ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
Факултет по електронна техника и технологии
Катедра „Микроелектроника

маг. инж. Стефан Руменов Бобев

Специализирани мултичипни модули за мониторинг и контрол на процеси в електронни и автоматизирани системи

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация за придобиване на образователна и научна степен

"ДОКТОР"

Област: 5.2

Професионално направление: Електротехника, електроника и автоматика

Научна специалност: „Микроелектроника“

Научни ръководители: проф. д-р Валентин Христов Видеков
доц. д-р Светозар Кръстев Андреев

СОФИЯ, 2018 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет на катедра „Микроелектроника“ към Факултет по електронна техника и технологии при Технически университет - София на редовно заседание, проведено на 18.06.2018 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 15.10.2018 г. от 15:00 часа в Конферентната зала на БИЦ на Технически университет – София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-221 / 26.06.2018 г. на Ректора на ТУ-София в състав:

1. доц. д-р Боянка Маринова Николова – председател
2. проф. д-р Валентин Христов Видеков – научен секретар
3. проф. д-р Димитър Кирилов Карастоянов
4. проф. дтн. Стефан Иванов Куцаров
5. проф. дтн. Тихомир Борисов Таков

Рецензенти:

1. проф. дтн. Стефан Иванов Куцаров
2. доц. д-р Боянка Маринова Николова

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Факултет по електронна техника и технологии на ТУ-София, блок №1, кабинет № 1332А.

Дисертантът е редовен докторант към катедра „Микроелектроника“ на Факултет по електронна техника и технологии. Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора.

Автор: маг. инж. Стефан Бобев
Заглавие: „Специализирани мултичипни модули за мониторинг и контрол на процеси в електронни и автоматизирани системи“
Тираж: 30 броя
Отпечатано в ИПК на Технически университет – София

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Електронните устройства за мониторинг и контрол на други електронни системи или процеси са гръбнакът на сложните системи за управление във всички сфери на човешкото развитие. Според [1,2,3,4,5,6] постоянното развитие на електронната индустрия, неизменно води до увеличаване отговорностите, които поемат системите за управление. Това от своя страна засилва интереса към проектиране на електронни устройства за наблюдение на цели автоматизирани процеси или отделни звена от тях. Всяка конкретна система е специфична откъм начин за конфигуриране, продължителност на експлоатация, надежност на работа и други. Електронната система може да бъде с различна степен на сложност и отговорност като приложение, но независимо от това проблемът с адекватната ѝ работа винаги е актуален.

Все повече масово се предлагат устройства с възможност за настройка и конфигуриране от потребителя. В [13] се показва, че този подход при проектиране осигурява още по-бързо развитие на техниката и нейното лесно потребителско приложение.

Връзката между мултичипния модул и съвременните тенденции се изразява в постоянен стремеж за миниатюризация и компактност на устройствата. Модулното конструиране от своя страна води до повишаването на функционалността и дава възможност за лесно преконфигуриране.

Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване

Целта на настоящия дисертационен труд е да се изготви специализиран модул за мониторинг и контрол на други електронни системи, процеси или параметри. Да се разработи метод за блоково програмиране, въвеждане алгоритъм на работа чрез реализиране на връзки между отделните блокове и задаване на работни параметри от потребителя. Да се тества практически предложения модел чрез мониторинг на избрани електронни системи по въведен алгоритъм на работа. Така проектиран универсалният мултичипен модул за мониторинг и контрол ще осигури лесен и удобен метод за практическо конфигуриране на логически операции от гледна точка на софтуер и хардуер.

Основните задачи за постигане на поставената цел са:

1. Проучване на системи за мониторинг и контрол (наблюдение и сравнение) на други електронни и автоматизирани системи, разработени и намерили приложение в практиката.
2. Изготвяне на обобщен анализ за подходите, по които които може да се извършва диагностиката, доколко една електронна система функционира правилно или са в норми параметрите на наблюдавания (контролирания) процес.
3. Проектиране на електронна система при избран модел и в съответствие с основните принципи при изграждане на системи за мониторинг и контрол.

4. Създаване алгоритъм на работа, който да позволява конфигуриране на системата за следене чрез функционални блокове, задаване на връзки между тях и въвеждане на работни параметри.
5. Проектиране на софтуер за персонален компютър, чрез който да става въвеждане на конкретния алгоритъм за следене в проектирания модул.
6. Проектиране на мултичипен модул, обособяващ ядрото на системата за следене.
7. Практическо изследване на опитния макет и заложения принцип за конфигуриране чрез мониторинг на електронни системи за автоматизирано управление.

Методът на изследване съгласно темата на дисертацията – „Специализирани мултичипни модули за мониторинг и контрол на процеси в електронни и автоматизирани системи” ще се изгради в следната последователност:

1-ви етап. Подбор на информационна справка за устройства и системи обект на темата за дисертация, и свързани с принципа за конфигуриране на проектирания опитен образец.

2-ри етап. Описва се подробно заложената концепция и се прави връзка с досега съществуващото.

3-ти етап. Техническо проектиране на образец за тестване и демонстрация с аргументиран подбор при всяка отделна стъпка.

Научна новост

Разработване на алтернативен метод за графично програмиране чрез реализиране на връзки между отделните блокове във въведения алгоритъм на работа и задаване на работни параметри от потребителя. Валидиране на модела чрез софтуерно и хардуерно тестване на предложения модел, посредством проектиране на мултичипен модул за мониторинг и контрол на избрани електронни системи по въведен алгоритъм на работа.

Практическа приложимост

Въз основа на избрания подход за изследване се очаква резултатите от дисертационния труд да дадат завършен вид на проектирания опитен образец, реализиращ обектно ориентирана система за мониторинг, контрол и управление на различни системи или процеси. При анализите и опитните постановки ще се търси доказване на хипотезата, че описаният подход за конфигуриране би помогнал на широк кръг специалисти успешно да реализират идеите си, без да имат задълбочени познания по програмиране. Като бъдещо развитие на предстоящите изследванията в дисерацията може да се акцентира към разширяване възможностите на системата, така че да се покрие широк спектър от приложения в областта на електрониката и автоматиката.

Апробация

Чрез разработения метод за графично програмиране и проектирания тестов образец е извършен мониторинг, и контрол на реално действаща система за управление на улично осветление посредством въведен графичен алгоритъм на работа. Система за управление на улично осветление е внедрена на територията на град Казанлък съгласно договор за изработка и монтаж №9 от 19.12.2017 г. между „Общинско Предприятие Комунална Дейност и Поддържане на Инфраструктурата“ и „Соботроника“ ЕООД.

Публикации

Основни постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в пет научни статии от които четири са самостоятелни. Три от статиите са представени на научни конференции. По една издадена има в периодични издания списание и годишник.

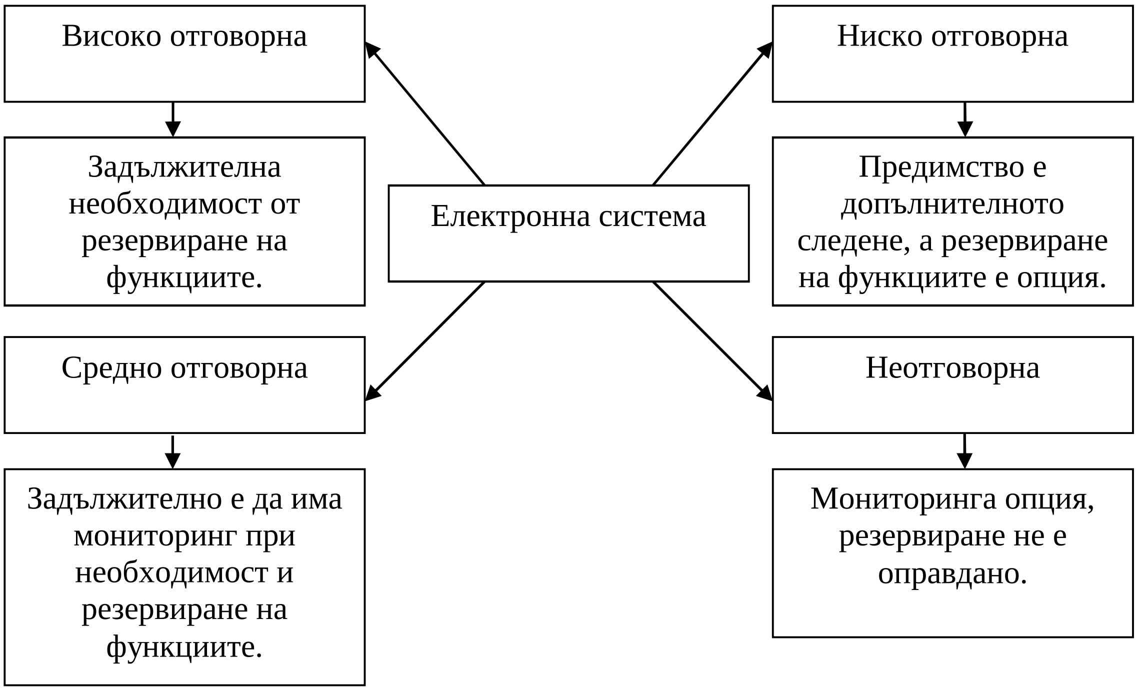
Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 191 страници, като 51 от тях са приложения. Включва увод, 3 глави за решаване на формулираните основни задачи, заключение, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 115 литературни източници, като 92 са на латиница и 5 на кирилица, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо 101 фигури в основната част и 47 в приложението, респективно 4 и 6 таблици в тези две части. Номерата на фигурите, таблиците, формулите и цитираните информационни източници в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ГЛАВА 1. ОБЗОР ПО ПРОБЛЕМА (съвременни системи, методи за мониторинг и контрол)

Като обобщение на направената теоретична справка за системи и устройства, отговарящи на критериите за мониторинг, контрол и потребителско конфигуриране, може да се обобщи, че на практика сферите, където се използват автоматични системи засягат всяка област на човешкото развитие. Постепенно с нарастването влиянието на технологиите в бита, както е видно от [4, 63, 76, 79, 80] се завишават критериите към електронните системи във всяко едно направление. Въз основа на извършеното информационно обследване в дисертацията, фигура 2.35 прави кратка класификация на електронните устройства според типа на отговорността, която поемат.



Фиг. 2.35. Класификация на електронните системи, според отговорността.

Всяка електронна система има конкретно приложение и съответно софтуер и хардуер, който отговаря на заложеното задание от производителя. Тук се има предвид сравнително по-сложни електронни схеми. Това означава, че тази система добре познава процеса или параметрите, които изследва. Възможно е дадена конфигурация да се използва в няколко сфери на приложение. Това са така наречените развойни системи. За тях е характерно, че имат някакъв набор от хардуерна периферия, която може да служи за събиране на информация от няколко различни типа информационни канали или сензори, но нямат твърдо заложен алгоритъм на работа от производителя. Програмирането се извършва от потребителя, който определя и заданието. Съществуват хибридни системи, при които заданието е заложено от производителя, като потребителят има възможност да донаглася параметрите на процеса. Електронната система, за да обезпечи работата си сама по себе си, извършва мониторинг и на база заложения алгоритъм взима решение и упражнява контрол. Докато идеята на резервирания мониторинг и контрол е, че едновременно с основната електронна система работи и втора, такава, която е копие на първата или е в различни нюанси на взаимосвързаност, според нуждата. По този начин се подсигурява основната система.

<u>Видове подсигуряване</u>

Възможни са следните ситуации на подсигуряване:

- Под мониторинг се разбира следене работата на основната система от втора допълнителна електроника, която единствено подава информация към оператора дали основната работи и взима правилни решения.
- Под мониторинг и контрол се разбира, че освен с подаването на информация към оператора, дали основната работи и взима правилни решения, резервиращата система може да поема контрола върху основната, като коригира реакциите й според заданието.
- Хибриден вариант. При него част от функциите подлежат само на мониторинг, а други на мониторинг и контрол. Това се прилага в случаи, когато заданието изпълнява смесен тип отговорности т.е. за някои функции е от критично значение дали ще се изпълнят, докато за други не е толкова фатално евентуално прекъсване. Такъв тип системи обикновено са в сферата на нискоотговорните.

Обхватът на действие е широк и допуска разделяне на всеки от посочените случаи, към още подслучаи. Резервирането е невъзможно без мониторинг, докато обратното е възможно. Причината е в това, че няма как да се поеме контролът върху процес, на който са неизвестни текущите параметри и алгоритъма на работа. В две основни направления може да се класифицира взаимовръзката между двете системи - алгоритъм на работа и хардуер за подсигуряващата система.

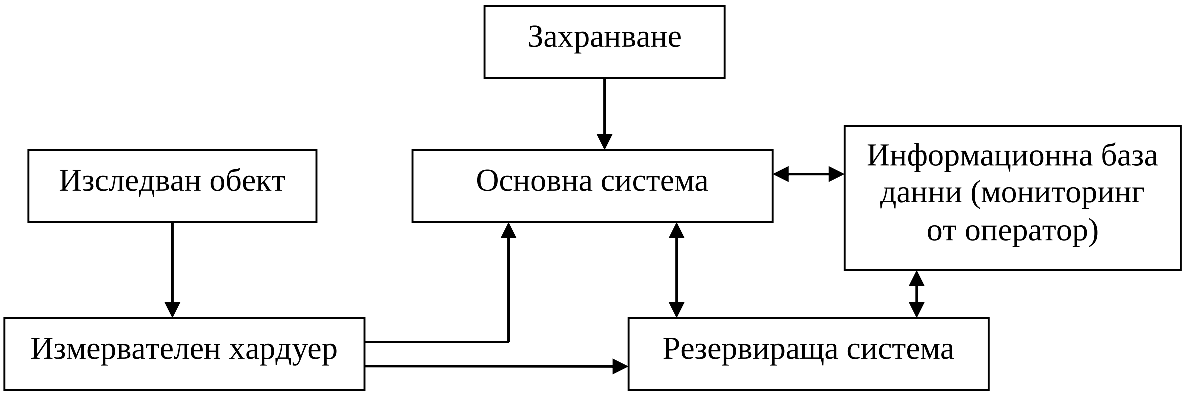
В много отговорни приложения е възможно да съществуват сложни комбинации между тези подслучаи, когато се разчита на повече от една резервираща система.

Практически конструирането на една резервираща система представлява проектиране на електронна система, изпълняваща заданието на основната система. Това проектиране може да бъде облекчено, спрямо сложността на основната система в зависимост от нюансите, според необходимата степен на резервиране.

<u>Базови типове конструкции за следене на една електронна система</u>

В следващите фигури са показани различни варианти за подсигуряване на една електронна система, посредством друга. На база тези варианти могат да се конструират и хибридни, в зависимост от конкретните изисквания, но смисълът е един и същ.

При системата от „тип 1” измервателният хардуер е общ, фигура 2.36. Основната система и резервиращата го използват едновременно, като всяка взима от него това, което им е необходимо. Едновременно с това резервиращата система има достъп до работните регистри на основната система. Целта е да се направи сравнение между постъпилите данни от измервателния хардуер и обработката на тези данни. В случай, че резервираща система няма контролер, то се наблюдава сигнал/и в контролна точка. Въз основа на това може да се констатира от резервиращата система точно в кой блок е проблемът. Софтуерът за наблюдение получава данни и от двата блока и съответно извежда типа на грешката. Захранването е общо, като основната система подава на резервиращата. При авария в силовите вериги, системата за дигностика не може да функционира.



Фиг. 2.36. Блокова диаграма за резервиране на система от тип 1.

Обобщено компонентите, дадени на блоковата диаграма имат следния смисъл:

- Изследваният обект представлява даден параметър (конкретна величина – електрическа или неелектрическа), процес, съвкупност от процеси или жив организъм;
- Под основна система се има предвид микроконтролер/и с приложена периферия и електронни елементи за покриване нуждите на заданието.
- Под резервираща система се има предвид електронна схема (не е задължително да съдържа контролер), покриваща изискванията за желаната степен или параметър на подсигуряване;
- Измервателният хардуер включва всички сензори и оперативни вериги за събиране на информация;
- Информационната база данни представлява конкретен софтуер за работа със системата или просто памет, която събира данни за статистическа оценка от измервания;
- Захранването осигурява всички необходими напрежения по мощност за работа на конкретната постановка, според заданието;

По своята същност комуникацията между отделните блокове може да се раздели според вида на интерфейса или според типа връзка, която се използва: Съответно според типа интерфейс на такива, използващи вътрешен между-схемен интерфейс за връзка на къси разстояния, в рамките на една платка SPI, I2C, UART и др. или използващи интерфейс за отдалечена комуникация RS232, One Wire, RS485, Ethernet GPRS и др. за връзка между отделни модули. Разделянето, според типа връзка, следва да бъде на жична и безжична.

Проектирането на най-простата система от тип 1 изисква:

- ➢ Достъп до електрическите сигнали, подавани от измервателния хардуер и основната система.

- Разполагане с пълната електрическа схема на системата.
- Информация за конкретните използвани сензори и режим на работа.
- Да се разполага със софтуера, записан в контролера на основната система.
- Достъп до сорс кода на компютърния софтуер (базата данни).
- Яснота върху параметрите, които ще се следят.

На база всичко това вече се изготвя алгоритъм на работа.

Предимства на такъв тип системи:

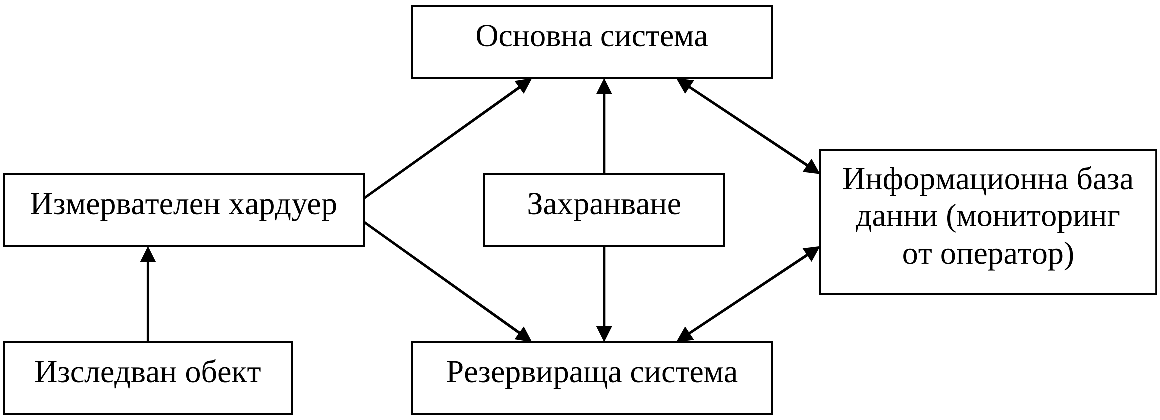
1) Евтино схемно решение, даващо възможност да се констатира точно къде е проблемът (в кой блок).
2) Добра степен на сигурност.
3) Реализира се с минимален брой външни елементи.

Недостатъци:

1) Използва се общ измервателен хардуер.
2) Захранващият източник е общ.
3) Необходимо е обединяване на „масите”.
4) Информационната база данни е обща.
5) Необходим е сорс кода за процесора на основната система.
6) При липса на документация от страна на основната система, е невъзможно реализацията на този тип структура.

За последния най-съществен недостатък се изхожда от позицията, че системата е сравнително сложна и съдържа поне един микроконтролер. Тъй като е възможно при прости системи, с чисто дискретно изпълнение, съдържащи стандартни аналогово цифрови сигнали, да не се изисква специална документация, а единствено достъп до дадени контролни точки.

При системата от „тип 2”, представена на фигура 2.37, измервателния хардуер също е общ, но резервиращата система работи автономно. Няма достъп до процесорната памет от основната система и захранването се получава от отделни силови вериги въпреки, че ползват общ източник (например акумулатор). Информационната база данни е обща и това предполага нуждата от софтуерно познаване на основната система.



Фиг. 2.37. Блокова диаграма за резервиране на система от тип 2.

Проектирането на система от тип 2 изисква:

- Достъп до електрическите сигнали, подавани от измервателния хардуер и захранващия източник.
- Познания върху процеса, който ще се следи.
- Информация за конкретните, използвани сензори и режим на работа.
- Достъп до сорс кода на компютърния софтуер (базата данни).
- Яснота върху параметрите, които ще се следят.

Предимства на такъв тип системи:

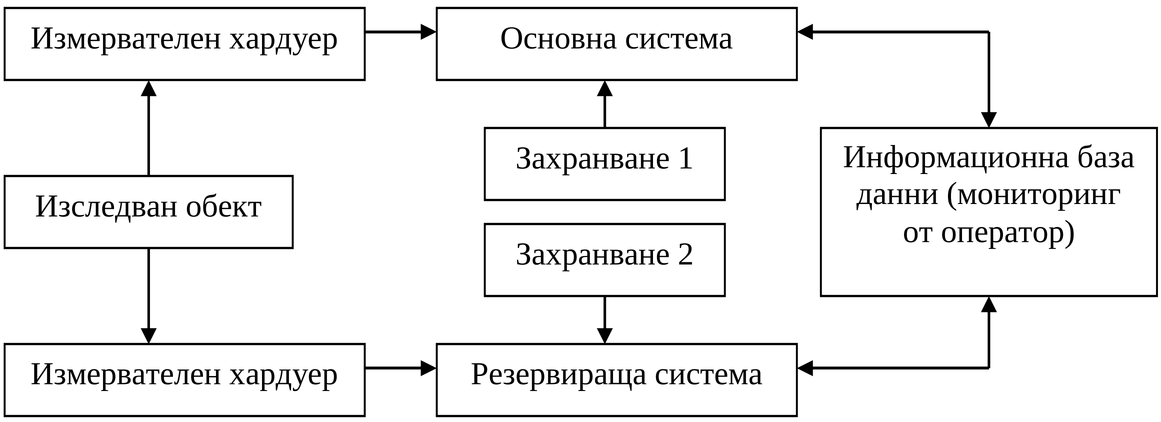
1) Сравнително евтино схемно решение.
2) Добра степен на сигурност.
3) Захранващите силови вериги са отделни.

Недостатъци:

1) Използва се общ измервателен хардуер.
2) Захранващият източник е общ.
3) Необходимо е обединяване на „масите”.
4) Информационната база данни е обща.
5) При липса на документация от страна на основната система е трудоемко разгадаване логиката на работа.

Липсата на документация при проектиране е най-съществениият проблем тук, тъй като за да се проучи използваното схемно решение и алгоритъма на работа, може да е необходим дълъг работен цикъл (седмици, месеци), в зависимост от степента на сложност.

За системата от „тип 3” представена на фигура 2.38, е характерно, че има два отделни измервателни хардуера, по един за основната и резервиращата система. Когато се резервират пълният набор функции за основната система, то тези два блока са еднакви. Всяка система ползва отделни захранвания и няма галванична връзка между тях. Инфрмационната база данни е обща, но когато комуникацията до нея става по галванично развързани протоколи, включително и безжични между двете системи, не е необходимо обединяване на „масите”. Такъв е случаят примерно, в който едната система комуникира с отдалечена база данни по Ethernet протокол, а другата по безжичен радио канал „Wireless”.



Фиг. 2.38. Блокова диаграма за резервиране на система от тип 3.

Проектирането на система от „тип 3” изисква:

- Достъп до изследвания обект.
- Познания върху процеса, който ще се следи – физическият смисъл на параметрите му.
- Достъп до сорс кода на компютърния софтуер (базата данни).
- Задание върху параметрите, които ще се следят.

Предимства на такъв тип системи:

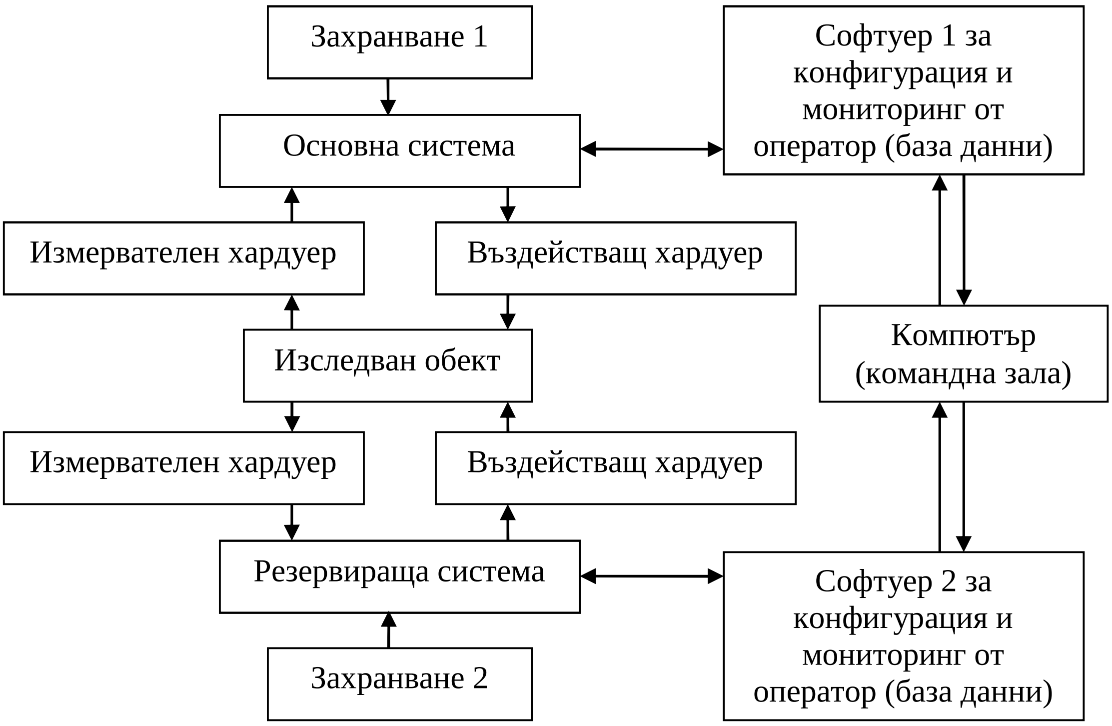
1) Сравнително евтино схемно решение.
2) Висока степен на сигурност.
3) Захранващите блокове са отделни.
4) Всяка система ползва собствен измервателен хардуер.

Недостатъци:

1) По-скъпа цена за реализация, тъй като се дублира измервателният хардуер.
2) Информационната база данни е обща.
3) Изисква се достъп до сорс кода на базата данни.
4) Необходимата елементната база е по-голяма, от тук и часовете за проектиране и изработка.

Конструкция за следене и резервиране на електронна система

При системи от тип 4, отразена на фигура 2.39, резервиращата система и основната са еднакви т.е. взаимозаменяеми. Едната няма нищо общо с другата въпреки, че могат да бъдат събрани в обща кутия или съоръжение.



Фиг. 2.39. Блокова диаграма за резервиране на система от тип 4.

При описаните три случая е необходимо да се знае сорс кода на базата данни (компютърния софтуер), в случай, че това няма как да стане, то решението е изготвяне на собствена среда, в която да се наблюдават откази. В общи линии всеки един от тези проекти няма как да бъде изпълнен при липса на документация от производителя. Затова или самият производител го реализира или оторизирани от него лица, имащи лиценз. Тук съответно се има предвид при сложна и отговорна система, а не някакви „гаражни” устройства.

Проектирането на най-сложната система от тип 4 изисква:

- много добри познания върху материята, обект на заданието за което ще се изготвя резервиране или управление.
- Яснота върху физическия произход на величините, които ще се отчитат.
- Запознаване със заданието на основната система.

Предимства на такъв тип системи:

1) Резервиращата може да поеме всяка една функция на основната система или обратно.
2) Максимална степен на сигурност.
3) Софтуерите за настройка и мониторинг са напълно индивидуални и могат да бъдат инсталирани, както на един и същ, така и на отделни компютри.
4) Не е задължително да има техническа документация за основната система, важно е заданието за мониторинг.
5) Захранващите източници са отделни и нямат галванична връзка.
6) Не се изисква обединяване на „масите” за двете системи.

Недостатъци:

1) Всичко трябва да бъде дублирано (софтуер и хардуер).
2) Трудоемки за изготвяне и неоправдани практически, с изключение на специфични приложения, развойна дейност или тестови макети.
3) Много висока цена за реализация.

<u>Допълнителни конструктивни подходи и особености</u>

В някои случаи се използва т.нар извеждане на системата в авариен режим. Когато е допустимо прекъсване на изпълняваното задание за избягване на нежелани последствия и не е оправдано резервирането с активиране на втора дублираща система. Евтино схемно решение е т.нар. застраховане на системата, чрез обратна връзка (ОВ). Тук основната система освен, че следи и обезпечава управлението на конкретния обект тя следи и критичните параметри от заданието, ако засече конфликтност тя превключва управлението в авариен режим.

ГЛАВА 2. ИЗБОР НА КОНЦЕПЦИЯ И СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛ

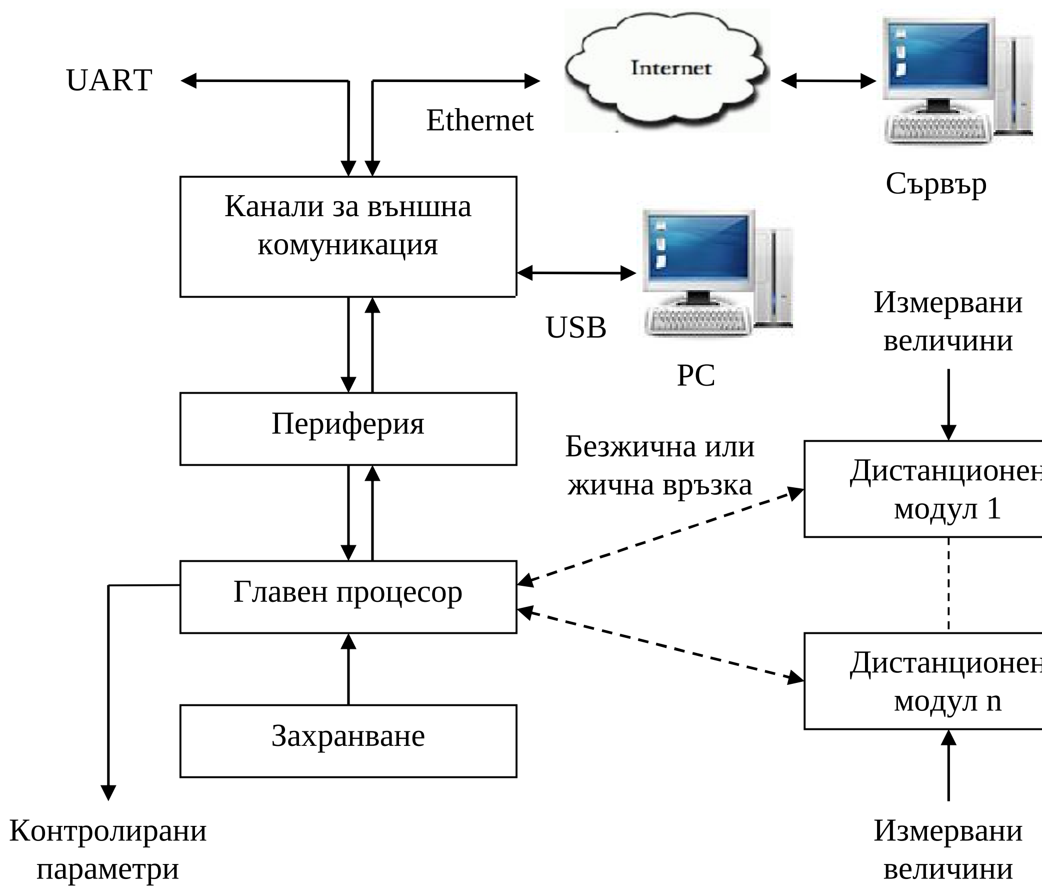
Принцип на работа за проектираната система

Изложените общи принципи в първа глава разглеждат сфери на приложение, използвани сензори, принципи и конкретни електронни системи. Чрез тях може да се направи обощение на критериите, въз основа на които ще се изгражда модул за контрол на електронна автоматична система. Те са следните:

- Практическа реализация на модула;
- Да се тества функционално и намери приложение за конкретно изпълнение на заложено задание;
- Да има цялата необходима техническа информация за избраната система, на която ще се изготвя мониторинг;
- Изготвения модул да има възможност за универсално приложение, след надграждане в определен обхват на възможности;

За да се даде все пак някаква универсалност на разработвания модул, тъй като това би било интересно от съображения за разширяване неговата функционалност и приложност на по-късен етап, е заложена основната идея на дисертацията – графично програмиране. Разработваната система има за цел да предложи практическо решение в тази посока, базирано на чисто логическо програмиране при реализиране конкретно задание от потребителя със системата.

Основната идея при изграждането, която ще се използва, е представена на блоковата схема от фигура 3.1.



Фиг. 3.1. Блокова схема на разработваната система за мониторинг и контрол на други електронни системи.

Степента на универсалност зависи от това, с какъв набор сензори и драйвери за тях се разполага. Съответно по този базов модел би могло да се разширява, доколкото позволява основния хардуер. Възможно е също така системата освен, че да събира данни, на база тях и да управлява някакъв процес т.е. може да поема и контрола. Въз основа на казаното дотук, ако трябва да се обобщи към кой тип конструкция принадлежи тази система, според разгледаните типове в последната точка на първа глава, то извода е, няма съвпадение. Този модел е хибриден и подлежи на избирателно конфигуриране.

Предимства:

1) Сравнително евтино схемно решение.
2) Дава възможност за конфигуриране в различни задания, без потребителят да има познания по програмиране (единствено схемотехнични).
3) Системата има собствен конфигурационен софтуер.

Недостатъци:

1) Опростеното блоково конфигуриране е за сметка на по-малка програмна гъвкавост.
2) Универсалността пряко зависи от броя на въведените драйвери и допълнителния хардуер към системата.

Целта е да се остави отворен модела за съчетаване на предимствата от различните базови модели.

Конфигуриране на опитна постановка

За да се реализира конкретна опитна постановка, е необходимо да се изберат електронни системи, на които ще се програмира алгоритъм за следене, използвайки подхода с потребителско конфигуриране чрез задаване алгоритъм на работа. Система за управление на улично осветление, обект на разработване в предходната дипломна работа за магистърска степен, покрива заложените изисквания. Друго съществено предимство е във възможност за надграждане на направеното дотук. Тъй като тази система е внедрена за управление на осветлението в град Казанлък има и натрупан известен практически опит.

За да се покаже универсалността на модела е предвидена и втора опитна постановка, следяща работата на масово използвана система за битови нужди. Избраният модул представлява програмируем диференцилен термостат за управление на отоплителни инсталации. Съставянето на конкретни опитни постановки е възможно след детайлно запознаване с организацията и функциите на избраните системи за мониторинг и контрол.

Система за управление на улично осветление

Представената разработка в [82] осигурява алтернативно централизирано управление за улично осветление, посредством жична комуникация между отделните модули. Тази комуникация се базира на широко разпространената и общо достъпна във всяко населено място интернет мрежа. Практически ограничение в разстоянието, на което се осъществява комуникацията между модулите няма. На места където е невъзможно изграждане на жична връзка се използват радиомодеми със SIM карта.

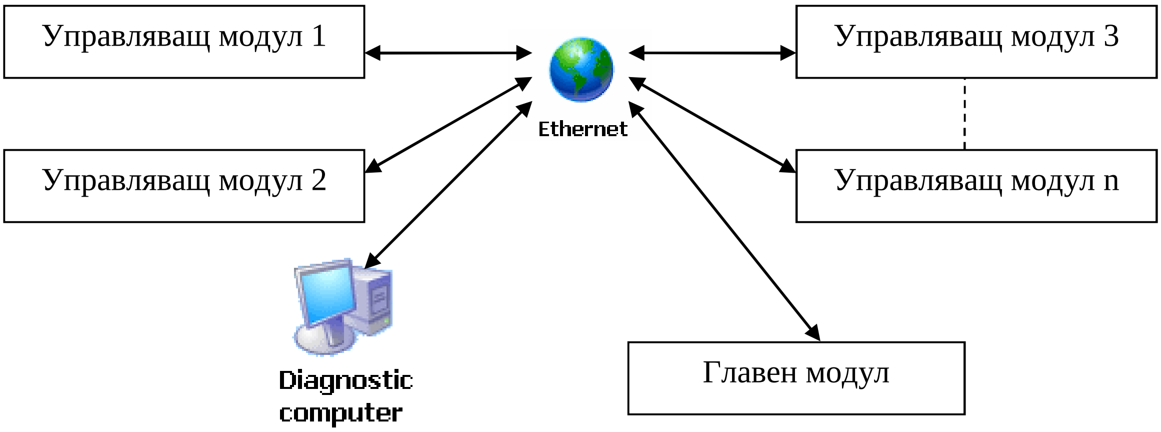
Основни характеристики на системата:

- управление на товарните вериги, според степента на околна осветеност;
- три релейни изхода за всяка локално управляващата станция;
  – 1-ви работещ на пълен режим, според датчика за околна осветеност;
  – 2-ри с възможност да се задават междинни времеви интервали на изключване с цел, намаляне консумация през мъртвото време на денонощието;
  – 3-ти с функция за програмируемо вкл/изкл (таймер);
- измерване на тока в товарните вериги за констатиране на неизправности;
- Верига за фазо-детекция с отчитане превключването на дневна и нощна тарифа от измервателните електромери;
- магнитен датчик за отворена/затворена врата на ел. таблото;
- работа при различни аварийни режими и температури до +40°C;

Предимства: Осъществява централизиран дистанционен контрол между захранващите касети, събиране на информация за текущото състояние на мрежата, възможност за констатиране на неизправности, сравнително лесен монтаж, гъвкавост и висока надежност, по-ниска цена за внедряване в сравнение със системите за управление по радио канал;

Недостатъци: Не използва собствена мрежа за комуникация, пряка зависимост от интернет доставчика като надежност и цена;

Фигура 3.4 дава как изглежда свързващата топология в една глобална мрежа, каквато се явява в момента т. нар. Ethernet мрежа. Предимството при работа в такава мрежа е, че актуализацията на данните в блока RTC за текущото време може да се извършва автоматично, използвайки подходящ сървър.



Фиг. 3.4. Комуникация между модулите през глобална Ethernet мрежа. [82]

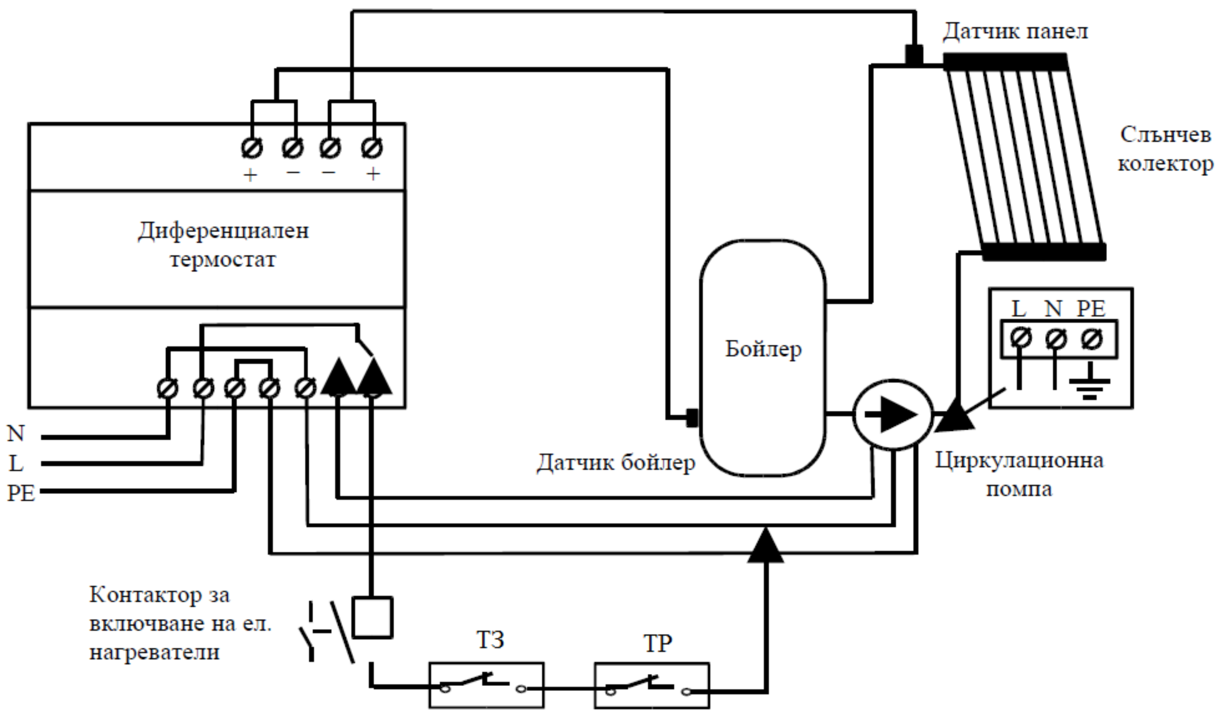
Компютърният софтуер има за цел да допълни и улесни управлението и диагностиката на системата. Друга негова функция е да позволи събиране на статистическа информация, когато е пуснат.

Програмируем диференциален термостат за управление на отоплителни инсталации

Диференциалният термостат от [85] е предназначен да управлява циркулационните помпи и ел. нагряването на бойлери според разликата между температурите на слънчевия колектор (камината) и бойлера.

Температурните датчици са аналогови реализирани чрез ИС LM335 и се монтират с максимално добро топлопредаване към температурата на следения обект. Релейния изход се управлява директно от компаратор реализиран с операционен усилвател LM324. Диференциалната разлика се задава чрез потенциометър променящ еталонно опорно напрежение. Стойностите на двете температури са в аналогов вид, за изобразяването им на двуцифрен седемсегментен индикатор се използва ИС WS7107. Тя представлява аналогово-цифров преобразувател с вграден драйвер за управление на седемсегментен индикатор до три разряда.

На фигура 3.8 е дадено примерно свързване на системата за управление на топлообмена между слънчев колектор и бойлер.



Фиг. 3.8. Схема на свързване при загряване на бойлера от слънчев панел и ел. нагреватели. [85]

С означения съответно „ТЗ“ и „ТР“ са описани двете защити на бойлера по температура – термична защита и терморегулатор.

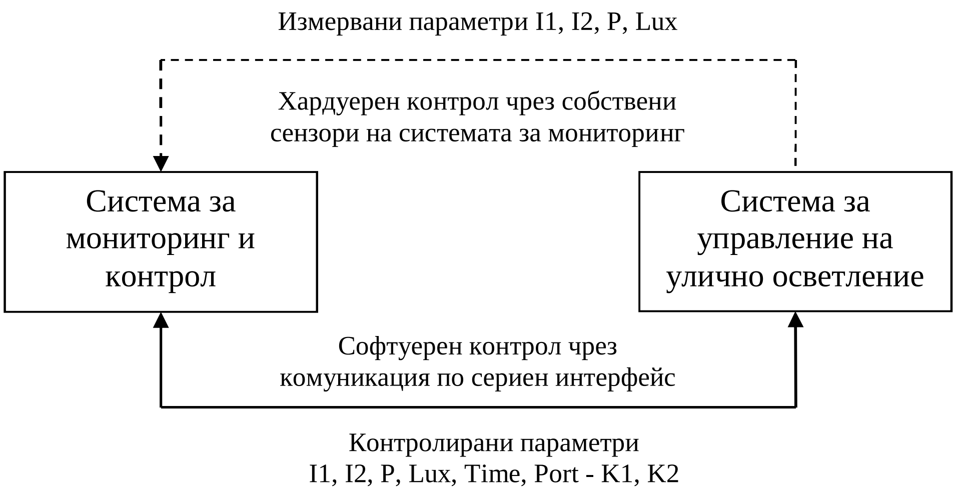
Опитни постановки

След като е направено обследване върху избраните системи за мониторинг и контрол, може да се изготвят и конкретните блокови диаграми на всяка от избраните опитни постановки. Изборът на съществени параметри за наблюдение ще е първата стъпка от изграждането на алгоритъм по който да се проверява дали дадената система функционира правилно. При системата за управление на улично осветление тъй като има цифрово програмно управление може да се подготви следене по два подхода, софтуерен и хардуерен. При софтуерния подход ще се взима сигнал директно от регистрите на микроконтролера за проверка какъв е текущия режим на работа, докато хардуерния ще наблюдава поведението на съответните електрически и неелектрически величини според режима на работа. По този подход в ситуация на отказ ще може да се дигностицира директно къде е възникнала неизправност (според блоковата схема). Този тип мониторинг изисква наблюдаващата система да разполага с набор сензор отговарящи на следените величини. Така нареченото резервиране е по скъп подход, но позволява точна локализация на неизправния блок.

Според описанието на системата за управление на улично осветление са избрани величини носещи най-много информация за състоянието на системата. Те са:

- Токовете в товарните вериги;
- Детекция наличието на фаза;
- Околната осветеност;
- Системното време;
- Текущия режим;
- Състоянието на порта управляващ релейния изход;

Първите три параметъра са чисто хардуерни и е разумно да се следят чрез независими сензори, докато за останалите информацията може да бъде получавана директно от следенета система софтуерно и хардуерно. Въз основа на тези критерии може да се опише принципа на опитната постановка. Той е изчертан на фигура 3.9.



Фиг. 3.9. Опитна постановка 1.

Окончателно може да се уточни, че за да се реализират независимо двата контрола е необходимо системата за мониторинг да използва два дистанционни модула, според базовата избрана структура.

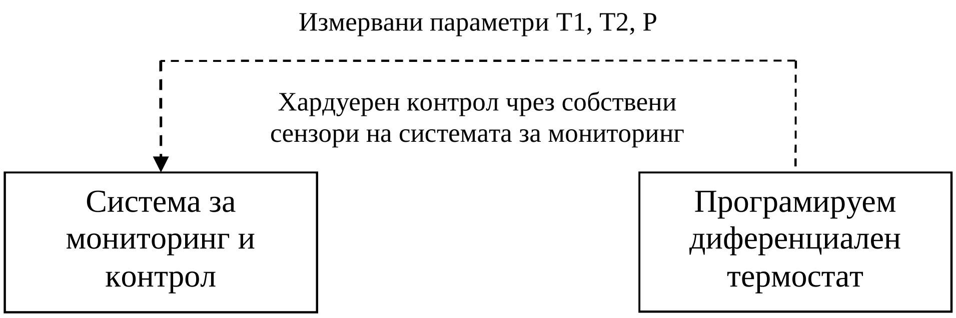
1. Първи модул – реализира хардуерен контрол и е снабден със собствени сензори за ток, фаза и осветеност.

2. Втори модул – реализира софтуерен контрол, като използва сериен UART канал и получава системни данни за шестте избрани параметъра директно от регистрите на процесора в системата за управление на улично осветление.

Опитната постановка за следене на втората избрана система – програмируемия диференциален термостат има по лесна задача, тъй като в тази система оперативните параметри са по малко. С оглед на теоретичната справка за да се покаже дали функционира правилно тази система е достатъчна информация за следните параметри:

- Температурата на панела T1;
- Температурата на бойлера T2;
- Детекция наличието на фаза към помпата;
- Диференциална разлика T1-T2;

От тук при правилно формулиран алгоритъм на работа ще може да се диагностицира възникнала неизправност. Тъй като разгледаните параметри са чисто аналогови то е най-удачно те да бъдат контролирани независимо т.е чрез външни сензори. Опитната постановка на така избрания хардуерен контрол ще има следния вид, предствен на фигура 3.10.

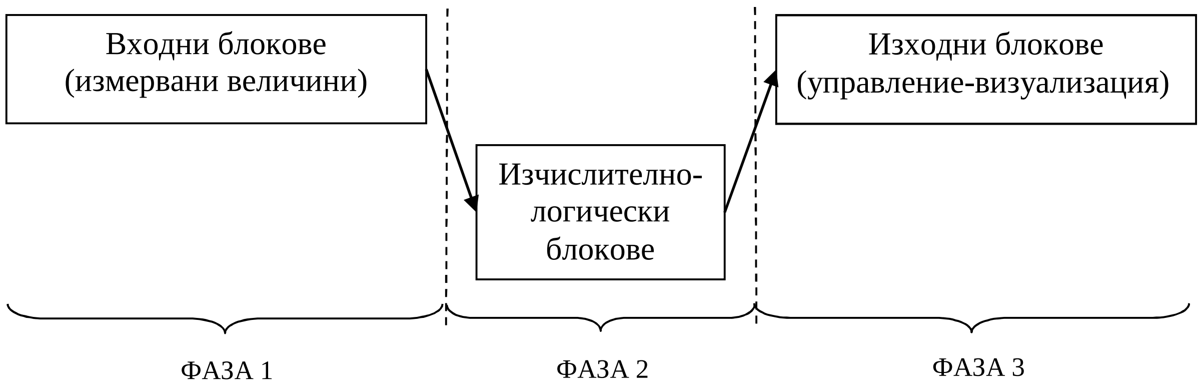


Фиг. 3.10. Опитна постановка 2.

Дистанционния модул извършващ мониторинга на диференциалния термостат трябва да разполага с два отделни температурни сензора и един фазов сензор. За да е адекватна проверката, тъй като няма цифрово управление, е необходимо зададената диференциална разлика да се въведе ръчно в алгоритъма на следене.

ГЛАВА 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ И РЕЗУЛТАТИ

Дотук в предходните глави бяха изложени основните идеи които ще се следват при реализацията на системата за мониторинг и контрол. Един от ключовите моменти при нея е методиката за програмиране на работен алгоритъм. Както стана ясно идеята тук ще е универсална и на високо програмно ниво – чрез изчертаване на блокова диаграма. Характерно за такъв тип структури е, че винаги имат начало, край и посока на данновия поток. Най-общо може да оформи следната конфигурация, която би била валидна и във всички частни случаи. Тя е представена на фигура 4.1.



Фиг. 4.1. Програмен модел за конфигуриране.

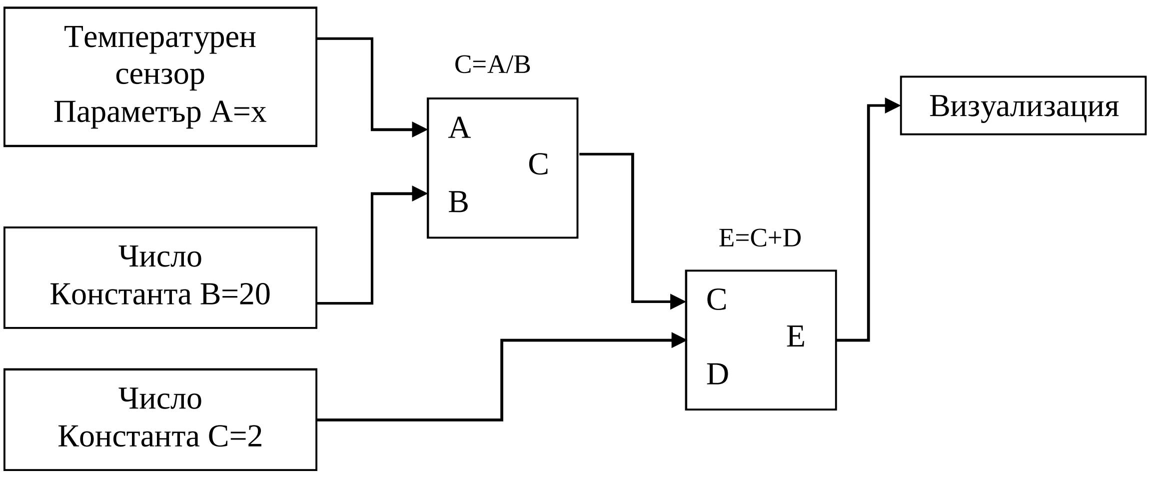
Всички междинни блокове като индивидуални структури ще са част от предвидения набор с който ще разполага системата. Универсалността на така оформения модел ще зависи пряко от броя на въведените функционални блокове. А описанието за даден функционален блок на ниско ниво ще представлява софтуерна функция.

Съгласно предходната фигура избрания алгоритъм на работа за проектираната система може да се раздели на три фази:

1. Извличане/изчисляване стойността на входните блокове;
2. Изпълнение на операциите от междинните блокове;
3. Записване/прехвърляне на резултата в изходните блокове.

Блоковата програма, създадена от компютърния софтуер ще се намира в паметта на системата след прехвърлянето ѝ чрез компютърния софтуер. По време на първата фаза трябва да бъдат изчислени стойностите за всички използвани входни устройства, сензори и входни портове на контролера. Това става последователно, като реда е без значение и не се определя от визуалното подреждане в компютърния софтуер.

Втората фаза е най-сложната за изпълнение. Междинните блокове в повечето случаи са най-много и имат множество връзки помежду си, което налага определен ред на изпълнение, понеже възникват зависимости между тях. Ако е на лице следния случай, представен на фигура 4.2:



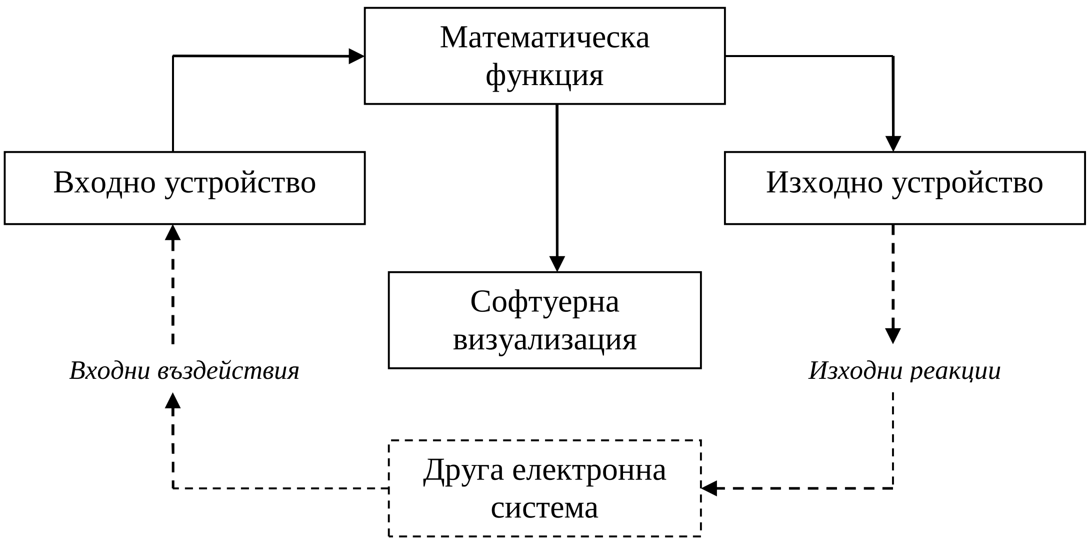
Фиг. 4.2. Примерен алгоритъм за следене на процес.

Блокът A/B може да бъде изчислен директно, тъй-като първа фаза е изпълнена и стойностите на трите входни блока отляво са известни, но блока C+D няма как да бъде изпълнен без да се извлече стойността от изхода на A/B. Това налага най-напред да бъде определен подходящ ред за изпълнение на междинните блокове. Ако блоковете бъдат представени като ориентиран граф, върху тях могат да се прилагат множество алгоритми от сферата на графите. Използвайки алгоритъма за топологично сортиране, може да се открие подходящ ред за изпълнение на блоковете.

Проектиране на компютърен софтуер за конфигуриране и визуализация на работните параметри

За конфигурация на системата се използва специално разработен компютърен софтуер, работещ под операционна система Windows. За компютърния софтуер е избран езикът C# на Microsoft със средата Visual C# Express, който е напълно безплатен. С цел по-бързото и лесно боравене със системата, за настройването се използват специални блокове, всеки от който с определени функции, подобно на логически блоков алгоритъм. По този начин се избягва писането на код, което многократно би усложнило и забавило реализирането на нужната функционалност. Всеки от тези блокове има определен брой входове и/или изходи, които се свързват към предшестващ или следващ блок.

На база описаното фигура 4.20 представя структурата на компютърния софтуер за настройка на проектираната система.



Фиг. 4.20. Блок схема на софтуера за конфигуриране и мониторинг.

Чисто логически входните въздействия и изходните реакции могат да бъдат обвързани с друга електронна система, на която по този начин ще се извършва мониторинг и резервиране.

Проектиране на мултичипен образец за избран модул от системата

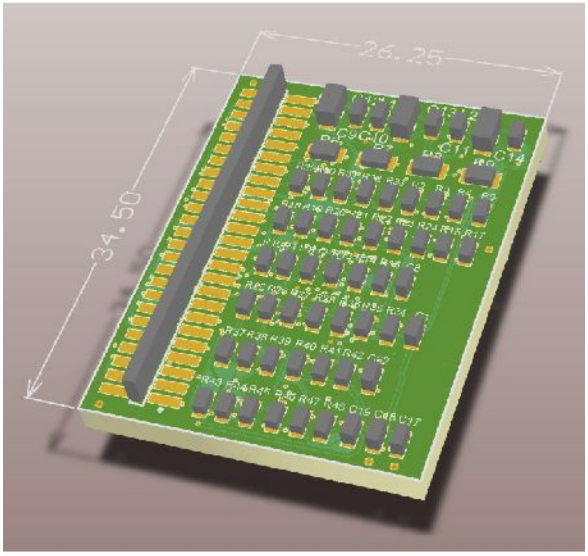
Мултичипният модул според [14] е следващ етап от развитието на извесните хибридни интегрални схеми. Характеризира се с интегриране в обща конструкция на пасивни и активни елементи, като комуникацията между тях се извършва на две или повече сигнални нива. Проектираните тестови печатни платки целят изготвяне на образец за изследване в реални условия на програмния алгоритъм. За да се оптимизира конструктивно опитния образец е целесъобразно неговото оформяне във вид на мултичипен модул. Основната цел е да се намалят размерите. Избраната конструктивна технология е MCM (L) - (MCM - laminate). Това е така наречената технология за многослойни печатни платки - ламиниране на слоеве.

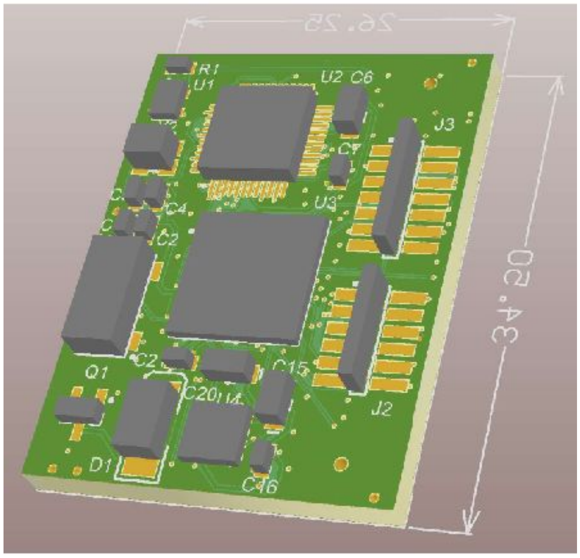
Проекта е изграден в осем сигнални нива, като всички използвани елементи са за повърхностен монтаж.

В проектирания мултичипен модул максималната работна честота е $f_T = 50MHz$, от тук може да се определи паразитната честота на 10ти хармоник по следната зависимост:

$$f_{T10}[MHz] = f_T.10 = 50MHz.10 = 500MHz \quad \text{(\textbf{Error! No text of specified style in document.}.1)}$$

На фигури 4.34 и 4.35 са представени триизмерни модели на проектирания мултичипен модул. Изобразени са двете външни повърхнини – отгоре и отдолу. За проекта е характерно, че единствено на тези две сигнални нива L1 и L8 има разположени електронни компоненти. Дадените габаритни размери са в милиметри.



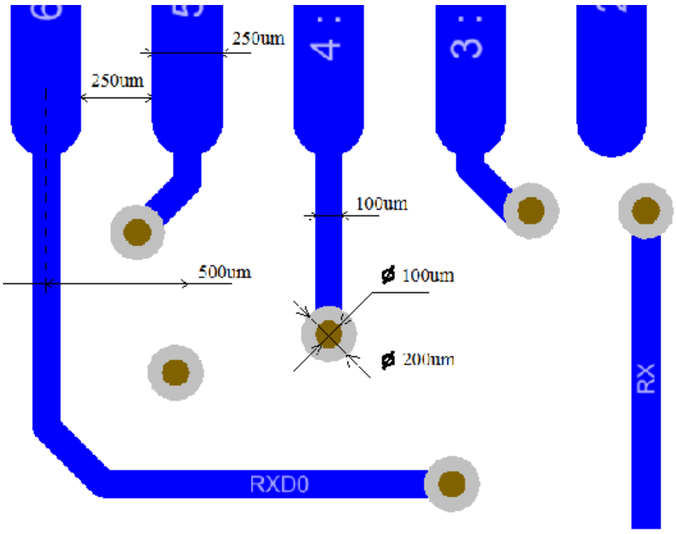


Фиг. 4.34. Мултичипен модул – ниво L1. **Фиг. 4.35.** Мултичипен модул – ниво L8.

Анализ на технологични допуски

Изчисляването на параметри от теорията за микролентови линии е сложен процес и за него е необходимо да се отчетат много фактори. Тъй като максималната работна честота е сравнително ниска в проектирания мултичипен модул, то е обърнато внимание на някой от по-основните особености.

На фигура 4.39 е представена част от топологията в зоната на контактните площадки за корпуса QFP48.



Фиг. 4.39. Технологични размери – извадка за сигнално ниво bottom layer (L8).

Минималния диаметър за проходните отвори изисква съвместяването да е с точност под 25µm за да се гарантира технологичното изготвяне.

На база избраните конструктивни и електрически параметри може да се изчислят някой от основните параметри в теорията на мултичипните модули. Те отразяват поведението на сигналите в микролентовите линии и се дефинират като:

- Ефективна диелектрична проницаемост на средата – ε_{eff};
- Характеристичен импеданс – Z_0;
- Закъснение на сигнала – T_{PD};
- Емпирична критична честота – f_C;
- Паразитна честота за n-ти хармоник – f_{Tn};
- Дължина на излъчената вълна за n-ти хармоник – λ_n;
- Вълноводна дължина на вълната – λ_g;
- Диелектрични загуби – α_d;

За тяхното изчисляване се използват известните от конструкцията на модула базови величини:

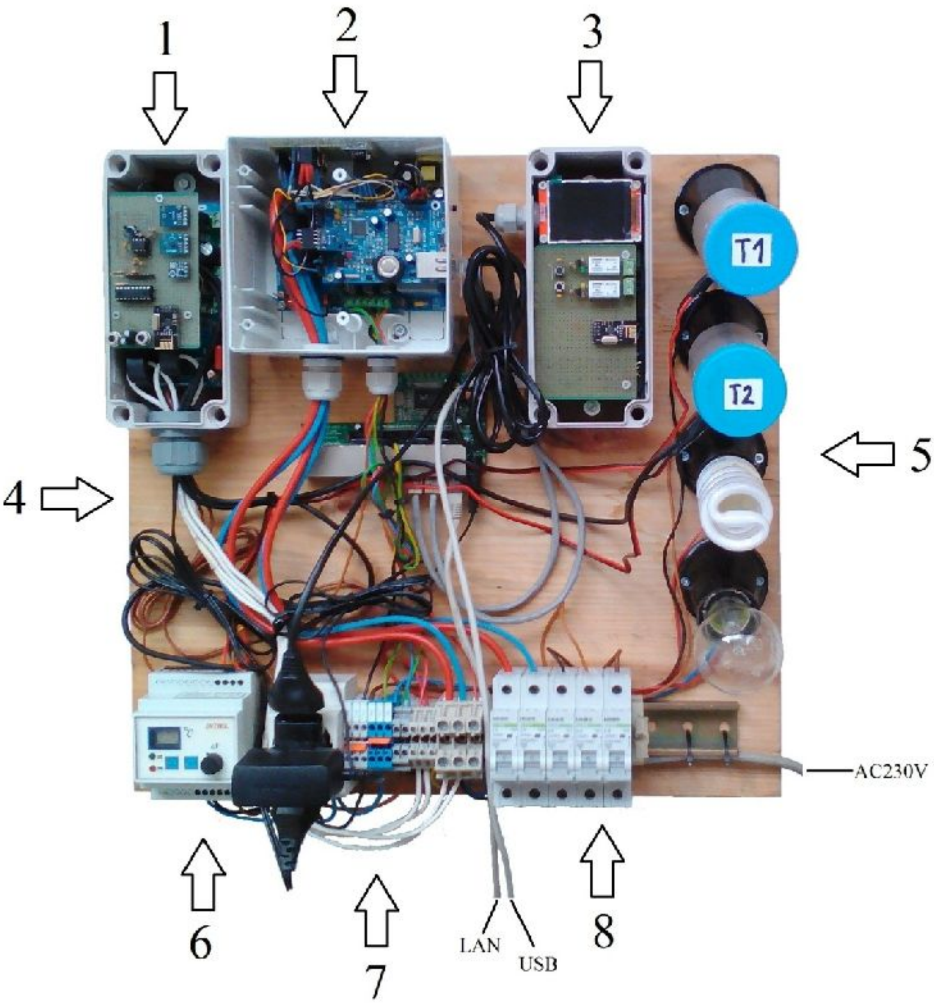
- Ширина на активната медна писта – $w = 100\mu m$;
- Дебелина на диелектрика – $h = 320\mu m$;
- Разстояние между две съседни писти $k = 250\mu m$;
- Дебелина на медната писта – $d = 35\mu m$
- Диелектрична константа за FR4 – $\varepsilon_r \approx 4,3$;
- Коефициен на загубите за FR4 – $tg\delta_\varepsilon \approx 0,02$;

Опитни постановки, измервания и анализи

За демонстрация на проектираната система и изложения модел за конфигуриране е изготвен опитен макет. Той съдържа три основи звена, това са:

- Всички модули от изготвената системата за мониторинг и контрол;
- Двете избрани системи за следене;
- Помощни елементи за симулация и осъществяване на връзките между отделните системи;

Фигура 4.41 представя физически реализирания опитен макет за целите на дисертационния труд.



Фиг. 4.41. Опитен макет.

Според заложената функционалност в макета са включени следните модули:

- Персонален компютър с операционна система Windows7 и наличен софтуер UAC и UACeditor;
- Главен модул; [3]
- Дистанционен модул 1; [1]
- Управляващ модул от следената система за управление на улично осветление с вграден дистанционен модул 2; [2]
- Осем-портов концентратор „Hub”; [4]
- Клемов блок за реализиране на електрическите връзки между модулите; [7]
- Симулирани товари – четири електрически лампи. Две от тях са в колектори за задаване на температурите T1 и T2, останалите задават

товарните токове I1 и I2. Съответно за тока I1 се използва компактна луминисцентна лампа симулираща реактивен товар, а за тока I2 лампа с нажежаема жичка като активен товар; [5]

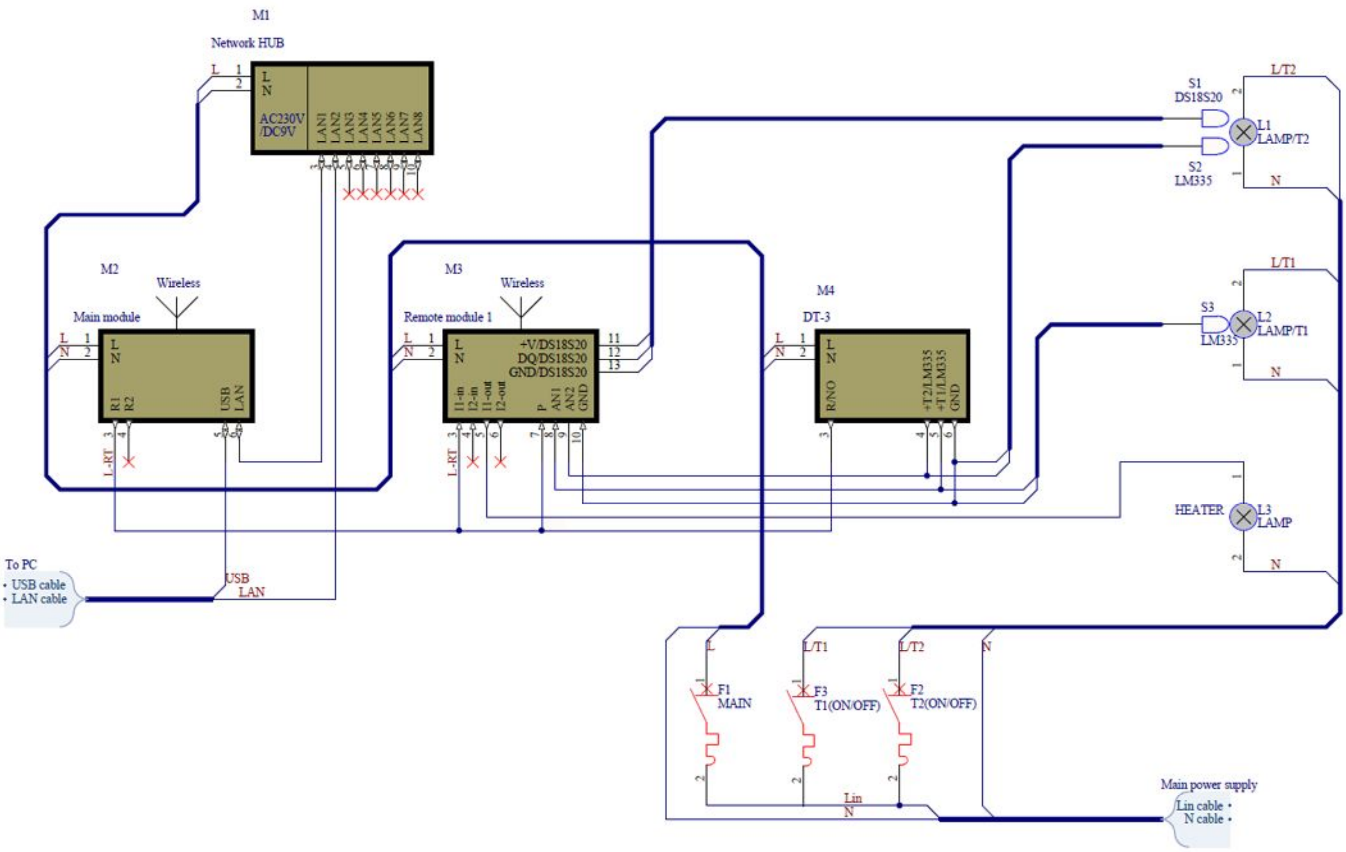
- Автоматични прекъсвачи за комутация на товарите; [8]
- Диференциален термостат DT-3 (следена система); [6]
- съединителни кабели тип „UTP CAT5E" с монтирани RJ45 конектори в краищата и USB кабел;

Означените USB и LAN кабели на фигурата са за връзка към персоналния компютър. Захранването към макета AC230V се подава в дясно по кабел тип ШВПС 3x1,5mm².

<u>Опитна постановка – Диференциален термостат</u>

Четвъртата опитна постановка реализира макет за следене на избраната система с битово предназначение – диференциален термостат DT-3. Подхода за следене е хардуерен, но комбинирано чрез измерване на управляващи параметри и допълнителен контрол чрез собствени сензори на следената система. За демонстрация на резервираща функция е предвидено и поемане на управлението от следящата система при регистриране на отказ от основната система – DT-3. Особенност на подхода е, че резервирането става при използване на измервателните сензори за температура LM335 от основната система.

При така заложената концепция за опитната постановка е изготвена електрическа схема представена на фигура 8.42 в приложението.



Фиг. 8.42. Електрическа схема за мониторинг и частично резервиране на диференциален термостат DT-3.

Заложените функции който изпълнява проектирания алгоритъм на работа са:

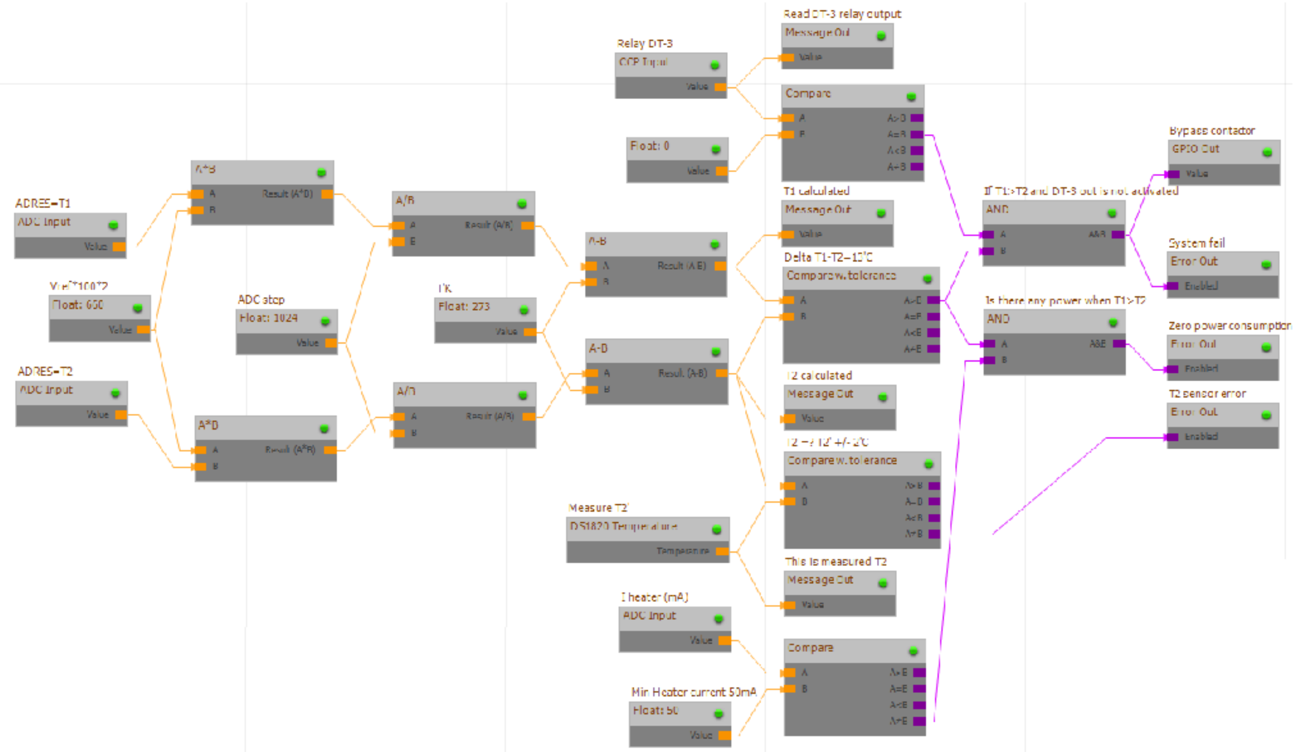
1. Хардуерен мониторинг – чрез доблиращ сензор и аналогово измерване:
   - Измерване пада на напрежение върху температурните сензори LM335;
   - Еталониране измерването за температурата Т2 с допълнителен сензор;
   - Детекция за наличие на фаза след изхода на управляващото НО реле;
   - Проверка за наличие на консумация при сработило изходно реле;
2. Хардуерно резервиране – поемане условно на управлението:
   - Шунтиране на управляващото НО реле ако се засече, че не сработва;

Хардуерното следене се извършва изцяло от Дистанционен модул 1, докато резервиращата функция е от релеен изход в Главния модул. Управлението на температурите Т1 и Т2 се реализира от загряване чрез две електрически крушки тип PL15W, комутирани през автоматични прекъсвачи F2 и F3. Наличието на консумация се осъществява чрез измерване на тока в товарната верига. Така ще се получи информация и за изправността на консуматора.

Обмяната на данни между М2, М3 става по безжичен канал.

Самото локализиране на неизправност става от оператор чрез наблюдаване на данните постъпващи в софтуера на следящата система (UACeditor) и данните индицирани върху системния панел на DT-3.

При така свързаната схема и заложен модел за мониторинг е проектиран алгоритъм на работа чрез функционални блокове представен на фигура 8.43 в приложението.



Фиг. 8.43. Блокова диаграма за мониторинг на диференциален термостат DT-3.

На фигура 4.48 може да се направи справка как изглежда демонстрационния макет при работен режим в опитната постановка. Колектора за Т1 е активиран.

Фиг. 4.48. Опитния макет в конфигурация за мониторинг на система DT-3.

При реализиране на опитна постановка №4 могат да се обобщят следните резултати и анализи.

Резултати:

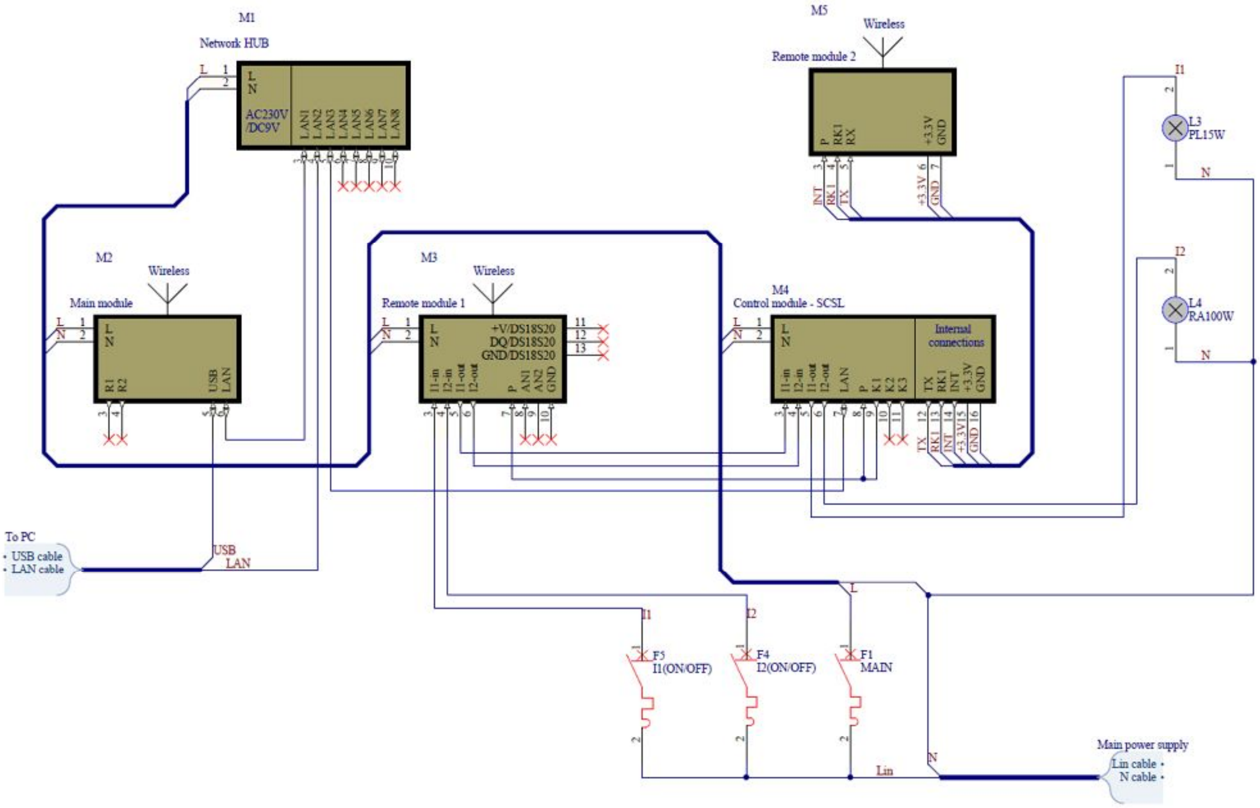
- ✓ Отчитането по блок схемата съвпада с показанията на системния панел от оперативната система, следователно проектирания хардуер и софтуер функционират правилно;
- ✓ Изготвения блоков алгоритъм за мониторинг функционира правилно според основния алгоритъм за работа на следената система, изключение има само при определяне на диференциалната разлика за случая -2℃, тъй като алгоритъма не разглежда този случай;
- ✓ При симулиране на авариен режим се активират съобщенията за грешка.
- ✓ При сравняване на температурите се наблюдава нелинейност спрямо измереното и отчетеното при постепенно нарастване на температурната разлика;
- ✓ При сравняване на показанията от двата сензора, измерващи едновременно Т2, се наблюдава разлика във времената за установяване;
- ✓ При сработване на резервиращия алгоритъм за шунтиране на оперативното реле се генерират няколко последователни превключвания до установяване.

Извод: Практически се установи, че от съществена важност за адекватното измерване на една и съща температура от два различни сензора, какъвто е случая с Т2 е те да бъдат слепени един за друг. Дори и минималното разстояние от няколко милиметра е критично и дава грешка от порядъка на няколко градуса.

Опитна постановка – Система за управление на улично осветление

Последната опитна постановка представя пример за мониторинг на избраната във втора глава система за управление на улично осветление. Съгласно направеното изложение конкретния модел следи за правилна логическа функционалност по софтуерен и хардуерен метод, едновременно. Дистанционен модул М5 е проектиран специално за този пример, но приложената идея би могла да се използва и в други приложения. Условието е оперативната система да има софтуерна функция в стандартизиран даннов формат четим за следящата система и достъпни контролни точки за връзка към необходимите сигнали.

Електрическата схема на самата опитна постановка е представена на фигура 8.45 в приложението.



Фиг. 8.45. Електрическа схема за мониторинг на система за управление на улично осветление.

Според направеното свързване ще се извърши наблюдение по следните криерии:

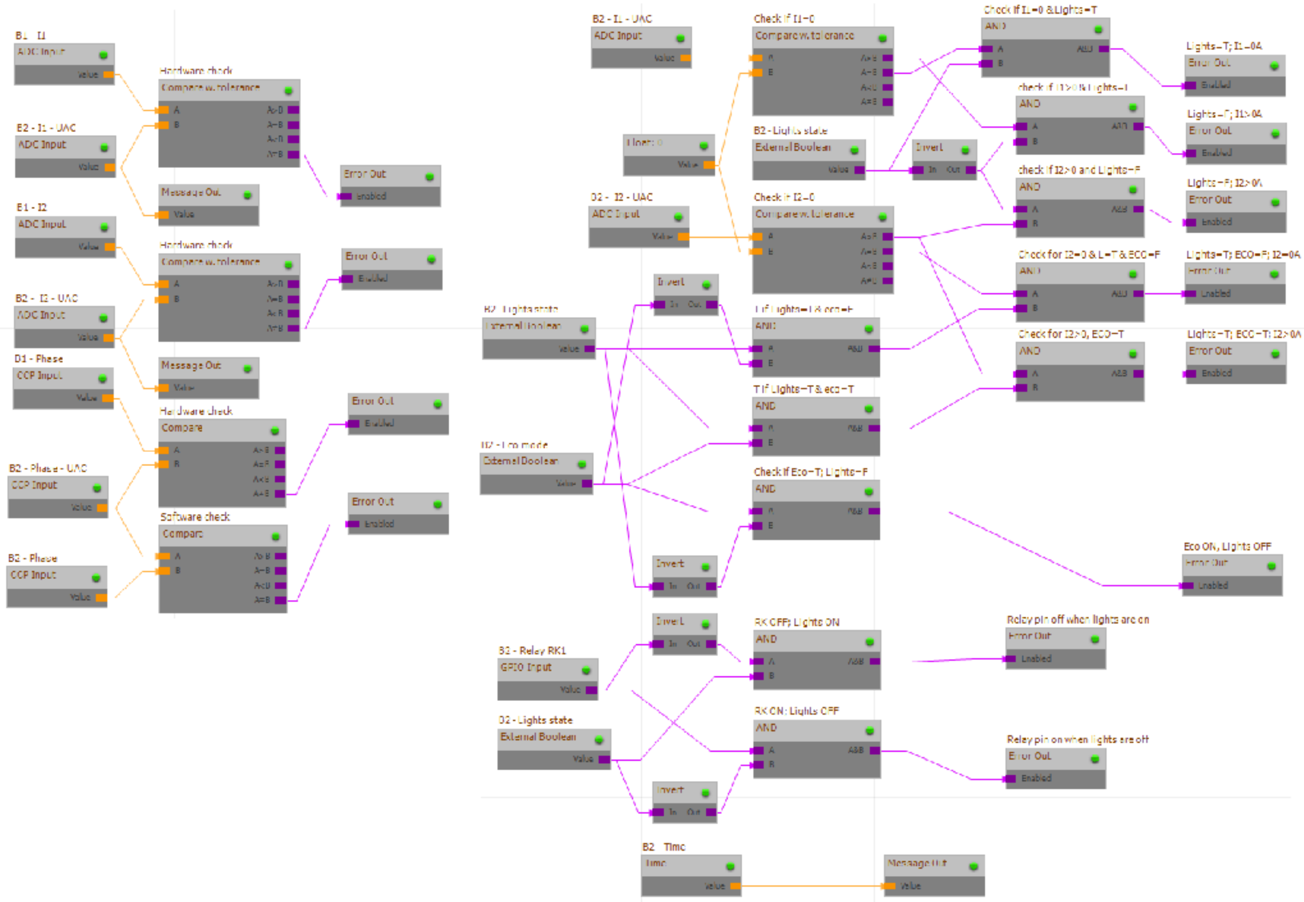
3. Софтуерно – чрез даннов пакет предаден с UART интерфейс:
   - Токовете в товарните вериги I1 и I2;
   - Осветеността (Lux);
   - Детектиране на фаза;
   - Текущия режим – нормален/икономичен;
   - Системното време – чч:мм:сс;
4. Хардуерно:
   - Токовете в товарните вериги I1 и I2;
   - Осветеността (Lux);
   - Детектиране на фаза;
   - Състоянието на порт RK1 управляващ реле K1;

Чрез автоматични предпазители F3 и F4 се задава принудително товар във веригите на I1 и I2 за да се провери правилното функциониране на следящата логика.

Обмяната на данни между М2, М3 и М5 става по безжичен канал.

Самото локализиране на неизправност става от оператор чрез наблюдаване на данните постъпващи в двата софтуера – на следената (UAC) и наблюдаваща система (UACeditor).

При така свързаната схема и заложен модел за мониторинг е проектиран алгоритъм на работа чрез функционални блокове представен на фигура 8.46 в приложението.



Фиг. 8.46. Блокова диаграма за мониторинг на система за управление на улично осветление.

Над всеки функционален блок е описан параметъра който следи, ако е входен блок, ако е логически/математически е зададена функцията която проверява и съответно за изходен, съобщението което извежда.

Структурирането е направено в няколко отделни фрагмента. Всеки от тях се изпълнява независимо от останалите. При засичане на неизправност от оператора директно може да се констатира къде е проблема.

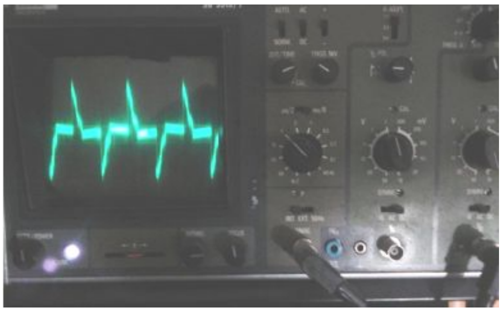
На фигура 4.49 е изглед от софтуера на системата за управление на улично осветление.

За да се провери работоспособността на проектираните измервателни вериги за токове I1 и I2 е избран различен тип товар, реактивен и активен.

Формата на товарния ток задава капацитивен характер на консуматора – консумирания ток е само около максимума на мрежовото напрежение. При развивка 5mS и обхват 10mV се вижда, че това съответства на мрежовата честота 50Hz и размах 50mV. Измерената мощност от системата съвпада приблизително с тази описана на товара. В предвид на големия измервателен обхват до 60А и реактивния характер на товара резултата е задоволителен.

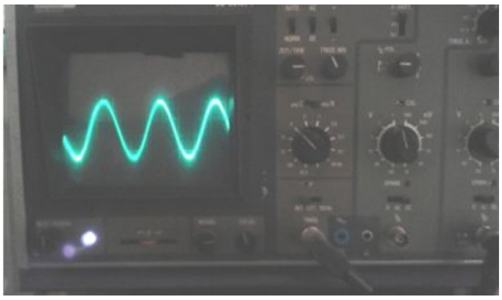
Фиг. 8.49. Изглед от софтуера на следената система - UAC.

Фигура 4.50 представя свалена осцилограма на товарния ток I1. Използвания товар е енергоспестяваща лампа с мощност 15W.



Фиг. 4.50. Форма на товарния ток I1 при капацитивен товар.

Фигура 4.51 представя тока във веригата на I2 при свързана жична лампа 100W.



Фиг. 4.51. Форма на товарния ток I2 при активен товар.

Диаграмата се вижда, че има класическа форма на активен товар. Развивката е също 5mS, при обхват 20mV.

И двете свалени осцилограми са на входа на атенюатора.

При реализиране на опитна постановка №5 могат да се обобщят следните резултати и анализи.

Резултати:

- ✓ Отчитането по блок схемата съвпада с показанията на основния софтуер за управление и индикацията на оперативната система, следователно проектирания хардуер и софтуер функционират правилно;

- ✓ Изготвения блоков алгоритъм за мониторинг функционира правилно според основния алгоритъм за работа на следената система;
- ✓ При симулиране на авариен режим се активират съобщенията за грешка.
- ✓ При отчитането на токовете се наблюдава по-голямо плаване в стойността измерена от Дистанционен модул 1 спрямо тези измерени от системата за управление на улично осветление, както за I1 така и за I2;
- ✓ Стойността на товарния ток I1 измерен от Дистанционния модул 1 генерира изчислена мощност от 12W за консуматора, докато този измерен от СУУО е около 15W. Изчислението е направено при измерена ефективна стойност на напрежението U=231V;

Обобщен извод: При хардуерен мониторинг на електрически и неелектрически параметри е необходимо добре да се познават величините, сензорите и схемотехниката на двете системи. Тъй като за правилното конструиране на алгоритъма е важно да се определят толерансите и логиката на засичане. Подхода е първо теоретично анализиране и след това практическо тестване и донастройка до получаване на желания резултат.

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Научно-приложни:

1. Анализирани са възможностите на съвременни електронни системи с универсално приложение за индивидуално конфигуриране от потребителя. Адаптирани са алгоритмите и функциите им за нуждите на блоковото програмиране.
2. Изготвен е обобщен анализ на възможните подходи и типовете системи за мониторинг на една електронна система или процес. Синтезиран е модел на работа.

Приложни:

1. Извършен е избор на схемни решения за всеки един от блоковете на системата. Анализирани и оразмерени са всички използвани компоненти. Системата е приложена като елемент от управлението на улично осветление в община „Казанлък” – съгласно договор за изработка и монтаж №9 от 19.12.2017 г. между „Общинско Предприятие Комунална Дейност и Поддържане на Инфраструктурата“ и „Соботроника“ ЕООД.
2. Разработен е компютърен софтуер, реализиращ предложения модел за конфигуриране чрез графичен интерфейс за работа.
3. Изготвен е опитен макет за тестване на проектираната система. Представени са примери за валидиране на заложения програмен модел.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Bobev S., “Approaches for securing electronic automation systems”, Journal of the Technical University of Gabrovo, Vol. 54’2017 (41-44)
2. Bobev S., “Ethernet based street lighting control system”, Electrotechnica & Electronica E+E Vol. 51. No 3-4/2016

3. Andreev S., Aleksandrova M., Bobev S. "Programmable model for managing the Peltier element in the testing of semiconductor structures by smooth regulation of temperature", XXV International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, 12-14 Sept. 2016.
4. Bobev S., **"**Algorithms and principles for monitoring selected automatic system or parameters**"**, 5th International Conference engineering, technologies and systems, Plovdiv 2016, 26-28 May 2016.
5. Bobev S., **"**Specialized electronic system for tracking other process, electronic or automatic system**"**, 5th International Conference engineering, technologies and systems, Plovdiv 2016, 26-28 May 2016.

Използвана литература в автореферата

1. Kathleen R. Wooten, Thomas F. Doyle, Marie Bjerede, Marshall Hurst, *Method and apparatus for the remote monitoring and configuration of electronic control systems*, Jul 4, 2000
2. Bolton William, Electronic, *Monitoring and Control Systems in Mechanical and Electrical engineering*, Mechatronics 2007
3. Karl L. Gunter, Victor H. Shear, "*Systems and methods for monitoring other electronic systems and electronic rights protection"* of the IEEE, vol. 120, No. 15, April 2014
4. P. Visconti, G. Cavalera *"Intelligent system for monitoring and control other electronic system for optimization of solar energy production"* IEEE, vol. 88, no.17, pp. 100 – 110, June 2015
5. Jen-Hao Teng; Chin-Yuan Tseng; Yu-Hung Chen, (2004) *"Integration of networked embedded systems into power equipment remote control and monitoring,"* IEEE.
6. Robert P. *"Electronic Security Systems"*, Boston US, 2007
13. Dacfey Dzung, *"Technologies for manufacturing and control systems"* In-strum., Syst., Autom. Soc., Tech. Rep. ISA-TR99.00.01-2004, Mar.2004
14. Радосвет Г. Арнаудов, Валентин Х. Видеков, *"Конструиране и технология на хибридни микромодули"*, Софтрейд 2012.
63. P. Bergstrom, K. Driscoll, and J. Kimball, *"Making home automation communications"* IEEE, vol. 34, no.10, pp. 50 – 56, Oct. 2001
76. O'Reilly, *„Programming Embedded Systems: With C and GNU Development Tools"*, 2006
79. Buse. P. David, *„IP Network-based Multi-agent Systems for Industrial Automation: Information Management, Condition Monitoring and Control of Power Systems"*, ISBN 978-1-84628-647-6, Springer-Verlag London Limited, 2010
80. Sangeetha, L.,A. Balaji Ganesh, A.,*"An embedded based digital controller for thermal process,"* Sensors & Transducers Journal, pp.46–51,Vol. 87, Issue 1., 2008
82. Bobev S., *"Ethernet based street lighting control system"*, Tu-Sofia, 2013
85. http://www.intiel.bg/Intiel dt-3_01_bg.pdf

SUMMARY

Specialized multichip modules used for monitoring and control of a process in electronic and automated systems

Electronic devices who are used for monitoring and control of other electronic systems or processes are the backbone of complex management systems in all areas of human development. The electronic system can be varying degrees of complexity and responsibility as an application, but nevertheless the problem of its work is always up to date.

The connection between the multi-chip module and the current trends is expressed in the constant pursuit of miniaturization and compactness of the devices. Modular design enhanced functionality and enables easy reconfiguration.

The purpose of this dissertation thesis is to prepare a specialized module for monitoring and control of other electronic systems, processes or parameters. The main purpose is to develop a method for block programming. The algorithm of operation can be done by realizing interconnections between individual blocks and setting of working parameters by the user. The proposed model is tested by monitoring selected electronic systems according to the implemented algorithm. The method for block programming is carried out by a specially designed graphic editor. The characteristic being that the data processing is done in three phases.

In order to validate the proposed software model and the developed software and hardware, algorithms for monitoring and control of real-world systems in practice have been implemented. The results of the dissertation work give a finished look to the designed experimental model, realizing an object-oriented system for monitoring, control and management of different systems or processes.

As a quick conclusion it can be pointed out that for the purpose of monitoring and control it is necessary to know the logic of operation and the schematics of the monitored system. The approach is used first with theoretical analysis and then it is done in practical testing. The final component is to adjust, then we have the desired result.