

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННІ НА БАЗІ КОНТРОЛЕРУ SIEMENS TC65T

Анотація: Тема статті пов'язана із розробкою системи контролю мікроклімату в приміщенні на базі контролера Siemens TC65T із вбудованим GSM-модулем. В статті дається аналіз сучасних систем контролю мікроклімату. Сутність розглянутої проблеми полягає в проектуванні системи з меншою вартістю відносно подібних їй систем. В статті наведені функціональні та принципові електричні схеми спроектованої системи контролю мікроклімату, підібрані виконавчі механізми та розрахована сумарна вартість системи. Автори статті надають математичну модель системи, розроблену в середовищі LabVIEW 8.6.

Ключові слова: контроль мікроклімату, контролер Siemens TC65T.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями

Для створення нормальних умов праці та відпочинку в приміщенні слід контролювати його мікроклімат. Метеорологічні умови робочого середовища впливають на процес теплообміну і характер роботи людей. Мікроклімат характеризується температурою повітря, його вологістю і швидкістю руху, а також інтенсивністю теплового випромінювання. Тривалий вплив на людину несприятливих кліматичних умов швидко погіршує її самопочуття, знижує продуктивність праці і призводить до захворювань.

Сучасний рівень розвитку технологій та техніки дозволяє створювати автоматичні системи контролю мікроклімату приміщень. Широкого вжитку здобули системи типу “розумний дім” [1]. Подібні системи повністю регулюють більшість процесів у будівлях, де вони встановлені. Користувач “розумного дому” має змогу дистанційно отримувати інформацію та керувати роботою пристроїв опалення, кондиціонування, водопостачання та електронікою в своєму домі. Зв'язок з людиною відбувається за рахунок використання мережі Інтернет або каналів мобільного зв'язку.

Основним недоліком “розумного дому” є його висока вартість, що в основному перевищує 5000 доларів США [2]. Через це все частіше з'являються системи спеціалізованого контролю процесів у приміщенні. Легкість встановлення та простота користування є ще однією вагомою перевагою спеціалізованих систем перед “розумним домом” [3].

Аналіз досліджень та публікацій

Сучасні системи контролю мікроклімату дозволяють вимірювати температуру та відносну вологість повітря, зміну тиску у приміщенні. В ході

© М.М. Ткач, В.М. Назаренко, В.Й. Лобов, М.О. Котляр, 2010

роботи системи всі отримані з датчиків дані зберігаються в пам'яті, за рахунок чого система здатна формувати звіти про зміни параметрів мікроклімату. Необхідна користувачеві інформація може бути представлена у вигляді таблиць або діаграм.

Як показує аналіз сучасних систем контролю мікроклімату приміщень, більшість з них має ряд недоліків. До основного недоліку таких систем можна віднести їх залежність від ПК, оскільки програмне забезпечення, необхідне для обробки інформації, що надходить з датчиків, в основному зберігається в пам'яті персонального комп'ютера. Більшість з систем контролю мікроклімату здатна лише фіксувати відхилення вимірюваного параметру від його встановленого значення, однак не в змозі автоматично контролювати його, оскільки в ній відсутні виконавчі механізми, здатні змінювати відносну вологість і температуру повітря в приміщенні.

Постановка задачі

Для створення нормальних метеорологічних умов робочого середовища необхідно застосовувати системи контролю мікроклімату в приміщенні. Для надійності та компактності системи доцільно використовувати програмовані мікроконтролери. Саме тому тема статті пов'язана із розробкою системи контролю мікроклімату в приміщенні на базі контролеру Siemens TC65T [4]. Мета роботи полягає в наступному: розробити на базі контролеру Siemens TC65T економічно вигіднішу за “розумний дім” систему автоматичного контролю та регулювання температури та відносної вологості повітря у приміщенні, підібрати виконавчі механізми для регулювання основних параметрів мікроклімату, спроектувати та дослідити в середовищі LabView 8.6 математичну модель системи.

Викладення матеріалу та результати

Система контролю мікроклімату в приміщенні будується на основі контролеру Siemens TC65T, що обробляє отриману з датчиків інформацію за збереженою у пам'яті програмою. Для вимірювання температури використовуються терморезистори, розміщені у різних точках приміщення. В якості вимірювача вологості використовуються емнісні датчики відносної вологості. Всі первинні перетворювачі підключаються до вбудованого в контролер АЦП через аналоговий мультиплексор. Кількість датчиків температури та відносної вологості залежить від об'єму приміщення. Для збільшення температури та зменшення вологості повітря застосовується електрообігрівач. Охолодження повітря відбувається за рахунок витяжної системи. Для збільшення відносної вологості повітря у приміщенні розпилюється вода.

Функціональна схема системи контролю мікроклімату у приміщенні зображена на рис. 1. В наведеній системі використані три датчика температури та один датчик відносної вологості. Всі первинні перетворювачі підключаються до восьмирозрядного аналогового мультиплексору MUX з адресними входами A0, A1, A2. Сигнал з виходу аналогового мульти-

плексору надходить на вхід вбудованого в Siemens TC65T АЦП. Отримані з АЦП дані обробляються контролером за збереженою у його пам'яті програмою. Будь-яка інформація стосовно роботи контролера може бути надіслана до GSM-модуля.

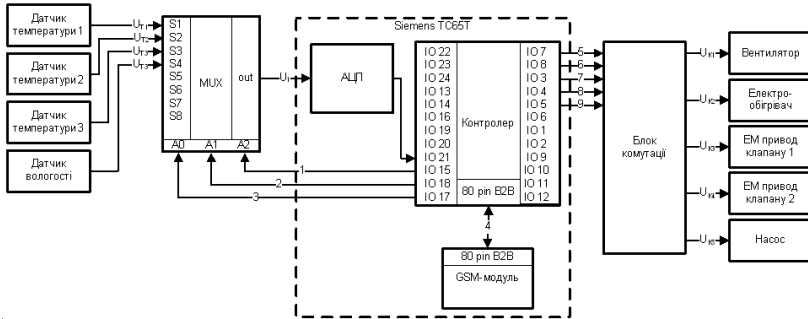


Рис. 1 – Функціональна схема системи контролю мікроклімату в приміщенні.

Контролер Siemens TC65T через виходи IO17, IO18, IO15 по лініям зв'язку 3, 1, 2 надсилає сигнали на адресні входи A0, A1, A2 аналогового мультиплексору MUX, до якого підключені датчики температури 1, 2, 3 та датчик вологості. Періодично змінюючи сигнали на адресних входах мультиплексору контролер отримує інформацію з усіх датчиків. Після обробки отриманих результатів контролер, в залежності від заданої користувачем програми, надсилає управляючі сигнали на виходи IO7, IO8, IO3, IO4, IO5 по лініям зв'язку 5, 6, 7, 8, 9, з яких сигнал надходить до блоку комутації. Контролер має двосторонню лінію зв'язку 4 з GSM-модулем. Контролер керує роботою виконавчих механізмів за наступною схемою:

- IO7=1 → вмикання вентилятору, IO7=0 → вимикання вентилятору;
- IO8=1 → вмикання електрообігрівача, IO8=0 → вимикання електрообігрівача;
- IO3=1 → вмикання електромагнітного приводу клапану води 1, IO3=0 → вимикання електромагнітного приводу клапану води 1;
- IO4=1 → вмикання електромагнітного приводу клапану води 2, IO4=0 → вимикання електромагнітного приводу клапану води 2;
- IO5=1 → вмикання насосу, IO5=0 → вимикання насосу.

Для збільшення відносної вологості повітря у приміщенні застосовується система розпилення води, структурна схема якої наведена на рис. 2.

За сигналом блока керування відкривається клапан води 1 з електромагнітним приводом Y1 і вода надходить у насос. Ресивер необхідний для накопичення води під тиском. При роботі насосу після досягнення підвищеного тиску у ресивері клапан води 2 з електромагнітним приводом Y2 пропускає потік води до форсунки, що розпилює вологу у повітря.

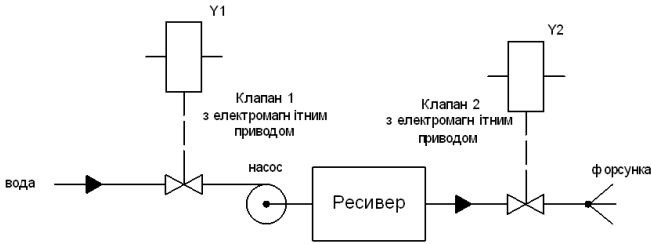


Рис. 2 – Структурна схема системи розпилення води.

Електрична принципова схема системи контролю мікроклімату з трьома датчиками температури та одним датчиком вологості зображена на рис. 3.

В залежності від температури та відносної вологості повітря в приміщенні датчики температури ВК1. . . ВК3 та датчик вологості В1 змінюють значення напруги на своїх виходах. Напряга з датчиків надходить на інформаційні входи S1. . . S4 аналогового мультимплексору D2. Контролер Siemens TC65T періодично змінює сигнали на виходах IO15, IO17, IO18, які надсилаються на адресні входи A0, A1, A2 аналогового мультимплексору. Вихідний сигнал мультимплексору D2 надходить на вхід IO21 АЦП терміналу Siemens TC65T. Таким чином контролер послідовно отримує значення вихідних напруг всіх датчиків, підключених до мультимплексору. Аналізуючи отримані дані, контролер D3 видає сигнали на виходи IO3, IO4, IO5, IO7, IO8, які надходять на входи блоку комутації А1.

При виявленні перевищення бажаної температури повітря в приміщенні контролер встановлює сигнал логічної “1” на виході IO7 і напруга подається на оптосимістори V3 та V4, внаслідок чого напруга живлення ~220В надходить на електродвигун вентилятору М2. При зменшенні температури до бажаного рівня контролер Siemens TC65T знімає сигнал логічної “1” з виходу IO7 і двигун вентилятору вимикається.

При виявленні зменшення температури нижче бажаного рівня або перевищення встановленого рівня відносної вологості повітря контролер D3 встановлює сигнал логічної “1” на виході IO8, внаслідок чого відкривається оптосимістор V5 і напруга живлення ~220В подається на електрообігрівач з опором R13. При збільшенні температури до необхідного рівня або при досягненні бажаного значення відносної вологості контролер D3 знімає сигнал логічної “1” з виходу IO8, оптосимістор V5 переходить у зачинений стан і електрообігрівач вимикається.

При перевищенні відносної вологості повітря встановленого значення контролер Siemens TC65T встановлює сигнал логічної “1” на виході IO3. Внаслідок цього відкривається оптосимістор V6, що призводить до подання напруги живлення ~220В на електромагнітний привід L2 клапану, який контролює надходження води до відцентрового насосу. Після цього

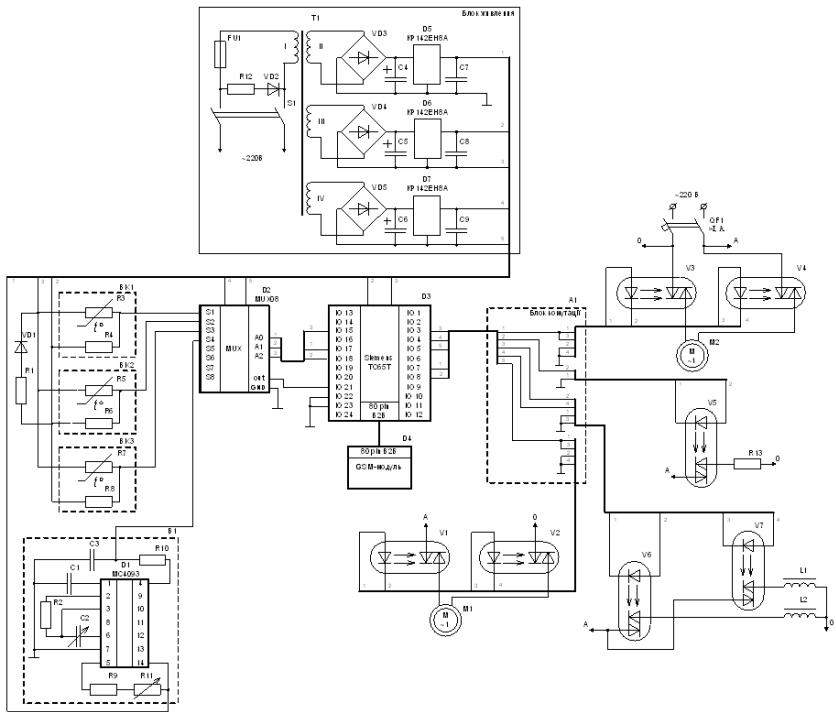


Рис. 3 – Електрична принципова схема системи контролю мікроклімату в приміщенні.

контролер D3 встановлює сигнал логічної “1” на виході IO5, оптосимістри V1 та V2 переходять у відчинений стан, і напруга живлення ~220В подається на двигун M1 відцентрового насосу. Впродовж визначеного часу контролер D3 утримує сигнал логічної “1” на виході IO5, внаслідок чого насос створює підвищений тиск води у ресивері. Після цього контролер Siemens TC65T знімає сигнал логічної “1” з виходів IO5, IO3, клапан води з електромагнітним приводом L2 зачинається, а робота електродвигуна M1 насосу припиняється. Для розпилення волиги у повітря контролер D3 встановлює сигнал логічної “1” на виході IO4, внаслідок чого відкривається оптосимістр V7, що спричинює подання напруги живлення ~ 220В на електромагнітний привід L1 клапану, який контролює розпилення води через форсунку.

Всі виконавчі механізми системи контролю мікроклімату обладнані автоматичним вимикачем QF1, що спрацьовує при досягненні сили стру-

му порогового значення.

Основні технічні характеристики контролеру Siemens TC65T та використаного в системі інтерфейсу GPIO наведені у таблицях 1, 2.

Таблиця 1

Основні технічні характеристики контролеру Siemens TC65T

Технічна характеристика	Параметри
Частотний GSM діапазон	Quad band: GSM 850/900/1800/1800MHz
Напруга живлення	8...30 В, постійний струм
Габаритні розміри	130x90x38мм
Маса	0,190 кг
Робоча температура	-30°C...+65°C
Степінь захисту	IP 40
Робоча вологість повітря	5%...80%
Канали передачі інформації	GPRS, CSD, SMS
Ява платформа	JDK Version 1.4.2 07
Інтерфейси	Serial interface, I ² C, SPI, Audio, SIM interface
Додаткові особливості	GPIO interface, лічильник імпульсів, АЦП, телефонна книга

Таблиця 2

Технічні характеристики інтерфейсу GPIO

Технічна характеристика	Параметри
Середній вхідний опір контакту	100 Ом
Максимальна вихідна напруга, що відповідає логічному “0”, при I=2mA	0,4 В
Мінімальна вихідна напруга, що відповідає логічній “1”, при I=-0,5mA	2,5 В
Максимальна вихідна напруга, що відповідає логічній “1”	3,05 В
Максимальна вхідна напруга, що відповідає логічному “0”	0,8 В
Мінімальна вхідна напруга, що відповідає логічній “1”	2 В
Максимальна вхідна напруга, що відповідає логічній “1”	3,05 В

Перелік основних складових елементів системи контролю мікроклімату, а також їх вартість на 25.05.2010, наведені в табл. 3.

З табл. 3 видно, що розрахована вартість системи контролю мікроклімату в приміщенні в 5 разів менша за аналогічні по функціям системи типу “розумний дім”.

Основні складові елементи системи контролю мікроклімату

Назва	Ціна, грн. за од.	Кількість
Датчик температури RDF18 PT100	764,56	3
Датчик вологості 818	338,1	1
Аналоговий мультиплексор MUX08	37,2	1
Вентилятор ВОК-2,3	354,2	1
Автоматичний вимикач М611	201,25	1
Оптосімистор ТСО 115-5	73,73	7
ТЕН електрообігрівача	50,23	1
Клапан з ЕМ приводом КЕО 15/16/110/113 ЕВ 04/АС/220/9	392	2
Відцентровий насос Multi 20	1642,2	1
Контролер Siemens TC65T	1330,64	1
Загальна вартість		7547,61 грн.

Перевірка роботи системи контролю мікроклімату відбувається шляхом моделювання основних її процесів в середовищі LabVIEW 8.6

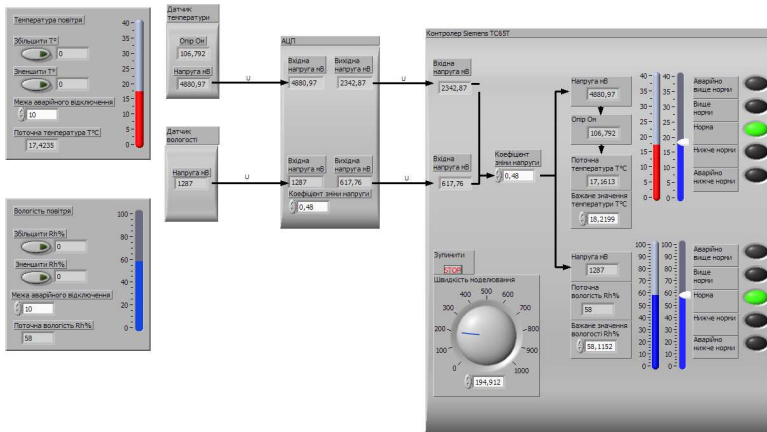


Рис. 4 – Модель системи контролю мікроклімату в приміщенні в середовищі LabVIEW 8.6

Модель, зображена на рис. 4 та рис. 5, спроектована в середовищі LabView 8.6. За рахунок використання математичних формул модулюється робота датчиків температури та вологості, АЦП та контролеру Siemens TC65T. Система має 5 режимів роботи на кожний із вимірюваних параметрів: “норма”, “вище норми”, “аварійно вище норми”, “нижче норми”, “аварійно нижче норми”.

Користувач встановлює бажані значення температури та вологості в приміщенні. Якщо вимірюваний параметр нижче встановленого значення

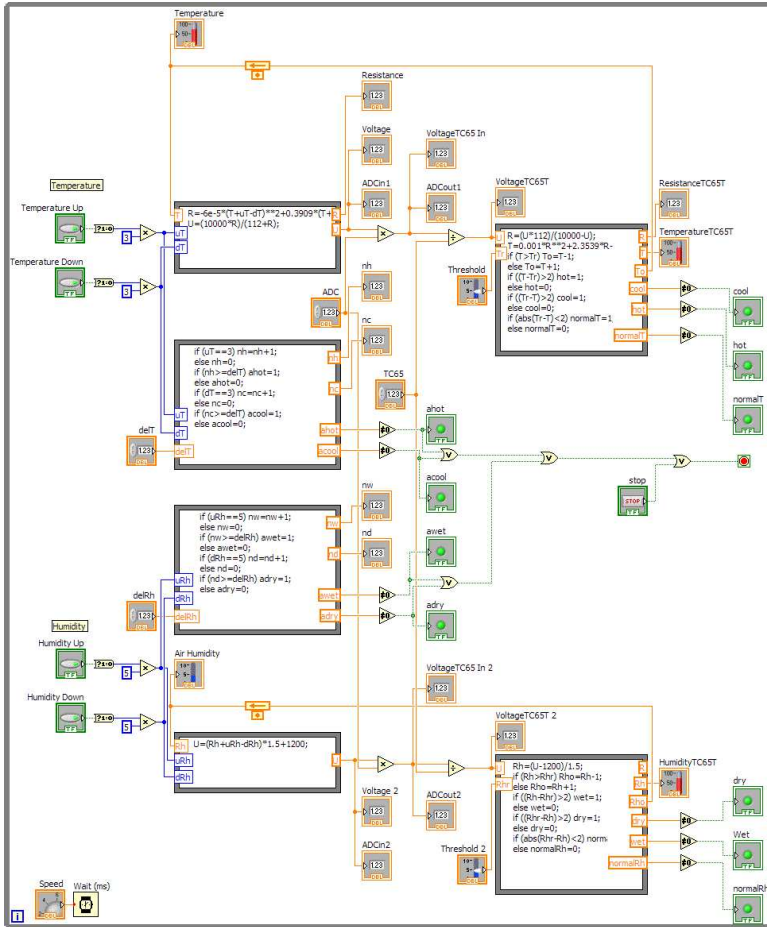


Рис. 5 – Блок-діаграма системи контролю мікроклімату в приміщенні в середовищі LabVIEW 8.6

ня система переходить у режим “нижче норми” і за рахунок дії зворотного зв’язку збільшує значення вимірюваного параметру. В протилежному випадку система переходить у режим “вище норми” і зменшує значення вимірюваного параметру в межах 2 одиниць вимірювання (2% – для відносної вологості, 2°С – для температури). В системі передбачені зовнішні впливи на температуру та вологість повітря в приміщенні, однак і в цьому випадку модель системи керується аналогічними правилами. Користувач має змогу встановлювати поріг спрацювання аварійного режиму. Аварійний

режим вмикається у випадку, якщо система впродовж визначеного користувачем часу не здатна змінити вимірюваний параметр у бажаному напрямку. В системі передбачена можливість зміни швидкості моделювання процесів.

Спроектвана система контролю мікроклімату у приміщенні має наступні технічні характеристики:

- діапазон вимірювання температури – від $+10^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$;
- чутливість вимірювання температури – $0,232^{\circ}\text{C}$;
- діапазон вимірювання відносної вологості – від 0% до 100%;
- чутливість вимірювання відносної вологості – 1,338%;
- система має захист від струмів короткого замикання $I_{к.з} \geq 7 \cdot I_{н}$;
- будь-яка інформації стосовно параметрів системи, а також результати її роботи є дистанційно доступними користувачеві за рахунок використання GSM-каналів.

Висновок

На основні контролеру Siemens TC65T спроектована система контролю мікроклімату в приміщенні. Вартість системи менша в 5 разів за аналогічні по функціям системи типу “розумний дім”. Підібрані виконавчі механізми для регулювання основних параметрів мікроклімату. Спроектвана та досліджена в середовищі LabVIEW 8.6 математична модель системи.

Література

1. <http://kottedjj.ru/?a=product&cat=3&id=33>
2. <http://www.intelecthouse.ru/about/>
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/Умный_дом
4. <http://www.siemens.com/entry/cc/en/>
5. LabVIEW для всех / Джеффри Тревис: Пер. с англ. Клушин Н.А. – М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. – 544 с.: ил.
6. Микроклимат. Электронные системы обеспечения. – М.: ИП РадиоСофт, 2005. – 112 с.: ил. – (Книжная полка радиолюбителя. Вып.9)
7. Электронные приборы для контроля и автоматического регулирования температуры / Шорников Е.А. – М.-Л.: Энергия, 1964. – 48 с.: ил. – (Массовая радиобиблиотека. Вып. 545)
8. Когай В.Я., Замараев В.Н. Датчики влажности и температуры. Тезисы докладов II Международного симпозиума “Композиты и глубокая переработка природных ресурсов” Н.Челны, 1999, с. 59.

Отримано 10.12.2010 р.