани многофункционални системи (1985–90), сигурността и контрола са вградени. Системите за автоматизация на сградните инсталации са интегрирани, контролът и комуникацията се базират на мрежови системи за текст, гласова комуникация и комуникация на изображения. На този етап интеграцията на системи е възможна само със системи от същото ниво.

Етап 3 - изграждане на интегрирани сградни системи (1990–5), като сградната автоматизация, така и комуникационните системи са интегрирани на сградно ниво като системи за сградна автоматизация (ССА) и интегрирана комуникационна система (ИКС). На този етап, в системата за сградна автоматизация може да бъде осъществен контрол чрез дистанционен достъп през телефонна мрежа посредством модем.

Етап 4 - компютърно интегрирано изграждане (1995–2002), конвергенция на мрежите, те стават достъпни и се използват на практика постепенно, благодарение на популярното използване на мрежовите технологии на Интернет протокол (IP) и увеличен капацитет на мрежата. На този етап интеграцията е на сградно ниво. Дистанционно наблюдение и контрол може да се постигне чрез Интернет.

На етап 5 - интегрирана система от корпоративна мрежа (2002–), интелигентните системи могат да бъдат интегрирани и управлявани на по-високо ниво, например градско ниво. Интелигентните сградни системи вече не са затворени в сградите, те са обединени със системите на други обекти с сходни внедрени технологии. По този начин е възможно да се осъществява обмен на различен тип информация чрез глобалната интернет инфраструктура. Интеграция и управление на това ниво стават възможни благодарение на приложенията на съвременни ИТ технологии като уеб услуги, XML, дистанционно управление на портфолио. По отношение на комуникацията вече има възможност за упражняване на мониторинг и контрол с изображения с помощта на мобилни телефони. [5]

Заклучения относно системите, предназначени за интелигентни сгради

Интегрирането на компоненти и подсистеми за интелигентни сгради е тенденцията в развитието на цялостния подход и технология. Интеграцията е от съществено значение за повечето функции на подобни системи. Те включват автоматично наблюдение и управление и изграждане, оптимизиране на работата и диагностика.

Интегрирането на функциите увеличава гъвкавостта и възможностите за интелигентното управление на сградите. Интеграцията на системите за автоматизация и контрол е в основата на тяхната функция. Цифровите технологии играят много важна роля в интеграцията, тъй като системите, които се състоят от традиционни технологии, имат много ограничения в условия за обмен на информация и интеграция. Микропроцесорът, осигуряващ невероятна мощ в изчисленията, както и в предаването и обработката на информацията, е ключовият елемент на цифровите системи и ключовият елемент на интелигентните сгради, както и системите за сградна автоматизация.

Съвременните системи за интелигентни сгради стават много по-големи по отношение на мащаба и сложност на хардуерни и софтуерни конфигурации на системата, докато техните функции и капацитет се увеличават постепенно.

Надеждността на системата е важен въпрос. Използване на децентрализирана мрежа или децентрализираната локална мрежа (LAN) е ключът към решаването на надеждността на системата, както и опростяване. Правилното разпределяне е в основата на философското решение за осигуряване на надеждността на такива сложни системи, както за наблюдение, така и за контрол. „Интегрирани, но независим“ е един от най-важните проблеми в разработването и конфигурирането на системи от този тип. [6]

Цифрови контролери

Системи за сградна автоматизация (ССА), известни също като управление на сградни системи „Building Management System” (BMS), са основно интегрирани процесорни системи. Системата за сградна автоматизация всъщност е цифров контролер, който е свързан към всички подмрежи и възли чрез мрежа. По принцип станцията (или цифров контролер) е микрокомпютърна система, специално проектирана да бъде подходяща за събиране на данни, контрол и комуникационни и други функции.

Освен цифровия контролер има и други четири типични типа контролери, включително механичен контролер, пневматичен контролер, електрически контролер и електронен контролер. Те все още се използват в днешно време в сгради, но са по-малко популярен от цифровия контролер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Първа глава включва дефиниция за интелигентни домове. Различни подходи на база експлоатация, услуги и системи. Споменават се европейските практики и перспективи, които включват условия по зелената сделка, свързани с прекратяване на използването на горива от полезни изкопаеми и намаляване на въглеродния отпечатък от индустриални и битови потребители.

Цели и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е да се изследва напредъка и интегрирането на нови технологии в съвременното строителство за понижаване на експлоатационните разходи и повишаване на качеството на живот и да се предложи иновативен подход за създаване на умен дом.

За изпълнение на тази цел трябва да се решат следните задачи:

1. Да се направи детайлен обзор, анализ и систематизация на подходи и методи за интегриране на интелигентни технологии при създаване на умни сгради.
2. Да се изследват проблеми и съвременни решения за изграждане на интелигентни домове.
3. Да се изследва влиянието на сградите върху климата и приноса на интелигентните технологии за борба с климатичните промени.
4. Да се предложат иновативни решения за подобрене и интеграция на умни технологии за жилищни сгради
5. Да бъде предложен и обоснован иновативен модел за създаване на умен дом, снабден с интелигентни технологии. Получените резултати ще бъдат анализирани.
6. Да се проведат експерименти за сравнение на съвременни и иновативни методи за изграждане на умни домове, използвани за подобряване на качеството на живот на обитателите.

II. Изследване на проблеми и съвременни решения за изграждане на интелигентни домове.

1. Характеристика на системите за сградна автоматизация

Системата за автоматизация на сградите (ССА) е общ термин (и също е известна като система за управление на сгради, BMS). Използва се за означаване на широк диапазон на компютъризирани системи за управление на сгради, от контролери със специално предназначение, през самостоятелни отдалечени станции, към по-големи системи, включително централен компютър, локални станции и принтери. Както беше обсъдено по-рано, ССА е една от основните интелигентни строителни системи.

ССА включва няколко подсистеми, които са свързани с различни начини за формиране на цялостна система. Системата трябва да бъде проектирана около самата сграда, за да обслужва системите за услуги, за които е предназначена. Следователно, въпреки че използваните съставни части могат да бъдат идентични, няма две еднакви системи, освен ако не се прилагат за еднакви сгради с идентични услуги и идентично използване. Строителните услуги включват системи за ОВК, електрически системи, осветителни системи, противопожарни системи и системи за сигурност и асансьорни системи. В индустриални сгради те могат също да включват използваните системи за съгъстен въздух, пара и топла вода за производствения процес. ССА може да се използва за наблюдение, контрол и управление на всички или само някои от тези услуги. Има основателни причини и крайни цели за инвестиране на значителни суми пари за подобни системи. Цената за подобна инвестиция ще варира в зависимост от предназначението на сградата и начина, по който сградата се управлява, както и връзката между стойността на крайния продукт и разходите за експлоатация на сградата. Това може да зависи и от нивото на усъвършенстване на строителните услуги и техните капиталови разходи. Основните ползи от прилагането на ССА са разгледани по-долу.

Повишена надеждност на монтираните съоръжения и услугите

Целите на експлоатацията и поддръжката на системата са да осигурят системите да работят правилно за дълъг период от време без повреди и с високи нива на ефективност. Неизправността на даден компонент почти винаги води до по-скъп ремонт или подмяна, отколкото би било необходимо с навременно периодично внимание. Освен това повредата на определено оборудване прекъсва услугата, предоставена от екологичната система с произтичащите от това неудобства за обитателите и / или допълнителни разходи за собственика. ССА може да допринесе значително за гарантиране на работа чрез постоянно наблюдение на системата и осигуряване на превантивни мерки и поддръжка. Типични примери са предупрежденията за оборудване, което е достигнало своя лимит за работа или е амортизирано до определено ниво.

Намалени оперативни разходи

Един от основните разходи при експлоатацията на сграда е цената на енергията, необходима за отопление, климатизация и осветяване на пространството. Ключова функция на ССА е да се намалят енергийните разходи възможно най-много. Типични примери за това са програмиран старт / стоп, рекуперация и рециркулация, зададена точка за нулиране и оптимизация на климатичните инсталации. Персоналът, отговорящ за поддържане на сграда и нейните услуги представлява значителна част от общите оперативни разходи в днешно време поради получаваните възнаграждения и повишената сложност на съвременните системи, залагани в новите сгради. Приносът, който ССА предоставя е възможност за намаляване на изискванията към работна ръка, като това може да има основен ефект върху годишните разходи за управление на сграда.

Всички видове сгради имат претенциите за някаква енергоспестяваща система. Ако единствената причина за инсталиране на система е да се спести енергия, тя е посочена като система за управление и контрол на енергията (EMCS) или сградна енергийна система за управление (BEMS), а не ССА или КИПиА. Следователно, EMCS или BEMS обикновено се счита за част от ССА или КИПиА. EMCS или BEMS могат да се разглеждат като системи за наблюдение и контрол на сградните системи, които имат значителен принос за потреблението на енергия на сградите. [7].

Управление на сгради

ССА предоставя най-удачните методи и средства на персонала за управление на сградата. Това означава наблюдение на условията и услугите и поддържането им при необходимото ниво по всяко време. Това също означава да можете да реагирате бързо и ефективно за промени във функционалните модели и използването на пространството. Подробно функциите за управление на сгради са обяснени в раздел 3.4.

Повишаване на производителността на персонала

ССА може също да осигури ползи, които са по-малко осезаеми и следователно трудни за измерване. Те включват повишена ефективност на персонала поради подобрени условия на околната среда. Подобен морал и удовлетвореност от работата на обслужващия персонал, който е в състояние да отдели повече време за предотвратяване на щетите от грешки, по-малко време в за преодоляване на възникнали аварии.

Защита на хората и оборудването

На ССА е присъща комуникационна мрежа, която се простира през цялата сграда или комплекс от сгради. Същата тази система за комуникация може да бъде задействана чрез изпращането на аларми до оператор или служба за сигурност в случай на дим, пожар, проникване или ситуации, които биха могли да повредят оборудването.

Освен това ССА може да съдейства и за други мерки за сигурност. Например, може да контролира достъпа като предоставя на управителя на сградата възможност за предоставяне на различни нива на достъп на различни членове на персонала. ССА може да помогне за предпазване от проникване в сградата, като използва достъп до карти, чрез контролиране и наблюдение на определени зони на сградата и чрез осигуряване на гарфик и периметър за патрулиране на живата охрана по предварително определен график.[8]

Системите за автоматизация могат да се разделят на две големи групи – системи за сградна автоматизация и системи за автоматизация на производството.

Системата за сградна автоматизация е компютърно базирана система за управление, инсталирана в сгради, която контролира и наблюдава механичното и електрическо оборудване на сградата като вентилация, осветление, енергийни системи, противопожарни системи и системи за сигурност.

Системите за автоматизация на производството включва в себе си механизация, масово производство с поточни линии, компютъризация и роботизация. Израз на тези течения е „Индустрия 4.0“, която олицетворява четвъртата индустриална революция.

Индустрия 4.0 разполага с потенциала неимоверно повишаване на възможностите за растеж и създаване на конкурентноспособност. Тя включва:

- Интелигентни машини, които комуникират помежду си и споделят информация. Могат да се организират сами и да работят в тандем, за да ускорят работните процеси.
- Глобална система, която анализира процесите в реално време, установява контакти с доставчици и прави поръчки на оценка възможности и качество.
- Умни продукти - всеки умен продукт съдържа данни, които се съхраняват върху малки чипове(RFID), като създават виртуално копие на всеки умен продукт. Такава информация се събира, актуализира и оценява по време на целия жизнен цикъл на продукта, от първия етап на производството, през действителното използване от клиента, до момента на рециклиране.
- Виртуална продукция - като допълнение към реалната производствена сфера, интелигентните фабрики ще имат дигитален близък със същите продукти и ресурси. Това цифрово копие ще позволява виртуални симулации на всички производствени процеси, които показват алтернативни производствени последователности и потенциал за оптимизиране на производствените линии. Системата също така ще позволява на инженерите да контролират и наблюдават дистанционно производството в реално време. Въпреки че вече разполагаме с виртуални копия на реални фабрики, те все още не са свързани в реално време - т.е. промените във виртуалното копие не водят директно до промени в реалната фабрика и обратно.

- Смарт услуги - Индустрия 4.0 не се ограничава само фабрики. В края на краищата, интелигентните продукти правят повече, отколкото активно да контролират собствения си производствен процес. След като бъдат доставени на клиент, те служат като платформа за нови бизнес модели. В бъдеще ще има милиарди интелигентни продукти, които ще са свързани с интернет през целия им полезен живот и ще спестят огромно количество данни за собствената си работа и състоянието им в облака. Всички тези събрани данни ще могат да се използват за оптимизиране на продуктите. Нещо повече, интелигентните алгоритми ще могат да свържат съществуващите данни с нова информация и да осигуряват основа за предлагане на персонализирани услуги в допълнение към физическия продукт.[9]

2. Развитиите на системите за сградна автоматизация (ССА)

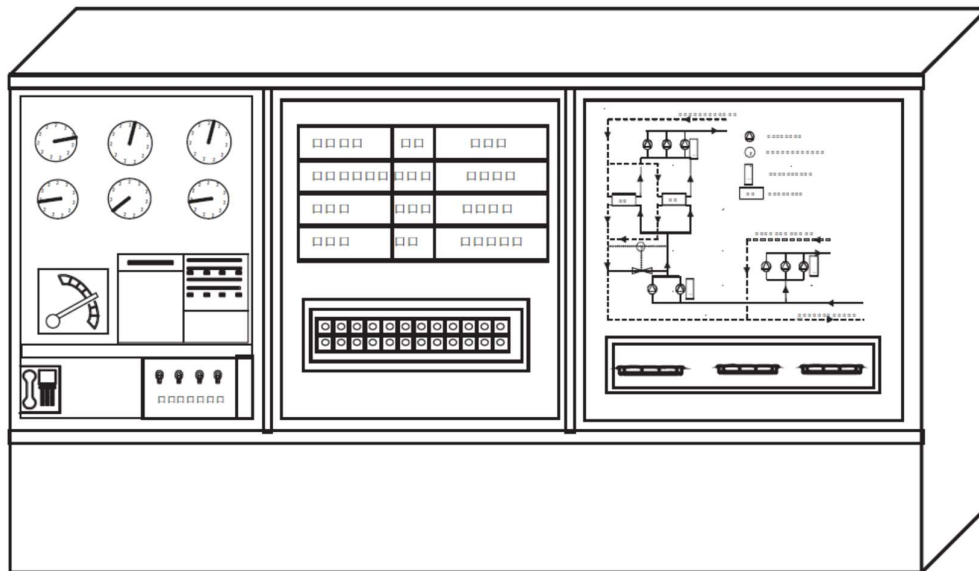
Традиционно, контролът на работната среда на сградите, както и на механичното оборудване се извършва чрез пневматични или електромеханични устройства. С широкото приемане на DDC технологията и използването на микропроцесорни системи, системите за автоматизация на сгради заменят традиционното управление и служещи като първични системи за управление. Към настоящия момент на пазара на сгради, повече системи за сградна автоматизация имат „вградени“ контролни компоненти. Типичен пример са чилъри с контролен панел и въздухообработващи блокове, интегрирани с контролни компоненти. Описание на цялостното развитие на ССА може да обхване неговото развитие от началото на 40-те години. Напредъкът на ССА може да бъде разделен на следните етапи:

- централизиран панел за контрол и наблюдение;
- компютъризиран централизиран панел за контрол и наблюдение;
- ССА с панел за събиране на данни (DGP), базиран на миникомпютър;
- базирана на микропроцесор ССА с използване на LAN;
- отворена ССА, съвместима с Интернет / интранет.

Пред-ССА етап: централизиран панел за контрол и наблюдение

„Етапът преди ССА“ е обозначен като такъв, тъй като системите все още не са напълно реализирани в цялост. В този период постепенно се въвеждат различни технологии. По принцип централизираният контрол и контролни панели позволяват на операторите да прочетат показанията на сензора и старт/стоп или нулират системите от едно централно място без да има нужда да се обхождат действителните места, където са позиционирани сензори и превключвателите над сградата (Фигура 2.1.). Броят на сензорите и превключвателите е много ограничен в сравнение със съвременната ССА, която може да включва хиляди или дори стотици хиляди входно / изходни точки. Пневматична централизация, постигната чрез използване на пневматични сензор-предаватели, позволяваща локална индикация и отдалечен сигнал с приемник-контролер е технология, въведена на този етап.

Другата въведена технология е усилване на сигнала, което позволява на въздушния сигнал да остане постоянен през цялото време при преминаването му в снопа пластмасови тръби между устройството и неговия контролер. Следователно броят на локалните контролни панели в сграда може да се сведе до един център.



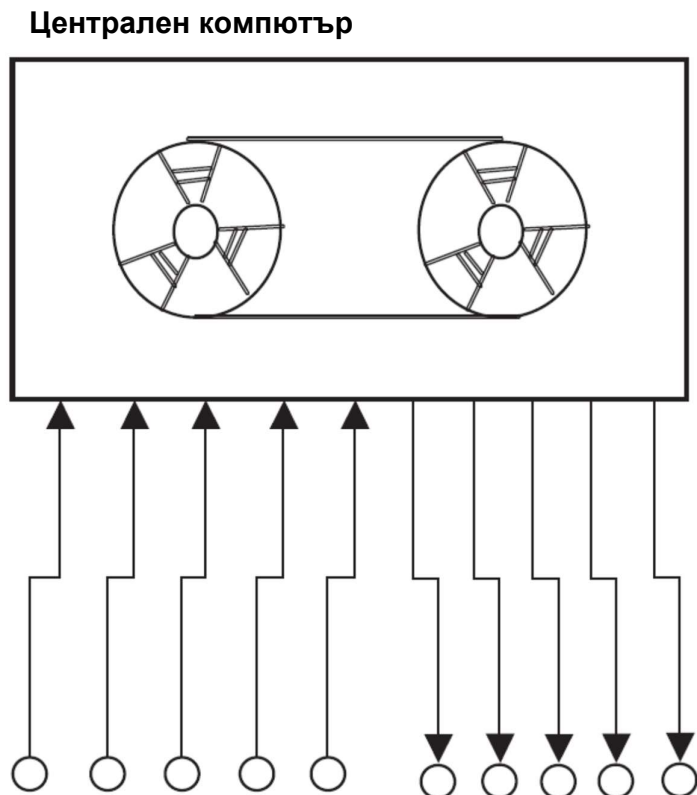
Фигура 2.1. Централизиран панел за управление и наблюдение.

Резултатът е въвеждането на електронни сензори и аналогови контури за управление в централизиран център за управление. Проблемът, с който се сблъскват в началото на онзи етап при използване на електрически технологии е прекомерно окабеляване и следователно високата цена на инсталацията. С въвеждането на електромеханичните системи за мултиплексиране през 60-те години се намалява броя на проводниците, което води до намаляване на инсталационните разходи и поддръжка. Проводниците са намалени от стотици на няколко десетки на мултиплексор. Търговските системи за цифрова индикация и регистриране са на разположение на централните панели и позволяват автоматичното записване на избрани измервания.[11]

Първо поколение - компютъризиран централизиран контрол и панел за наблюдение

В края на 60-те години е пуснат първият на пазара компютъризиран център за автоматизация на сгради като следствие от развитието на съвременния компютър през 40-те години. Компютърът се свързва към отдалечени мултиплексори и контролни панели, позволяващи на всички съобщения, сензори и устройства да комуникират чрез коаксиален кабел или двупроводно цифрово предаване. Способността за адресиране на всички точки в системата предоставят на операторите много полезна информация. Системата (Фигура 2.2.) осигурява програмиране на графика на контролируемо

устройства, автоматично нулиране на аналогови изходи, високи и ниски граници на алармата, както и доклади.



Фигура 2.2. Компютъризирана система за контрол и наблюдение.

Системата от това поколение е много скъпа и трудна за използване. В следствие до високата цена на хардуера съхранението на информацията на дискове е рядкост. Програмите се зареждат ръчно през четец на лента като смяната на програмите представлява огромна трудност. На този етап ССА са с много ниска надеждност, тъй като цялата система се базира на един централен компютър и също включва прекомерно окабеляване. Това поколение на компютъризирана ССА има ограничен брой приложения и бързо бива надстроена до ново поколение ССА.

Второ поколение - ССА, базирана на използване на миникомпютър и панел за събиране на данни

Използването на миникомпютри, централни процесори и контролери с програмируема логика (PLC) в системите за автоматизация на сгради се увеличават драстично през 70-те години. Включени са нови приложни софтуерни пакети към техните основни системи за автоматизация срещу допълнително заплащане. Допълнителни приложения са предложени на

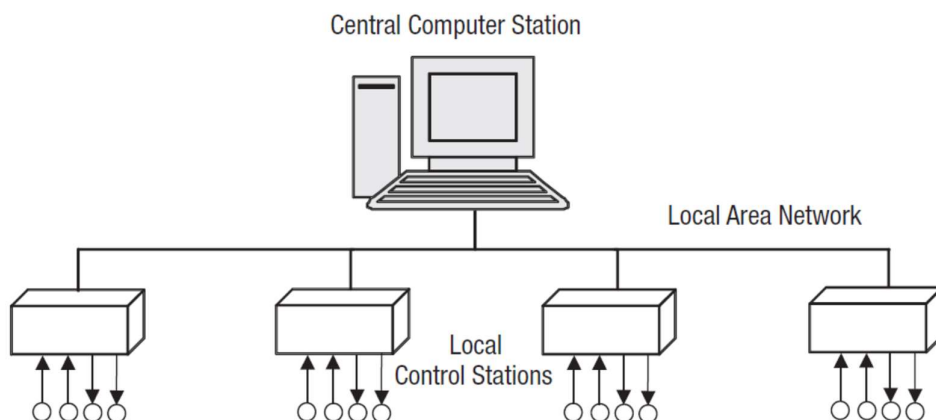
пазара с опции като: управление на енергията, работни цикли, контрол на търсенето, оптимален старт/стоп, оптимално нулиране на температурата, дневен/нощен контрол и контрол на енталпията.

През 70-те години разходите за хардуер започват да намаляват драстично. Компютрите стават достатъчно практични, за да се използват за често срещани приложения от неспециализирани потребители. В сравнение с компютърните системи от по-ранен етап, системите стават лесни за ползване. Много по-лесно е да се програмира, използвайки подобни системи, както и да се генерират нови бази данни. Използването на клавиатури и хардуер предоставят на потребителите удобен първичен интерфейс човек-машина (HMI) с компютрите и системите за автоматизация на сгради. Информацията, събрана от компютърно базирана система за автоматизация, би могла да бъде отпечатана на хартия или изведена на екран. Цената на специалния софтуер обаче се увеличава, тъй като не може да бъде направен по прост начин. В повечето случаи специално обучени програмисти са хората, способни да свършат този вид работа.

Друг важен напредък е използването на „единици за събиране на данни“, което означава, че данните, събрани от много сензори и управляващи сигнали и изпратени към много управляващи устройства за задействане могат да се предадат чрез няколко проводника. Това значително намалява работата по окабеляването и позволява автоматизацията на сградните системи да имат разширен брой точки за наблюдение и контрол спрямо заданието на за индустриалната дейност в сградата.[12]

Трето поколение - базирана на микропроцесор BAS, използваща LAN

Използването на микропроцесори и персонални компютри (PC) прави революция в контрола на индустриите, което води до раждането на ново поколение ССА. По-ниската цена на микропроцесорите и чиповете е основната причина за разработване на нови технологии в автоматизацията и управлението на сгради.



Фигура 2.3. Типичен базиран на микрокомпютър BAS, използващ LAN. [13]

Широкото разпространение и добрия прием на базирани на микропроцесорни контролери е основната характеристика на ССА от това поколение. Микропроцесорни контролни станции, интегрирани с помощта на локална мрежа (LAN) представлява типичната системна архитектура на ССА на този етап, която съществува и до днес (Фигура 2.3.).

Използването на твърд диск за съхранение на данни и зареждане на приложни програми осигурява голямо удобство при използване и програмиране на ССА. Системата обикновено разполага с централна платформа за наблюдение и управление, работеща на компютърна станция, която е пряко свързана със станции за дистанционно управление чрез LAN. Важна характеристика на ССА на (и след) този етап е използване на самостоятелни, но интегрирани микропроцесорни контролни станции за управление на отделни стопанства. Това позволява на ССА да има независимост. Това означава, че повечето от решенията за контрол могат да бъдат обработвани локално, което води до значително увеличаване на надеждността на ССА, докато управлението и оптимизацията могат да се извършват колективно.

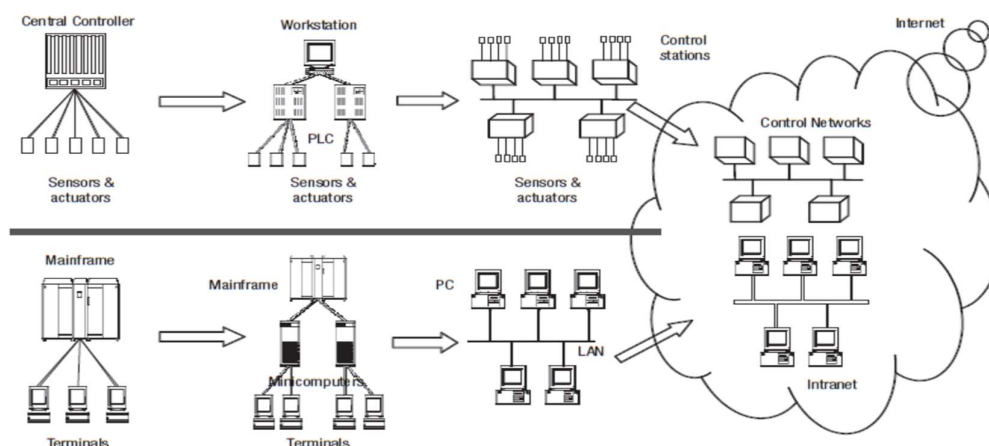
Основният проблем за ССА на този етап е несъвместимостта на различните протоколи за комуникация на данни на производителите, формати на съобщения и управление на информацията, тъй като увеличеният мащаб и функции изискват използването и интеграция на системи от различни производители. Този проблем съществува поради факта, че системите за автоматизация на сградите не отговарят на един общоприет стандарт.

Четвърто поколение - отворена ССА, съвместима с Интернет / интранет

От 80-те години насам се полагат много усилия за разработване и популяризиране стандарти за решаване на проблемите на несъвместимостта на строителството на системи за автоматизация. Популарното използване на Интернет оказва страхотно въздействие върху стандартизиращите технологии, използвани в индустрията на ССА. До средата на 90-те години отворените протоколи и стандартните технологии започват да се приемат широко в индустрията. Много комуникационни и софтуерни технологии често използвани в интернет/ интранет или в рамките на компютърната мрежа са приети директно от индустрията на ССА. Основната характеристика на днешната ССА може да бъде обобщена, както следва: Използването на отворени и стандартни комуникационни протоколи позволява системите от различни производителите да бъдат интегрирани без много затруднения или усилия. Използване на IP и стандартните интернет / интранет технологии позволява интеграцията на ССА с корпоративни изчислителни мрежи. Мрежата за конвергенция осигурява единна мрежова платформа за цялата информация в сградите. ССА интеграцията и управлението на информацията могат да бъдат постигнати чрез глобалната интернет инфраструктура.

Напредък на ССА в сравнение с изчислителната технология

Фигура 2.4. е показан напредъка на изчислителните и технологиите за сградна автоматизация и тяхната взаимовръзка. Очевидно е, че еволюцията на технологията на ССА има връзка с напредъка на изчислителните технологии поради факта, че ССА е всъщност приложение на компютрите и ИТ в областта на технологиите за контрол на сградите и тяхното управление. Между ССА и системите за автоматизация и изчислителни системи и мрежи в първите три етапа обаче има ясна граница, въпреки че похватите, софтуера и хардуера произхождат от компютърните технологии.



Фигура 2.4. Прогрес на компютъризираните системи за автоматизация [13]

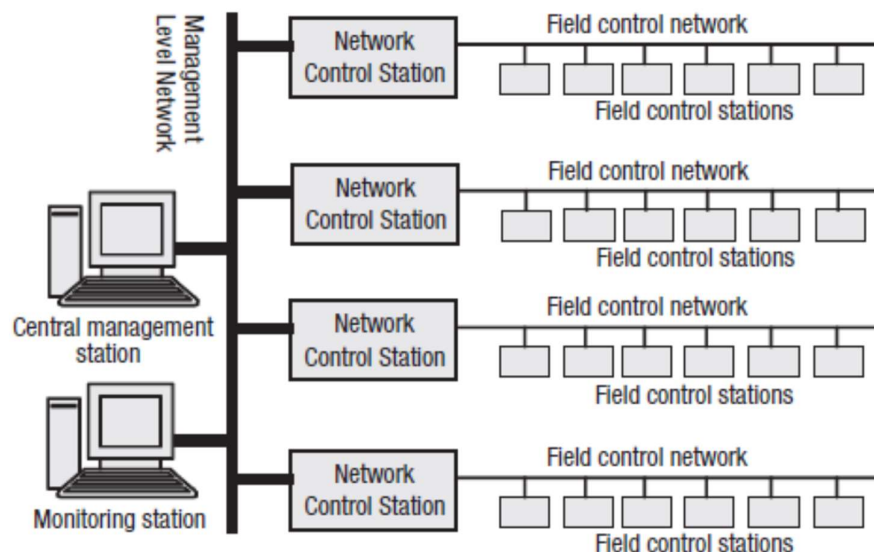
Типичната ССА от четвърто поколение е съвместима с изчислителните мрежи, включващи комуникационни протоколи и средства за обработка на информация. Към днешна дата няма граница между ССА и интранет. Системите могат да бъдат интегрирани лесно в много големи мащаби по отношение на броя на системите и геометрията.

3. Платформи за програмиране и наблюдение и заобикаляща среда

Типична архитектура на системите за автоматизация на сгради и контролни станции

Фигура 2.5. показва пример за типична мрежова архитектура на сградна система за автоматизация, въпреки че ССА са много различни по отношение на техния мащаб и мрежова конфигурация. На практика ССА, особено система от голям мащаб, често може да включва повече нива или слоеве от мрежи. Мрежите за полеви контрол обикновено свързват станциите за полево управление. Контролните станции са свързани със системата за обслужване на сгради чрез сензори, детектори и управляващи устройства за задействане. Мрежовите контролни станции служат като рутер / конвертор за интегриране

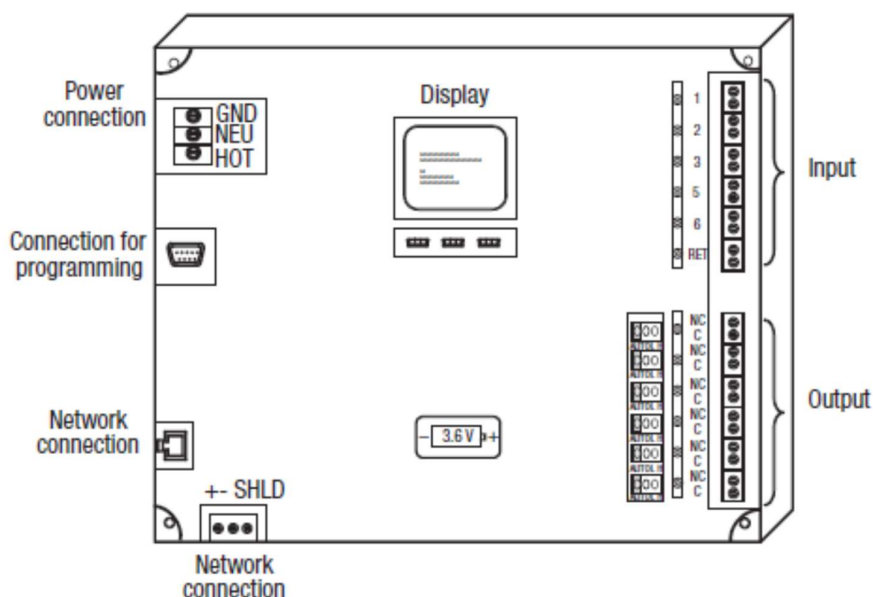
на мрежите за контрол на полето в управлението (по-високо ниво) мрежа. Те обикновено имат относително по-голямо пространство в паметта и по-висока изчислителна мощност. Станциите за контрол на мрежата могат или не могат да имат входи и изходи за директно взаимодействие със ССА. Мрежите за полево управление обикновено имат по-ниска скорост на комуникация.



Фигура 2.5. Типична мрежова архитектура на BAS. [13]

Мрежата на ниво управление включва компютри и станции за мрежов контрол. Устройствата на това ниво обикновено комуникират въз основа на Ethernet, което в днешно време осигурява висока скорост на комуникация.

Компютърните станции, свързани на това ниво осигуряват централно управление и информация/съхранение на данни, както и платформа и интерфейс за операторите. Фигура 2.6. показва типична конфигурация и функционалните компоненти на станции за полеви контрол.



Фигура 2.6. Пример за типична конфигурация на полеви контролни станции. [13]

Станция за полево управление обикновено включва захранваща връзка, една или повече мрежови връзки, порт за програмиране (като свързване към сериен порт или USB порт на компютър), вход и изход връзки и резервна батерия. [13]

Платформа за програмиране и среда

В ранните етапи обикновено се създава програмата за цифрови контролери и след това се подава в ROM или EPROM, като се използват специални съоръжения за програмиране. След това ROM и EPROM-ите биват вмъкнати в контролерите, за да се пристъпи към операция. Съвременните контролни станции обикновено са програмирани с помощта на лесни за използване софтуерни инструменти, без да са необходими специални съоръжения за програмиране.

Софтуерът може да бъде инсталирани на централния компютър, където програмистите могат да конфигурират контролните станции, както и да го изпращат по локалната мрежа или да го инсталират дистанционно. Част от инструментите за програмиране, използвани на централните компютърни станции, са отделни софтуер пакети, а други се комбинират с мониторинга или управлението на софтуерните инструменти.

Тъй като контролните станции, управляващи различните задачи, интегрирани в рамките на една и съща мрежа или система може да са от различни производители, трудно е да се използва един и същ инструмент за програмиране на централните компютърни станции.

Следователно много контролни станции са снабдени с инструменти за програмиране, които обикновено работят на персонални компютри или

преносими компютри, свързани с контрола на станциите директно през серийния порт, USB порт или други подобни входи.

Програмирането на контролна станция обикновено включва две основни категории на задачите: конфигуриране на контролната станция и разработване и изтегляне на приложната програма към контролната станция. Типичните задачи за конфигуриране включват: дефиниране на станция, която работи като сървър, дефиниране на канали и контролери, дефиниране на точки и изтегляне на конфигурационната база данни в сървъра. Програмиращите среди, предоставени от инструментите за програмиране на различните доставчици могат да бъдат много различни и могат да бъдат групирани в три категории:

1. Графичен / символен формат;
2. Шаблон или формат на таблица;
3. Текстови формати на езиково програмиране на високо ниво;

Във всички случаи инструментите за програмиране трябва да предоставят функциите за активиране, преобразуване на програмите, направени от програмистите, в машинен език, които микропроцесорът може да изпълни и да ги изтегли в контролни станции.

В типична среда за програмиране на графичен формат, графично програмиране интерфейс (инструмент) е снабден с функционалните полета, представляващи често използвани функционални рутини за провеждане на специфични изчисления, като PID функция, диференциал и така нататък. Програмите за управление се правят просто чрез избиране на правилните функционални полета и правилното им свързване към контролната логика. Програмата за управление просто използва измерване като прави връзка към входния канал и изпраща решение за контрол от просто свързване на конкретния изход на схемата на програмата със специалния изходен канал на интерфейса за програмиране. Програмиране на контрола на станциите в тази среда не изисква специално обучение по програмиране. Средата осигурява добра гъвкавост за програмиране и сравнително сложна логика на управление. Това обаче не е много ефективно за правене сложни на програми за контрол.

Когато контролните станции са специализирани за определени функции за управление или контрол на определени системи за сградна автоматизация, където логиката за управление може да бъде обобщена в някакъв общ формат и програмата за отделни приложения може да бъде персонализирана чрез дефиниране или промяна на параметрите в общата форма или шаблон, по-опростена форма за програмиране е шаблон или може да се използва инструмент за програмиране в табличен формат. Примери за системи за управление подходящи за програмиране в тази форма са управление на осветлението, контрол на сигурността и системи за пожароизвестяване.

Друго средство за програмиране е текстовият формат на високо ниво на програмиране. Езиците може да са подобни или дори същите като един от

типичните езици за компютърно програмиране, като Basic, C или Fortran. За да отговарят на приложенията за програмиране на контролера, може да има още някои въведени правила. Програмирането в тази среда предлага голяма доза свобода и гъвкавост за обучени програмисти. Предимствата на програмирането на контролер в този формат стават очевидни, когато логиката на управление е много сложна.[14]

Платформа и интерфейс за управление и наблюдение

Повечето съвременни системи за автоматизация предоставят доста удобен и мощен потребителски интерфейс или интерфейс човек-машина за настройка на мрежата на ССА, настройка на база данни и настройка на контролера, както и за мониторинг и управление на системата.

Някои системи споделят една и съща платформа както за конфигуриране, така и за наблюдение, но други са проектирани на различни платформи за наблюдение и конфигуриране. В наши дни много разработчици са склонни да отделят две платформи поради факта, че платформата за мониторинг и управление трябва да управлява определен брой подсистеми от различни производители или използващи различни стандарти. Процесите на ССА могат да бъдат наблюдавани само с помощта на системните дисплеи, които включват обобщение на алармата, детайли на точки, тенденции и групови дисплеи.

Типичните типове дисплеи са изброени в таблица 2.1,

Таблица 2.1. Типични типове дисплеи

Тип дисплей	Описание
Детайл	Предоставя подробна информация за конкретна точка. Информацията включва текущи стойности, сканиране, история и т.н.
Насока	Графично показва промени в стойностите, с течение на времето, на една или повече променливи. Тенденциите могат да се показват по няколко начина, включително криви (графики) и стълбови диаграми.
Група	Показва различни видове информация за свързани точки на единичен дисплей.
Обобщение	Показва информация, като аларми и събития, под формата на списък. Можете да покажете повече подробности за елемент в списъка, като щракнете върху него.
Статус	Показва подробна информация за състоянието на системното оборудване, като контролери и принтери.

Функции на системите за сградна автоматизация

Системата за автоматизация на сградите е високотехнологичният инструмент или платформа, която разширява и подобрява възможностите на хората, които са отговорни за правилното функциониране на системите и операциите на дадена сграда. За да разбере се по-добре за потенциала и възможните положителни въздействия на ССА, е необходимо да се разгледат специфичните нужди при експлоатацията и управлението на сградата, които ССА адресира. Типични функции при наличие на ССА:

- функции за монтаж, управление и контрол;
- функции за управление на енергията (надзорен контрол);
- функции за управление на риска;
- функции за обработка на информация;
- функции за управление на съоръжения;
- мониторинг на ефективността и диагностика;
- управление на поддръжката.

Инсталиране и управление на инсталацията

Една от най-често използваните терминологии в областта на компютърния контрол е директен цифров контрол, поради силата, която тази концепция внася в система за автоматизация. Нарастващото приемане на DDC (**Digital Direct Control**) променя цялостното характера на системите за контрол на сградите, използвани на практика от традиционните аналогови системи към цифрови системи. Самостоятелни контролни станции с DDC капацитет са имат значителна роля в и са все по-важни за изграждането автоматизация.

Контролните функции на ССА могат да бъдат разделени на две категории: локални функции за контрол (или управление на Инсталацията и контрол) и функции за надзорен контрол (или управление на енергията). Локалните контролни функции са основния контрол и чрез автоматизация, позволяват на ССА да работят правилно и да предоставят адекватни услуги. Функциите за локален контрол могат да бъдат подразделени на две групи: контрол на последователността и процес контрол. Контролът на последователността определя реда и условията, свързани с въвеждане на оборудване онлайн или преместване офлайн. Типичният контрол на последователността в системите за сградна автоматизация включва контрол на последователността на чилърите, последователност на помпите контрол, контрол на последователността на вентилаторите и управление на включване / изключване на осветлението, наред с други.

Управлението на процеса се използва за регулиране на управляващите променливи за постигане на добре дефинирани обработва целите въпреки смущения, използвайки измервания на състоянието и / или променливи на

смущения. Примери за типичен контрол на процесите в сгради са контрол на температурата, контрол на дебита на въздуха и водата. Най-честата функция за контрол на обратната връзка, приета за изграждане на процеси е пропорционално-интегрално-производно (PID) управление. Контрол за включване / изключване (или bang-bang control), стъпковият контрол и модулиращият контрол са ефективни схеми за управление и задействане на локални контури за управление на процеса са практики при управлението на сгради.[15]

Функции за управление на енергията (надзорен контрол)

Повечето системи за сградна автоматизация водят до чувствително намаляване на разходите в резултат от подобро управление на енергията. В този случай те предоставят икономическата обосновка за тяхното закупуване. Начините, по които ССА прави икономии на енергия, могат да бъдат широко групирани две категории:

- Първата е икономията, която се получава чрез стартиране и спиране на съоръженията според правилното или оптимално време.
- Вторият е икономия, която се получава чрез експлоатация на инсталации в енергийно ефективни условия, обикновено чрез задаване на оптимални параметри на локалните контролни устройства, контролиращи процесите.

Няма по-добро средство за спестяване на енергия от това за изключване на оборудване, използващо енергия. Разбира се, не е възможно да се изключи оборудването, което е необходимо постоянно. Трябва да може да се изключва оборудването, без да се правят компромиси към качеството на услугите или вътрешната среда. Има два подхода за стартиране и спиране на оборудването по енергийно ефективен начин. Те се наричат „планиран“ и „оптимизиран“ старт / стоп. При планиран старт/стоп, климатичното и вентилационно оборудване, светлините и така нататък се включват или изключват според от часовника и календара. С оптимизиран старт/стоп програма, ССА оценява съществуващите условия, предвижда условия през следващите няколко часа и решава кога да стартира и спре системите, така че да се осигурят условия на околната среда по време на целия период на заетост с минимално потребление на енергия.

Настройките за управление на локалните контролери може да са оптимални и енергийно ефективни, когато са взети предвид определени подсистеми или определени критерии на подсистемата. Контролът, често наричан оптимален контрол, се стреми да минимизира или максимизира реална функция чрез систематичен избор на стойностите на променливи в рамките на разрешени диапазони.

При управлението на ОВК системи, например надзорният контрол има за цел да търси минималната вложена енергия или експлоатационните разходи за осигуряване на задоволителен вътрешен комфорт и здравословно състояние на околната среда, като се вземат предвид постоянно променящите се вътрешни и външни условия, както и характеристиките на ОВК системите. В сравнение с локалният контрол, надзорният контрол позволява цялостно

разглеждане на системното ниво - характеристики и взаимодействия между всички компоненти и свързаните с тях променливи.

Функции за управление на риска

По същия начин, по който ССА открива температурни и влажни условия, той може да се използва и за откриване на пожар или наличие на дим. Интегрираната пожарна безопасност в ССА осигурява по-голяма степен на безопасност на персонала, отколкото използването на две независими системи.

ССА може автоматично да затваря противопожарни врати, да затваря някои въздушни клапи и да отваря други, има възможност да стартира определени вентилатори, както и да спира други и има опцията да поддържа надналягане в определени части на сградата. Това може да помогне за предотвратяване на разпространение на огън и може би, което е по-важно, да се намали разпространението на дим.

Със системата за сигурност, включена в ССА, тя почти винаги осигурява по-голяма сигурност и следователно намалява риска. Осигурява защита от проникване чрез неоторизиран достъп посредством сензори на вратите и прозорците.

От информацията на централния компютър служител по сигурността може да бъде осведомен, не само, че нарушител присъства или се опитва да влезе, но също така и да знае местоположението на нарушителя в сградата. Контрол на достъпа се различава от наблюдението на сигурността, както подсказва името, той всъщност служи за контрол на достъпа до сграда или определени части от нея.

Функции за обработка на информация

Извършването на икономическа оценка на голяма ССА не е маловажна задача, нито може да бъде абсолютно точна. Основни данни, необходими за икономическата оценка е цената на системата, както и икономическите ползи, които могат да бъдат получени от нея. Вероятно е да се изчисли първоначалната цена на ССА по-точно от годишните икономии от енергоспестяване и други подобрения. Мощните системи осигуряват мониторинг на енергията и отчитане на графики/таблици, което позволява по-лесно да бъде направен анализ и оценка. Инженерите могат директно да получат достъп до действителните условия на работа на централата чрез ССА, която наблюдава потреблението на енергия и енергийните разходи, извършва енергийни одити или проверява производителността с помощта на техники за компютърна симулация. С подкрепата на ССА, финансов отчет може да бъде изготвен с много по-малко усилия.

Откриване и диагностика на неизправности, управление на поддръжката, автоматично въвеждане в експлоатация

Технологии за откриване и диагностика на неизправности (FDD) и интелигентна поддръжка, графици и инструменти за автоматично въвеждане в експлоатация са следваща стъпка в развитието на функциите за обработка на информация. Ефективната поддръжка е много важна задача на съвременните системи за автоматизация. Тя може да удължи живота на машините и съоръженията, да поддържа оборудването в състояние на готовност, да повиши неговата ефективност и следователно да намали пълните разходи за жизнения цикъл на оборудването.

Ефективната поддръжката е особено важна за интелигентните сгради, които имат много сложни съоръжения, повечето от които имат пряка връзка с качеството на услугите и играят много важна роля в жизнения цикъл на сградите.

Предлага се интелигентна поддръжка въз основа на данните от мониторинга, които предоставя информация за оборудването. Конвенционална поддръжка се извършва по график, който може да не е подходящ за всички случаи.

Информационно ориентираната поддръжка предоставя услугата, когато е такава е необходима, следователно спестява от разходите за работна ръка. FDD технологиите могат да се прилагат онлайн или офлайн.

Офлайн процесът е извършен въз основа на записаните данни от мониторинга. Онлайн технологията е по-напреднал метод и е в състояние да открива и анализира грешки, докато системата изпълнява и създава отчет едновременно.

Автоматичното въвеждане в експлоатация е за по-нататъшно развитие на FDD технологията. С прилагането на тази технология е възможно не само откриването на грешки онлайн, но и отразяването на резултатите от анализа към системата едновременно, това помага за осигуряване на по-добър контрол или дори възстановяване на данни.[16]

Функции за управление на съоръженията

Специалистите в областта на управление на сгради често разглеждат почти всички функции на системите за сградна автоматизация като част от функциите за управлението на сградата (УС), а СА са системите, използвани за постигане на функциите за УС. Интелигентните сгради се нуждаят от интелигентно управление на съоръженията, за да отговорят на изискванията, които оправдават инвестициите и осигуряват ползи. В същото време хората, занимаващи се с менажирането на сгради, трябва да разполагат с нужните умения, за да контролират по на-добрия начин разпределението на услуги, да имат възможността да се адаптират бързо към променящите се изисквания и да предоставят важна информация. От тази гледна точка основата на управлението на съоръженията е да се гарантира, че всички сервизни съоръжения работят правилно. Но от гледна точка на строителните инженери,

функциите за управление на сграда най-вече се отнасят до използването на сградните пространства и съоръженията, включително икономическа ефективност и финансови аспекти.

Интелигентните сгради обикновено включват управление на съоръжения чрез системи за сградна автоматизация. Следователно, съоръжения за управление на интелигентни сгради изискват комбинацията от интегрирана ССА и традиционната система за управление на информацията. Собствениците на съоръжения и мениджърите изискват големи количества данни от различен тип за качествено и ефективно управление.

Обикновено тази информация, като данни за управление на комунални услуги, енергия, поддръжка, пространство, съответствие с наемателите и околната среда е на разположение и е записана на различни компютри или контролни станции. Що се отнася до традиционната система за управление на информацията, досега на практика са съществували много системи за управление на съоръжения (софтуерни инструменти). Широко използвани при управлението на съоръжения са инструменти като NetFacilities, CAFMTools и ARCHIBUS / FM. Инструментите в тази категория обикновено са платформи за компютърно-базирано управление на пространството, управление на входи, администриране на работни поръчки, взаимодействие с доставчици и други УС функции. Те осигуряват в реално време платформи за сътрудничество между мениджъри на съоръжения, обслужващ персонал, наематели и доставчици. На практика повечето системи за управление на съоръженията все още са единични системи за управление на информацията. Те не могат да извличат данни от интегрирани системи за автоматизация на сгради, които са огромен източник на данни. В бъдеще компютърните съоръжения и системи за управление на поддръжката трябва да предоставят по-удобни и ефикасни инструменти за управление и да се възползват напълно от предимството на интегрираните системи за автоматизация в интелигентни сгради. []

4. Комуникационни мрежи

Интеграцията е една от основните характеристики на съвременните системи за автоматизация на сградите. Тази интеграция е на цифровите станции или устройства (системна интеграция) и интеграция на контрол и управление на функции (интеграция на функции).

В модерна сграда може да има голям брой цифрови станции или устройства, които да бъдат интегрирани. Локалните мрежи са основният избор за интегрирането на такъв голям брой станции или устройства в сграда или в сгради, разположени на близко разстояние (да речем няколко километра). LAN мрежите са използвани за предаване на данни между станциите или устройствата в мрежите. [17]

4.1 Характеристики на LAN

Широкоохватна мрежа (WAN) и локална мрежа

WAN и LAN се разграничават въз основа на географското разпространение на устройствата в мрежите. Глобалните мрежи осигуряват комуникации на голямо разстояние и нямат географска граница. Те разчитат на инфраструктура като телефон, мрежи и интернет гръбнак, който вече е инсталиран и следователно осигурява покритие по целия свят.

WAN и LAN се използват за свързване на мрежи и цифрови устройства, разделени на дълги или къси разстояния, но всъщност е трудно да се разграничи точна географска граница между тях. Обикновено LAN се използва при малки географски разстояния, обикновено една сграда или най-много кампус.

Централизирани мрежи и децентрализирани мрежи

Могат да се разграничат два основни типа компютърни контролни мрежи: централизирани мрежи и децентрализирани мрежи. Тези имена се отнасят до работата на мрежа, а не физическото поддръждане на възлите и предавателни връзки (където възел се отнася до компютърно базирана станция или устройство в мрежа). В централизирана мрежа има „master“ - мрежов контролер (или централна станция), който контролира преноса на данни между всички възли в мрежата. Обикновено всички преводи трябва да преминат централния възел, дори ако те са само обмен на информация между два периферни възела. В децентрализираните мрежи всички възли имат еднакво право да използват мрежови връзки и всички се управляват от едни и същи правила, независимо от това дали е много голяма или много малка станция. Няма отделна мрежа „master“, какъвто е случаят с централизираните мрежи, и контролът върху достъпа до мрежовите връзки се разпределя между всички мрежови възли. Сравнявайки централизирани и децентрализирани мрежи, може да се открие, че централизираните мрежи са по-малко надеждни поради факта, че не могат да работят, ако един от мрежовите възли се повреди или даде грешка. Но при проблем с някой от възлите на децентрализираната мрежа не се засягат други възли. От друга страна, мрежовият протокол за централизирана мрежа е по-прост от протокола за децентрализирана мрежа.

4.2. Мрежови стандарти

Ethernet (IEEE 802.3)

Терминът Ethernet се отнася до семейството LAN продукти, обхванати от IEEE Стандарт 802.3, който определя това, което е общоизвестно като CSMA/CD протокол. В момента са дефинирани три скорости на данни за работа през оптично влакно и усукани двойки кабели: 10 Mbps (10Base-T Ethernet), 100 Mbps (Fast Ethernet) и 1 Gbps (Gigabit Ethernet). Ethernet с още по-висока скорост, такъв като 10 Gigabit Ethernet, е в процес на разработка. Други технологии и протоколи са рекламирани като вероятни заместители.

Ethernet е оцелял като основна LAN технология в компютърни и работни станции. Той също е един от най-популярно използваните LAN технологии в

автоматизацията на сгради в днешни дни. Ethernet протокол има следните характеристики:

- лесно се разбира, внедрява, управлява и поддържа;
- позволява внедряване на евтини мрежи;
- осигурява широка топологична гъвкавост за инсталация на мрежата;
- гарантира успешна взаимна връзка и работа със стандарти, отговарящи на изискванията на различните продукти, независимо от производителя.

Ethernet използва режим за откриване на сблъсък на LAN комуникации. При липсата на токени, свързани с тази LAN, възлите са свободни за изпращане на съобщения винаги, когато няма друга дейност по връзката. Съобщения, изпратени от два възела в същото време ще се сблъскат. След това съобщението ще бъде загубено и възлите ще се изчакават определен период от време, преди да се опитат да изпратят отново

ARCnet (ANSI стандарт 878.1)

Това е метод с токени за предаване и комуникация с данни работещи при 2.5 Mbps. ARCnet предава токен от възел на възел и всеки даден възел може да комуникира само когато има токена. ARCnet е широко разпространен и се използва се в индустриални системи за управление и сградни синсталации. Той е избран като ценовоефективен метод за LAN топология. В таблица 2.3. са показани техническите спецификации на ARCnet. ARCnet е предвидена да бъде LAN за офис автоматизация, когато е първоначално въведена от Datapoint Corporation в края на 70-те години. Datapoint предлага мрежа с разпределена изчислителна мощност, работеща като такава на по-голям компютър. Тази система е Attached Resource Computer (ARC) и мрежата, свързваща тези ресурси, се нарича ARCnet.

Използването на ARCnet като мрежа за автоматизация на офиси намалява и сега е доминиран от Ethernet. ARCnet обаче продължава да постига успех в индустриалната сфера и индустрията за автоматизация на сгради, тъй като нейните характеристиките са подходящи за контрол. ARCnet се доказва като много надеждна. ARCnet също е бърза, осигурява задоволителна производителност и може да обхване големи разстояния, което я прави подходяща технология. Терминът *fieldbus* се използва в индустрията и индустрията за автоматизация на сгради за означаване на мрежа, състояща се от компютри, особено контролери и устройства, монтирани на различни места. ARCnet е идеална полева шина. За разлика от мрежите за автоматизация на офиса, fieldbus трябва да доставя съобщения по начин, предвидим във времето. Протоколът за предаване на токени на ARCnet осигурява тази своевременност. Съобщенията на Fieldbus обикновено са кратки. ARCnet дължините на пакетите са променливи от 0 до 507 байта с малко режийни разходи и са в комбинация с високата скорост на предаване на данни на ARCnet, обикновено 2,5 Mbps, което е не особено висока в наши дни, но все

още е достатъчно висока за полеви мрежи в приложения за индустриална и сградна автоматизация. [18]

LonTalk

LonTalk е LAN протокол, който е тясно свързан с комуникационният хардуер (Neuron чипове) също се предлага на пазара под името Echelon Corporation. Докато комисията по BACnet избира да не подкрепя корпорацията Echelon Corporation за дефиниция на стандартен протокол (на по-високите слоеве), те позволяват BACnet съобщения, които да се изпращат чрез LonTalk. LonWorks се отнася до семейство продукти, разработени от Echelon Corporation въз основа на протокола LonTalk. През последните години няколко доставчици на ССА и контролно оборудване са включили технологията Echelon в някои от техните продукти. Всички тези продукти използват патентован чип, наречен Neuron чип, който е специален комуникационен процесор. Невроните използват технология наречен LonWorks на базата на комуникационния протокол LonTalk за всякакъв тип комуникация, включително горните слоеве. LonMark е организацията отговаряща за стандартизацията. LonTalk е използван в продуктите на LonWorks и има два основни компонента: транспортен протокол от долния слой и протокол за горния слой за приложение. Тук терминът LonTalk се отнася до долните транспортни слоеве.

4.3. Безжични технологии

През последните години безжичните технологии предоставиха нови опции, които преодоляват ограниченията при инсталиране и премахване на физическите или финансовите ограничения, свързани с твърдо окабеляване за системи за сградна автоматизация. Това е широко признание, че безжичните системи за автоматизация могат да имат голямо въздействие върху съоръженията и тяхната производителност, ефективност на разходите и възвръщаемост на инвестициите.

Безжичните среди лесно се адаптират към променящите се бизнес нужди или към нови изисквания към съоръженията. Също така, премахването на окабеляването и свързаните с това усилия ускорява инсталацията, опростява преоборудването и разширяването на системата. Безжичната база на системите предлагат на собствениците на сгради и хората, отговорни за управлението на съоръжения повече възможности за избор и по-малко ограничения, включително:

- лекота на разполагане;
- намаляване на разходите;
- мащабируемост на мрежата;
- по-опростен и гъвкав дизайн на системата;
- по-бързи и по-малко рушащи инсталации и модернизация;

- по-плавна и по-евтина миграция, организирана с цел приспособяване на бюджетите и графици.

Гъвкавостта е най-голямата полза при внедряването на сравнима безжична система към жична мрежа. Сензорите могат да бъдат разположени или преместени, за да се оптимизират производителността на системата, да повишат комфорта на клиентите и да се адаптират към смяната на плановете и разпределенията. Понастоящем се предлагат много безжични технологии и продукти в ССА индустрията и се полагат много усилия за разработване на безжични технологии за приложения при системите за сградна автоматизация.. Налични са различни безжични комуникационни технологии с малък обсег като безжичните технологии, свързани с приложенията на ССА, са основно:

- ZigBee технологии;
- Съвместими с 802.11 (Wi-Fi) технологии;
- Bluetooth технологии;
- други собствени технологии. [15]

ZigBee технологии

ZigBee Alliance е мрежова спецификация, която е надградена над IEEE 802.15.4. Стандартът е одобрен през декември 2004г. и добавя логически мрежов, защитен и приложен софтуер. Стандартът е създаден, за да отговори на пазарната нужда от икономически ефективна, базирана на стандартно решение за безжична мрежа, което поддържа ниска консумация на енергия, ниски цени за пренос на данни, сигурност и надеждност. Потенциалните приложения включват домашна автоматизация, сградна автоматизация и автоматизирано отчитане на измервателните уреди, както и промишлен мониторинг и контрол. Обхватът на ZigBee устройствата с директна комуникация е 30–91 м за нормални сгради, което го прави подходящ за приложения за сградна автоматизация.

ZigBee използва множество мрежови топологии или конфигурации - звезда, мрежа или клъстерно дърво (което е комбинация от топологиите звезда и око). Най-подходящата топология варира в зависимост от съоръжението. Независимо коя от топологиите се използва пълнофункционалните устройства (FFD), като полеви панели, захранвани от 24 V AC, могат да насочват трафик от други възли. За разлика от тях, устройства с намалена функция (RFD) са захранвани от батерии като сензори за стайна температура, са ограничени до предаване и получаване на само собствен трафик. ZigBee работи на множество честоти, 250 Kbps при 2,4 GHz, 40 Kbps при 915 MHz (за американските пазари) и 20 Kbps при 868 MHz (за европейските пазари). Следователно той заема същата нелицензирана лента като Wi-Fi и Bluetooth. [19]

Wi-Fi технологии

Wi-Fi технологиите се основават на стандарта за протокол IEEE 802.11 (2,4 GHz) който е създаден предимно за насърчаване на оперативна съвместимост на базирани на LAN мрежи и е най-подходящ за LAN-базирани приложения. Wi-Fi се използва предимно за TCP / IP трафик по Ethernet връзки, който изисква всички устройства да имат да уникален IP адрес. Тъй като безжичните полеви контролери и устройства на ССА обикновено се нуждаят от много ниски скорости на предаване на данни, Wi-Fi няма предимства за приложенията на това ниво и следователно не е подходяща технология. Поради високата си скорост и TCP/IP съвместимост, тя има едно потенциално приложение, а именно да се установи безжична връзка на свързване с Ethernet, към съществуващата безжична LAN мрежа в сградата. [20]

Bluetooth технологии

Bluetooth е технология от предназначена главно към приложения за замяна на кабели с малък обхват, като безжични клавиатури и мобилни телефони със функция „свободни ръце“. Може да поддържа само ограничен брой мрежови устройства(до осем за мрежа). Информацията, скоростта и консумацията на енергия на Bluetooth радиостанциите са по-ниски от Wi-Fi и по-близо до изискванията на приложенията за сградна автоматизация. [21]

Патентовани/вътрешни/ технологии

Има различни безжични решения на отделни производители, подходящи за индустриални приложения за автоматизация на сгради и предоставят практически решения за много безжични ОВК системи. Това са Вход/Изход приложения със скорост на предаване на данни в диапазона от 9600 bps до над 1 Mbps. Няколко собствени безжични мрежови системи са отскоро на върха на стандарта IEEE 802.15.4 за физически и MAC слой, който се базира и на ZigBee. Следователно, някои собствени технологии споделят много от същите технически предимства на ZigBee, включително без смущенията при предаване с разширен спектър с пряка последователност и дори мрежи и подобни на мрежи мрежови протоколи на повторители. Тези цифрови системи осигуряват надеждност, производителност и полезен обхват, заедно с усъвършенствани предаватели, с живот на батерията от две до пет години. Предимството на патентованите решения е, че те могат да бъдат оптимизирани за обслужване на приложения с относително малък обем. Патентованите решения не изискват висока квалификация за работа с тях, могат да бъдат оптимизирани в по-висока степен. Недостатъците са по-високата цена и липсата на адекватна поддръжка от доставчика в сравнение с приложенията за широка употреба. [22]

4.4. Прилагане на безжични технологии в ССА

Полево оборудване: Безжичната сензорна мрежа се нуждае от по-малка честотна лента от контролера на мрежата. Могат да бъдат избрани други по-ниски честоти, за поддържане на по-ниски обеми от данни. Устройствата включват сензори и изпълнителни механизми. Захранването се осигурява от батерии. Сензорите подават сигнали към безжична мрежа, така че те трябва да бъдат енергийно ефективни устройства. Техните възможности включват основно отчитане на промени в стойността и отговори на заявки. Повечето от времето, когато са на празен ход или в покой, те не изразходват енергия. Силата на задвижванията не е проблем, тъй като обикновено се захранват от променливотоково захранване.

Ниво на автоматизация: Мрежата на безжичния контролер се нуждае от по-широка честотна лента за предаване на повече данни от безжична сензорна мрежа. Това изисква използване на по-висока честотна лента за поддържане на по-високи скорости на предаване на данни. Контролерите обикновено се инсталират там, където е налично захранване с променлив ток. Така че захранването да не е проблем за приложенията на това ниво. Безжичните устройства могат да бъдат с повече функции като например маршрутизиране на съобщения от един възел към друг.

Ниво на управление: Това ниво включва компютри, мрежови контролери, или други устройства, подходящи за работа с Ethernet. Поради високия си трафик и TCP / IP съвместимост, Wi-Fi стандартът може да бъде приложен за установяване на безжична връзка на подходяща за Ethernet полеви панел към съществуващата жична или безжична LAN на съоръжението.

Някои производители предлагат безжични ССА продукти, базирани на Wi-Fi в нива на управление и автоматизация. Нивото на управление на ССА може да споделя в комуникационна мрежа с други информационни мрежи, както жични, така и безжични. Wi-Fi мрежите са само инфраструктурата на цялата сграда в тези случаи и не са специфични за ССА по отношение на технологията и инсталацията. ССА следва непрекъснато развиващата се технология на ниво управление в ИТ сферата. Следователно фокусът в полето на СССА е върху развитието на безжични мрежи на нива на автоматизация и полеви (сензорни) нива.

Когато голям брой безжични сензори трябва да бъдат свързани в мрежа, няколко нива на работа в мрежа могат да се комбинират. Например IEEE 802.11 (Wi-Fi) мрежова мрежа, състояща се от възли от висок клас, като входни единици, може да бъде насложена върху ZigBee сензорна мрежа, за да се поддържа високо ниво на мрежовата производителност. Отдалечен сървър с приложения също може да се използва на място към локалната сензорна мрежа за управление и за събиране на данни, за хостване на уеб-базирани приложения и други дейности.

Напоследък на пазара се прилагат много безжични продукти в ССА, от интегрални схеми, модули, сензори, изпълнителни механизми, термостати,

контролери. По-голямата част от тях са съвместими със ZigBee или IEEE 802.15.4. Безжичните технологии, особено ZigBee, ще имат по-голямо въздействие в индустрията и безжичната автоматизация на сградите и ще бъдат сред практическите опции. Те обаче все още нямат голям набор от приложения. Производителите на безжични ССА се борят да направят безжичните системи по-достъпни за повече потребители. Редица въпроси засягат потребителите, включително надеждност, живот на батерията, сигурност и смущения в други безжични мрежи или устройства. [23]

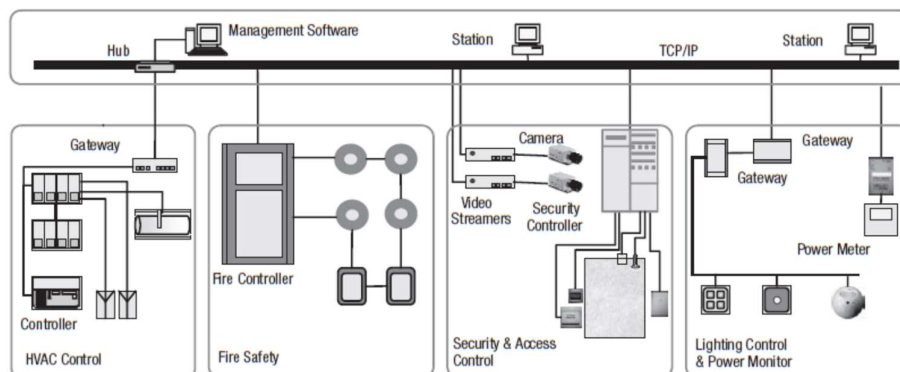
5. Комуникационни стандарти при системите за сградна автоматизация

5.1. История и проблеми

Несъвместимостите, ограничени възможности за интеграцията, както и проблемите, свързани с продуктите на различни доставчици на системи за сградна автоматизация през последните десетилетия създават много главоболия и проблеми, както на собственици на имоти, така и на хората, занимаващи се със системна интеграция. Въпреки че е постигнат голям напредък по оперативна съвместимост на ССА, проблемът със съвместимостта все още е един от най-неприятните, притесняващи специалистите днес. Обикновено в типична ССА се използват различни комуникационни протоколи, дори сред продуктите на една компания. Популярен начин за интегриране на продукти от различни протоколи е да се използва гейтуей, който има ролята на преобразувател от един протокол към друг. Но развитието на този способ изисква значителни усилия, разработчикът трябва да разполага с техническите подробности за два протоколата. Това изисква големи усилия за конфигуриране и правилно картиране на точките с данни. Това прави тези устройства скъпи, също така се забавя времето за реакция поради, необходимостта от преобразуване на сигналите. Освен това е трудно да се програмира и конфигурира контролер през портал/гейтуей/. Като практически пример е показан на фигура 2.7. където се илюстрира конфигурацията на система, което включва система за сградна автоматизация, обединяваща:

- ОВК система;
- Система за пожароизвестяване;
- Контрол на достъпа;
- Охрана;
- Контрол на осветлението;
- Разход на енергия.

В тази система, всички подсистеми са интегрирани в един Ethernet гръбнак, като потребителите могат да контролират и наблюдават цялата система чрез софтуера за управление.



Фигура 2.7. Интегрирана интелигентна сградна система. [20]

Възможна е взаимна интеграция между отделните подсистеми. Например при възникване на пожар и задействане на прототивопожарната система, вентилационната инсталация ще задейства съответния аварийен протокол, ще спре нагнетателната инсталация и ще визуализира проблема на централния дисплей.

Осветлението се включва втоматично, когато упълномощено лице влезе в лабораторията, идентифицирано от панела за контрол на достъпа. Цифровата камера за видеонаблюдение може да се обърне за наблюдение на определени места и започва да записва, когато човек възнамерява да влезе в лабораторията или когато вратата е отворена. Интелигентните функции и удобство, предоставени от интеграцията на подсистемите за сградна автоматизация са невероятни.

Всяка подсистема обаче има различен протокол в тази система. Необходими са портали за преобразуване на протоколи за постигане на обща интеграция на подсистемите. Софтуерът за управление комуникира с подсистемите чрез съответните драйвери. Ако е необходимо взаимодействие между подсистемите, софтуерът за управление играе ролята на „агент“. Това взаимодействие е собствен метод на доставчика, а не стандартен метод, той не е гъвкав и създава предпоставки за много трудности, ако бъде добавена нова подсистема от трета страна. [20]

В днешно време бързото развитие на информационните технологии предлага нови възможни методи и решения за преодоляване на тези трудности. Има ясно разбиране на проблема, йерархичният модел на ССА може да се използва като референция. Мрежата на ССА може да бъде разделена на три нива: ниво на управление, ниво на автоматизация и полево ниво. Интеграция и оперативната съвместимост може да бъде разгледана на различни нива. Може да се постигне интеграция и взаимодействие на всичките три нива, започвайки отдолу (ниво на полето) или да постигнете интеграция и взаимодействие на по-

високо ниво. Това осигурява два възможни начина за решаване на проблемите на оперативна съвместимост и интеграция. Много по-лесно е да се използва един и същи протокол за отворена комуникация във всичките три нива. ISO, ASHRAE и няколко други организации работят по това. Например ISO приема няколко стандарта за отворен протокол (напр. ISO 16484–5 и ISO / IEC 14908–1) от полево ниво до ниво управление, за да се увеличи оперативна съвместимост на CCA. ISO 16484–5 основно се отнася до BACnet. Комуникационен протокол за автоматизация на сгради и мрежи за управление представен от ASHRAE ISO / IEC 14908–1 се отнася до комуникацията LonWorks протокол. Въпреки факта, че различни протоколи в момента се използват и съществува необходимост от интегриране на CCA и други бизнес системи като например информационни системи за управление (MIS), друг начин е да се постигне интеграция и взаимодействие със стандартни протоколи на горно ниво (напр. ниво на управление), е да се пренебрегне взаимодействието на протоколи на по-ниско ниво директно. Например OPC и някои нововъзникващи ИТ технологии (например XML, SOAP и уеб услуги) могат да бъдат използвани за решаване на задачата. [24]

5.2. Комуникационни протоколи

Има няколко потенциални стандарта, които в бъдеще ще доминират отворените CCA комуникационни протоколи за всичките три нива, като BACnet, EIB-ObIS (спецификация на интерфейса на европейската инсталационна шина) и LonWorks. Всички те са обектно ориентирани протоколи или имат разширение на обектно ориентирана технология.

BACnet

BACnet е протокол за комуникация на данни за сградна автоматизация и контролни мрежи. А протоколът за комуникация на данни е набор от правила, регулиращи обмена на данни през компютърна мрежа, която покрива всички компоненти - от какъв вид кабел да се използва или затова как да се формира определена заявка или команда по стандартен начин.

Това, което прави BACnet специален е, че правилата се отнасят конкретно до нуждите на оборудването за сградна автоматизация, т.е. те обхващат неща като тези как да имаме достъп на информация за стойността на температура, да можем да дефинираме графика на работа на вентилатора или получим алармен сигнал за състоянието на помпата.

BACnet е разработен под егидата на асоциацията на инженерите в областта на вентилацията и климатизацията (ASHRAE). Това е американски национален стандарт, европейски стандарт, глобален стандарт ISO и национален стандарт в повече от 30 държави. Протоколът е създаден и се поддържа от постоянния комитет по проект на ASHRAE 135. Това е единственият отворен протокол, който е проектиран първоначално за сградна автоматизация, той е отворен протокол, който поддържа функции от висок клас като планиране, аларми и прогнози.

За постигане оперативна съвместимост в широк спектър от оборудване спецификацията на BACnet се състои от три основни части:

- първата част описва метод за представяне на всякакъв вид CCA оборудване по стандартен начин.
- втората част дефинира съобщения, които могат да се изпращат през компютърна мрежа за наблюдение и контрол на такова оборудване.
- третата част определя набор от приемливи LAN архитектури, които могат да се използват за предаване на BACnet комуникации.
- *Безопасна точка* - дефинира стандартизиран обект, чиито свойства представляват характеристики, свързани с инципирането на показващи устройства в случай за пожар, безопасност.

LonWorks

Протоколът LonWorks, известен още като протокол LonTalk и ANSI/EIA 709.1 Control Networking Standard е сърцевината на системата LonWorks. Протоколът предоставя набор от комуникационни услуги, които позволяват на приложната програма в устройство да изпраща и получава съобщения от и до други устройства по мрежата, без да е необходимо да се знае топологията на мрежата, имената, адресите или функциите на други устройства. [24]

Modbus

Modbus е един от популярните протоколи, използвани в индустриалната автоматизация. Поддържа традиционни серийни протоколи на RS232 / 422/485 и Ethernet протоколи, позволява индустриални устройства като PLC, HMI и измервателни уреди да се ползват Modbus като техен комуникационен метод. Протоколът Modbus се появява в средата на 70-те години като ранен протокол за свързване на терминали с PLC на Modicon с помощта на „master-slave“ (понякога се нарича връзка „master-client“). Това е прост, отворен, базиран на съобщения протокол, и е приет като стандарт в индустрията много бързо. Той поддържа асинхронни комуникации от точка до точка и многократно и може да бъде използван с различни серийни интерфейси (напр. RS-232, RS-422, RS-485 и модеми).[25]

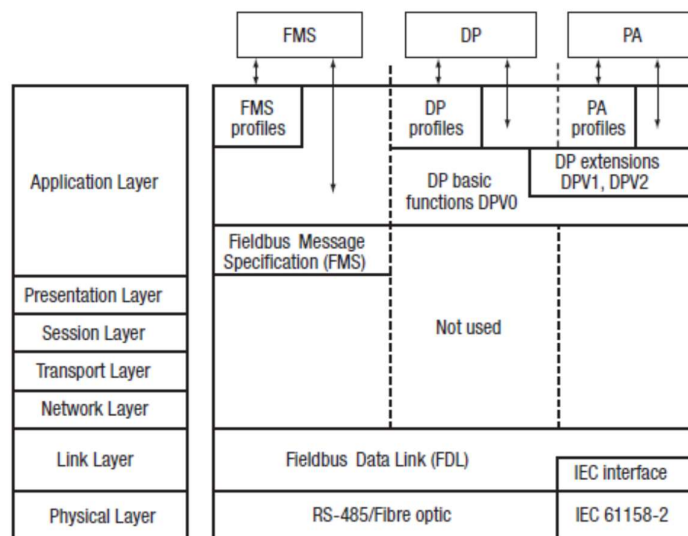
PROFIBUS

PROFIBUS (PROcess Fieldbus) е широко приета отворена автоматизация и стандарт на полевата мрежа, който се поддържа от индустрия, доставяща широка гама от оборудване, инструменти и поддръжка. PROFIBUS е въведен през 1989г. като немски стандарт, DIN 19245, по-късно приет за международен стандарт EN 50170. Стандартът PROFIBUS вече е включен в IEC 61158.

Семейството PROFIBUS се състои от три съвместими версии, предлагащи много висока завършеност и способност, подходяща за нуждите на системите за сградна автоматизация, включително:

- PROFIBUS DP (Децентрализирана периферия), осигуряваща ниска цена, висока скорост, прости комуникации на ниво поле. Около 90 процента от настоящите приложения на PROFIBUS използват DP.
- PROFIBUS FMS (Спецификация на съобщението на полевата шина) осигурява висок клас, комуникации на ниво приложения. Обикновено се използва в клетка или на ниво контролер, осигуряващо обектно ориентирано предаване на структурирани данни, зареждане и контрол на програми, алармени услуги и други подобни.
- PROFIBUS PA (Process Automation) е разработен специално за много рентабилна двупроводна връзка, носеща както мощност, така и данни. Това е особено рентабилно за опасни среди като промишлена преработка. [26]

Трите протоколни технологии могат да работят заедно. DP и FMS споделяне същата електрическа предавателна система (RS-485), докато PA използва различна електрическа предавателна система (IEC 1158–2), но споделя същия протокол като DP и FMS. PROFIBUS DP разширения и интегрирането на PROFIBUS с Ethernet технологията показват, че FMS е по-малко важен, отколкото в миналото. FMS вече не се поддържа от PROFIBUS International. Има обаче все още FMS инсталации в експлоатация.



Фигура 2.9. PROFIBUS протоколен модел [27]

Освен за сградна автоматизация PROFIBUS е атрактивен протокол в широк спектър от индустрии, включително фабрична автоматизация, роботика и металообработващи машини, храни производство и химическо и нефтохимично производство. И трите версии на PROFIBUS (DP, FMS и PA) използват еднакъв достъп до шината. Този протокол е реализиран от слой 2 на

OSI Reference Модел, както е показано на фигура 2.9. В PROFIBUS слой 2 се нарича Fieldbus връзка за данни (FDL). FDL обработва протоколи за предаване на данни и включва мерки за сигурност на данните и откриване на грешки. PROFIBUS може да бъде внедрен в над три незадължителни предавателни системи (кабели), всяка със собствена област от приложимост. Те включват: RS485, оптична и екранирана усукана двойка. [27]

EIB

Европейската инсталационна шина (EIB) е полева шина, предназначена да подобри електрическите инсталации в домове и сгради с всякакви размери чрез разделяне предаването на контролна информация от традиционното основно окабеляване.

EIB се основава на отворена спецификация, поддържана доскоро от EIB Асоциация (EIBA). Ключовите части от него са включени в CEN1998 и EIA1999. През 2002 г. EIB се обединява с обединена с Batibus и European Home System (EHS). Целта на това сливане е да се създаде единен Европейски дом и изграждане на стандарт за електронна система. Новият стандарт KNX (Копнех2004) се стреми да комбинира най-добрите им аспекти. EIB / KNX вече са разработили избор на специално окабеляване и предаване на електропроводи, както и проста форма на IP тунелиране.

EIB / KNX

Основната EIB / KNX среда е вариантът на усуканите двойки кабели, известен сега като KNX TP1. Единичната усукана двойка пренася сигнала, както и 29 V DC към захранващи устройства с до 50 mW от клас 2 (безопасност с изключително ниско напрежение). Данните се предават с помощта на балансиран сигнал от основната лента с 9 600 bps. TP1 позволява лесно топологично окабеляване с дължина до 1000 м.л. кабел на физически сегмент. До четири сегмента могат да бъдат обединени с помощта на мостове (наречени ретранслатори на линии), образуващи линия. Средният достъп на TP1 се контролира чрез използване на CSMA с битов арбитраж на приоритета на съобщението и станция с определен адрес. Осигурени са четири нива на приоритет.

KNX RF използва поддиапазон в честотната лента от 868 MHz, запазена за устройства от малък обхват от европейските регулаторни органи, което е ограничено от изискване за цикъл под 1%. Особено внимание е отделено на минимизиране на хардуерните изисквания. За тази цел KNX RF не само поддържа двупосочна комуникация, но също и устройства само за предаване. Това намалява цената на прости сензори и превключватели без индикатори за състоянието. KNX RF устройствата комуникират по равнопоставен метод. [28]

EIBnet/IP

Основният градивен елемент на мрежата на EIB съдържа до 254 устройства с топология. Следвайки дървовидна структура на три нива, подмрежите се

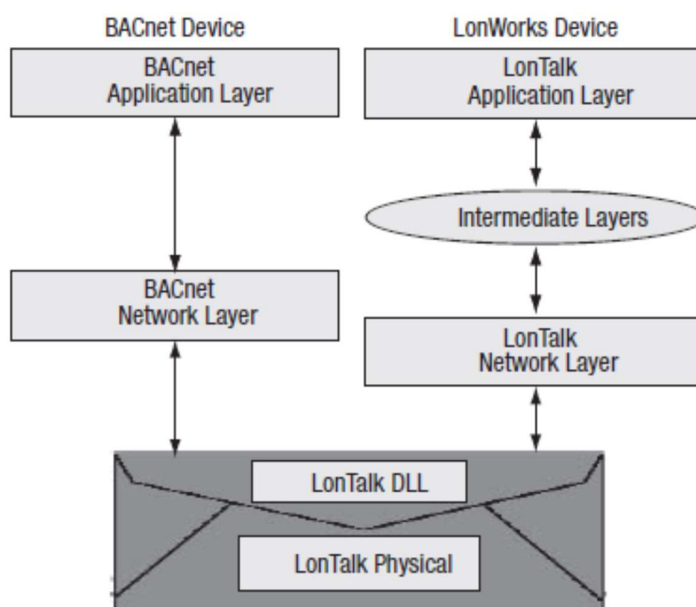
интегрират чрез свързване към основната мрежа чрез рутери. Обикновено се използва IP тунелиране за основната мрежа и гръбнака, с EIBnet / IP рутери, свързващи подмрежи. Като цяло мрежата може да съдържа около 60 000 устройства максимум.

5.3. Съвместимост на различни стандарти за отворен протокол

BACnet приема само подмножеството на LonTalk, а не всички слоеве. Само LonTalk Physical Layer и LonTalk Data Link Layer са приети като една от опциите за неговите шест алтернативни транспортни технологии. Останалите слоеве на BACnet и LonWorks са напълно различни. Следователно BACnet устройства и устройствата на LonWorks не са оперативно съвместими.

Причината за липсата на оперативна съвместимост не е трудно да се разбере като може да се види на Фигура 2.10. BACnet приема само физическия слой LonTalk и Data Link Layer като свой транспортен механизъм. Горните слоеве са съвсем различни. Само BACnet устройства могат да четат BACnet съобщения.

По същия начин само устройствата на LonWorks могат да четат съобщения на LonWorks.[29]



Фигура 2.10. BACnet транспорт към LonTalk [29]

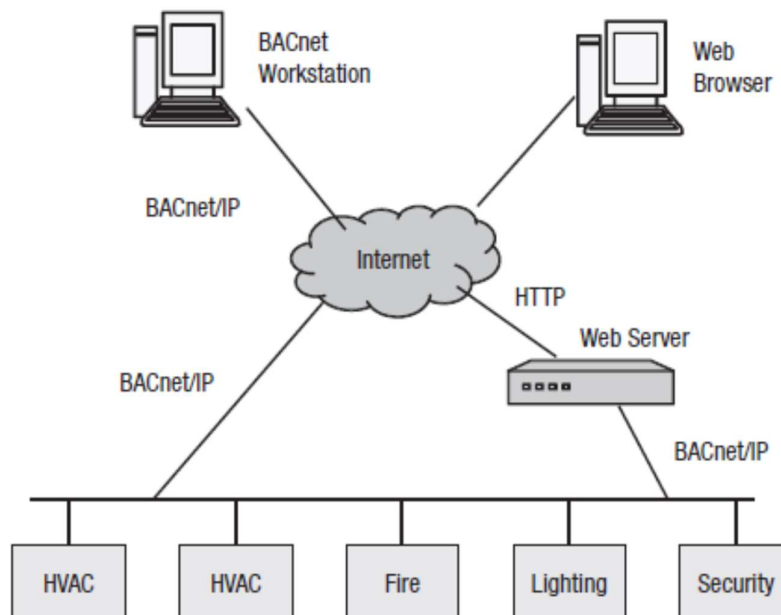
IP съвместимост на BACnet

Устройствата BACnet са лесни за свързване към интранет или Интернет. Те имат различни възможности за избор на устройства, като BACnet рутер, BBMD, BACnet PAD и дори самите BACnet устройства (Ethernet 802.3 устройства, BACnet / IP устройства). Има два вида технологии на BACnet за реализиране на IP връзка.

Единият е BACnet / IP Packet- Assembler- Disassembler (PAD) рутер технология, което е посочено в приложение H.3 на ANSI / ASHRAE стандарт 135–2001. PAD рутер е поставен на всяка BACnet мрежа, която трябва да бъде свързана през IP мрежа към друга BACnet мрежа. Когато получи BACnet съобщение за устройство в друга BACnet мрежа, което е достъпно само чрез IP мрежа, тя поставя BACnet съобщението в UDP / IP съобщение с IP адреса на PAD устройството в целевата BACnet мрежа и изпраща съобщението през IP мрежата. Получаващият PAD извлича съобщението BACnet и предава съобщението в локалната мрежа. Тъй като PAD изпраща съобщението директно до известен IP на друг PAD, това изисква PAD да поддържа таблица на своите равнопоставени PAD устройства. За жалост, тунелните рутери имат няколко значителни проблеми с конфигурацията и изискват много експертна ръчна конфигурация (поддържане на таблиците), за да работят правилно.

Друг проблем е, че добавянето на едно BACnet устройство към BACnet система чрез IP междинна мрежа ще изисква или самото устройство да предоставя услугата PAD или да се добавя на друго устройство, което предоставя PAD услуга, което значително увеличава разходите.

BACnet се подобрява значително, преодолявайки тези ограничения с приемането на втората технология на BACnet за реализиране на IP връзка, така че BACnet / IP са дефинирани в приложение J към ANSI / ASHRAE стандарт 135–2001. По принцип BACnet / IP устройствата комуникират, използвайки IP съобщения вместо BACnet съобщения, позволяващи лесно добавяне на устройства към всяка IP мрежа. Това се реализира чрез дефиниране на нов протоколен слой, наречен BACnet Virtual Link Layer (BVLL). Постигнато е управление на излъчването чрез дефиниране на възможностите на ново устройство, наречено BACnet Broadcast.



Фигура 2.11. Връзка на BACnet u Internet [30]

Устройство за управление (BBMD) като алтернатива може да се използва IP мултикаст. Този метод позволява на устройствата да влизат в системата от всяко място в IP мрежата. Те поддържат BACnet устройства с IP като универсални контролери, които изпращат и получават BACnet съобщения в IP формат. Следователно, BACnet устройствата ефективно използват IP мрежи като BACnet LAN. Фигура 2.11. показва връзката между BACnet и Интернет и начин за осъществяване на достъп от BACnet устройства с уеб браузър.[30]

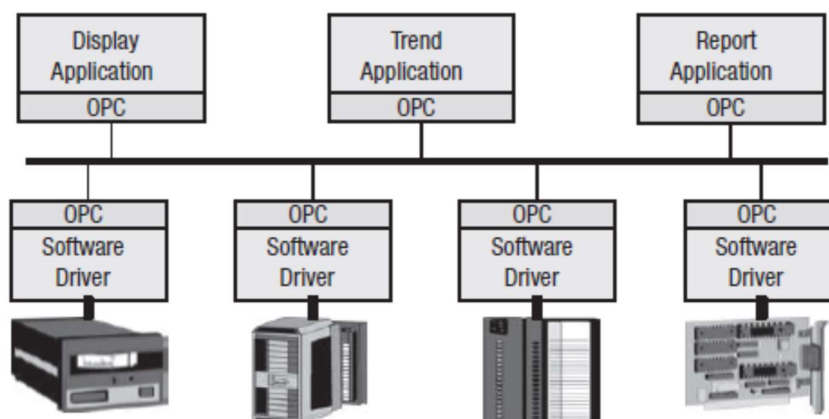
5.4. Интеграция на ниво управление

Интеграцията на ниво управление е основно комуникация на приложения. За тази цел могат да се използват няколко технологии. Преди две десетилетия повечето продукти са приели патентовани комуникационни протоколи, докато технологията DDE на Microsoft е използвана за постигане на комуникация на различни софтуери. Въпреки това, поради лошото представяне на DDE, тази технология е премахната. Разработени са различни комуникационни технологии за постигане на подходяща комуникация между приложения, като OPC (OLE за контрол на процесите), COM / DCOM, CORBA и уеб услуги. Тези ИТ технологии, особено OPC и технологиите за уеб услуги, имат страхотно влияние върху развитието на ССА. Интеграционните технологии на ниво управление не само трябва да позволяват интеграцията на различни ССА, но също така трябва да позволяват интегрирането на ССА и други корпоративни приложения (напр. Enterprise Resource Planning - ERP).

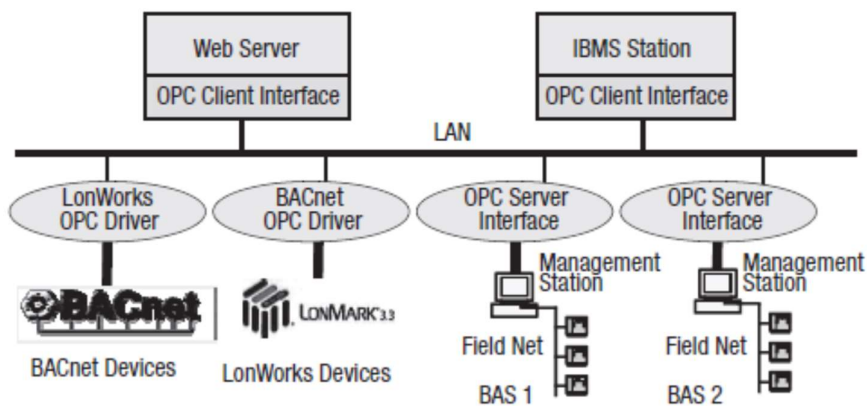
Въз основа на OLE, COM (Component Object Model) на Microsoft и DCOM (Разпределен компонентен обектен модел) технологии, традиционни OPC (т.е. OPC DCOM) се състоят от стандартни интерфейси, свойства и методи за използване в приложения за контрол на процеси и автоматизация на производството.

Една от ценните характеристики на OPC е, че предоставя общ интерфейс за комуникация с различни устройства за управление на процесите, независимо от контролиране на софтуер или протоколи, използвани в процеса. Преди OPC да бъде на разположение, разработчиците на приложения трябва да създадат специфични комуникационни драйвери за всяка система за управление, с която да се свържат. С OPC доставчиците на приложения вече не се нуждаят от отделни драйвери за всеки нов процесор или протокол. Вместо това производителите създават един оптимизиран OPC драйвер за техния продукт, както е показано на фигура 2.12. OPC може да играе жизненоважна роля в интеграцията на ССА на различни доставчици, системи или устройства. Например, на Фигура 2.13. софтуерът за управление платформите на BAS 1 и BAS 2 са предоставени OPC свързани интерфейси, така че интелигентна система за управление на сгради (IBMS) станция софтуер и уеб приложенията могат да комуникират с тях чрез своите OPC интерфейси. По-лесно е ако

предоставеният драйвер за OPC сървър е придружен от устройство, което може да бъде свързано директно чрез OPC сървърния драйвер. Все пак има проблеми с OPC, които следва да бъдат решени.



Фигура 2.12. Комуникация на автоматизирани системи, използващи OPC [31]



Фигура 2.13. Интегриране на BAS устройства/системи чрез OPC [31]

OPC DCOM използва COM и DCOM като основна технология за софтуерния интерфейс. Следователно, когато използваме OPC сървър, разположен на машина различна от нашата, трябва да конфигурираме защитата на DCOM. Много инсталатори изпитват проблем, особено при по-стари операционни системи като Windows NT / 2000 / XP. В резултат на това DCOM сигурността често е деактивирана, което води до сериозни рискове за сигурността.

Друг проблем при използването на OPC DCOM сървъри е, че те не могат да бъдат достъпни от система, която не е под Windows, така че клиентите на OPC DCOM не могат да комуникират със системи извън Windows. Следователно те не могат да се използват на други платформи.

За проследяване и друг софтуер за мониторинг в ССА е важно данните да се получават от приложението без прекъсване. Когато изпращането на сигнала е

съпроводено с проблеми от лоша връзка OPC DCOM не може автоматично да се опита да се свърже отново. Това е друг проблем на OPC в приложенията на ССА, на които трябва да се обърне внимание при по-нататъшното му развитие. [31]

Технология, базирана на уеб услуги

Web Services е нов мощен модел за създаване на приложения от многократно използвани софтуерни модели, поддържани в Интернет или контролни мрежи чрез използване на HTTP технология, която осигурява свободно свързани, гъвкави и динамични решения чрез използване на нововъзникващи техники като SOAP, WSDL и UDDI. Тези технологии са проектирани на базата на съществуващите уеб технологии.

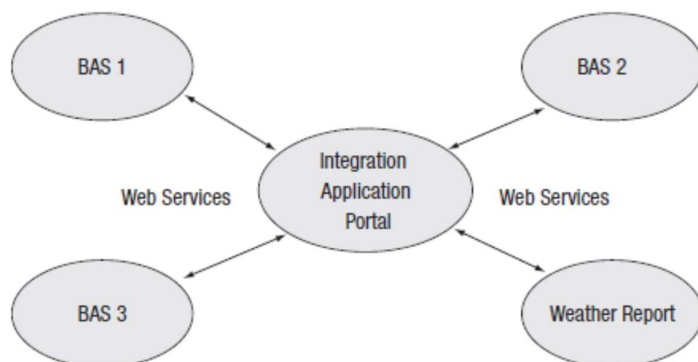
Уеб услугите са самостоятелни, самоописани, модулни приложения които могат да бъдат публикувани, локализирани и извикани в мрежата. Основните технологии на уеб услугите са както следва:

1. XML: Първо се разработва XML, а на основа на XML всички дефиниции и съобщения за уеб услуги са във формата на XML.
2. Универсално описание, откриване и интеграция (UDDI): UDDI предоставя протоколът за регистриране и намиране на уеб услуга в публичен UDDI директория.
3. Език за дефиниция на уеб услуги (WSDL): WSDL е XML документ с определение на типа (DTD), което определя стандартния формат за описание на уеб сервиз. Документирането на уеб услуга в WSDL предоставя широк обхват за бъдещо автоматично генериране или използване на уеб услуга за клиентски уебсайт приложения за графичен потребителски интерфейс (GUI) за конфигуриране или включване в мрежа и обслужване.
4. Прост протокол за достъп до обекти (SOAP): SOAP също е XML DTD, който определя как се изпраща съобщение през линията. Със SOAP разработчиците могат лесно да свързват приложения, написани с COM, CORBA или Enterprise JavaBeans.

Уеб услугите приемат общи интернет протоколи (напр. HTTP, HTTPS и SMTP) като основна комуникационна рамка. Обикновено портовете на тези протоколи имат защитна стена, така че уеб услугите са удобни за интернет. Използване на уеб услугата при ССА от различни доставчици, дори на различни платформи, може да се интегрира лесно, както е показано на фигура 2.14.

Приложението на портала може да осъществява достъп до различни ССА чрез уеб услуги и други системи, които също могат лесно да бъдат интегрирани. Например да извлича данни от прогнозата за времето, може да предложи уеб услуга, която позволява ССА да задава различни алгоритми за управление. По същия начин самата система може да предложи уеб услуга, която позволява на счетоводната система на наемателя да получава актуални данни за консумацията на енергия. Тъй като обаче на SOAP заявка отговорът е в XML формат, той е твърде сложен за управление на комуникациите и в някои

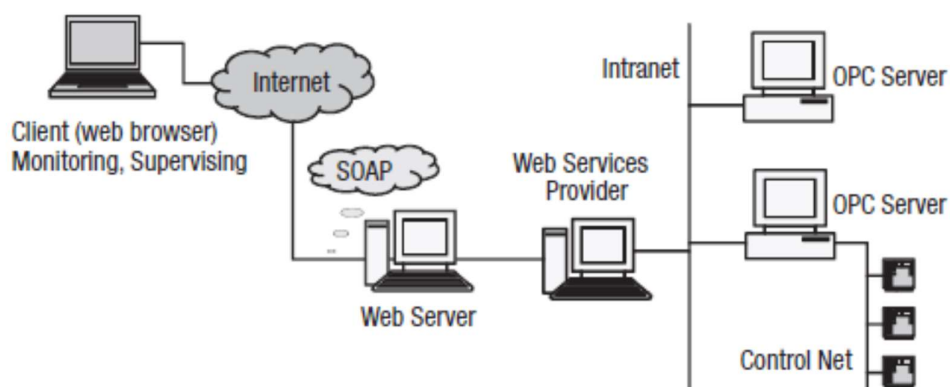
ситуации се увеличава необходимостта от мощност на процесора и допълнително време за реакция.[32]



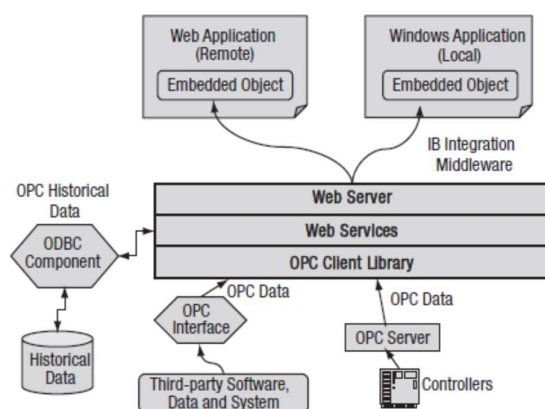
Фигура 2.14. Интеграция на системи за сградна автоматизация чрез използване на Web услуги [32]

Проблеми с приложението

Докато традиционните платформи за комуникационни технологии, включително DCOM, CORBA и JAVA / RMI, осигуряват страхотни средства за изпълнение и интеграция, никоя от тях не е категоричен победител. Силата на обслужването, базирано на уеб услугите е основно възможността за дистанционен достъп и контрол. Различните платформи предлагат разнообразни, широкодостъпни интерфейси, които могат да се внедрят в традиционните междинни системи. Комбинацията от OPC DCOM и уеб услуги е добър пример. В интранет може да се обърне внимание на конфигурацията и защитата на OPC DCOM сравнително лесно в сравнение със ситуацията в Интернет. OPC DCOM може да постигне по-добра ефективност на комуникацията в интранет в сравнение със стандартните уеб услуги. Следователно OPC DCOM е по-добър избор за интранет. Когато обаче се разшири до Интернет, уеб услугите могат осигуряват по-добри показатели за сигурност и интеграция в сравнение с OPC DCOM. В заключение, най-добрият начин е да се комбинират OPC DCOM и Web Услуги в приложение е свързана TCP / IP базирана контролна мрежа към Интернет. [33]



Фигура 2.15. ССА интеграция с комбиниране на OPC DCOM и WEB услуги [34]



Фигура 2.16. Архитектурата за интегриран софтуер за интеграция на ССА, базиран на използваните технологии OPC DCOM и Web Services [34]

Фигура 2.15. показва схема на интеграция и управление на интелигентна ССА, разработена в лабораторията за интелигентни сгради на университета в Хонг Конг. OPC DCOM се използва в TCP/IP LAN мрежа, интегрирайки контролните мрежи на по-ниско ниво. Клиентските компоненти на OPC са част от мрежата на кампуса (или обществени) като уеб услуги. Потребителите имат достъп до уеб услугите за надзор и контрол на системата за сградна автоматизация чрез кампус интранет / интернет. Фигура 2.16. илюстрира архитектурата на софтуер за интеграция на ССА, базиран на използваните технологии OPC DCOM и Web Services. [34]

6. Интернет технологии и техните приложения в ССА

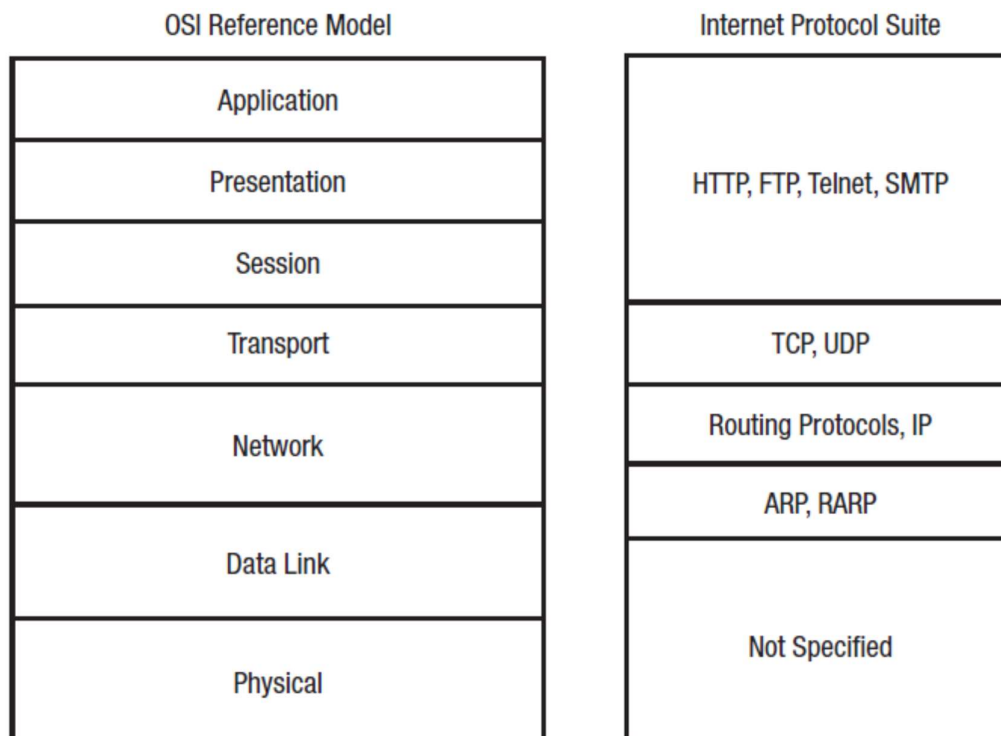
Интернет (кратката форма на работа в мрежа) сега е много популярен инструмент и Интернет технологиите се използват широко в индустрията и ежедневието. Поради популярността на интернет, натискът на пазара води до това, че интернет технологиите вече са толкова разпространени, отворени, стандартни и евтини. По този начин тези технологии печелят все повече и повече влияние и приложения в ССА и индустрията с интелигентни сгради. Интернет е мрежа на мрежи, базирани на много хардуерни технологии, но с унифициран от стандарт за протокол за интернет работа, Internet Protocol Suite (TCP/IP).[35]

6.1. Интернет протоколи

Интернет протоколите са най-популярната в света отворена система (непатентовани) протоколи, защото те могат да се използват за комуникация през всеки набор от взаимосвързани мрежи. Те са еднакво подходящи за LAN и WAN комуникации. Интернет протоколите се състоят от набор от комуникационни протоколи, от които двата най-известни са протокола за контрол на предаването (TCP) и интернет протокола (IP). Интернет протоколът Suite включва не само протоколи от по-нисък слой (като TCP и IP), но също така

определя общи приложения като електронна поща, емуляция на терминал, прехвърляне на файлове и др.

Документиране на интернет протоколите (включително нови или преработени протоколи) и политиките са посочени в техническите доклади, наречени „Искане за Коментари (RFC), които се публикуват и след това се преглеждат и анализират от интернет общността. Уточненията на протокола са публикувани в новия RFC. За да илюстрира обхвата на интернет протоколите, Фигура 2.17. показва карта на типични протоколи от пакета за интернет, както и съответстващите им OSI моделни слоеве.[36]



Фигура 2.17. Интернет протоколите обхващат пълната гама от слоеве на модела OSI [37]

Address Resolution Protocol (ARP) е мрежови протокол, който задава местоположението на адреса на протокола от мрежов слой до хардуерен адрес на слой за връзка с данни. Например ARP се използва за разрешаване на IP адрес на съответния Ethernet адрес. ARP се използва широко от всички хостове в Ethernet мрежа. Протоколът за разрешаване на обратни адреси (RARP) е протокол TCP / IP, което позволява да бъде преведен физически адрес, като например Ethernet адрес в IP адрес. [37]

Интернет протоколът е протокол от мрежов слой, който съдържа адресна информация и някаква контролна информация, която позволява маршрутизиране на пакети. IP е документиран в RFC 791 и е основният протокол на мрежовия слой в пакета за интернет протокол. Заедно с протокола за контрол на предаването (TCP), IP представлява сърцето на интернет

протоколите. IP има две основни отговорности: осигуряване на доставка на дейтаграми чрез интернет и осигуряване на фрагментация и повторно сглобяване на дейтаграми за поддържане на връзки за данни с различни единици за различни максимални размери на предаване. [38]

TCP and UDP

Протокол за управление на предаването (TCP): TCP осигурява надеждно предаване на данни в IP среда. TCP съответства на транспортния слой на референтния модел на OSI. Сред услугите, които TCP предоставя, са пренос на данни в поток, надеждност, ефективен контрол на потока, пълна дуплекс работа и мултиплексиране.

С поточен трансфер на данни, TCP доставя неструктуриран поток от байтове идентифицирани с поредни номера. Тази услуга е от полза за приложенията, защото те не трябва да нарязват данни на блокове, преди да ги предадат на TCP. Вместо това, TCP групира байтове в сегменти и ги предава на IP за доставка. TCP предлага надеждност, като осигурява ориентирана към връзката, надеждна от край до край пакетна доставка чрез интернет. Байтове, които не са приети в рамките на посочения период от време се препредават. Механизмът за надеждност на TCP позволява на устройствата да се справя със загубени, забавени, дублирани или погрешно разчетени пакети. Механизмът за изчакване позволява на устройствата да откриват загубени пакети и да изискват препредаване. [39]

Протокол за потребителски дейтаграми (UDP): UDP е транспорт без връзка протокол от слоеве, който принадлежи към семейството на интернет протокола. UDP е основно интерфейс между IP и процеси от горния слой. UDP портовете разграничават множество приложения, работещи от едно устройство на друго. За разлика от TCP, UDP не добавя надеждност, контрол на потока или възстановяване на грешки функции към IP. Поради простотата на хедърите на UDP съдържат по-малко байтове и консумират по-малко режимни разходи от мрежата от TCP. UDP е полезен в ситуации, където механизмите за надеждност на TCP не са необходими, като например в случаите, където протокол от по-висок слой може да осигури контрол на грешките и потока.

UDP е транспортният протокол за няколко добре познати приложения и слоеви протоколи, включително мрежова файлова система (NFS), Simple Network Management Protocol (SNMP), Trivial File Transfer Protocol (TFTP). Domain Name System (DNS). Системата за имена на домейни (DNS) е интернет услуга, която превежда имена на домейни (разпознаваеми имена на хора) в IP номера. Например, когато потребител използва „xxx.polyu.edu.hk“, това ще бъде адресиран до DNS сървър на PolyU за превод в съответния IP номер.[40]

Протоколи от слоя за интернет приложения

Пакетът Internet Protocol включва много протоколи от слоя на приложенията, които представляват голямо разнообразие от приложения. Таблица 2.4. изброява някои типични протоколи от приложния слой и приложенията, които те поддържат.

- *File Transfer Protocol (FTP)*: Премества файлове между устройства..
- *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)*: Предава хипертекст през мрежи. Това е протоколът на World Wide Web.
- *Simple Network- Management Protocol (SNMP)*: Преди всичко отчита аномалии мрежови условия и задава прагови стойности на мрежата.
- *Telnet*: Служи като терминален емуляционен протокол.
- *X Windows*: Служи като разпределена прозрачна и използвана графична система за комуникация между X терминали и UNIX работни станции.

Таблица 2.4. Някои приложения и протоколи [41]

<i>Application</i>	<i>Protocols</i>
File transfer	FTP
Terminal emulation	Telnet
Electronic mail	SMTP
Network management	SNMP
World Wide Web	HTTP
Distributed file services	NFS, XDR, RPC, X Windows

- *Network File System (NFS), External Data Representation (XDR), and Remote Procedure Call (RPC)*: Работят заедно, за да осигурят прозрачността на достъпа до отдалечени мрежови ресурси.
- *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)*: Предоставя услугите на електронната поща.
- *Domain Name System (DNS)*: Превежда имената на мрежови възли в мрежови адреси.[41]

6.2. Преглед на приложенията на интернет технологиите в ССА

Както мрежите на ССА, така и Интернет могат да пренасят данни (включително мултимедийни съобщения). Основните им принципи са едни и същи, което означава, че единият може да възприема лесно технологиите на другият. Наред с бързото развитие на информационните технологии, ССА приема много популярни информационни технологии, като Интернет и интранет технологии. От протоколите на ССА до технологиите за системна интеграция, Интернет и интранет технологиите играят все по-голямо значение. Интернет технологиите преминават в полето на ССА по няколко начина. Интернет като транспортна среда се използва за отдалечен достъп или интеграция на ССА, поради факта,

че обектите са разположени на голямо разстояние, за да замени използването на телефонна мрежа, базирана на модемна технология за същото приложение.

Втората ситуация на приложение е подобна на концепцията за интранет, с Интернет технологии и протоколи, като TCP/IP, използвани за изграждане на самата мрежа на ССА, без значение дали е свързана с интернет или не.

В днешно време използването на интернет технологии в ССА е разширено до горната част слоеве на референтния модел на OSI. Протоколите и технологиите от по-високия слой, като HTTP и интернет браузъри се използват за мрежова интеграция (включително интеграцията на самите мрежи на ССА и интеграция на отдалечени ССА през Интернет), както и разработване на софтуер за управление.[42]

6.3. Използване на интернет технологии на ниво автоматизация

Интернет протоколите и технологиите се използват в ССА в различна степен. Най-ниската степен на интеграция на приложение на ниво автоматизация е случаят, когато самият протокол не е съвместим с Интернет протокола и Интернет се използва само като преносна среда. Когато протоколни стандарти са с голяма отговорност, се прилага H.3 BACnet стандарт.

Този метод е заместител на старата телефонна услуга, която е традиционна ССА и е била приета като метод за отдалечен достъп. Друга по-висока степен на интеграция на приложение на ниво автоматизация е случаят, когато протоколът вътре в ССА е преработен, за да бъде съвместим с IP, така че устройствата, съвместими с протокола на ССА могат да бъдат свързани директно към IP мрежи. Приложение J на BACnet е стандарт, указващ такъв метод. В този случай мрежите на ССА са в Интернет / интранет.

Интегриране на ССА с Интернет или разширение на интернет протоколи в ССА има тенденции в развитието на ССА комуникацията чрез протоколи като BACnet и LonWorks. Като ISO стандарт за ССА, най-новият BACnet има добри възможности за интеграция с Интернет. [43]

Интернет технологии, използвани за свързване на BACnet към IP мрежа

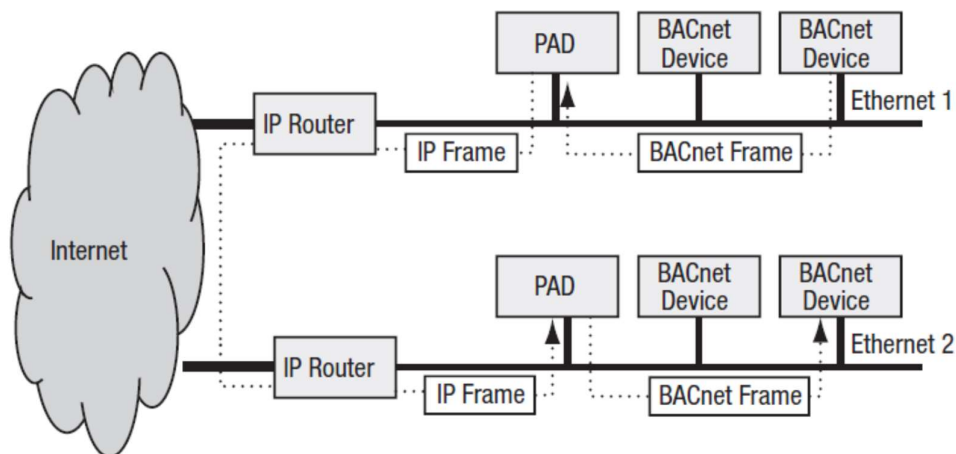
За да може BACnet да използва Интернет за мрежова комуникация на ССА, той трябва да „говори“ езика на Интернет, известен като Интернет протокол. IP сам по себе си е повече от плик с адреси „от“ и „до“ и място на съобщението. За оборудването за комуникация в Интернет, трябва да използва протокол за транспорт на слоеве. В момента има два основни транспорта - протокол за управление на предаването и потребителски протокол за дейтаграми. TCP е надежден транспорт, ориентиран към връзката услуга, която осигурява цялостна надеждност, пренасочване и контрол на потока. Комбинацията TCP / IP работи почти като телефонно обаждане: връзката е заявена, установена и след това следва двупосочна комуникация. UDP е транспортна услуга „дейтаграма“ без обратна връзка. Използва се от приложения, които не

изискват нивото на обслужване на TCP или които желаят да използват комуникационни услуги, които не се предлагат от TCP, като мултикаст и доставка на излъчване.

Тъй като самият протокол BACnet предвижда гарантирана доставка на пакети, пренасочването и контрола на потока, не изискват използването на TCP. Следователно UDP се използва от BACnet. UDP / IP е добавен към спецификацията на BACnet първо в приложение Н.3 и по-късно с приложение J и изисква специфични устройства или услуги, които да бъдат достъпни за мрежата BACnet. [44]

BACnet приложение Н.3

Приложение Н.3 определя BACnet / IP пакет - Асемблер - Деасемблер (PAD) рутер, който да бъде поставен във всяка BACnet мрежа, която трябва да бъде свързана чрез IP мрежа към друга BACnet мрежа. PAD не е необходимо да бъде физически различно устройство и неговите услуги могат да бъдат част от устройство, което изпълнява други операции, като например сграден контролер. Останалите BACnet устройства в мрежата на ССА не са IP устройства. PAD основно действа като BACnet рутер с няколко специфични функции. Когато получаваме BACnet съобщение за устройство в друга BACnet мрежа, до която може да се достигне само чрез IP вътрешна мрежа. PAD поставя BACnet съобщението в UDP / IP съобщение с IP адреса на PAD устройство в целевата BACnet мрежа и изпраща съобщението обратно в IP мрежата. Получаващият PAD извлича съобщението BACnet и предава съобщението в локалната BACnet мрежа. Тъй като PAD изпраща съобщението директно към известен IP на друг PAD, то не излъчва глобални съобщения по начина, по който правят BACnet рутерите. Всъщност използването на излъчване на IP съобщенията обикновено не се допуска в IP мрежи поради увеличения трафик и обработка. Това изисква PAD да поддържа таблица на неговите партньорски PAD устройства. Устройствата BACnet, които произвеждат и получават съобщенията, не знаят за IP вътрешната мрежа и комуникират с PAD устройствата, сякаш те са обикновени BACnet рутери, свързващи BACnet мрежи. Фигура 2.20. показва как PAD устройство свързва две BACnet мрежи заедно с IP между мрежата (или Интернет) и тях. Устройствата PAD се показват на IP мрежа като устройство, комуникиращо чрез IP, а не като IP рутер.[45]



Фигура 2.20. Две BACnet мрежи, свързани с Интернет, използвайки Annex H.3. PAD устройства [45]

Приложение J на BACnet

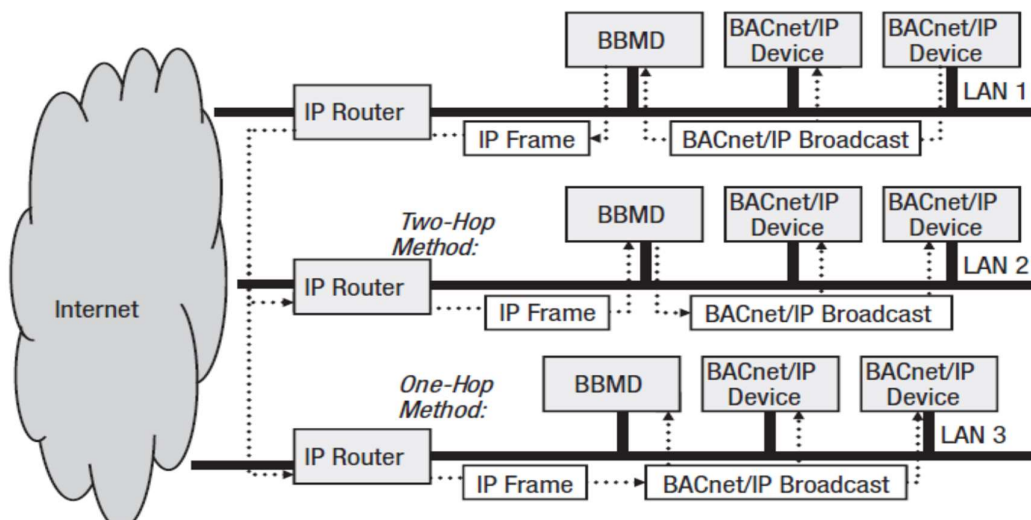
Използването на приложение H.3 PAD устройства е най-простият начин за свързване на съществуваща BACnet мрежа към IP-мрежа. Съществува обаче един проблем, тъй като във всяка PAD трябва да бъде зададена таблица с всички PAD-ове, има определена количество ръчно програмиране (поддържане на таблиците), което трябва да бъде направено на всички PAD при всяка промяна на конфигурацията чрез добавяне или премахване мрежи. Друг проблем е, че добавянето на едно устройство BACnet към BACnet система чрез IP мрежа, ще изисква или самото устройство да предоставя услугата PAD или добавянето на друго устройство, което предоставя услугата PAD. Това значително би увеличило разходите за добавяне на единична или малка група контролери към BACnet мрежа чрез IP междумрежова услуга. Имайки предвид горните въпроси, както и други, през януари 1999 г. работна група към постоянния комитет на BACnet на ASHRAE (SSPC 135) разработва по-обширен протокол, наречен BACnet/IP, който е добавен към стандарта BACnet в приложение J към спецификацията.

BACnet/IP има няколко предимства пред приложение H.3:

- BACnet / IP е по-добре оборудван за обработка на BACnet излъчвания през IP от PAD устройства.
- Позволява на устройствата да влизат в системата от всяко място в IP мрежата.
- Поддържа BACnet устройства със „собствен IP“ като унитарни контролери, които изпращат и получават BACnet съобщения в IP рамки, ефективно използвайки IP интер-мрежи като BACnet LAN.

По принцип BACnet / IP устройствата комуникират, използвайки IP съобщения вместо BACnet съобщения, позволяващи устройствата лесно да се добавят

към всяка IP мрежа. Излъчването на съобщения продължава да бъде проблем и решението идва с помощта на един от двата метода, описани в приложение J, наречен „Multicasting“ и „BACnet / IP Broadcast Management Device“ или BBMD. На фигура 2.21. всяко BACnet устройство е IP устройство, така че те могат да бъдат свързани директно в интранет или Интернет. Всяка BACnet подмрежа е IP подмрежа.[46]



Фигура 2.21. Множество Annex J мрежи, свързани с Интернет [46]

6.4. Използване на интернет технологии на ниво управление

Понастоящем в индустрията на ССА и ИС е тенденция да се използват интернет технологии на ниво управление, особено управление със софтуер и интеграция на ССА чрез Интернет. Много ефективни и удобни инструменти, методи и пакети за приложения между мрежите са налични. Пазарният натиск създава много бърз процес на подбор, най-гъвкавите се използват и приемат от много (ако не и от повечето) потребители. Например много софтуерни пакети за управление на ССА/ИС вече са разработени с помощта на HTTP и интернет браузъри. Това означава управление на функции на много други устройства, които могат лесно да се добавят към управлението чрез софтуерни пакети, като цифрово видеонаблюдение и контрол.[48] Използването на Интернет технологиите за разработване на ССА/ИС софтуер за управление има следните предимства:

- Позволява софтуерът за управление да бъде разработен много по-бързо на ниска цена, тъй като много стандартни функции и инструменти могат да бъдат използвани и възприети директно.
- Разработените софтуерни пакети за управление са по-отворени по отношение на протокола и технологиите. По този начин е по-лесно за обикновените потребители да ги използват, тъй като те са подобни на други

софтуерни пакети, използвани ежедневно в работата или ежедневието. Това е привлекателно за потребителите.

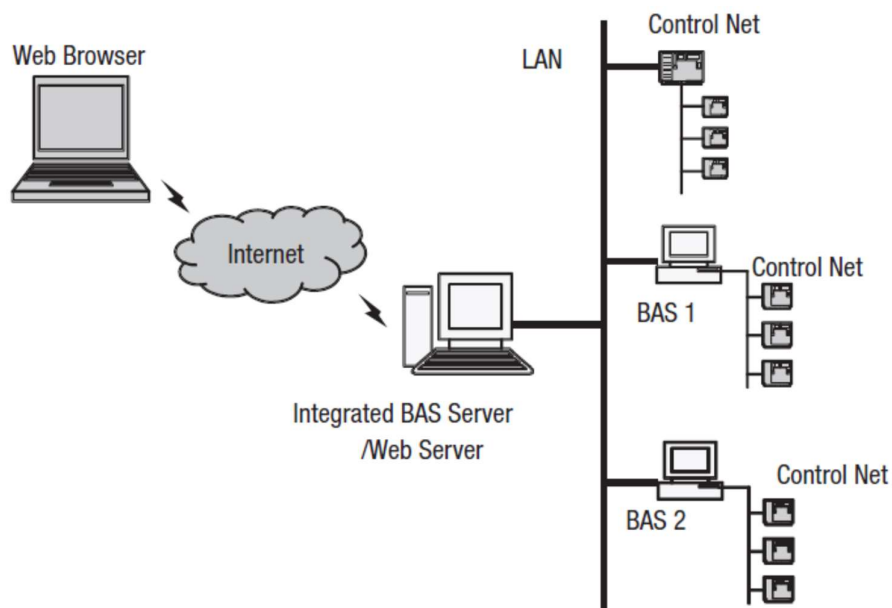
- Софтуерните пакети могат лесно да възприемат функциите за управление на нови устройства и системи, тъй като много от настоящия хардуер на устройствата е разработен, за да бъде съвместим с Интернет.

Когато се обмисля интеграция на ССА с Интернет на ниво управление, настоящите приложения могат да бъдат илюстрирани с две типични категории интеграционни приложения в Интернет, които са различни по отношение на степента на интеграция.[47]

Първата категория е LAN - интегрирано приложение за достъп до интернет, както е илюстрирано на фигура 2.22. В този случай софтуерът за управление комуникира с различен софтуер за ССА (BAS 1, BAS 2) и контролни мрежови устройства. Всички устройства се наблюдават и контролират от софтуер.

Интегриран със софтуера за управление, който действа като „Агент“, една ССА може да взаимодейства с друго устройство от ССА. В този случай всички ССА и контролните устройства са интегрирани в LAN, много вероятно използвайки Интернет технологии. Софтуерът за управление е уеб сървър, което означава, че отдалечен потребител може да наблюдава и контролира точките за данни на ССА през Интернет. Тази категория софтуер за интеграция и управление може да постигне интеграция и взаимодействие на ССА в LAN. Отдалечените потребители могат да наблюдават и контролират ССА чрез достъп до Интернет. Въпреки това ССА всъщност са интегрирани в LAN вместо в Интернет, въпреки че за потребителя може да се предостави HMI с централизирани уеб страници за достъп в Интернет. [48]

Втората категория е реалната „интеграция на информация и услуги“ през Интернет. В този случай различни ССА комуникират чрез Интернет, използвайки технология на мидълуер, с устройства за обмен на данни и информация. Компонентите на междинния софтуер комуникират по стандартен протокол, като Extensible Markup Language (XML) протокол, предоставящ поредица от уеб услуги, които да бъдат достъпни от приложенията на клиента. Приложенията могат да изискват данни и да контролират точки за данни на различни ССА по метода на уеб услугите. Следователно това е вид данни и интеграция на услуги в Интернет. Софтуерът на ССА може също да се позовава на други уеб услуги в Интернет до постигане на специфични функции. Например, метеорологично бюро може да предложи услуга, която позволява на системата за управление на сградата да извлича автоматично данни за прогноза на температурата чрез използване от различни контролни алгоритми. По същия начин, самата система за автоматизация на сградите може да предложи уеб услуга, която позволява на наемателя да получава актуални данни за потреблението на енергия.[49]



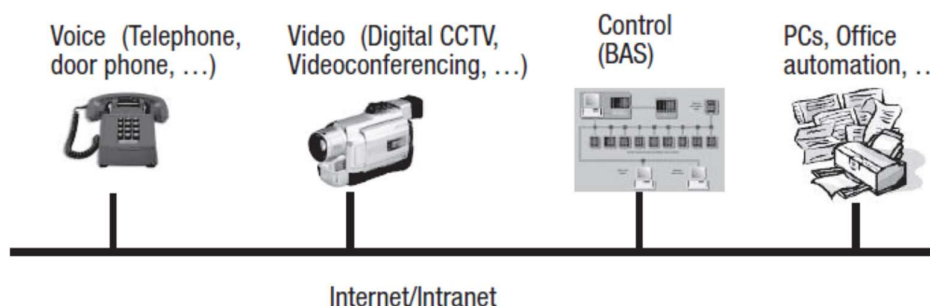
Фигура 2.22. Пример за интеграция на ССА с Интернет – LAN [49]

6.5. Мрежи за конвергенция и пълна интеграция

Традиционно се предават съобщения за управление на данни, видео и глас от напълно различни мрежи. Обикновено мрежата за комуникация на данни е Интернет или интранет, базиран на IP технология. Автоматизация на сгради и предаването на контролни съобщения се основава на контролни мрежи. Гласовата комуникационната мрежа е публичната комутируема телефонна мрежа (PSTN). В сградата обикновено са необходими специфични кабели за домофонната система и система за разговор. Предаването на видео се базира на мрежи, изградени от коаксиален кабел, специално инсталирани, като например за система за видеонаблюдение.[50]

Новите технологии сега правят не просто възможно, но и удобно маршрутизиране на гласови и видео телефонни обаждания през корпоративна мрежа за данни, както и през интернет. Гласът може да се прехвърля чрез VoIP (Voice on IP) технология в Интернет или интранет. Като вид контролна мрежа, ССА приемат IP мрежата и по този начин може удобно да се обединят в Интернет/интранет, обикновено корпоративна мрежа. Видеосистемите (CCTV) и аудиосистемите (домофонна система и телефонна система) също могат да бъдат интегрирани в IP мрежите на ССА и следователно да се слеят лесно с главната мрежа. Главната мрежа обикновено се представя като мрежа за данни на системи за автоматизация на офиса и осигурява достъп до електронна поща и интернет, телефонна мрежа (VoIP), мрежа за видеоконференции, мрежа за видео при поискване и цифрова телевизионна мрежа в същата мрежа. Пълната интеграция на системи за управление на сгради може да се извърши като цялостната интеграция на интелигентни сградни системи (т.е. автоматизация на сгради, комуникация автоматизация и

офис автоматизация) с помощта на базата на IP технологии и корпоративна мрежа. Фигура 2.22. дава илюстрация на мрежите за сближаване и пълната интеграция на системите в интелигентни сгради. [50]



Фигура 2.22. Конвергентна мрежа и тотална интеграция, базирана на IP технологии [51]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Във втора глава е описана подробно идеята и начина за използване на системи за сградна автоматизация като задължителен елемент от концепцията за интелигентни сгради. Направен е обзор на тяхната поява и етапно развитите по поколения. Представени са основни проблеми и съответни съвременни решения за сградна автоматизация. Подробно е описана структурата и начина на функциониране. Разгледани са предимствата и опциите, които могат да се постигнат чрез използването на подобни системи. Анализирани са различни типове мрежи, приложения и технологии, включително техни предимства и недостатъци.

Подробно са засегнати комуникационните стандарти при системите за сградна автоматизация, тяхното появяване и налагане или отпадане от пазара. Описани са начините за оптимално използване на системите за сградна автоматизация с помощта на интернет технологии, локални или глобални мрежи.

Изследванията са в съответствие с поставената задача 2 за реализиране на целите на Дисертацията.

Изследванията са резюмирани в публикацията:

1. **Petrov R.,** Haralampieva M., Karastoyanov D. ИНОВАЦИИ В СИСТЕМИТЕ ЗА СГРАДНА АВТОМАТИЗАЦИЯ. XXX Международна научно-техническа конференция – АДП 2021, 2021, ISSN:2682-9584, 204-208

III. Иновативни решения за подобрене и интеграция на умни технологии за жилищни сгради

Интелигентната сграда е органична комбинация от различни подсистеми, свързани с домашния живот чрез съвременни технологии. Тя може както да споделя ресурси и да комуникира в дома, така и да обменя информация между локалната и външната глобална мрежа. Основната му цел е да осигури на хората ефективна, удобна, безопасна и благоприятна околната среда за живот, интегрираща обслужване и управление.

Умен дом включва използването на компютърни технологии за управление, за показване на изображения и различни комуникационни технологии, които ще бъдат свързани чрез мрежата от различни съоръжения заедно, за да отговарят на изисквания за автоматизация на цялата система за осигуряване на удобен контрол и управление. При традиционното внедряване на интелигентни технологии обикновено се набляга на контрол чрез окабеляване, по този начин е трудно да се отървем от ограниченията, които следват. Цената на инсталацията е висока, а мащабируемостта на системата също е ниска. Системата за интелигентен дом, базирана на технологията за безжична сензорна мрежа, позволява да се отървем не само от оковите на кабелите, но и да намалим разходите за инсталиране и да подобрим мащаба на системите значително.

Има някои основни функции за интелигентен дом, както следва:

- Умният дом може да реализира взаимодействието между потребителя и предприятието на електропреносната мрежа, да получи информация за консумацията на електроенергия и цената на електроенергията, да зададе план за потребление на електроенергия и т.н., насочвайки научно и рационално използване на електроенергия и създаване съзнание на семейството на самите нас за пестене на енергия и опазване на околната среда.

- Умният дом може да подобри комфорта, безопасността, удобството и интерактивността на нашето ежедневие и да оптимизира начина на живот на хората.

- Умният дом може да поддържа опции като дистанционно плащане.

- Умният дом може да наблюдава и взаимодейства с дома чрез мобилен телефон и отдалечена мрежа.

- Умният дом може да реализира услугата за отчитане и сигурност на измервателните уреди в реално време на водомера, електромера и газомера, които осигуряват по-удобни условия за висококачествена услуга.

Чрез изграждането на вътрешна комуникационна мрежа в дома, ние реализираме функции като управление на домашната климатизация, управление на други интелигентни уреди чрез оптична мрежа. С интелигентните интерактивни терминали, интелигентни контакти, интелигентни уреди и т.н., ние сме в състояние да се доверим на домакински уреди, които автоматично да събират данни за изразходваната електрическа енергия, да направят анализ и да постигат икономична работа и енергиен контрол. Чрез мобилен телефон, интернет и други средства, системата може дистанционно да управлява дома и други услуги. Чрез интелигентни интерактивни терминали ние също така можем да подсигури функции като откриване на дим, теч на газ, защита от кражба, спешна помощ и други функции за домашната сигурност.

Голяма част от дейностите могат да се извършват автоматично и събират информация от водомери, газомери и електромери. Могат да подават информацията към центрове за поддръжка и управление на собствеността, също така можем да постигнем домашна сигурност чрез разрешено еднопосочно предаване на информация. Списъка с дейности може да се разшири до заплащане на абонаментни такси, интерактивни услуги и много други.

1. Технологии

Интерактивни технологии за електричество

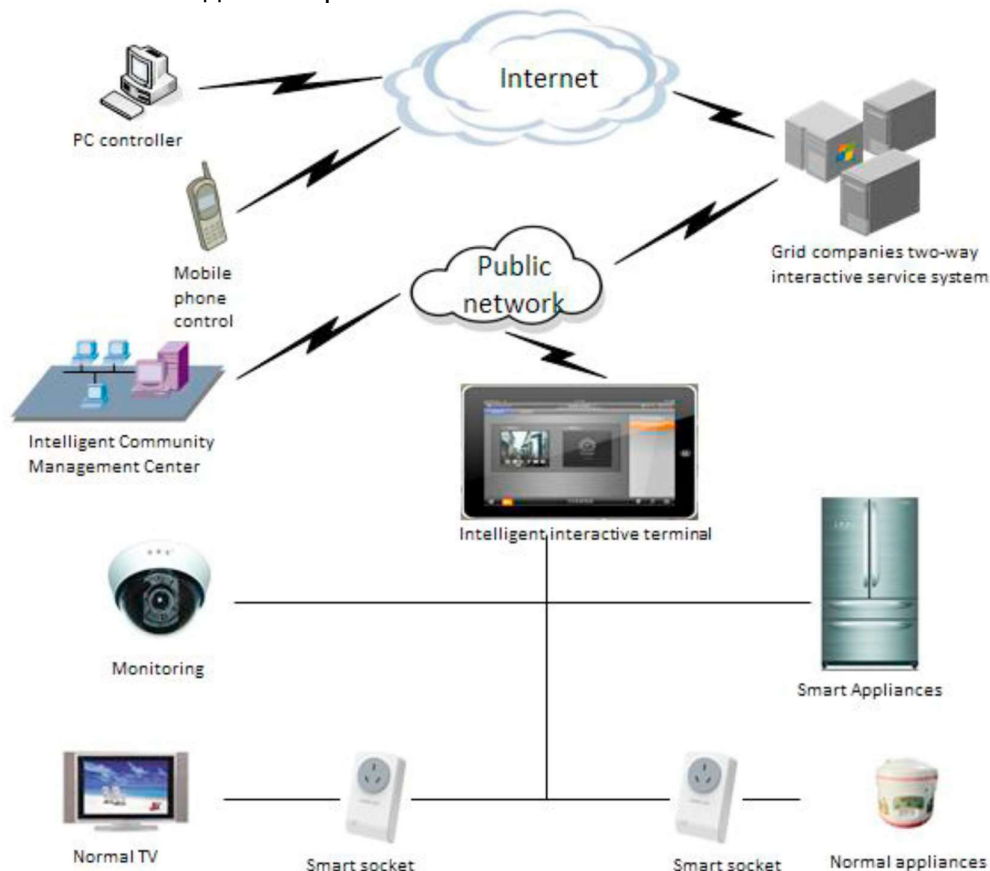
- Информация за енергопотребление. Услугата включва информация за експлоатацията и поддръжката на мрежата, цената на електроенергията в реално време, енергийната политика, публикуването на друга информация, потреблението на електроенергия от потребителя, баланси и текущи сметки и за запитване на друга информация.
- Интерактивно управление на домакинските уреди. В зависимост от нуждите на потребителите се прави анализ на натоварването с електричество в домакинствата, разработване и оптимизиране на електрическата програма, за да насочи потребителят към рационално използване на електроенергията в съответствие с тарифите и личните предпочитания.
- Услуга за разплащане на самообслужване. Многоканално плащане може да се извърши чрез телефон, SMS, уебсайт, терминал за самообслужване и други средства.

Технологии за поддръжка

- Услуги за охрана на жилищни имоти. Според сензорите за газ, дим, движение и други алармени сигнали за дистанционно наблюдение е възможно да се предвидят различни модели за сигурност, за да се постигне максимален контрол на управлението, когато настъпи неочакваната ситуация въщи. Чрез системата за интелигентен дом може да се извърши спешно обаждане за помощ и да се увеодми съответния отдел.
- Информационни услуги за комунални услуги (общински, медицински). Потребителите имат достъп до общинска информация, информация за строително-ремонтни дейности, информация за движението и пътищата, информация за здравеопазване и превенция на епидемии. Междувременно, според нуждите на потребителите, системата може да предоставя на потребителите и онлайн медицински услуги, създаване на информационна платформа за здравеопазване за амбулаторни срещи, онлайн консултации и други услуги.
- Бизнес информационни услуги (персонализиране на информация, информационно взаимодействие, услуги за абонамент за новини, и др.). Според нуждите на потребителите и издателите на информация към конкретни потребители да се изпращат по зададен график запаси, валута, различни продукти и друга информация в реално време, както и резервиране на продукти и друга информация.

Система за захранване на Smart Home

Системата за обслужване на интелигентния дом е платформа за поддръжка за наблюдение, анализ и контрол на потреблението на електроенергия от битовите потребители и също така е важен начин за реализиране на подредено електрическо управление и интелигентно обслужване на енергийната ефективност. Фигура 3.1. показва структурата на захранването на интелигентния дом и сервизната система.



Фиг. 3.1. Структура на системата за електро обслужване на интелигентен дом [52]

Системата за електрическо обслужване на интелигентния дом се състои главно от система на главно разпределително табло, комуникационен канал, домашен интелигентен интерактивен терминал и интелигентно електрическо устройство от 4 части:

- Основната система се състои от сървър на база данни, сървър на приложения, рутер, оборудване за сигурност.
- Комуникационен канал, който разделя комуникационна мрежа на дълги разстояния и локална комуникационна мрежа. Дистанционна комуникация, използваща комуникации в обществена мрежа, избор на локална комуникационна мрежа от композитен кабел от оптични влакна, широколентови комуникации по електропроводи, безжични комуникации.
- Домашен интелигентен интерактивен терминал, който е основната част на системата за интелигентен дом, той е централната станция и потребителски

контакт център, също интелигентен център за управление на електрическо оборудване. [52]

- Интелигентното електрическо оборудване включва интелигентни уреди, оборудване за сигурност и други устройства и функции. Понастоящем, поради липсата на популяризиране на интелигентните уреди, за да се задоволи контрола на неумните уреди и събирането на електрическа информация, интелигентни контакти могат да се използват за управление на домакинските уреди или за събиране на домакински уреди

За безпроблемна интеграция и функциониране на всички компоненти и системи е необходим софтуер, който може да се използва с индивидуален акаунт. Предимствата са, че не изискват инвестиции в хардуер (като хранване, USB или IP интерфейс), тъй като работата ще се извършва с виртуални устройства, поръчани от специализирани фирми и места. Този интерфейс представлява повече от 10 различни типове устройства, всички свързани към една TP линия. Тези устройства работят при редица „сградни устройства“ като лампи, димируеми лампи, щори, отоплителни и охлаждащи агрегати. Подобни системи предлагат опция да се експериментира (репетиция) с по-усъвършенствани сградни функции като метеорологични модули, аларми, сцени и дори логически операции.

2. Ключово оборудване за интелигентен дом

Основна управляваща система - основната система включва сървъри, комуникационни мрежи, работни станции и вътрешни връзки. Също така към нея влизат и маркетинг приложения, услуги за интерактивни уебсайтове и други приложения за взаимно свързване.

Семеен интелигентен интерактивен терминал – терминалът е инсталиран на позиция, удобна на потребителите за работа и установяване на комуникация и взаимодействие със смарт контакти, интелигентни домашни уреди и устройства за домашна сигурност.

Интелигентно електрическо оборудване

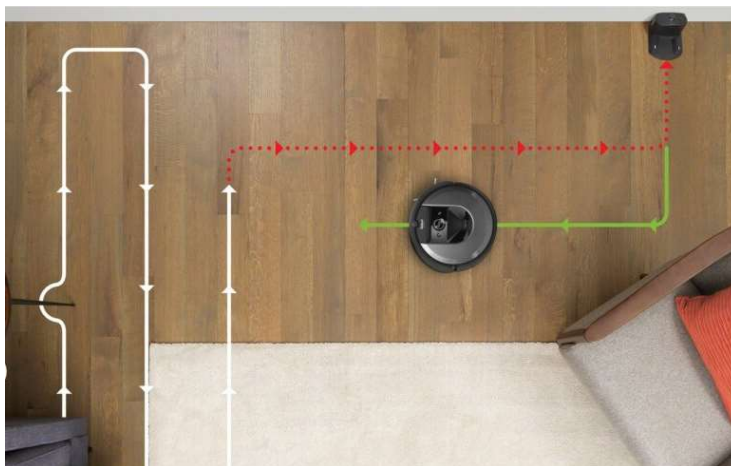
Интелигентен контакт - Инсталира се между контакта и обикновените домакински уреди и установява комуникация с домашния интелигентен интерактивен терминал. Интелигентният контакт може да събира в реално време, точни данни за натоварването и потреблението на електроенергия, да избира най-подходящия комуникационен режим според действителната ситуация. Умният контакт разполага със следните основни функции: дисплей на измерване, управление на включване-изключване и безпроблемно предаване на команди за управление на домакински уреди. Те са подходящи за домакински уреди, които не са умни, те предлагат следните опции:

- Отчитане в реално време стойността на напрежението, тока, мощността и мощността на домашните уреди, както и за записване и качване на записаните данни;
 - Интелигентният контакт може спомогне чрез контрол да постигне целта за пестене на енергия;
- Интелигентният контакт може да се управлява от интелигентния интерактивен терминал, мобилен телефон или през интернет

Умни уреди - голяма част от домакинските уреди, които се използват в ежедневието си могат да бъдат заместени от умни и енергоспестяващи аналози. Следващото поколение уреди е в състояние да ни асистира, да мисли вместо нас или се командва дистанционно на големи разстояния благодарение на връзката им с интернет, включително интелигентни климатици, смарт телевизори, интелигентни хладилници, интелигентни перални, интелигентни прахосмукачки с двупосочни интерактивни функции. Различни умни домакински уреди са показани по-долу, както следва:

Прахосмукачка робот

На пазара се предлагат различни опции за улесняване на живота по-евтини или по-скъпи. Повечето от тях са в състояние ефективно да почистват праха на сухо или с вода. Те разполагат с различни режими, възможности за картографиране, усъвършенствана навигационна система и висока ефективност на засмукване, това определено е задължително за всеки дом. Някои от тях разполагат със зарядна и самопочистваща станция (фигура 3.2.).[56]



Фигура 3.2. Прахосмукачка робот.

Интелигентна пералня

С последните поколения перални машини от водещи производители човек може да планира прането с помощта на мобилния си телефон. Някои от моделите разполагат и с автоматичен дозиращ препарат и сензор за натоварване, който разпределя детергента автоматично въз основа на обема на товара и вида на дрехите.[57] Те също така имат функции за добавяне на дрехи в средата на цикъла, което решава един от основните недостатъци на пералните машини с преден товар (фигура 3.3).

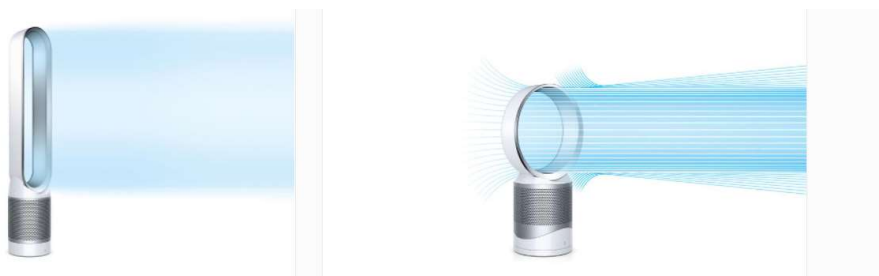


Фигура 3.3. Интелигентна пералня

Пречистватели на въздух

Тъй като хората остават на закрито през повечето време, е важно да инвестират в пречистватели на въздуха. За мнозина може да е изненада, че замърсяването на въздуха в помещенията е два пъти по-голямо от замърсяването на въздуха, с който се срещаме навън.

Интелигентните пречистватели на въздуха пречистват въздуха и тъй като имат wifi свързаност, човек може да контролира пречиствателя на въздуха с мобилния си телефон. Потребителите могат да планират пречиствателя на въздуха, да го пускат в различни режими и също така да проверяват нивата на чистота на мобилния си телефон, което го прави много лесен за работа (Фигура 3.4.).[58]



Фигура 3.4. Пречистватели на въздух

Интелигентни телевизори

В днешно време всеки има нужда от видеоклипове по свой избор, достъпни на една ръка разстояние. Благодарение на различни платформи за видеосъхранение като: Netflix, Prime, Youtube е лесно да гледаме това, което всеки иска. Но гледането на такова страхотно съдържание на лаптоп или мобилен телефон не оправдава създаването му. Ето защо продажбите на интелигентни телевизори процъфтяват. Въпреки че Android е най-често срещаната операционна система за интелигентни телевизори, webOS от LG и

Tizen от Samsung са по-предпочитани, тъй като са много интуитивни, бързи и лесни за използване (Фигура 3.5.).[59]



Фигура 3.5. Интелигентен телевизор

Умно осветление

На поглед не е нищо важно, но на второ четене всъщност управлението на домашното осветление създава голямо удобство и уют. LED технологията при производството на средства за осветление създават много възможности за наше улеснение (фигура 3.6).



3.6. Умно осветление

Умен бойлер

Вместо най-обикновени, интелигентните бойлери стават „умни“, когато се сдвояват с интелигентен термостат. Това ни дава по-голям контрол върху централното отопление, но също така помага за намаляване на отпадъчната енергия, като намалява въздействието на вашия дом върху околната среда, като същевременно намалява сметките ви за енергия (Фигура 3.7).[60]



3.7. Умен бойлер

- Сигурност на дома. С подходящото място за инсталиране на сензори за дим, инфрачервени сензори, аварийни бутони, сензори за изтичане на газ, камери и друго оборудване можем да създадем интерактивен комуникационен терминал за интелигентен дом.

Режим на интелигентен домашен уред:

Режим на мрежово устройство: (препоръчително вграден) Предлага се с безжичен комуникационен модул с малък обхват и интелигентен контакт (използвайки съответстващия безжичен комуникационен модул), използван във връзка с реализацията на следните функции:

- интелигентния контакт, на който е включен уреда чрез контрол на мощността, служи за постигане на целта за спестяване на енергия;
- командите за управление, инициирани от интелигентния интерактивен терминал, се предават сигурно към домашния уред през безжичния модул на интелигентния контакт, и се използват за стартиране, настройка и контролиране на домакински уреди;
- Интегриран режим на мрежово устройство;
- Всички функции на интелигентния контакт са напълно интегрирани в интелигентните уреди, за да се постигне директен контрол на терминалните интелигентни уреди;
- Той може не само да събира стойностите в реално време, като напрежение, ток и мощност на домакинските уреди, но също така включва и изключва домашните уреди, може да стартира, регулира и контролира, за да извърши всички функции на неинтелигентните и мрежови уреди с цел постигане на максимална интелигентност.

Удобни за мрежата уреди

Удобните за мрежата уреди използват основно вградена технология за автоматично изключване на електрическото захранване от електрическата мрежа, когато честотният сигнал на електрическата мрежа е под предварително зададения праг на зададеното напрежение или при нарушения в честотния сигнал на мрежата в реално време. Предвидимо е, че удобните за мрежата уреди ще реагират на сигнали за напрежение или честота, както и на сигнали от страна на системата за управление, свързани с текущата цена на електричеството.

- Функции на удобните за мрежата уреди – те са еквивалент на малка електронна платформа за управление, която изчислява основната честота на променливия ток на сигнала за напрежение в мрежата, за да предотврати изкривяването на изходния сигнал и колебанията на честотата на мрежата.
- Времето за реакция на уредите зависи от режима на измерване на честотата и трябва да вземе предвид предварително зададени параметри.

- Изходен сигнал на уредите – Изходът е двоичен сигнал, използван за управление на превключвателя.
Основни компоненти на удобните за мрежата уреди: Модул за управление на натоварването – Монитор, „gateway“- комуникира безжично с модула за управление на натоварването и препраща сигнала към сървъра, сървър, който получава данни периодично от всеки домашен „gateway“.

3. Комуникационна система за интелигентен дом

Архитектура на комуникационната система

Комуникационната система за интелигентен дом може да бъде разделена на 3 части: външна мрежа, „gateway“ и вътрешна мрежа.

- Външната мрежа може да бъде клетъчна LAN, кабелна телевизионна мрежа, телефонна мрежа и интернет, като се използва предимно по-сигурната технология. Интранет се използва за свързване на различни домакински уреди, оборудване. Поради огромното разнообразие от свързани устройства, мрежата също показва голямо разнообразие от форми. Домашните мрежи до голяма степен са разделени на три категории според техните функции: контролна мрежа за контролни функции, мрежа за данни за обмен на съобщения с данни и мултимедийна мрежа за предаване аудио и видео. - Домашният „gateway“ е мрежово свързващо устройство, което свързва домашната мрежа - интранет и външната част - екстранет, и осъществява достъп до интранет към екстранет, за да осигури на екстранет функцията за контрол на свързващите се устройства в дома. В същото време домашният „gateway“ позволява на дома да приема различни мрежови технологии и да се осигуряват възможности за свързване на различни комуникационни подмрежи, така че мрежовите устройства във всяка подмрежа да могат да комуникират помежду си, като например:

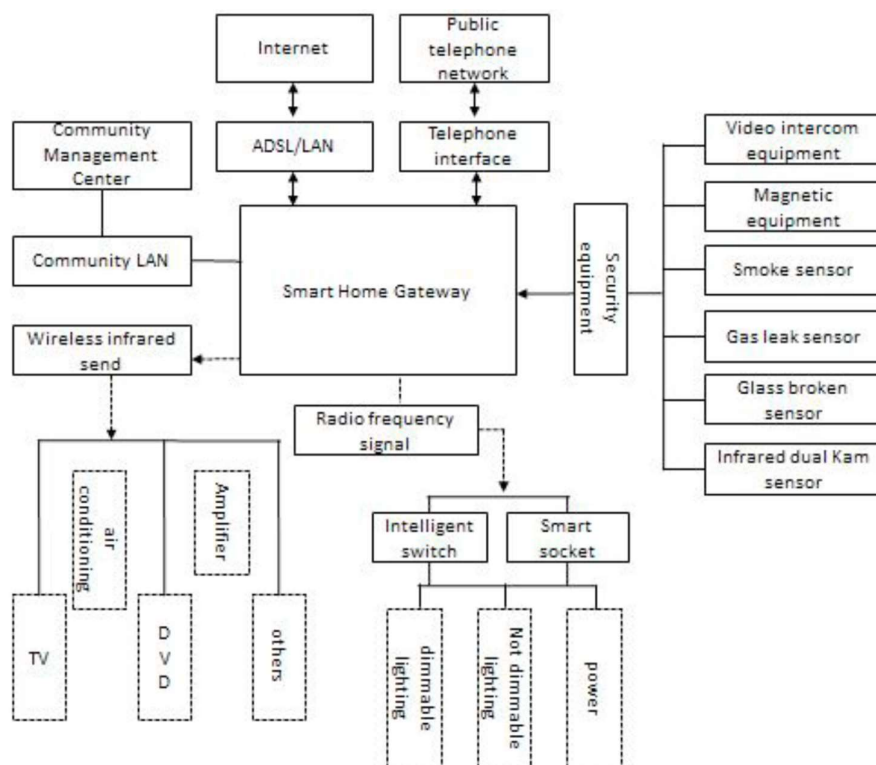
- Мрежа за битови уреди: Домакински уреди (хладилници, климатици, телевизори, микровълнови фурни, перални, осветление и др.).
- Сигурност: Включително защита на околното пространство, домашен видеодомофон, контрол на достъпа, аларма, пожар, изтичане на газ, разливане на вода и др.).
- Високоскоростен достъп до информация: Интернет, видеофони, клетъчен LAN достъп до дома.
- Жилищни услуги: Центърът за управление на общността може да наблюдава и управлява оборудването и околната среда в зададената зона.

Основното съображение на вътрешната системата за интелигентен дом е домашната вътрешна комуникационна мрежа, която включва главно две части: интелигентен домашен „gateway“ и домашен интелигентен сензорен възел. „Smart Home Gateway“ е център за управление и конфигуриране на ресурси за завършване на домашната мрежа и контрол на възли и други функции. „Gateway“-ят на интелигентния дом свързва всеки сензорен превключвателен възел в домашната мрежа чрез мрежовата технология, реализира управлението и контрола на вътрешната мрежа на интелигентния дом чрез стандартния комуникационен протокол и служи като интерактивен интерфейс на информацията на домашната мрежа и външната мрежа. Интелигентният дом може да постигне различни функции, като например: наблюдение на дома,

вътрешен и външен обмен на информация, управление на енергията, домашна сигурност.

Мрежови модел

Системата за интелигентен дом е вид система за управление, базирана на компютър, който има достъп и контролира домашните устройства чрез телефон и интернет. Интелигентна система за контрол на домашната мрежа чрез събиране на данни, модул за управление на команди и модул за протокол TCP/IP за постигане на мрежа за наблюдение на безопасността, командният контрол е разделен на три режима: 1) дистанционно управление по телефона; 2) мрежово дистанционно управление; 3) работа на място. Структурата на системата е показана на фиг.3.8.



Фиг.3.8. Структура на системата [13]

4. Екстериорни решения

Ограждащи елементи

Външни стени

При изграждане на нови или реновиране на съществуващи сгради е необходимо да се вземат предвид различните особености на географския регион, както и строителните техники и технологии. Макар и пасивни по своята същност външните ограждащи елементи играят важна роля за създаване на дом с малък въглероден отпечатък. Както материалите, влагани в стените, особено внимание трябва да бъде обърнато и към покрива и пода.

Преди започване на строителния процес, още по време на проектирането е задължително да се обърне внимание на ориентация и геометрията на сградата с цел извличане на максимално количество облаги от природата.

На територията на нашата страна, както на останалите страни в региона като основен градивен елемент за строителство са тухлите. В последно време се появяват иновативни решения, които съчетават в себе си едновременно дизайн и функционалност. Промените в климата и грижата за намаляване на вредните емисии в природата от една страна, както и осезателното изчерпване на изкопаемите енергоносители от друга, прави темата с ефективната топлоизолация изключително актуална. Съвременните производители предлагат продукти, които покриват много критерии като:

- Естествена топлоизолация и климатизация - промените в климата и грижата за намаляване на вредните емисии в природата от една страна, както и осезателното изчерпване на изкопаемите енергоносители от друга, прави темата с ефективната топлоизолация изключително актуална. Когато искаме да сведем до минимум разходите за топлоизолация, като че ли забравяме един основен факт: охлаждането на една сграда също изисква разход на енергия, който е дори по-висок, отколкото разходът за отопление. Но природата се е погрижила и за това и можем да заложим на естественото климатизиране още когато създаваме своя дом. Керамиката има много добра акумулираща способност. Благодарение на нея температурните колебания се изравняват без да е необходимо изразходването на допълнителна енергия и микроклиматът в помещенията се регулира по естествен начин.

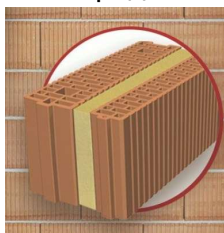
Тухлите се произвеждат с добавяне на изгарящи съставки (най-често дървесни стърготини), които при изпичане изгарят и образуват порьозна структура – така топлоизолационните характеристики на блоковете се подобряват съществено. Камерите са вертикално разположени - с полагането на разтвора по хоризонталните фуги въздухът се запечатва в тях и топлоизолацията на блоковете се подобрява значително. Например при стена, изпълнена с Porothersm 38 N+F Comfort, коефициентът на топлопреминаване е $0,27 \text{ W/mK}^*$, което покрива най-новите изисквания съгласно действащата Наредба за топлосъхранение и икономия на енергия.

- Звукоизолация - поради естеството на суровината, от която се произвеждат, керамичните блокове са с обемна плътност между 650 и 1000 kg/m^3 и това гарантира добрата звукоизолация на стените, изпълнени от тях. Колкото по-тежък е един материал, толкова по-голяма част от въздушния шум се редуцира от преградната конструкция, изградена с такъв материал. Като се добави и многокамерността на блоковете Porothersm (редуване на керамика – въздух – керамика), то звукоизолационната способност се увеличава допълнително с още 2-3 dB. Лабораторните измервания на тухлена стена, изпълнена с Porothersm 12 N+F отчитат индекс на звукоизолация 44 dB, а тези при стена от Porothersm 25 N+F – 49 dB. Правилното иззиждане и запълване на

хоризонталните фуги, както и последващото измазване на стените допринасят съществено за още по-добрата им звукоизолация

- Микроклимат - комфортът на обитаване не е само добра защита от външните влияния, но и това как се чувстват вътре в сградата нейните обитатели. Определението за това е до голяма степен субективно, но в резултат на редица изследвания е са установени две общи условия:

- Повърхността на вътрешните стени да е суха и топла на пипане;
- Ограждащите конструкции и покритията им да не предизвикват алергични реакции и да нямат неприятни за сетивата емисии.
- Керамичните тухли действат като естествен регулатор на влажността на въздуха - поглъщат излишните водни пари във въздуха и минимизират както усещането за спарен въздух, така и опасността от образуване на плесен.
- Благодарение на естествените материали, използвани в производството ѝ, керамиката е рН-неутрален минерален продукт и не съдържа вещества, които биха предизвикали алергични реакции (Фигура. 3.9.) [52]



Фигура 3.9. Тухли с вградена изолация

Покрив

Покривът е същинска и неизменна част от всяка жилищна сграда. Той е тази част сградата, през която излиза голяма част от топлината, вложена под формата на енергия за осигуряване на необходимия микроклимат. За разлика от преди към момента тенденциите налагат повишаване на топлоизолационните свойства на покривните конструкции. Набляга се на влагане на изолационни материали с повишени характеристики, обръща се внимание на особеностите от географски съображения, като това дава отражение на геометрията и формата на покрива (фигура 3.10.).[53]



Фигура 3.10. Различен тип покривна конструкция [53]

Гаражни врати

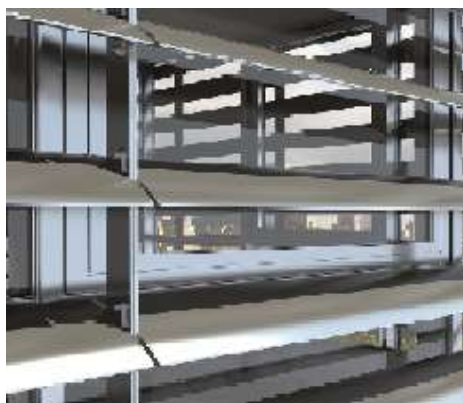
Гаражните врати вече могат да бъдат снабдени с различни умни подобрения, които улесняват тяхното ползване като дават възможност за разпознаване на собственика и автомобила, когато приближават. Благодарение на вграденият интерфейс, който е свързан с централната система вратата се отваря и затваря в точния момент. Подобни системи разполагат с много опции като – бързо въвеждане в експлоатация, предварителни настройки, визуализация на мобилно устройство, възможности за зоново осветление, аварийно захранване, брояч на цикли, регистрация на грешки, управление от разстояние и функции за сигурност за предотвратяване на неправомерно проникване(Фигура 3.11.).



Фигура 3.11. Гаражна врата с автоматизирано отваряне и затваряне.

Външни щори и екрани /сенници/

Външните щори и сенници са важен елемент от съвременното строителство, освен за добавяне на акцент във фасадно отношение щорите и сенниците изпълняват важна функция за намаляване на разходите за отопление в дните с високи температури и висок слънчев интензитет. Благодарение на възможностите за моторизирано задвижване положението на щорите и сенниците може да бъде контролирано без да се налага ръчна намеса. Опциите за връзване към системата за сградна автоматизация дават възможност да бъдат вдигани или спускани напълно или частично в зависимост от околната среда. През студената част от годината, например, напълно вдигнатите завеси и щори осигуряват повече естествена светлина и топлина на сградата, и обратно през горещите летни дни те са частично спуснати за ограничаване на нагряването. Тяхното положение може да бъде следено и управлявано през интернет, има възможности за интеграция с алгоритъм в зависимост от прогнозата и следене на слънчевия интензитет (фигура 3.12. и фигура 3.13.). [54]



Фигура 3.12. Външни ролетни щори с автоматично спускане и прибиране и възможност за регулиране на ъгъла на жалузите. [54]



Фигура 3.13. Външни сенници/екрани/ с опция за автоматично спускане и прибиране.

Фотоволтаични и соларни панели

Енергийните нужди на сградите представляват 40% от общите потребности от първична енергия в ЕС [1]. Следователно, разработването на ефективни енергийни алтернативи за сгради, използвани предимно за електричество, отопление, охлаждане и осигуряване на топла вода, е наложително. Един от начините за намаляване на зависимостта от изкопаеми горива е използването на възобновяеми енергийни системи (ВЕИ), които обикновено са екологични. В някои страни се използват широко ВЕИ и по-специално слънчевото отопление на водата. Ползите от такива системи са добре известни, но един от проблемите е тяхната интеграция. Повечето слънчеви компоненти са монтирани на покриви на сгради и те често се разглеждат като чужд елемент върху строителната конструкция.

Системите, които обикновено се използват в сградите, са фотоволтаични и слънчеви термални системи - сграда (Фигура 3.14).



Фигура 3.14. Фотоволтаични панели, монтирани на покрива на сградата.

Фотоволтаиците могат да доставят електричеството, необходимо за сградата, или генерираното електричество може да бъде подадено / продадено в мрежата. Последното обикновено се предпочита, тъй като системата не изисква батерии за съхранение на енергия и се възползва от по-високите цени на електроенергията, които могат да бъдат получени чрез продажба на произведената електроенергия в мрежата. Слънчевата термална система може да доставя енергия за отопление, охлаждане и осигуряване на топла вода за нуждите на къща [53]

Оползоворяване на дъждовна вода

По време на валеж падат значителни количества вода, която отива в канавката или в почвата. Количествата могат да достигнат до 50-100л/м² в рамките на денонощие. Вместо да се губи целият този обем той би могъл да се употреби за напояване, за миене или за други различни цели. При правилно третиране и филтрация дъждовната вода би могла да достигне характеристики, подобни на тези на дестилираната вода. Дъждовната вода има някои много съществени предимства – тя е бедна на минерали и не се съдържа калции, което предотвратява образуването на котлен камък. Липсата на хлор и други химични елементи я правят идеална за напояване, за миене и други санитарни дейности.

Събирането на дъждовната вода става чрез системите за отводняване – воронки и барбакани на плоските покриви, тераси, веранди или улуците при скатните покривни конструкции(фигура 3.15.).

Събраната вода се съхранява в различни резервоари – открити или вкопани, а в зависимост от употребата може да бъде за открита /миене на автомобили, поливане/ или закрита употреба /съдомиялни машини, тоалетни и др./



Фигура 3.15. Барбакан, воронка, улук

Батерии за съхранение на енергия

Подобна технология ни дава възможност да съхраняваме енергия получена от слънцето посредством фотоволтаични панели или енергия взета от енергоразпределителната мрежа. Тя позволява използването на съхранената енергия за захранване на дома по всяко време на денонощието – през нощта, когато слънцето не грее или когато има смущения в електрозахранването. Последните тенденции показват, че батериите могат да са компактни и лесни за монтаж и инсталиране. Към момента капацитета на батериите достига до 15kW за една батерия, като съществува опция за паралелно свързване в мрежа. Болшинството от предлаганите на пазара батерии са литиево-йонни.[55]. Високата им цена обаче ги превръща по-скоро в скъп аксесоар за хора с големи финансови възможности (Фигура 3.16.).



Фигура 3.16. Батерии за съхранение на енергия.

5. Иновативна схема на „умен“ дом с интелигентни уреди и системи

На фигура 3.17. е показана схема на умен дом, съчетаващ в себе си различни технологии, интегрирани с цел подпомагане и улесняването живота на неговите обитатели.



Фигура 3.17. Принципна схема на умен дом

С идването на ерата на интелигентните мрежи и появата на модерни комуникационни и информационни инфраструктури, двупосочната комуникация, усъвършенстваната инфраструктура за измерване, системите за съхранение на енергия и домашните мрежи ще усъвършенстват моделите на използване на електроенергия и енергоспестяване. Тук е показана също принципна схема на възможностите за контрол посредством мобилно устройство, телефон или таблет. Благодарение на възможността за взаимодействие можем да управляваме нашия дом като жив организъм. Бихме могли да заключим или да отключим, да наблюдаваме или да бъдем уведомявани при опит за взлом. Можем да настроим телевизора на зададена програма или да се изгаси дистанционно. Имаме контрол върху климатичната инсталация и осветлението.

Умният дом може да ни даде опция да управляваме следните основни системи:

Сигурност

- настройка на охранителна и пожарна аларми с помощта на код от клавиатурата или магнитна карта;
- контрол на достъпа на няколко нива (за деца, приятели, работен персонал);
- поточна информация за състоянието на системата (чрез интернет, мобилен телефон, радио дистанционно управление);
- имитация на присъствие в къщата;

- управление и мониторинг на непрекъсваеми захранвания, генератори и много други видове енергийни източници;
- в случай на неизправност и неизправност в работата им, системата автоматично може да прекрати захранването, като по този начин елиминира възможността от къси съединения и пожари;
- за осигуряването на сигурността се залагат камери за видеонаблюдение и сензори за движение.

Икономичност

- управление на индивидуални отоплителни кръгове;
- определяне на работното време на електрическите уреди;
- управление на отоплението при различни метеорологични условия;
- изключване на неизползвани домакински уреди;
- всичко това ви позволява да постигнем икономия на енергия.

Комфорт

- дистанционно управление на дома, чрез сензорни панели, и мобилни устройства;
- едно управление за всички електрически уреди;
- различни сценарии за осветление и отопление;
- навлизане на различни асистенти, които позволяват най-разнообразни услуги и възможности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В трета глава са описани иновативни технологии за поддръжка и управление на системите и уредите, захранвани с електрическа енергия. Разгледани са концепции за осигуряване на електрическо захранване с цел осигуряване на автономия и разумно потребление на електроенергия. Представено е оборудване, включващо различни сфери от ежедневието, както и начини за експлоатация на умен дом. Предложена е идея за реализация на интелигентен дом с иновативни технологии, включващи модерен дизайн, иновативни изолационни материали, пасивни системи като географска ориентация, оптимална геометрия на конструкцията, интегрирани фотоволтаични панели, система за събиране на дъждовна вода и др. Показани са активни системи за намаляване на оперативните разходи, както и възможности за управление от дистанция и самообучаване.

Изследванията в Глава 3 са в съответствие със задача 3 от Целите на Дисертацията.

Резултати от изследванията в тази глава са публикувани от докторанта в:

1. **Petrov R.**, Haralampieva M. УМНИ ДОМОВЕ И ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА. XXX Международна научно-техническа конференция – АДП 2021, 2021, ISSN:2682-9584, 155-160
2. **Petrov, R.**, Haralampieva. M.. Хибридна система за соларна енергия и биомаса за многофамилни къщи. ROBOTICS, AUTOMATION AND MECHATRONICS ' 21, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, приета за печат: 2021, ISSN:1314-4634

IV. Модел на еднофамилна къща с вградени интелигентни системи за управление

1. Еднофамилна сграда, построена съгласно действащите норми

Съвременното строителство, което се подчинява на действащата нормативна уредба представлява познатата на всички ни стандартна комбинация от ограждащи елементи и вътрешно оборудване, осигуряващо ни базови и необходими удобства за живеене.

С навлизане на все по-строги нормативи и промяната на законите в определени области, касаещи строителството, се променят и методите и средствата за неговото физическо изпълнение. Ако трябва да сравним начина, по който се строи днес, той не се различава особено много от това, как се е извършвала тази дейност преди петдесет или повече години.

По отношение на сградните инсталации, които са най-енергоемки, а именно отопление и вентилация, към момента са актуални няколко тенденции:

- Класическа отоплителна инсталация с топлоизточник котел на електричество, пелети или твърдо гориво в комбинация с радиатори. В този случай се разчита на естествената конвекция. Затоплянето на топлоносителя се случва в котела, след което се транспортира към отоплителните тела.
- Термопомпени системи – те са най-модерното решение към днешна дата. Тези системи осигуряват висока степен на автономия, гъвкави режими на работа и висок коефициент на полезно действие.

При масовото строителство не се залагат решения, свързани с оползотворяване на отпадни и дъждовни води, слънчева или вятърна енергия. Не се предвиждат системи за енергиен мениджмънт или способности за централизирано управление с помощта на модерни технологии.

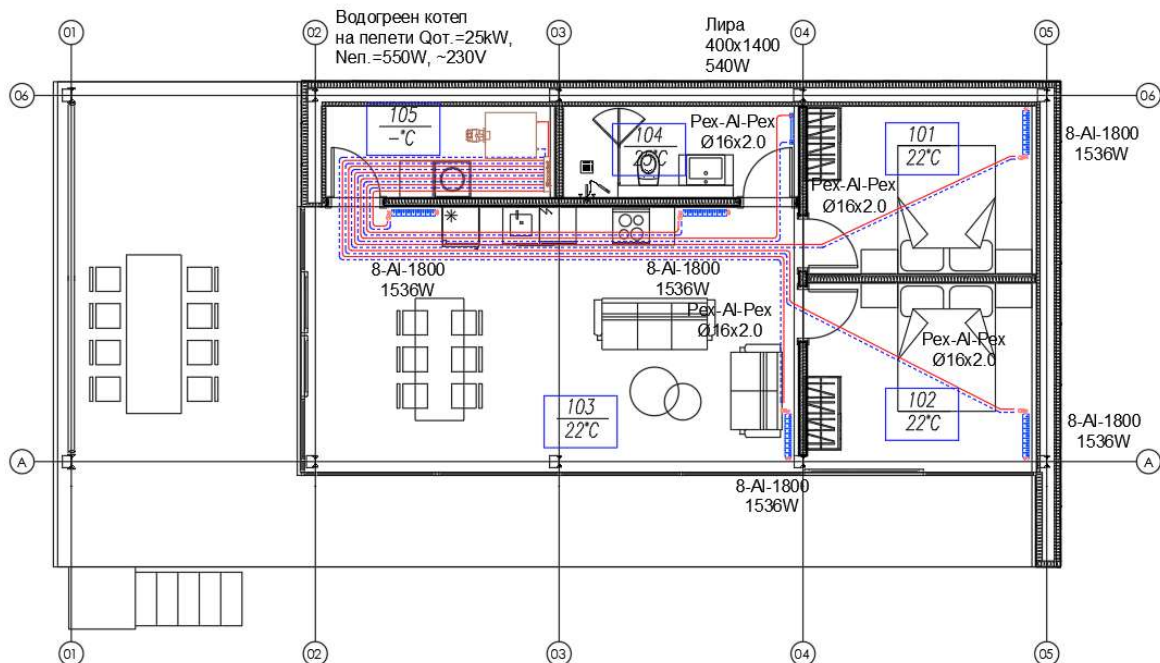
На фигура 1.1. е представен концептуален модел на еднофамилна жилищна сграда, разположена в подножието на планина Витоша. Тя се състои от всекидневна, две спални помещения, санитарен възел, техническо помещение и открита веранда. Тъй като парцела се намира на скат, сградата е решена да бъде с носещи колони и под, граничещ директно с външния въздух. Стените са с окачена фасада и изолация от каменна вата, покрива е плосък с топлоизолиран с екструдирани пенополистирол и дишаща хидроизолационна мембрана. Къщата разполага с богато остъкляване, реализирано с троен стъклопакет и шесткамерен алуминиев профил.



Фигура 1.1. Концептуален модел на еднофамилна жилищна сграда

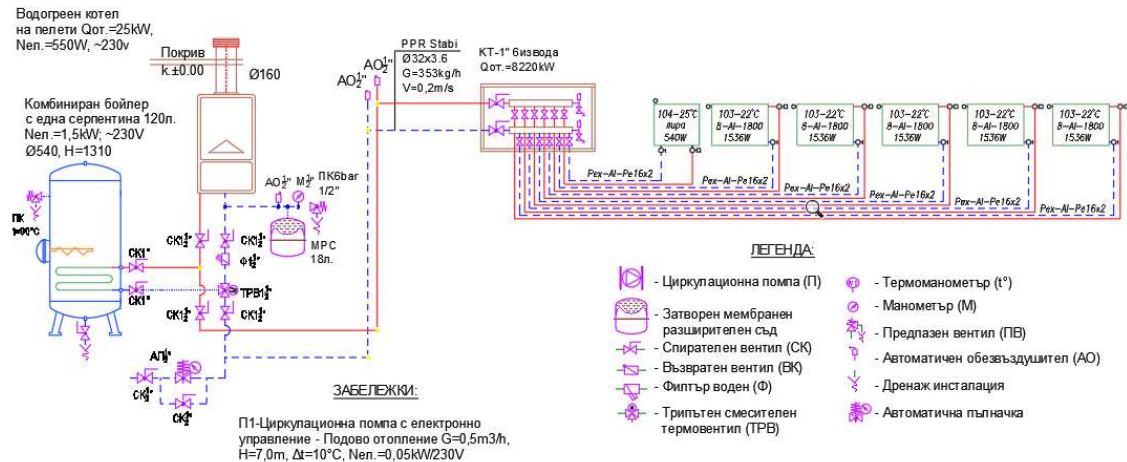
Предвидената отоплителна инсталация е в състояние да задоволи топлинните нужди на сградата. Заложена е локална водно-помпена отоплителна инсталация с топлоносител гореща вода, произведена от водогрееен котел на пелети. Главната тръбна мрежа, проектирана по лъчева схема, ще бъде изпълнена от топлоизолирани полипропиленови тръби тип "Стаби".

Помещенията се захранват от колекторно табло, оборудвано с необходимата спирателна арматура, автоматичен обезвъздушител и дренажен кран. Хоризонталната разпределителна мрежа за радиаторното отопление ще се изпълни от полиетиленови тръби с алуминиева вложка в гофрирани тръби. За подгръване на топла вода за битови нужди предвиждаме хоризонтален комбиниран бойлер с една серпентина и обем 120л. с ел. мощност $N_{ел.} = 1,5kW$. Бойлерът ще бъде подвързан към котела, посредством трипътен вентил с ел. задвижка. Не се предвижда охлаждане за летните месеци поради спецификата на географското разположение. Температурата през лятото остава в поносими граници. На фигура 1.2. е показана тръбната разводка, отоплителните тела и котела, монтиран в техническото помещение на къщата. Загрята вода ще се доставя към бойлера и отоплителната инсталация чрез вградена в котела циркулационна помпа с електронно управление, снабдена с необходимата арматура.



Фигура 1.2. Тръбна разводка и топлинни консуматори

Инсталацията, предмет на проекта схематично е показана на фигура 1.3., като за по-голяма яснота са нанесени котролната и спирателна арматура, както и всички необходими диаметри и допълнителна информация.



Щранг схема

Фигура 1.3. Щранг схема на машини, съоръжения, предпазна и контролна арматура.

2. Модел на еднофамилна къща с вградени интелигентни системи за управление

Приложеният примерен модел представлява еднофамилна къща на един етаж, на който се разполагат две спални помещения, всекидневна с кухненски бокс, санитарно помещение, техническо помещение и открита тераса. В процеса на разработка с цел постигане на оптимални резултати се съсредоточаваме в две насоки:

- пасивна, която включва елементи и части от сградата, които благодарение на своята ориентация или същност спомагат за намаляване на разходите за електроенергия и повишават нивото на комфорт. Тази насока включва дизайна на сградата и използваните при строителството материали и конструкции, различни практични решения и идеи като системи за пречистване на отпадни води и добиване на енергия от фотоволтаични панели.
- активна, която обединява всички системи, които могат да бъдат задвижвани /отваряни или затваряни, включвани или изключвани/. В тази насока са всички системи за сигурност, датчици и сензори, инсталации за поддържане на микроклимата, осветлението и цялото домакинско оборудване.

2.1. Интелигентен дизайн

Фасада

При проектирането са взети предвид различни особености на географския регион, както и строителните техники и технологии. Сградата е с богато остъкление с френски прозорци, осигуряващ гледка към заобикалящата я среда (Фигура 4.1.).[61]



Фигура 4.1. Модел на сграда в хармония със заобикалящата я околна среда

Външните стени са изградени от керамични блокове с дебелина 380мм и разполагат с повишени топлоизолационни характеристики(фиг.4.2). [62]



Фигура 4.2. Керамични блокове с дебелина 380мм и разполагат с повишени топлоизолационни характеристики

Фасадата е от композитно дърво на принципа на окачената фасада (Фигура 4.3.),

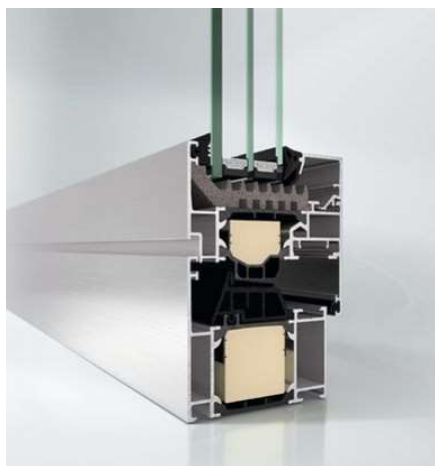
Във въздушната междина между тухленият зид и окачената фасада е положен слой допълнителна топлоизолация с дебелина 50мм. По този начин коефициента на топлопреминаване на стените е $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ при норматив от $0,28\text{W/m}^2\text{K}$, съгласно сега действащите норми. [63]



Фигура 4.3. Фасада от композитно дърво

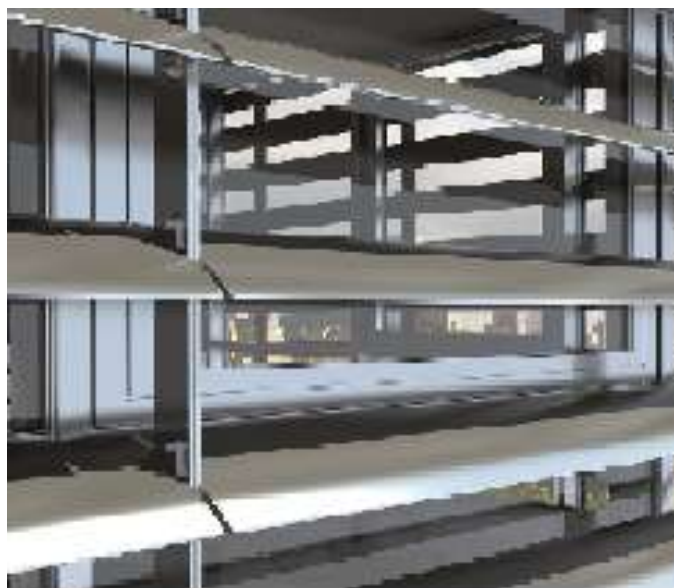
Врати и прозорци

Вратите и прозорците са от дограма с троен стъклопакет с различна дебелина и разстояние между стъклата, профилът е многокамерен, изграден от фиброкомпозитен материал, който осигурява изключително добри топлоизолационни характеристики, достигащи до $U= 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$, благодарение на липсата на метална армировка (Фигура 4.4.). В същото време на всички отваряеми врати и прозорци са монтирани датчици за осигуряване на защита от неправомерно проникване.



Фигура 4.4. Троекен стъклопакет с многокамерен профил

Предвиден е монтаж на външни щори, които осигуряват здравословни нива на вътрешната температура, в състояние са да осигуряват достатъчна видимост, изпълняват ролята на допълнителна термична и ветро защита, както и дават възможност за пълноценно използване на дневната светлина без нежелани отблясъци и отражения. Разполагат с опция за електрически и дистанционен контрол (Фигура.4.5.).[54]



Фигура 4.5. Външни щори

Под и покрив

Подът и покривът са направени съгласно всички изисквания на действащите нормативни наредби и закони. Структурата на вложените материали е ориентирана за осигуряване на достатъчно добри топлоизолационни

характеристики. Както пода така и тавана, които са в пряк контакт с външния въздух и заради това са топлоизолирани с екструдирани пенополистирол XPS, който има капилярна микроструктура и притежава максимално затворена клетъчна структура, което го прави неподатлив на вода и водни пари.

2.2. Интелигентни технологии

Фотоволтаична система

На покрива на сградата са монтирани фотоволтаични панели, които са в състояние да задоволят енергийните нужди на обитателите. Монтирани са под подходящ ъгъл за максимално поглъщане на слънчевата светлина, ориентация им е юг-югоизток. Системата е с възможност за корекция на ъгъла в зависимост от сезонните особености. Избора на броя и вида на панелите е съобразен със средното енергопотребление на дневна база.

В таблици 4.1÷4.4. е показано средномесечното енергопотребление за всяко помещение от сградата.

Таблица 4.1.

Спалня 1 - без система за интелигентно управление									
Сметки за ток по месеци	Брой дни	Часове	Време за работа	Климатизация	Печка	Пералня	Бойлер	Осветление	Други
			%	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец
1 Януари	31	744	60	0,8	2	1	2	0,02	0,1
2 Февруари	28	672	60	323	0	0	0	1	67
3 Март	31	744	40	238	0	0	0	1	74
4 Април	30	720	30	173	0	0	0	1	72
5 Май	31	744	20	119	0	0	0	1	74
6 Юни	30	720	20	115	0	0	0	1	72
7 Юли	31	744	30	179	0	0	0	1	74
8 Август	31	744	30	179	0	0	0	1	74
9 Септември	30	720	40	230	0	0	0	1	72
10 Октомври	31	744	50	298	0	0	0	1	74
11 Ноември	30	720	60	346	0	0	0	1	72
12 Декември	31	744	60	357	0	0	0	1	74
Климатизация				2913	0	0	0	7	876
Уреди				876					
Осветление				7					

Спалня 1 - със система за интелигентно управление									
Брой дни	Часове	Време за работа	Климатизация	Печка	Пералня	Бойлер	Осветление	Други	
		%	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец
			0,8	2	1	2	0,02	0,1	
1 Януари	31	744	30	179	0	0	0	1	74
2 Февруари	28	672	30	161	0	0	0	1	67
3 Март	31	744	20	119	0	0	0	1	74
4 Април	30	720	15	86	0	0	0	1	72
5 Май	31	744	10	60	0	0	0	1	74
6 Юни	30	720	10	58	0	0	0	1	72
7 Юли	31	744	15	89	0	0	0	1	74
8 Август	31	744	15	89	0	0	0	1	74
9 Септември	30	720	20	115	0	0	0	1	72
10 Октомври	31	744	25	149	0	0	0	1	74
11 Ноември	30	720	30	173	0	0	0	1	72
12 Декември	31	744	30	179	0	0	0	1	74
Климатизация			1456	0	0	0	7	876	
Уреди			876						
Осветление			7						

Таблица 4.2.

Спалня 2 - без система за интелигентно управление										
	Сметки за ток по месеци	Брой дни	Часове	Време за работа	Климатизация	Печка	Пералня	Бойлер	Осветление	Уреди
				%	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец
					0,8	2	1	2	0,02	0,1
1	Януари	31	744	60	357	0	0	0	1	74
2	Февруари	28	672	60	323	0	0	0	1	67
3	Март	31	744	40	238	0	0	0	1	74
4	Април	30	720	30	173	0	0	0	1	72
5	Май	31	744	20	119	0	0	0	1	74
6	Юни	30	720	20	115	0	0	0	1	72
7	Юли	31	744	30	179	0	0	0	1	74
8	Август	31	744	30	179	0	0	0	1	74
9	Септември	30	720	40	230	0	0	0	1	72
10	Октомври	31	744	50	298	0	0	0	1	74
11	Ноември	30	720	60	346	0	0	0	1	72
12	Декември	31	744	60	357	0	0	0	1	74
Климатизация					2913	0	0	0	7	876
Уреди					876					
Осветление					7					

Спалня 2 - със система за интелигентно управление										
	Сметки за ток по месеци	Брой дни	Часове	Време за работа	Климатизация	Печка	Пералня	Бойлер	Осветление	Други
				%	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец
					0,8	2	1	2	0,02	0,1
1	Януари	31	744	30	179	0	0	0	1	74
2	Февруари	28	672	30	161	0	0	0	1	67
3	Март	31	744	20	119	0	0	0	1	74
4	Април	30	720	15	86	0	0	0	1	72
5	Май	31	744	10	60	0	0	0	1	74
6	Юни	30	720	10	58	0	0	0	1	72
7	Юли	31	744	15	89	0	0	0	1	74
8	Август	31	744	15	89	0	0	0	1	74
9	Септември	30	720	20	115	0	0	0	1	72
10	Октомври	31	744	25	149	0	0	0	1	74
11	Ноември	30	720	30	173	0	0	0	1	72
12	Декември	31	744	30	179	0	0	0	1	74
Климатизация					1456	0	0	0	7	876
Уреди					876					
Осветление					7					

Таблица 4.3.

Дневна - без система за интелигентно управление										
Сметки за ток по месеци	Брой дни	Часове	Време за работа	Климатизация	Печка	Пералня	Бойлер	Осветление	Уреди	
			%	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	
				1,5	2	1	2	0,04	0,1	
1 Януари	31	744	60	670	62	0	0	1	74	
2 Февруари	28	672	60	605	56	0	0	1	67	
3 Март	31	744	40	446	62	0	0	1	74	
4 Април	30	720	30	324	60	0	0	1	72	
5 Май	31	744	20	223	62	0	0	1	74	
6 Юни	30	720	20	216	60	0	0	1	72	
7 Юли	31	744	30	335	62	0	0	1	74	
8 Август	31	744	30	335	62	0	0	1	74	
9 Септември	30	720	40	432	60	0	0	1	72	
10 Октомври	31	744	50	558	62	0	0	1	74	
11 Ноември	30	720	60	648	60	0	0	1	72	
12 Декември	31	744	60	670	62	0	0	1	74	
Климатизация				5461	730	0	0	15	876	
Уреди				1606						
Осветление				15						

Дневна - със система за интелигентно управление										
	Сметки за ток по месеци	Брой дни	Часове	Време за работа	Климатизация	Печка	Пералня	Бойлер	Осветление	Уреди
				%	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец
					1,5	0,5	1	2	0,02	0,1
1	Януари	31	744	30	335	16	0	0	1	74
2	Февруари	28	672	30	302	14	0	0	1	67
3	Март	31	744	20	223	16	0	0	1	74
4	Април	30	720	15	162	15	0	0	1	72
5	Май	31	744	10	112	16	0	0	1	74
6	Юни	30	720	10	108	15	0	0	1	72
7	Юли	31	744	15	167	16	0	0	1	74
8	Август	31	744	15	167	16	0	0	1	74
9	Септември	30	720	20	216	15	0	0	1	72
10	Октомври	31	744	25	279	16	0	0	1	74
11	Ноември	30	720	30	324	15	0	0	1	72
12	Декември	31	744	30	335	16	0	0	1	74
Климатизация					2731	183	0	0	15	876
Уреди					1059					
Осветление					15					

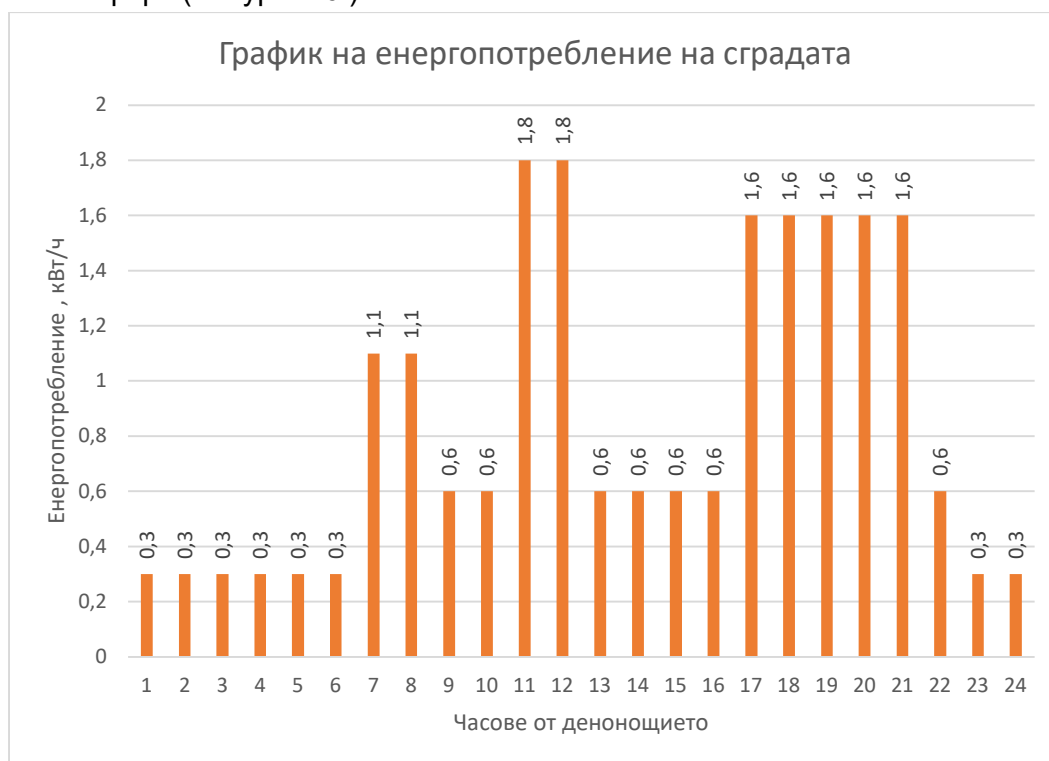
Таблица 4.4.

Мокро помещение - без система за интелигентно управление										
	Сметки за ток по месеци	Брой дни	Часове	Време за работа	Климатизация	Печка	Пералня	Бойлер	Осветление	Уреди
				%	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец
					0,6	2	0,3	2	0,02	0,1
1	Януари	31	744	60	268	0	9	124	1	0
2	Февруари	28	672	60	242	0	8	112	1	0
3	Март	31	744	40	179	0	9	124	1	0
4	Април	30	720	30	130	0	9	120	1	0
5	Май	31	744	0	0	0	9	124	1	0
6	Юни	30	720	0	0	0	9	120	1	0
7	Юли	31	744	0	0	0	9	124	1	0
8	Август	31	744	0	0	0	9	124	1	0
9	Септември	30	720	0	0	0	9	120	1	0
10	Октомври	31	744	50	223	0	9	124	1	0
11	Ноември	30	720	60	259	0	9	120	1	0
12	Декември	31	744	60	268	0	9	124	1	0
Климатизация					1568	0	110	1460	7	0
Уреди					1570					
Осветление					7					

Мокро помещение - със система за интелигентно управление										
	Сметки за ток по месеци	Брой дни	Часове	Време за работа	Климатизация	Печка	Пералня	Бойлер	Осветление	Уреди
				%	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец	кВт/месец
					0,6	2	0,3	2	0,02	0,1
1	Януари	31	744	30	134	0	9	124	1	0
2	Февруари	28	672	30	121	0	8	112	1	0
3	Март	31	744	20	89	0	9	124	1	0
4	Април	30	720	15	65	0	9	0	1	0
5	Май	31	744	10	45	0	9	0	1	0
6	Юни	30	720	10	43	0	9	0	1	0
7	Юли	31	744	15	67	0	9	0	1	0
8	Август	31	744	15	67	0	9	0	1	0
9	Септември	30	720	20	86	0	9	0	1	0
10	Октомври	31	744	25	112	0	9	0	1	0
11	Ноември	30	720	30	130	0	9	120	1	0
12	Декември	31	744	30	134	0	9	124	1	0
Климатизация					1092	0	110	604	7	0
Уреди					714					
Осветление					7					

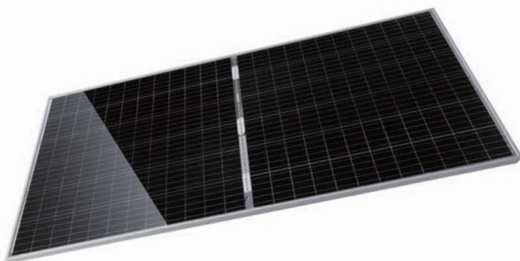
На база отчетеното прогнозно електропотребление за цялата сграда, предназначена за целогодишно ползване е изготвен график с изразходваната

енергия за пълноценно функциониране и осигуряване на необходимото ниво на комфорт (Фигура 4.6.).



Фигура 4.6. График на енергопотребление на сграда
 $\Sigma \text{Нел.} = 20,6 \text{ kW/h}$

Видно от графиката става ясно, че в определени часови зони потреблението на енергия е по-интензивно. Това са часовете преди работа, времето за обяд и часовете след приключване на работния ден. За да осигурим необходимата енергия на покрива се предвижда разполагане на 39 броя фотоволтаични панела (Фигура 4.7.).

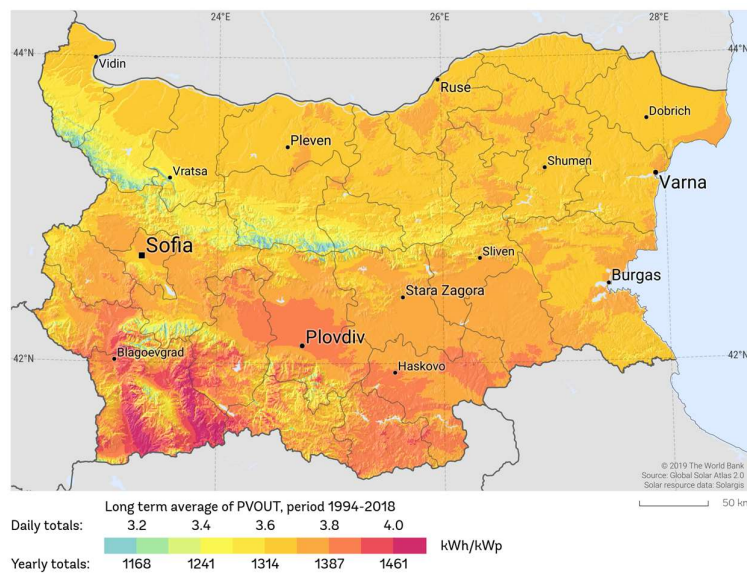


Фигура 4.7. Фотоволтаичен панел

Панелите са с монокристална структура 158x158мм, броя на клетките е 144(6x24), размерите са 2031x1008x30 заложената мощност, която са в състояние да произведат е 405W в рамките на един час. Заложената ефективност на фотоволтаичния панел е 19,78%.[64]

В България съществуват данни от дългогодишни наблюдения за продължителността на слънцегреенето (фиг.4.8.). Като средната стойност е 2100 часа за година. В някои райони дори достига до 2500 часа, които съответстват на 1400-1600kW/m² върху хоризонтална повърхнина [50].

Продължителността на слънцегреенето е различна за различните части на страната поради географските особености и различия. За района на София достига 2020 часа за година [65].



Фигура 4.8. Потенциал за добив на енергия слънчево-енергийни ресурси

$$Q_h = 39 \cdot 405 = 15795 \text{ W/h}$$

На двадесет и четири часова база, използвайки коефициента на полезно действие получаваме:

$$Q = 15795 \cdot 24 \cdot 0.1978 = 74,9 \text{ kW}$$

За задоволяване енергийни нужди на нашата сграда за 24 часа са необходими 21 кВт електроенергия, затова на целия покрив на сградата се предвижда да се монтират фотоволтаични панели, които са в състояние на 2 часа пиково натоварване да осигурят енергия, необходима за цялото денонощие (Фигура 4.7.).



Фигура 4.9. Покрив с фотоволатични панели

Част от произведената от панелите енергия, при нужда, се използва директно за нуждите на консумиращите електроуреди като бойлер, хладилник или климатична инсталация, а останалата част се съхранява в компактен акумулаторен блок, който е в състояние да осигури достатъчно енергия за еднофамилна къща с две спални. Акумулаторният блок притежава вграден инвертор и висока степен на автономност (Фигура 4.10.). [66]



Фигура 4.10. Акумулаторна батерия за съхранение на електрическа енергия

Излишната електроенергия се връща в енергопреносната мрежа като тя следва да бъде изкупувана на преференциални цени без ДДС от 198,27лв/MWh, съгласно основание чл. 21, ал. 1, т. 86 от Закона за енергетиката, чл. 6, т. 1, чл. 32, ал. 1, т. 1 и чл. 32, ал. 4 от Закона за енергията от възобновяеми източници и § 68, ал. 3 от Преходните и заключителните

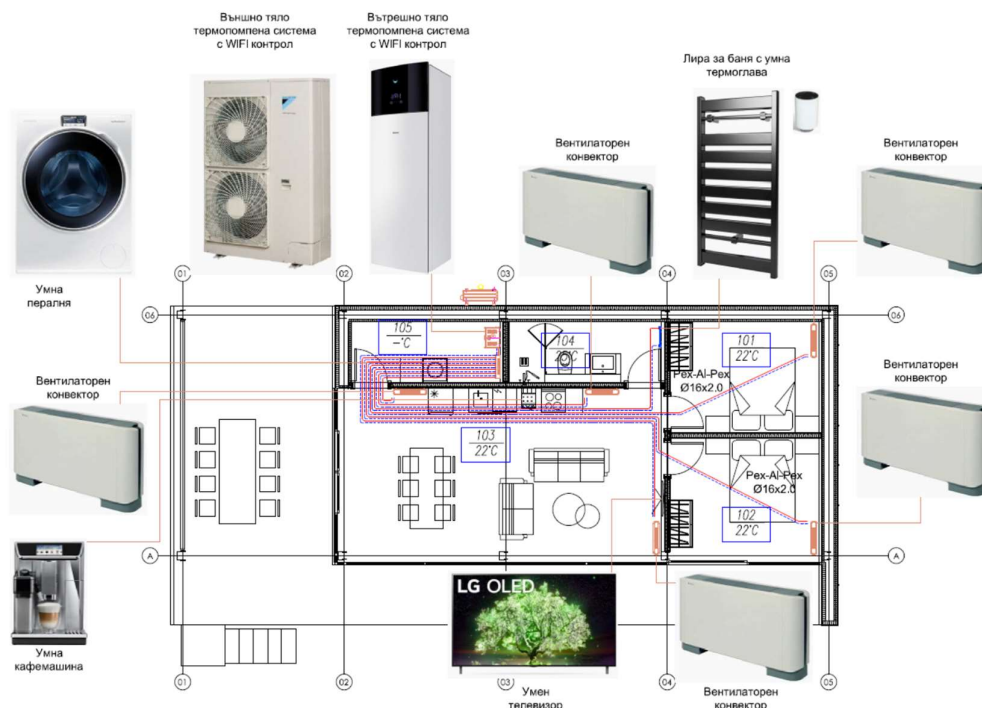
разпоредби на Закона за изменение и допълнение на Закона за енергетиката, обн. ДВ, бр. 91 от 2018 г., § 34, ал. 2 от Преходните и заключителните разпоредби на Закона за изменение и допълнение на Закона за енергетиката, обн. ДВ, бр. 41 от 2019 г.[67]

3. Умен дом с вградени интелигентни технологии

На фигура 4.9. е показана схема на еднофамилна жилищна сграда с вградени интелигентни технологии.

За осигуряване на подходящ микроклимат – отопление и охлаждане е предвидена термопомпена отоплителна инсталация. Термопомпата е разделен тип с външно и вътрешно тяло. Външното тяло е тип „въздух-вода“ ще се монтира на отделен фундамент, за да се предава шум и вибрации към жилищната сграда. Вътрешното тяло е снабдено с топлообменници, циркуляционна помпа с електронно управление, вграден бойлер от неръждаема стомана с електронагревател. Връзката между вътрешното и външното тяло е посредством тръбен сноп от медни тръби за течна и газообразна фаза, захранващ и комуникационен кабел.

Благодарение на вградения топлообменник вътрешното тяло или хидромодул осигурява топла или студена вода, която захранва климатичната инсталация. Отоплението на всекидневната и спалните помещения се осъществява с вентилаторни конвектори за подовостенен монтаж, а на банята с отоплителна лира.



Фигура 4.9. Умни електроуреди

Загрята вода се транспортира по лъчева схема от разпределителен колектор, който се състои от водоразпределител, водосъбирател, автоматични обезвъдушители, спирателна и контролна арматура. Тръбите са полиетиленови с алуминиева вложка, изолирани с топлоизолация от микропореста гума. Връзката между колектора и вътрешното тяло се осъществява с медни топлоизолирани тръби.

Термопомпената система е снабдена с модул за безжична връзка, конвекторите разполагат с контролер с опция за дистанционно управление, а лирата е с термоглава с електрическа задвижка.

Климатичната система е оборудвана с температурни датчици и комуникационен модул, който може да се управлява ръчно или да бъде с автоматични настройки в зависимост от нашето местоположение. Когато сме на път за къщи системата знае това и променя настройките си, така че когато се приберем да са достигнати оптимални характеристики на микроклимата.

За подгряване на горещата вода в бойлера се използва електроенергията от фотоволтаичните панели, монтирани на покрива на сградата. За целта енергията се насочва към нагревателя през времето, когато имаме най-интензивен поток на слънчеви лъчи, обикновено в ранните следобедни часове. Бойлерът също е снабден с функции за дистанционен контрол и наблюдение, като при нужда може да се изключва или да бъдат променени неговите параметри.

В техническото помещение освен вътрешното тяло на термопомпата се намират разпределителният колектор и пералнята, която е последно поколение и разполага със смарт технология, която ни позволява да коригираме времето, за което пере, анализира за често срещани проблеми и дава варианти за решаването им, съветва ни за конкретни програми, които да оптимизират циклите на пране. Пералня се свързва към домашната мрежа посредством приложение, което ни позволява да я управляваме дистанционно през интернет, също така има възможност за свързване и със смарт асистиенти.

В кухнята се предвиждат изцяло уреди с опция за управление през интернет, като например кафе машината може да приготви кафето точно преди ставане. Хладилникът разполага с екран, чувствителен на допир, който дава различна информация, има опция за вградена вътрешна камера, съвместим е с домашни интернет асистиенти.

Телевизорът е снабден с операционна система и разполага, както с опция за връзка към безжична мрежа, така и блутуут технология и опция за кабелна връзка.

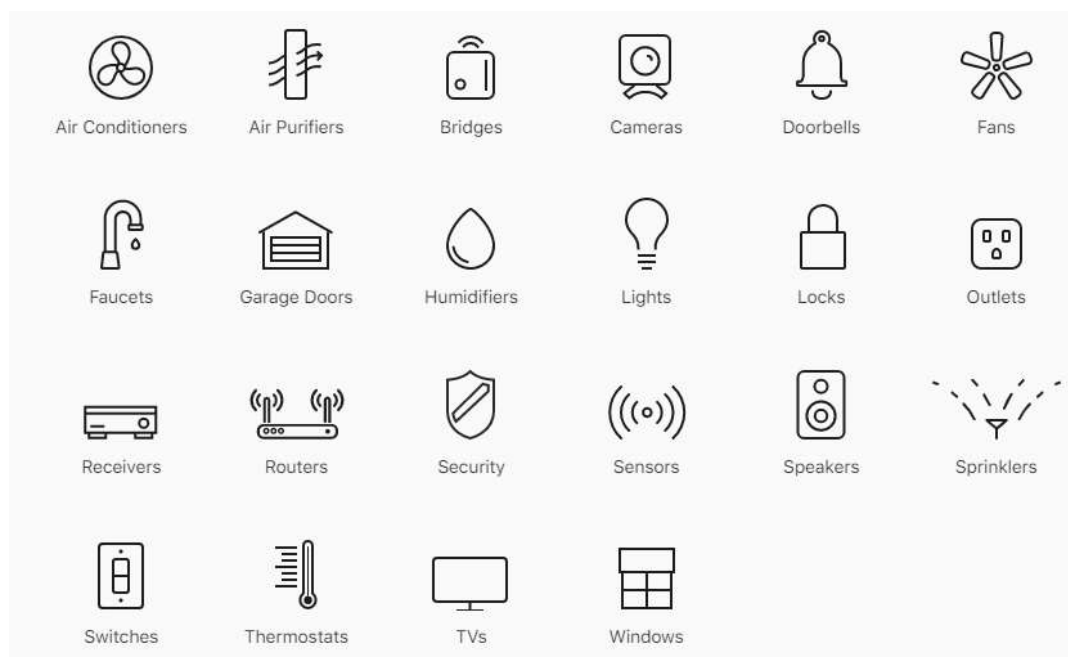
За чистотата се предвижда умна прахосмукачка с опция за мокро почистване.

За всички останали уреди, които не разполагат с опция за контрол през интернет са предвидени умни електрически контакти, които могат дистанционно да пускат или да спират въпросните изделия.

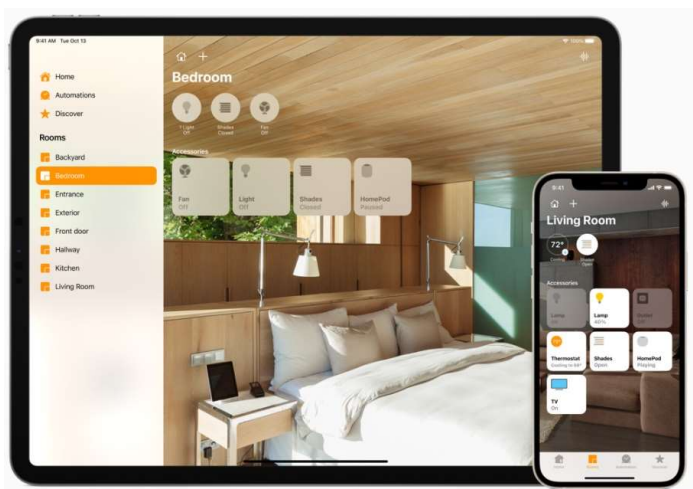
Осветлението е изцяло на базата на LED технологията, което гарантира висока надеждност, дълга експлоатация и нисък разход на енергия. Всяко осветително тяло е част от локалната система за управление и контрол.

Управлението на всички инсталирани уреди и системи са обединени и лесно управляеми посредством специализиран софтуер. Един от най-често прилагашите се е продукт на компанията “Apple” т.нар. “Apple home” [68]. С негова помощ сме в състояние да следим и контролираме всяка система, съвместима с този софтуер, като например да следим чистотата на въздуха, температурата в помещенията, дали са включени дадени електроуреди, да управляваме гаражната врата, както и системите за сигурност(Фигура 4.10.).

Приложението Home групира аксесоарите по стаи, така че може лесно устройствата да бъдат контролирани във всяка част на дома с докосване или щракване. Можем дори да кажем на гласовия асистент „Siri“ неща като „Изключи осветлението на спалнята ми“ или „Започни да отопляваш горе“. Можем да натиснем икона, за да изпълним по-сложни задачи като затъмняване на светлините или регулиране на термостата (Фигура 4.11.).



Фигура 4.10. Системи за контрол през „Apple home“



Фигура 4.11. Управление на всички уреди в отделни помещения

„Apple home“ ни позволява да задаваме конфигурации, които дават възможност за работа с множество аксесоари в определена комбинация - всичко с една команда. Така че можете да създадем режим, наречен „Напускане на дома“, която изключва светлините, заключва вратите ви и понижава температурата от термостата (Фигура 4.12).



Фигура 4.12. Режим „Напускане на дома“

Гласовият асистент, интегриран във всяко мобилно устройство ни позволява да задаваме команди и режими от всяка точка на света.

Системата има и опция да се грижи сама за нашия дом като например в зависимост от нашето местоположение може да включи светлините, да усили отоплението преди да сме станали, използвайки сензори за движение да управлява индивидуално осветлението по помещения, както и да изгаси навсякъде, когато всички сме напуснали сградата (Фигура 4.13).



Фигура 4.13. Самостоятелна грижа за дома

За оползотворяване на отпадните води е предвидена локална пречиствателна станция. Тя е с компактни размери, не отделя миризми и дава възможност пречистената вода да се ползва за поливни цели. В допълнение към пречиствателната станция е монтиран отделен резервоар от пластмаса, подсилен с фибростъкло, в който се съхранява дъждовна вода.

Пречиствателната станция за битови отпадни води не се нуждае от електричество. Тя е с обем 2200л. и е предназначена сгради с четирима постоянно живеещи души в нея. Състои се от резервоар, филтърна шахта, филтърна кофа, капак за резервоари нивелационен пръстен (Фигура 4.14.). Пречиствателната станция може да се види на адрес [69]



Фигура. 4.14. Пречиствателна станция за домакинство от четири души.

Интелигентно използване и поддръжка на сгради

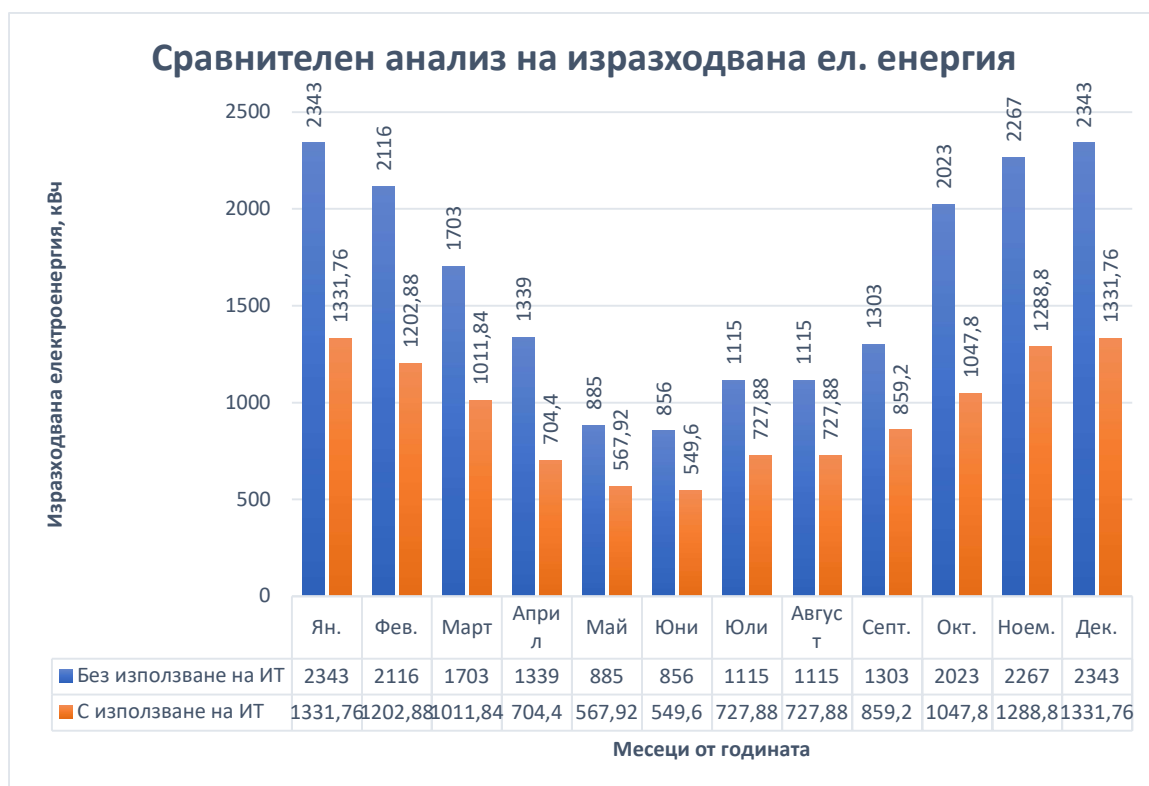
Целият обем постъпваща информация се приема в системата за сградна автоматизация, която комуникира от една страна с инсталираните уреди и системи, а от друга страна с потребителите. Там се обработва информацията за произведената и консумираната електрическа енергия в домакинството, системата задава графиците за използване на различните електроуреди с цел максимална оптимизация на изразходваната енергия.

Сградата не е напълно независима като за всеки случай сградата е присъединена към електропреносната мрежа. Към системата за сградна автоматизация е внедрена система за енергиен мениджмънт.

4. Сравнение на синтезирания модел със система без енергийно управление. Анализ на резултатите

На база преставеният в предишните глави модел можем да направим анализ за преките ползи от интегрирането на интелигентните технологии за създаването на един умен дом.

- На първо място това е разхода на електрическа енергия за нормално обитаване на разработения концептуален дом. За целта са разгледани два случая, когато няма и когато има система за енергиен мениджмънт и сградна автоматизация. Отчитането е направено на годишна база и коефициент на едновременност за използване на домашното оборудване. Оборудването включва климатизация, пералня, печка, бойлер, осветление и други уреди като телевизори и компютри с по-ниска консумация на енергия. От резултатите е видно, че при нормална експлоатация е възможно да бъде постигната икономия в рамките до 40%(Фигура 4.15).



Фигура 4.15. Сравнителен анализ на изразходвана ел. енергия

- Реализиране на допълнителните количества електроенергия на свободния пазар. Производството на електроенергия от фотоволтаичната система е различно в зависимост от сезона, времето, както и местоположението на слънцето в зависимост от часа. За интервалите от време, когато потреблението не е интензивно, а акумулаторната батерия е заредена сме в състояние да подаваме напрежение към мрежата благодарение на двупосочен електромер. Системата е в състояние също така и да подава енергия срещу заплащане електроенергия към енергоразпределителните дружества.
- Намаляване на разхода на вода за комунални нужди – чрез изградената локална пречиствателна станция водата за поливане и миене може да се захранва от пречистената вода.
- Осигуряване на автономност чрез системите за сигурност, анализ на параметрите за осигуряване на необходимия микроклимат, частина или пълна независимост от централни доставчици на комунални услуги.

ИЗВОДИ

Предложеният модел на еднофамилна жилищна сграда е изграден в съответствие с всички нормативни наредби и законови актове, съгласно настоящата нормативна уредба, действаща на територията на Република България и целия Европейски съюз.

Ограждащите елементи на сградата са с максимално ниски коефициенти на топлопреминаване. Заложените инсталации са с висок коефициент на трансформация на енергията COP/EER(coefficient of performance/ energy efficiency ratio). Системите за производство на електрическа енергия от фотоволтаичните панели, разположени на покрива, резервоара за дъждовна вода и пречиствателната станция спомагат за постигане на високи нива на енергийна независимост и драстично намаляване на отделени замърсяващи продукти.

Системата за управление на сградата в комбинация с интелигентни уреди и асистенти спомагат за редуциране на изразходваната електроенергия и повишаване на жизнения комфорт на обитателите на сградата.

Изследванията в тази глава са в съответствие със задача 4 от целите на Дисертацията.

Публикации по темата:

1. Haralampieva M., Petrov R., Yosifova V.. Интегриране на соларни възобновяеми енергийни системи в сгради. Приложение и технология.. XXX Международна научно-техническа конференция – АДП 2021, 2021, ISSN:2682-9584, 61-64
2. Petrov, R., Haralampieva, M.. Интелигентни технологии и умни домове. ROBOTICS, AUTOMATION AND MECHATRONICS ' 21, Prof. Marin Drinov Academic Publishing House, 2021, ISSN:1314-4634

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

През последните десетилетия вследствие на активната човешка дейност, независимо от нашите желания, климата на земята се променя с темпове по-бързи от очакваното. Ние като общество трябва да отговорим на това предизвикателство. С развитието на нашите схващания и напредъка в технологично отношение ние ще трябва да отговорим на предизвикателствата на бъдещето с всички методи и достижения на научния прогрес.

Подобни проекти са малка стъпка в тази насока, но с набиране на популярност ефекта ще бъде осезаем на всички нива на обществото.

Въпреки по-високите разходи, свързани с първоначалното изграждане на подобен обект, с по-внимателно планиране, свързано с проучване и задълбочен анализ сме в състояние да постигнем високи резултати, както по отношение на грижата към природата, така и в дългосрочен план да възвърнем вложените инвестиции.

Използването на качествени материали за строителство – стени, прозорци и другите ограждащи елементи ни дава възможност на намалим разходите за отопление и охлаждане. Използването на възобновяеми енергийни източници допълнително рефлектира върху цялостната картина, осигурявайки допълнителна икономия и автономност.

Интеграцията на цял набор от интелигентни технологии създава възможността да живеем с по-малко стрес без да нарушаваме своя ритъм, като в същото време сме в хармония с природата, и се грижим за нейното добро състояние, намалявайки въглеродния отпечатък.

РЕФЕРЕНЦИИ

1. DEGW and Tekinibank. (1995) The Intelligent Building in Europe, London and Milan: British Council of Offices, The College of Estate Management.
2. Himanen, M. (2003) The Intelligence of Intelligent Buildings, Finland: VTT Publications.
3. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_bg
4. Kroner, W. M. (1997) 'An intelligent and responsive architecture', Automation in Construction, 6: 381–93.
5. So, A. T. B. and Chan, W. L. (1999) Intelligent Building Systems, Boston: Kluwer Academic Publishers.
6. Wong, J. K. W., Li, H. and Wang, S. W. (2005) 'Intelligent building research: a review', Automation in Construction, 14(1): 143–59.
7. Borer, J. R. and Reynolds, A. J. (1994) Building Management and Communication Systems, Uxbridge: Brunel University.
8. <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/what-is-industrie40.html>
9. Butcher, K. and Yarham, R. (2000) CIBSE Guide H – building control systems. Oxford: Butterworth- Heinemann.
10. Dorf, R. C. and Bishop, R. H. (1998) Modern Control Systems, 8th edn, Menlo Park, California: Addison- Wesley.
11. Honeywell Inc. (1989) Engineering Manual of Automatic Control for Commercial Buildings: heating, ventilating, air- conditioning, Minneapolis, Minnesota: Honeywell Inc.
12. Scheepers, H. P. (1991) Supporting Technology for Building Management Systems, Woerden, The Netherlands: Uitgeverij De Spil BV.
13. Frost & Sullivan. (2005) Wireless Sensors in Building Automation, Frost & Sullivan, Technical Insights Division.
14. Raimo J. (2005) 'Wireless mesh networks using HVAC controllers', ASHRAE Journal, 47(7): 32–6
15. (2006) 'Wireless mesh controller networks', ASHRAE Journal, 48(10): 34–49
16. Reed, K. (1996) Data Network Handbook: an interactive guide to network architecture and operations, New York: Van Nostrand Reinhold.
17. Reiss, L. (1987) Introduction to Local Area Networks with Microcomputer Experiments, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice- Hall.
18. Wang, N., Zhang, N. Q. and Wang, M. H. (2006) 'Review wireless sensors in agriculture and the food industry: recent development and future perspective', Computers and Electronics in Agriculture, 50: 1–14.
19. Wang, S. W. (2008) 'Wireless networks and their applications in building automation systems', editorial, HVAC&R Research, 14(4): 529–33.
20. Wills J. (2004) 'Will HVAC control go wireless?', ASHRAE Journal, 46(7): 46–52.
21. ANSI/ASHRAE Standard. (2001) BACnet® – a data communication protocol for building automation and control networks, Atlanta, Georgia: American Society of Heating, Refrigerating, and Air- Conditioning Engineers.

22. (2007) BACnet® – a data communication protocol for building automation and control networks, Atlanta, Georgia: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.
23. BACnet Manufacturers Association. (2000) 'Interoperability: going beyond the standard', Maintenance Solutions, September, pp. 16–17.
24. Bushby, S. T. (1998) 'Communication gateways: friend or foe?', ASHRAE Journal, 40(4): 50–3.
25. Bushby, S. T. and Newman, H. M. (2002) 'BACnet today', ASHRAE Journal (Suppl.), 44(10): S10–18.
26. Chisholm, A. (1998) OPC Data Access 2.0 Technical Overview. Available at: www.opcfoundation.org/04_tech/opcae-short.ppt
27. Echelon Corporation. (2002) LonMark Application- Layer Interoperability Guidelines – Version 3.3, San Jose, California: Interoperability Association.
28. EIA Standard. (2002) Control Network Protocol Specification, EIA/CEA- 709.1-B (Revision of EIA- 709.1- A), Washington, DC: Energy Information Administration, US Department of Energy.
29. Frost & Sullivan. (2002) North American Building Automation Protocol Analysis, Frost & Sullivan Report A143–19, May.
30. Kranz, H. R. (2001) 'Standard protocols: what is their influence on the world of building automation?', Proceedings of Clima2000, Napoli, Italy, September.
31. Li, T. (2001) 'Web Services technology'. Available at: www.acssnl.org/acssnlnews/liting.pdf
32. Lu, W. L. (2002) 'Asia situation and development of intelligent building', Engineering Design CAD and Intelligent Building, 67(6): pp. 34–6.
33. Piper J. (2001) 'Understanding open protocols', Building Operating Management, 48(8): 42–5.
34. Wang, S. W., Xu, Z. Y., Li, H., Hong, J. and Shi, W. Z. (2004) 'Investigation on intelligent building standard communication protocols and application of IT technologies,
35. ANSI/ASHRAE Standard. (2007) BACnet® – a data communication protocol for building automation and control networks, Atlanta, Georgia: American Society of Heating, Refrigerating, and Air- Conditioning Engineers.
36. CISCO. (2008) Internetworking Technology Handbook. Available at: www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/ito_doc.html
37. Cyberspace Center of HUST. (2008) Introduction to Intranet Technologies and Products. Available at: www.cyber.ust.hk/handbook3/hb3main.html
38. "2016 Best Home Automation Systems." [Online]. Available: <http://homeautomation-systems-review.toptenreviews.com/>. [Accessed: 30-Mar-2016]. [52] M. Mohammadi, "Empowering Seniors through domotics homes: integrating intelligent technology in senior citizen` home by the perspectives of demand and supply," Eindhoven university of technology, 2010.
39. L. Habib and T. Cornford, "Computers in the home: domestication and gender," *Inf. Technol. People*, vol. 15, no. 2, pp. 159–174, 2002.

40. J. A. Rode, E. F. Toye, and A. F. Blackwell, "The domestic economy: a broader unit of analysis for end user programming," in *Proceedings of ACM CHI 2005 Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2005, vol. 2, pp. 1757–1760.
41. H. M. Colvin, "The acceptance of domestic technology: TAM as applied to a proposed classification scheme," Iowa State University, 2008.
42. S. Ben Allouch, J. a G. M. Van Dijk, and O. Peters, "The acceptance of domestic ambient intelligence appliances by prospective users," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5538 LNCS, pp. 77–94, 2009.
43. T. Hargreaves and C. Wilson, "Who uses smart home technologies? Representations of users by the smart home industry," in *European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE), Summer Study 2013*, 2013.
44. A. Taylor, R. Harper, L. Swan, S. Izadi, A. Sellen, and M. Perry, "Homes that make us smart," *Pers Ubiquit Comput*, vol. 11, pp. 383–393, 2007.
45. J. Bohn, V. Coroamă, M. Langheinrich, F. Mattern, and M. Rohs, "Living in a World of Smart Everyday Objects—Social, Economic, and Ethical Implications," *Hum. Ecol. Risk Assess. An Int. J.*, vol. 10, no. 5, pp. 763–785, 2004.
46. M. Friedewald, O. Da Costa, Y. Punie, P. Alahuhta, and S. Heinonen, "Perspectives of ambient intelligence in the home environment," *Telemat. Informatics*, vol. 22, no. 3, pp. 221–238, 2005.
47. ISTAG, "Ambient intelligence: from vision to reality for participation society and business," *Information Society Technologies Advisory Group (ISTAG) reports*, 2003. [Online]. Available: <http://cordis.europa.eu/ist/istagreports.htm>. [Accessed: 02-Dec-2015].
48. Foraker Labs, "Introduction to User-Centered Design." [Online]. Available: <http://www.usabilityfirst.com/about-usability/introduction-to-user-centereddesign/>. [Accessed: 31-Mar-2016].
49. I. Koskinen, J. Zimmerman, T. Binder, J. Redstrom, and S. Wensveen, *Design Research Through Practice: From the Lab, Field, and Showroom*. Elsevier, 2011.
50. J. Nielsen, *Usability engineering*. San Francisco: Academic Press, 1993.
51. D. Norman, *The psychology of everyday things "The Design of Everyday Things"*. New York: Basic Books, 1988.
52. W. S. Green and P. Jordan, *Human factors in product design. Current practice and future trends*. London: Taylor & Francis, 1999.
53. <https://www.wienerberger.bg/resheniya/tehnicheski-resheniya/steni-porotherm/zashto-porotherm/10-prichini-da-izberem-porotherm.html>
54. Милена Бисерова Харалампиева, Институт по информационни и комуникационни технологии – БАН - София, България
Интегриране на соларни възобновяеми енергийни системи в сгради.
Приложение и технология
55. https://www.schueco.com/de-en/architects/products/windows/aluminium/aws75-si-https://www.schueco.com/web2/sun_shading_systems
56. <https://www.tesla.com/powerwall>
57. <https://www.irobot.bg/product-category/roomba-prahosmukachki/>
58. <https://www.samsung.com/us/washers/#smart-appliances>
59. <https://www.dyson.com/air-treatment/purifiers>

60. https://www.lg.com/bg/oled-tv/2021/self-lit-pixels?cmpid=2021HQSEM_OLED-TV_BG_Google_Smart-TV_Brand-Upper_Exact_Smart-TV_t100640407907342_pc_2021&gclid=CjwKCAjw-sqKBhBjEiwAVaQ9aww1nSAPj2OdPWmDMLpdQjMhBtZX7QmefFu9Y8IK_QFxm4hBFMxKDhoCT78QAvD_BwE&gclsrc=aw.ds
61. <http://eldominvest.com/bg/product/444.html>
62. <https://falcodesign.net/#/chd3private-house-design/>
63. <https://www.wienerberger.bg/produkti/steni/porotherm-steni/porotherm-25-nf-profi.html>
64. <https://artefino.bg>
65. https://ellon.eu/en/catalogues?gclid=Cj0KCQjwkIGKBhCxARIsAINMioLfLACaMYS6qVUABmuJiMwCM1e36Kh_k7OUd2cfa25NXH0MtGfVYY8aAvvyEALw_wcB
66. <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/bulgaria>
67. https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/newsroom/en/press/sonnen-becomes-the-first-storage-manufacturer-to-receive-KNX-certification/?fbclid=IwAR0vavJLNAO-Qs_N_PXGR6BO7I_sXI-YuE1FKbB7O-_EhXP9_SIDEPXCHis
68. https://www.dker.bg/uploads/_CGCalendar/2020/pr_res_pref_ceni_i_premii_2020.pdf
69. <https://www.apple.com/ios/home/>
70. <http://psovbg.com/prechistvatelni-stancii-za-otpadni-vodi/>

П Р И Н О С И

Приносите в дисертацията имат основно научно-приложен характер и са както следва:

1. След детайлен обзор е направен критичен анализ и систематизация на методи и средства за интегриране на интелигентни технологии при създаване на умни сгради.
2. Обсъдени са съществуващи проблеми и решения, касаещи изграждането на интелигентни домове.
3. Предложени са иновативни решения за подобрене и интеграция на умни технологии за жилищни сгради
4. Разработен е иновативен модел за създаване на умен дом, снабден с интелигентни технологии.
5. Направена е експериментална разработка на еднофамилна къща с вградени интелигентни системи за управление.
6. В експерименталната разработка са вложени иновативни решения с цел енергийна ефективност и многофункционални интелигентни информационно-комуникационни технологии.
7. Резултатите са анализирани и апробирани във фирма „Мартмакс“ ООД

ДЕКЛАРАЦИЯ

Фирма "МАРТМАКС" ООД декларира, че разработеният от маг. инж. Росен Симеонов Петров иновативен модел за " Информационно-комуникационни технологии за интелигентни домове " представлява интерес за нашата фирма и ние ще го използваме в нашата практика за проектиране и изпълнение на едно- и многофамилни жилищни сгради.

11.2021г.

Мартин Сариев



/управител/

Публикации по дисертационната тема

1. Karastoyanov D., **Petrov R.** ИКТ в иновативни проекти за енергийно ефективни сгради и комплекси. XXVIII Международна научно-техническа конференция – АДП 2019, 2019, ISSN:1310 -3946, 296-30
2. Yosifova, V, Chikurtev, D, **Petrov, R.** Research and analysis of modern space heating technologies and management for industrial buildings. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 878, IOP Publishing Ltd., 2020, ISSN:1757-8981, DOI:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/878/1/012010>, SJR (Scopus):0.2
3. **Petrov R.** Нискоемисионни и високоефективни енергийни сгради. XXIX МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ДИСКРЕТНОТО ПРОИЗВОДСТВО АДП 2020, 2020, ISSN:2682-9584
4. **Petrov R.**, Haralampieva M. УМНИ ДОМОВЕ И ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА. XXX Международна научно-техническа конференция – АДП 2021, 2021, ISSN:2682-9584, 155-160
5. **Petrov R.**, Haralampieva M., Karastoyanov D. ИНОВАЦИИ В СИСТЕМИТЕ ЗА СГРАДНА АВТОМАТИЗАЦИЯ. XXX Международна научно-техническа конференция – АДП 2021, 2021, ISSN:2682-9584, 204-208
6. Haralampieva M., **Petrov R.**, Yosifova V.. Sensible Thermal Energy Storage Systems Used in Buildings. The International Conference on Technics, Technologies and Education ICTTE 2020, 2021, ISSN:ISSN 1314-8796, DOI:[doi:10.15547/artte.2021.01.006](https://doi.org/10.15547/artte.2021.01.006), 49-57

Декларация за оригиналност

Декларирам, че дисертацията съдържа оригинални резултати, получени, при проведени от мен, научни изследвания с подкрепата и съдействието на научния ми ръководител.

Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други учени, са цитирани, където е възможно, в изложените референции.

Настоящият дисертационен труд не е прилаган за придобиване на научна степен в друго висше училище, университет или научен институт.

Подпис:.....

/инж. Росен Петров/