

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра

**СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК
МАЛОЇ ГЕНЕРАЦІЇ**

Студент гр. ЕІ-81_к

Д.В. Кривоус

Науковий керівник,
к.ф.-м.н., доцент

І.П. Бурик

Конотоп 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДАНИХ	5
1.1 Мікроконтролери AVR.....	5
1.2 Особливості конструкції вітряків малої потужності.....	8
1.3 Встановлення вітрового генератора.....	11
1.4 Вертикальні та горизонтальні вітряні генератори.....	12
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТА	14
2.1 Системи зчитування аналогових даних на базі ATmega8.....	14
2.2 Схема електрична принципова та основні компоненти системи	17
2.3 Налаштування та робота системи	21
2.4 Контроль сили струму від вітрогенератора.....	23
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	27
3.1 Система моніторингу інформації SCADA	27
3.2. Дистанційне керування вітряком на Laurent-5.....	29
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36
ДОДАТОК А. ПРЕЗЕНТАЦІЯ	39

РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження даної кваліфікаційної роботи бакалавра є системи моніторингу вітроенергетичних установок малої генерації.

Мета роботи полягає в розробці системи моніторингу вітряного генератора малої потужності, зокрема схеми електричної принципової, практичній реалізації, тестування та опису експлуатаційних параметрів.

Робота структурно складається з вступу, трьох розділів основної частини та висновків.

У першому розділі описані мікроконтролери AVR фірми Atmel, Classic, Tiny, Mega, їх характеристики та особливості застосування, конструкції та класифікації вітряних генераторів, особливості встановлення вітряного генератора.

У другому розділі приведено дві системи зчитування аналогових даних на базі ATmega8 та ATmega32, розглянуто контроль сили струму від вітрогенератора.

У третьому розділі описана система моніторингу SCADA та метод дистанційного керування за допомогою Laurent-5 .

Робота викладена на 39 сторінках, у тому числі включає 25 рисунків, 1 таблицю, список використаної літератури із 30 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВІТРЯНИЙ ГЕНЕРАТОР, СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ, МІКРОКОНТРОЛЕР

ВСТУП

Зараз активно розвиваються екологічні методи отримання електричного струму, в цю сферу входять і вітряні генератори які розглянуті в даній роботі. Найбільш поширеною серед відновлювальних видів енергії у ХХ сторіччі була електрична енергія, яку отримали на річкових і припливних ГЕС. Але уже з початку 2000 року почали швидко розвиватись вітрові та сонячні електростанції. У світі в 2018 році близько 30% всієї електроенергії отримали із відновлюваних джерел.

По підсумкам першого кварталу в 2021 році частина виробництва електроенергії в Україні з відновлюваних джерел складала 5,5%, разом із великими гідроелектростанціями – 11,4%. Частка "зеленої" електричної енергії у споживанні країни приблизно становить 11,4%.

Новітні вітряні генератори можуть мати приблизно встановлену потужність , від 600 кВт до 5 МВт. Широке застосування отримали вітрогенератори із встановленою потужністю 1,5 - 3 МВт. Вітряна потужність пропорційна до площі його перерізу та має трьох вимірну кубічну залежність від швидкості вітряного потоку, виходить потужність зростає швидше, за швидкість вітряного потоку. Самими кращими для розташування вітряних генераторів вважаються місцевості із сильними та сталими вітрами, такі як гірська місцевість та прибережна [1-6].

Вітряні генератори потребують планування та не малих розрахунків перед встановленням, так як вони залежать від швидкості вітру в зоні встановлення якщо вона буде недостатньою або щось буде перешкоджати то вітровий генератор не буде виробляти електричну енергію.

З усього комплексу поставки приблизно 20-25% вартості приходить на сам генератор. Решта – вартість інвертора та акумуляторів. Великий термін окупності – більше 10 років.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДАНИХ

1.1. Мікроконтролери AVR

Мікроконтролер – це спеціалізований мікрокомп'ютер, призначений для керування різними електронними пристроями. В склад мікросхеми, як правило, входять: процесор, пам'ять програм, пам'ять даних, тактовий генератор, набір периферійних пристроїв (порти, таймери, АЦП тощо) Досить популярними є мікроконтролери фірм Atmel, Microchip, Intel та Motorola.

AVR фірми Atmel, які поділяються на три сімейства:

- Classic AVR — основна лінія мікроконтролерів із продуктивністю окремих модифікацій до 16 MIPS, FLASH ROM програм 2-8 Кбайт, EEPROM даних 64-512 байт, SRAM 128-512 байт;
- Mega AVR з продуктивністю 1-16 MIPS для складних програм, що вимагають великого обсягу пам'яті, FLASH ROM програм 4-128 Кбайт, EEPROM даних 64-512 байт, SRAM 2-4 Кбайт, SRAM 4 Кбайт, вбудований 10-розрядний 8-канальний АЦП, апаратний помножувач 8×8 ;
- Tiny AVR - низькопродуктивні мікроконтролери в 8- вивідному виконанні із низькою вартістю

Структурна схема узагальненої мікропроцесорної системи складається з процесора, пам'яті та периферійних пристроїв, з'єднаних з шинами даних, адреси та управління (рис.1.1). Якщо пам'ять розділена на два пристрої — пам'ять програм і пам'ять даних, то кажуть, що така мікропроцесорна система має гарвардську архітектуру. Якщо пам'ять являє собою єдиний пристрій для зберігання та програм, та даних, то така мікропроцесорна система має архітектуру.

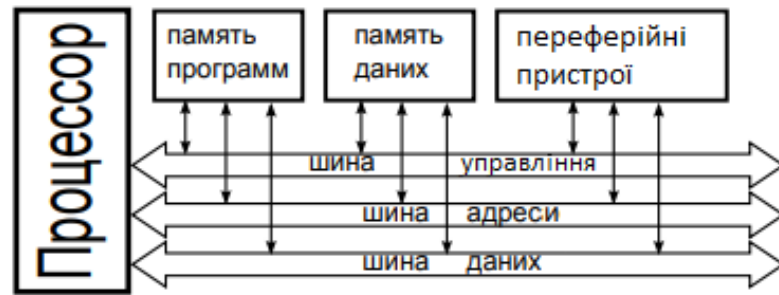


Рис.1.1. Структурна схема мікропроцесорної системи [7]

Оснoву мікроконтролера становить так званий арифметико-логічний пристрій. Якщо говорити простіше, це якийсь обчислювальний модуль, який обробляє записану в пам'яті програму. Програма пишеться зазвичай найпростішою мовою (мовою машинних кодів) і може бути переписана під будь-які функціональні можливості. Рідко, коли в мікросхемі програма задана жорстко і її не можна змінити. Це в основному відноситься до вузько направлених мікроконтролерів, які виробляються спеціально для керування якимись нескладними пристроями, наприклад, електродвигунами.

Енергонезалежна пам'ять зазвичай знаходиться всередині контролера і призначена для зберігання програми. Деякі контролери завдяки досить ємній внутрішній пам'яті взагалі не мають контактів для підключення зовнішнього пристрою. Внутрішня пам'ять часто розбивається на дві частини: пам'ять програм і пам'ять даних. У першій знаходиться функціональний алгоритм (програма), а в другій – дані, що надходять ззовні. За досить складного алгоритму записаних програм може бути кілька.

Периферійні пристрої призначені для зв'язку арифметико-логічного устрою із зовнішнім світом (виконавчими елементами електронних пристроїв). Зазвичай як периферійні пристрої використовуються універсальні цифрові порти та інтерфейси вводу/виводу, компаратори, аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі, контролери двигунів, широтно-імпульсні модулятори, радіочастотні приймачі та передавачі. Залежно від

функціональності та сфери застосування мікроконтролера, частина перерахованих вище пристроїв може бути відсутнім.

AVR-мікроконтролери надають користувачеві кілька різних інтерфейсів для програмування. Це послідовне програмування при високій напрузі, послідовне програмування за низької напруги через SPI, паралельне програмування при високій напрузі та програмування за інтерфейсом JTAG. Перший тип програмування зустрічається лише у моделях AVR сімейства ATtiny, останній – доступний деяким моделям старшого сімейства. Моделі ATmega з найрозвиненішою периферією можуть підтримувати до трьох різних інтерфейсів програмування.

Переважає більшість AVR - мікроконтролерів мають також здатність самопрограмування, завдяки чому вміст пам'яті програм можна модифікувати безпосередньо з програми користувача. Крім цього, FLASH-пам'ять може бути перепрограмована в режимі налагодження через однопровідний інтерфейс dW, що є в ряді моделей ATmega і у всіх нових моделях ATtiny.

Програмування при високій напрузі (паралельна і послідовна) вимагає значної кількості висновків мікроконтролера та додаткового джерела напруги 12 В. З цієї причини конструкція програматорів досить складна. При високовольтному програмуванні досягається найбільша швидкість запису та надається максимальний доступ до ресурсів AVR. Найчастіше цей вид програмування застосовується при великосерійному заводському виробництві.

Інтерфейс JTAG дуже зручно використовувати у тих випадках, коли необхідно вести програмування та налагодження в одному циклі розробки. На жаль, JTAG є далеко не у всіх моделях AVR, а фірмові програматори коштують значних грошей.

Низьковольтне послідовне програмування через SPI найбільш поширене. Цей спосіб варто визнати основним під час програмування AVR-

мікроконтролерів. Його підтримують всі моделі з ядром AVR, крім двох застарілих представників молодшого сімейства ATtiny11x і ATtiny28x [7-8].

1.2. Особливості конструкції вітряків малої потужності

Вітрові генератори за розташуванням осі обертання поділяються на конструкції з:

- горизонтальною віссю (паралельній землі);
- вертикальною віссю (перпендикулярною до землі)

За матеріалами, із яких виготовляють лопаті, вітрові генератори класифікуються на:

- парусні;
- жорстколопатні

За кількістю лопатей вітрові генератори поділяються на:

- вітрові генератори з трьома лопатями;
- вітрові генератори з двома лопатями;
- багатолопатеві вітрові генератори, з кількістю лопатей від 50-ти

За типом гвинтового кроку розрізняють вітрові генератори з:

- змінним кроком;
- постійним кроком

За типом своєї конструкції:

- турбінні;
- лопатеві

За призначенням вітрові генератори бувають:

- промислові;
- комерційні;
- побутові

Промислові вітрові генератори зазвичай будують, з горизонтальною віссю обертання і з жорсткими лопатями (рис.1.2).

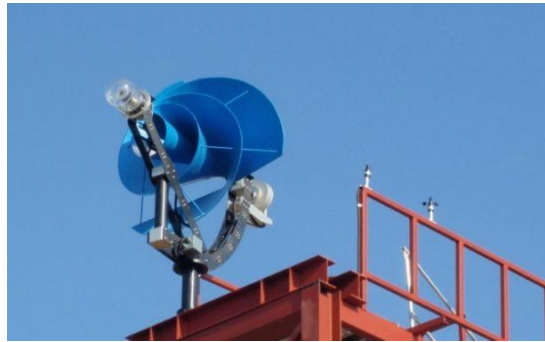


Рис.1.2. Вітряна турбіна Liam F1 Urban з ККД 80% [9]

Парусні вітрові генератори з вертикальними осями обертання зазвичай встановлюють для постачання електроенергією приватних будинків і малих будівель.

Вітротурбінна установка – вітровий генератор, турбіна якого має циліндричну форму з встановленими всередині неї лопатями. Виходить що це вітровий генератор з горизонтальною віссю обертання, його краї лопатей захищені циліндром. Відрізняється своєю простою, надійною конструкцією, великим коефіцієнтом корисної дії, у порівнянні з лопатевими вітровими генераторами.

Вітрова турбіна являє собою циліндричний контур. В середині контуру розташовуються лопаті, що обертаються. Складається ця конструкція з:

- зовнішнього чи внутрішнього обтічника;
- турбіни;
- обтікача вузла генератора турбіни;
- генератора;
- гондоли;
- інвертора;
- блок управління;
- акумулюючого модуля;
- динамічного вузла кріплення.

Вітрові генератори даного типу характеризуються своєю відсутністю незахищених лопатей, та системи, призначеної для регулювання ,

встановлення та орієнтування на напрямок вітру. Це підвищує не тільки надійність, а ще й безпеку конструкції. Циліндрична форма обтічника самостійно розгортається, уловлюючи вітер, а обтічник, який працює як сопло, підвищує потужність всієї установки (рис.1.3).

Залежно від потрібної потужності та свого призначення, конструкція може мати в собі безліч корисних модифікацій. Наприклад, на зводі для виготовлення турбіни можуть бути використані різні матеріали.

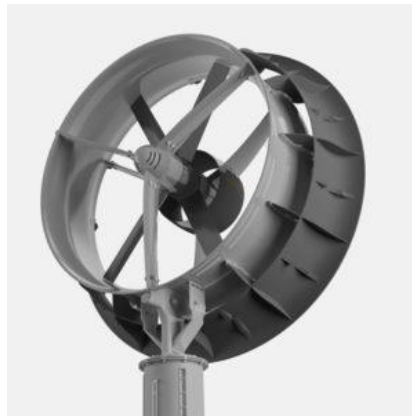


Рис.1.3.Вітрогенератор з турбіною протилежного обертання [9]

Також можуть бути різні геометричні розміри, спосіб розміщення установки (на опорі, ферму та ін.). Можливе додаткове оснащення вітрового генератору модулями сонячних батарей.

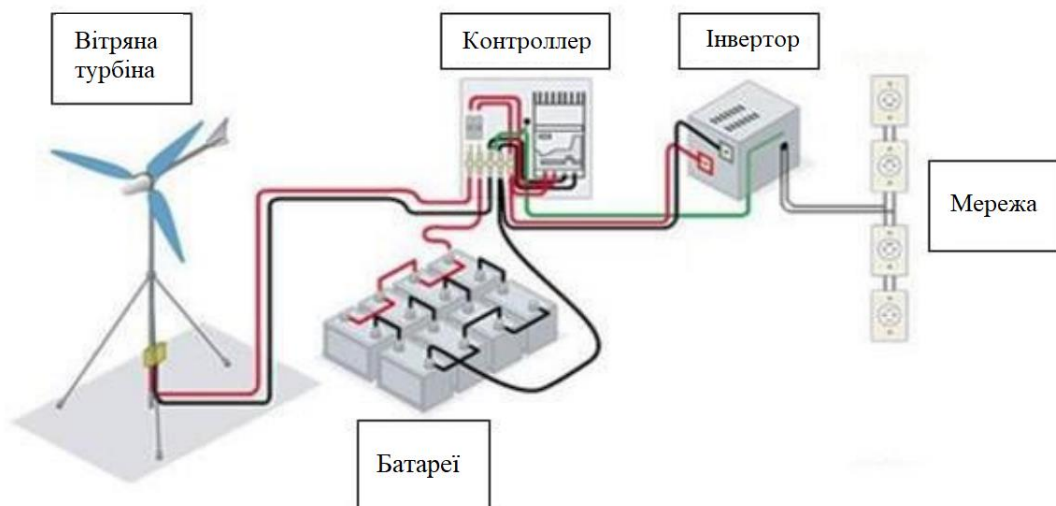


Рис.1.4.Блок-схема вітрогенераторів [10]

Для встановлення вітрового генератору потрібно знайти добру відкриту місцевість, краще всього десь на даху будівлі, від нього кабель буде йти на контролер який буде ним керувати та обробляти покази, далі кабель йде на батарею де буде накопичуватися весь заряд, із батареї кабель іде на інвертор який підстроює напругу під мережу будинку 220В та 50Гц, його виходи йдуть саме на мережу будинку (рис.1.4) [9-10].

1.3. Встановлення вітрового генератора

Дуже велика спокуса приробити щоглу вітряного генератора до будинку для збільшення висоти всієї конструкції. Незважаючи на очевидні плюси, цей підхід має низку мінусів.

По-перше, установка видає звуки, і ці звуки можуть бути передані по щоглі на конструкцію будинку, що з часом дратуватиме його мешканців. По-друге, якщо будівля знаходиться в межах міста, можуть знадобитися додаткові погодження в органах нагляду (рис.1.5).



Рис.1.5 Вітровий генератор на будинку [11]

Варто також звернути увагу на конструкцію самої щогли. Якщо горизонтальні лінійні розміри щогли можна порівняти чи перевищують

розміри вітряного генератора, то, власне, сама щогла може бути джерелом турбулентності.

Дуже показовий приклад, коли щогла по суті заважає працювати системі плюс частково затінює сонячні батареї які можуть бути встановлені поруч.

Особливу увагу слід приділити вибору перерізу кабелю. Так як вітряний генератор знаходиться на щоглі, а контролер заряду десь у будинку, довжина лінії може бути значною, як і падіння напруги. Це може призвести до зниження ефективності заряду акумуляторних батарей. З цих міркувань, площа перерізу кабелю має бути досить великою, щоб цей ефект був незначним.

На відміну від монтажу сонячних батарей, установка вітряка часто тягне за собою капітальні будівельні роботи, такі як бетонування основи, монтаж палів для розтяжок, зварювальні роботи. Тим не менш, правильно виконаний монтаж забезпечить надійну та ефективну роботу системи, та максимальне вироблення енергії протягом усього терміну експлуатації [11].

1.4. Вертикальні та горизонтальні вітряні генератори

З горизонтальною віссю обертання (HAWT – Horizontal Axis Wind Turbine) та вертикальною (VAWT – Vertical Axis Wind Turbine). Горизонтальні вітряки повинні бути завжди спрямовані за вітром. Для цього в їх конструкції передбачено механізм повороту. У малих вітряних генераторах використовується флюгерний механізм розвороту за вітром (так званий хвіст). Також існує механізм розвороту лопатей вздовж вітру при ураганних вітрах (вище 25м/с) для того, щоб вітряний генератор міг їх перенести без втрат. Щогла для горизонтальних вітряних генераторів повинна бути розрахована так, щоб лопаті не зачіпали об'єктів, які можуть бути під ними. Через великий діаметр лопатей, складність механізму розвороту і велику кількість механічних зчленувань, термін служби малих горизонтальних вітряних генераторів становить 10-15 років. Найбільшим

мінусом горизонтальних вітряних генераторів є висока стартова (від 3 м/сек) та номінальна (11-15м/с) швидкості вітру – це робить їх неефективним для використання у континентальних районах, де середня швидкість вітру становить 3-5 м/сек.

Вертикальні вітряні генератори працюють у напрямі вітру. Їм потрібна щогла меншої висоти, так як їх лопаті розташовані над щоглою, а не зверху та знизу. До того ж тому, що лопаті розташовані над щоглою, вертикальний вітряний генератор виробляє більше енергії, так як швидкість вітру збільшується зі збільшенням відстані від землі. У такому типі вітряних генераторів менше механічних елементів, що обертаються та інших, тому мінімальний термін експлуатації становить 20-25 років. Вертикальні вітряні генератори розраховані робочу швидкість вітру 1-25 м/сек. Зазвичай вони не розраховані на ураганні вітри, і тому при наближенні урагану їх необхідно опускати. Найбільшим плюсом вертикальних вітряних генераторів є низька стартова (звичайно від 1-2 м/с, а в деяких від 0.5м/с) та номінальна (7-8 м/с) швидкості вітру. Це дуже ефективним використання їх у континентальних районах, де середня швидкість вітру становить 3-5 м/сек. Ще однією важливою перевагою вертикальних вітряних генераторів над горизонтальними є те, що їх можна без проблем встановлювати на плоских дахах будівель. Це дозволяє розміщувати їх на дахах промислових об'єктів та суттєво економити на платежах за енергію для бізнесу [11-13].

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТА

2.1. Системи зчитування аналогових даних на базі АТmega8

Мікроконтролер АТmega8 має вбудований багатоканальний 10-бітний АЦП. Датчики температури LM335, що використовуються, підключаються до аналогових входів АЦП мікроконтролера. Слід зазначити, що АТmega8 у корпусному виконанні DIP має 6 каналів АЦП, а АТmega8 у корпусі TQFP має 8 каналів АЦП. Для вимірювання температури використовуються прецизійні датчики температури LM335 - недорогі чутливі температурні елементи з діапазоном від -40 °С до $+100$ °С і точністю в 1 °С. Фактично, LM335 – це стабілітрон із нормованим Температурним Коефіцієнтом Напруги ($TKU = 10$ мВ/К), (рис.2.1). Тобто зміна температури датчика на 1 градус веде до зміни напруги на 10 мВ.

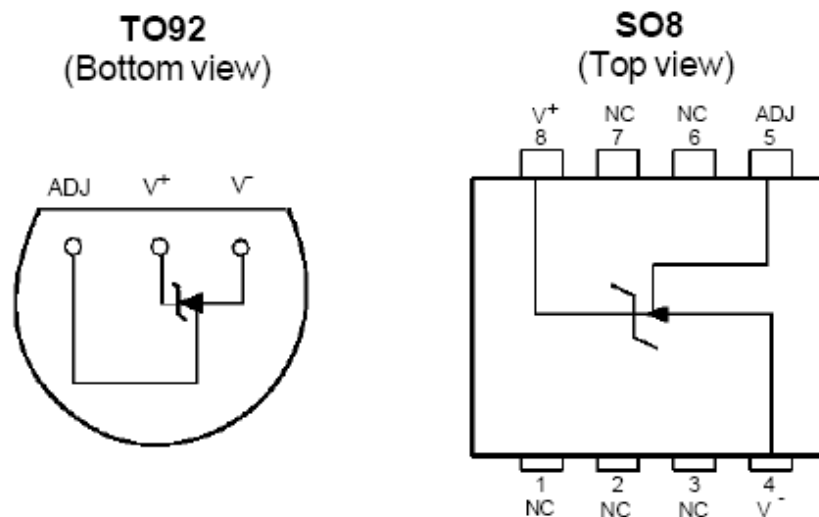


Рис.2.1. Корпуси стабілітрону [14]

Задаючи струм через датчик в діапазоні від $0,45$ до 5 мА (резистором R1), отримуємо напругу на датчику, яке в десятках мВ представляє абсолютну температуру в градусах Кельвіна (рис.2.2).

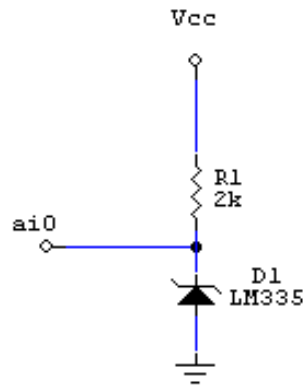


Рис.2.2.Схема підключення стабілітрону [14]

Потенціометр, підключений до виходу ADJ, використовується для калібрування датчика при відомій температурі, наприклад 2,98 при температурі 25 °С.

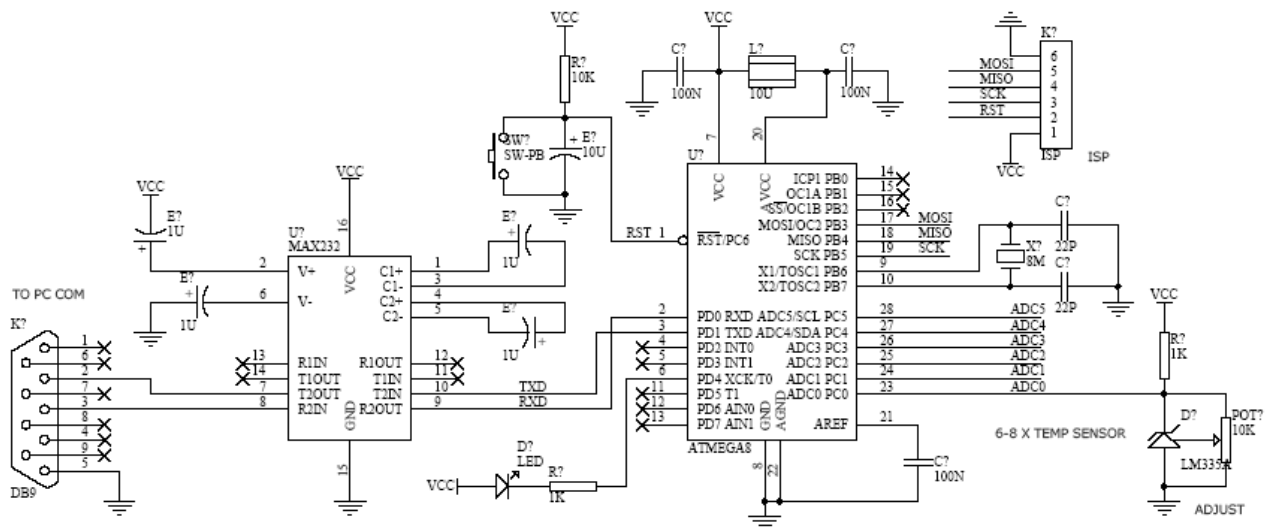


Рис.2.3. Принципова електрична схема апаратної частини системи моніторингу даних[14]

Основне завдання мікроконтролера – читання даних АЦП за командою ПК та передача їх за інтерфейсом RS232. Робоча частота мікроконтролера визначається кварцовим резонатором 8 МГц, однак можливе використання внутрішнього осцилятора 8 МГц. Можливе використання будь-якого

мікроконтролера AVR, але потрібне коригування вихідного коду програми мікроконтролера. Для підключення мікроконтролера до ПК за послідовним інтерфейсом використовується спеціалізована мікросхема MAX232 у стандартному включенні (рис.2.3). Для передачі даних використовується вбудований в мікроконтролер апаратний USART (універсальний синхронно-асинхронний приймач). Програмна частина відмінні риси програми для ПК:

- можливість налаштування інтервалів для читання даних;
- перегляд реального часу графіків;
- запис, збереження та відкриття збережених даних;
- режим статичного читання, можливість роздрукування результатів та графіків;
- можливість ручного керування послідовною передачею даних (рис.2.4).

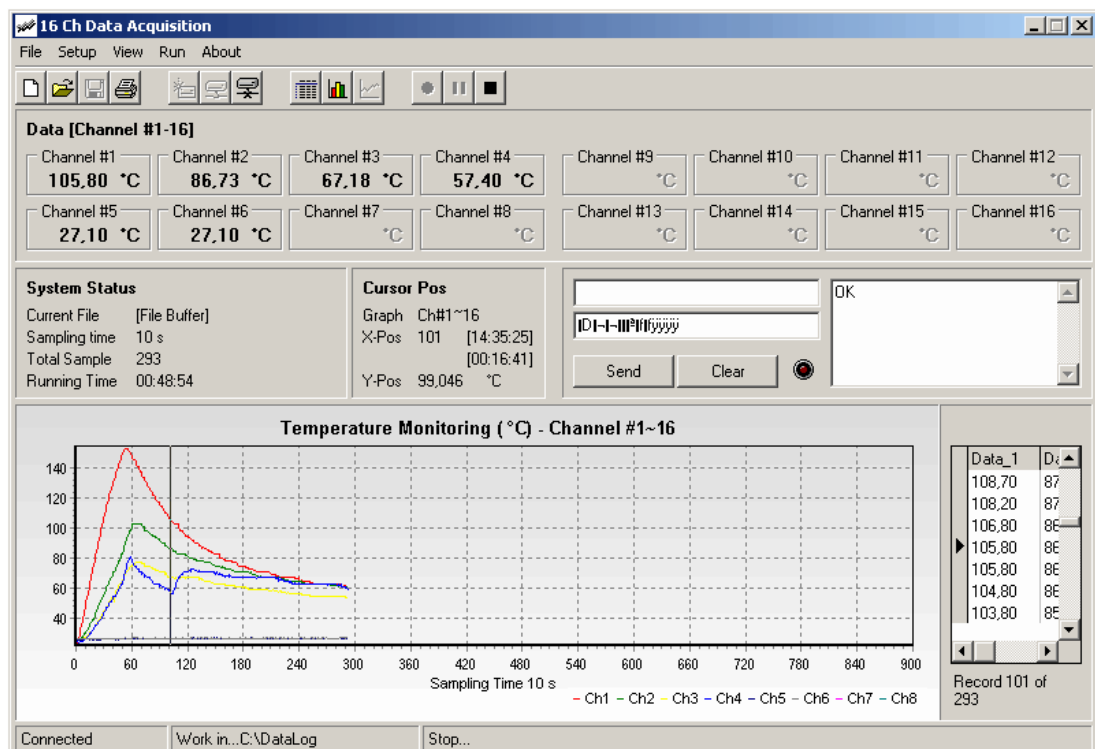
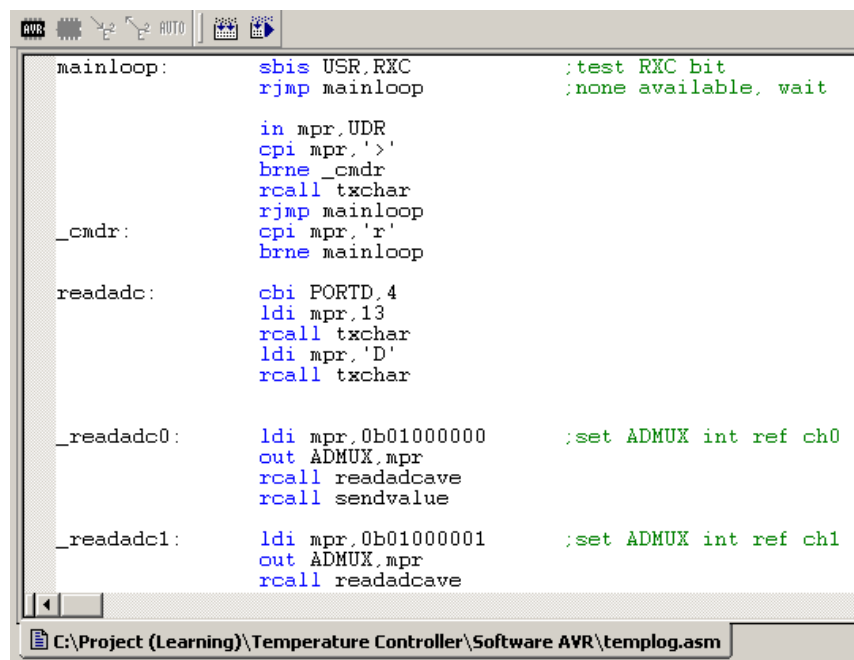


Рис.2.4. Інтерфейс програми для системи моніторингу температури [14]

Передача даних від апаратної частини на комп'ютер здійснюється за наступним протоколом: При початковому підключенні до плати контролера після відкриття послідовного порту комп'ютер намагається встановити зв'язок з контролером. Комп'ютер посилає символ «>» (0x3E),

мікроконтролер у відповідь повинен повторити цю команду. Після встановлення з'єднання ми можемо надсилати команди мікроконтролеру. Команда читання даних АЦП – комп'ютер посилає символ «t» (0x72), відповідь мікроконтролера на команду читання даних буде виглядати так: «D» + 2 байти (канал АЦП 0) + 2 байти (канал АЦП 1) + ... +2 байти (Канал АЦП 7). Усього буде передано 18 байт.



```

mainloop:      sbis  USR, RXC          ;test RxC bit
               rjmp   mainloop      ;none available, wait

               in     mpr, UDR
               cpi   mpr, '>'
               brne  _cmdr
               rcall txchar
               rjmp  mainloop

_cmdr:         cpi   mpr, 'r'
               brne  mainloop

readadc:       cbi   PORTD, 4
               ldi   mpr, 13
               rcall txchar
               ldi   mpr, 'D'
               rcall txchar

_readadc0:     ldi   mpr, 0b01000000    ;set ADMUX int ref ch0
               out   ADMUX, mpr
               rcall readadcave
               rcall sendvalue

_readadc1:     ldi   mpr, 0b01000001    ;set ADMUX int ref ch1
               out   ADMUX, mpr
               rcall readadcave
  
```

Рис.2.5. Інтерфейс програмного забезпечення мікроконтролера [14]

Дані 16-бітові (10-бітове дозвіл АЦП), старший байт передається першим. Програма мікроконтролера написана на асемблері (рис.2.5). Здебільшого циклі програми здійснюється прийом даних від комп'ютера по послідовному порту. Параметри послідовного порту: швидкість передачі даних 19200, 8 байт даних, без перевірки парності, 1 стоп-біт [14].

2.2. Схема електрична принципова та основні компоненти системи

Дані, отримані від вбудованого в мікроконтролер аналого-цифрового перетворювача, зберігаються на карті пам'яті microSD із файловою системою

FAT32 у форматі CSV. Пристрій дозволяє відстежувати 8 аналогових каналів (саме стільки має АЦП мікроконтролера). Користувачі можуть підключити до пристрою до 8 аналогових сенсорів. У нашому випадку, до одного з каналів підключений датчик температури, решта використовується для вимірювання напруги (рис.2.6).

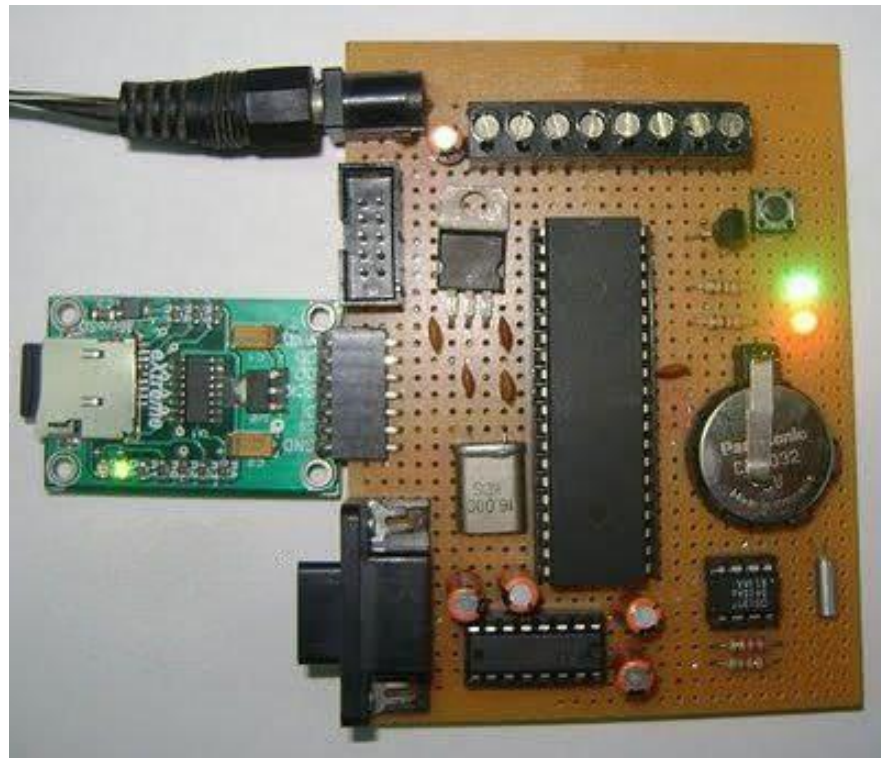


Рис.2.6.Зовнішній вигляд робочої плати [15]

Пристрій має годинник реального часу з резервним джерелом живлення, що дозволяє записувати, крім даних з АЦП, час отримання даних. Така функція може бути корисною при аналізі даних та складання статистики зміни даних.

Налаштування системи дуже просте і проводиться з персонального комп'ютера за інтерфейсом RS-232. Після налаштування системи у підключенні за RS-232 немає необхідності, однак цей інтерфейс може використовуватись для налагодження.

Основою пристрою є 8-розрядний мікроконтролер Atmel AVR Atmega32, що має 32 Кбайт Flash-пам'яті, 2 Кбайт SRAM та багату

периферію. У цьому пристрої мікроконтролер працює від зовнішнього кварцового резонатора на частоті 16 МГц. Для реалізації функції запису часу реєстрації даних застосована мікросхема годинника реального часу DS1307 з інтерфейсом I2C.

Слід зазначити, що необхідно перевірити правильність підключення годинника реального часу до мікроконтролера, інакше мікроконтролер може «зависнути» на етапі отримання даних за інтерфейсом I2C.

Для підключення картки пам'яті до мікроконтролера використовувався спеціальний модуль із встановленим слотом під картку (рис.2.7).

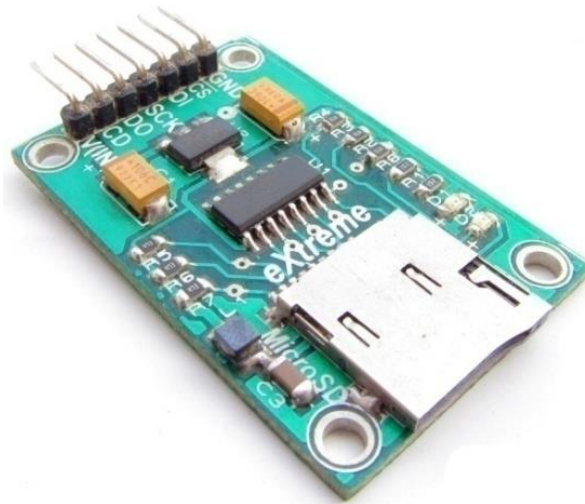


Рис.2.7. Модуль підключення картки пам'яті [15]

Крім того, модуль має встановлений LDO регулятор напруги 3.3 (LDO – з низьким падінням напруги на регуляторі), мікросхему перетворювача логічних рівнів 5 В – 3.3 В і деякі захисні елементи. Цей модуль надає більш стабільний інтерфейс та підвищує надійність системи.

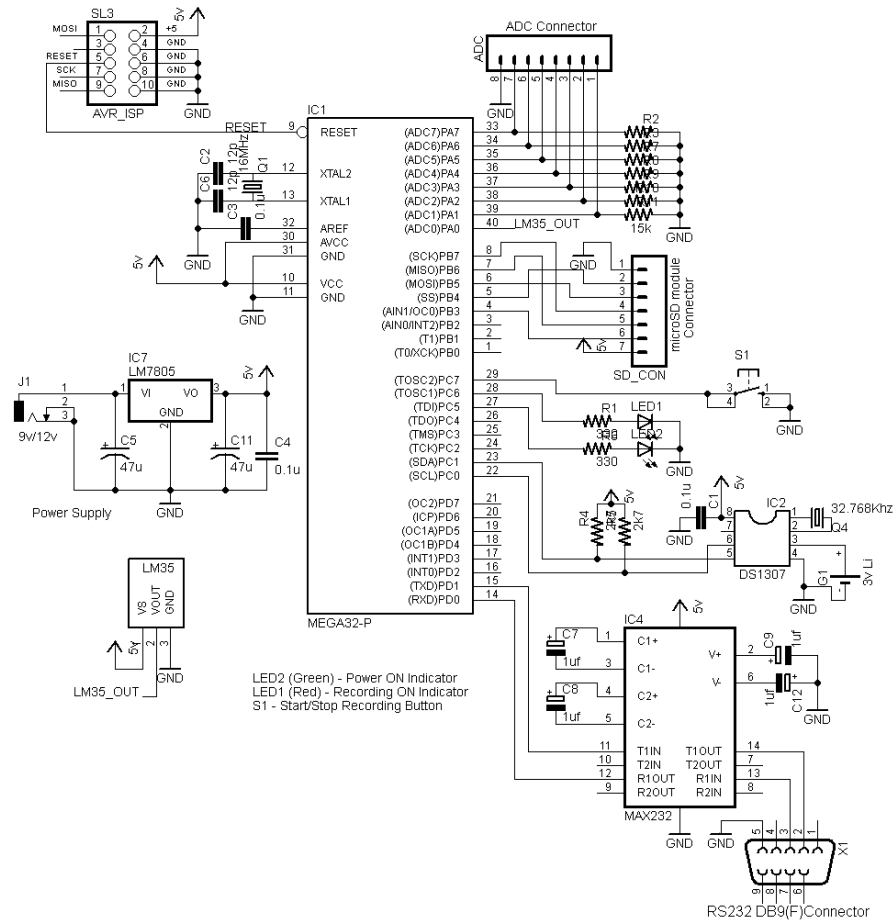


Рис.2.8. Схема електрична принципова [15]

Таблиця 2.1

Основні позначення використані на схемі електричній принциповій

Power Supply	Джерело живлення
LED2 (Green) – Power ON Indicator	LED2 (Зелений) – Індикатор включення Живлення
LED1 (Red) – Recording ON Indicator	LED1 (Красний) – Індикатор включення запису
S1 – Start/Stop Recording Button	S1 – Кнопка пуску/зупинки запису
ADC Connector	Гніздо АЦП
microSD module Connector	Гніздо модуля microSD
RS232 DB9(F) Connector	Гніздо RS-232 гніздо DB9F

Для живлення мікроконтролера та периферії встановлено регулятор напруги 5 В LM7805. За інтерфейсом I2C до мікроконтролера включена

мікросхема годинника реального часу з резервним джерелом живлення (батарея типу CR2032). Для перетворення логічних рівнів інтерфейсу RS232 використано спеціалізовану мікросхему MAX232 у стандартному включенні. Датчик температури LM35 підключено до каналу 0 АЦП (ADC0).

Інші канали виведені на конектор з метою надання системі універсальності та підключення різних датчиків (рис.2.8)[15-17].

2.3. Налаштування та робота системи

На схемі видно два світлодіоди та кнопка. Світлодіоди призначені для індикації наявності живлення та активному режимі запису даних, кнопка призначена для запуску та зупинки реєстрації даних. Розглянемо послідовність дій за різних режимів роботи системи.

Встановлення дати/часу (або налагоджувальний режим):

- підключіть модуль SD картки, встановіть картку пам'яті в слот;
- підключіть кабель RS-232 до системи. В установках програми Hyper Terminal необхідно встановити швидкість обміну даними 19200, без перевірки парності, 8 біт даних, 1 стоп-біт, апаратне керування потоком відключено;
- підключіть живлення до системи, утримуючи кнопку S1 натиснутою;
- зелений світлодіод свідчить про наявність живлення;
- у вікні термінальної програми Hyper Terminal з'явиться меню (на малюнку нижче). Виберіть потрібний пункт меню та дотримуйтесь інструкцій;
- після встановлення дати/часу або після закінчення налагодження виберіть пункт меню 0 (Exit the Menu), (рис.2.9) для виходу з меню та переходу в режим збору даних;
- вимкніть кабель RS-232.

```

*****
      microSD Datalogger - by CC Dharmani
*****
High Capacity Card Detected!

> 0 : Exit the Menu
> 1 : Display current Date/Time
> 2 : Update Date
> 3 : Update Time
> 4 : Get file list
> 5 : Read File
> 6 : Delete File

> Enter the option:

```

Connected 0:14:13 Auto detect 19200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Capture

Рис.2.9. Вигляд вікна програми Hyper Terminal та меню при підключенні системи реєстрації та накопичення даних за інтерфейсом RS232 [18]

Нормальний режим роботи (збирання та накопичення даних):

- підключіть живлення до системи;
- зелений світлодіод свідчить про наявність живлення;
- для старту процесу збирання даних натисніть кнопку;
- червоний світлодіод показує, що запис даних ведеться;
- для зупинки запису натисніть кнопку знову, червоний світлодіод відключиться, повідомивши про зупинку запису;
- для читання збережених даних можна використовувати ПК, що має пристрій зчитування карт пам'яті SD, а також дані можна отримати за інтерфейсом RS-232 у режимі налагодження

Як видно, робота з пристроєм дуже проста – використовується лише одна кнопка та індикація світлодіодом. У разі виникнення будь-яких помилок у процесі доступу до карти пам'яті – червоний світлодіод безперервно блимає. У цьому випадку необхідно запустити режим налагодження з термінальною програмою для перегляду повідомлень про помилки.

Файли даних зберігаються у форматі CSV. Наприклад, дані збережені 15 квітня 2022 будуть перебувати у файлі 15042022.CSV (рис.2.10).

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
15:47:03	034.6°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:08	034.6°C	4.995 V	0.063 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:13	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:18	034.6°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:23	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:28	034.6°C	4.995 V	0.063 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:33	034.6°C	4.990 V	0.053 V	2.978 V	0.009 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:38	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:43	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:48	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:53	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:47:58	034.6°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:03	034.6°C	4.995 V	0.063 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:08	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:13	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:18	034.6°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:23	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:28	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:33	034.6°C	4.995 V	0.063 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:38	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:43	034.6°C	4.995 V	0.063 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:47	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:52	034.6°C	4.995 V	0.063 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:48:57	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:49:02	034.6°C	4.995 V	0.063 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:49:07	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:49:12	034.6°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:49:17	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:49:22	034.6°C	4.995 V	0.063 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:49:27	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:49:32	034.6°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:49:37	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
15:49:42	034.6°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	

Рис.2.10. Зразковий вигляд вікна табличного редактора Excel із відкритим файлом [18]

Дані зберігаються з інтервалом 5 секунд. Цей інтервал можна змінити самостійно, підкоригувавши вихідний код (`main.c`) і перекомпілювавши проект. Вихідний код написаний в AVR Studio з використанням компілятора WinAVR (`avr-gcc`) [18-20].

2.4. Контроль сили струму від вітрогенератора

Розглянемо давачі за допомогою яких контролюється сила постійного або змінного струму електричних ланцюгах. Як правило конструктивно вони складаються з магнітопровіду із зазором та компенсаційною обмоткою,

елемента Холла, а також електронної плати, що виконує обробку електричних сигналів. Основним чутливим елементом служить давач Холла, що закріплюється в проміжку магнітопроводу і з'єднується з входом підсилювача.

Принцип дії в цілому є однаковим для всіх подібних пристроїв. Під дією вимірюваного струму виникає магнітне поле, потім за допомогою давача Холла здійснюється вироблення відповідної напруги. Далі ця напруга посилюється на виході та подається на вихідну обмотку.

Датчиками називають блоки, завдання яких виміряти певний параметр, а потім, порівнявши його з еталонним для цієї технічної системи значенням, подати відповідний сигнал на виконавчий елемент схеми. Оскільки більшість систем використовують електродвигуни, найбільш поширеними типами є датчики струму і напруги (рис.2.11).

Широке використання таких пристроїв обумовлено розвитком сенсорних методів управління, коли вихідний сигнал - електричний чи оптичний - перетворюється на необхідні параметри управління.

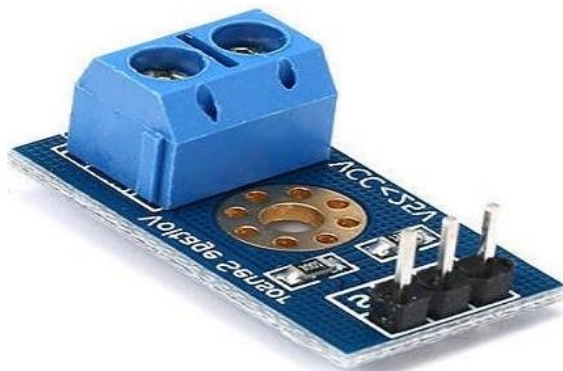


Рис.2.11. Зовнішній вигляд давача сили струму ACS712-20A [21]

Порівняно з іншими керуючими технологіями (наприклад, контакторного контролю) датчики забезпечують наступні переваги:

- компактність;
- безпека у використанні;
- висока точність;

- екологічність

Малі розміри та вага часто дозволяють виготовляти багатофункціональні датчики, наприклад, такі, які можуть контролювати кілька параметрів ланцюга. Такими є сучасні датчики струму та напруги.

До складу таких детекторів входять:

- контактні групи входу;
- контактні групи виходу;
- шунтуючий резистор;
- підсилювач сигналу;
- несуча плата;
- блок живлення

Датчики поділяють на активні та пасивні. Перші не тільки передають кінцевий сигнал на керуючий елемент, а й керують його дією.

Датчики струму призначаються для оцінки параметрів постійного та/або змінного струму. Порівняння виконується двома способами. У першому випадку використовується закон Ома. При установці шунтуючого резистора відповідно до навантаження системи створюється напруга, пропорційна навантаженню системи. Напруга на шунті може бути виміряна диференціальними підсилювачами, наприклад, струмовими шунтуючими, операційними або різницеvими. Такі пристрої використовуються для навантажень, що не перевищують 100 А.

Вимірювання змінного струму виконується відповідно до законів Ампера та Фарадея. При встановленні петлі навколо провідника зі струмом там індукується напруга. Цей метод виміру використовується для навантажень від 100 А до 1000 А (рис 2.12).

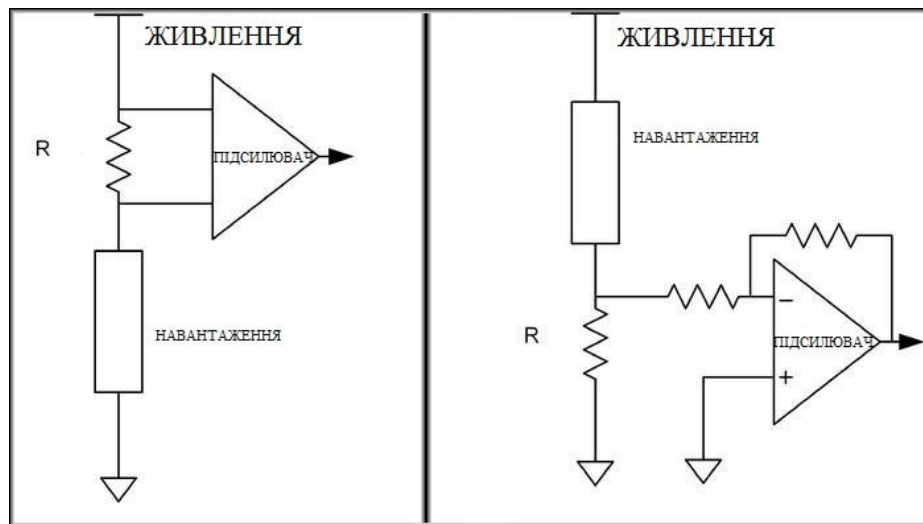


Рис.2.12. Схеми підключення давчасили струму [21]

Вимірювання зазвичай проводиться за низького вхідного значення синфазної напруги. За допомогою чутливого резистора датчик струму з'єднується між навантаженням та землею. Це необхідно, оскільки синфазна напруга завжди враховує наявність операційних підсилювачів. Навантаження забезпечує живлення приладу, а вихідний опір заземлюється. Недоліками даного способу вважаються перешкоди, пов'язані з потенціалом навантаження системи на землю, а також неможливість виявлення коротких замикань.

Для стеження за роботою потужних систем датчик приєднують до підсилювача між джерелом живлення та навантаженням. В результаті безпосередньо контролюються значення параметрів, що подаються джерелом живлення. Це дозволяє ідентифікувати можливі короткі замикання. Особливість підключення полягає в тому, що діапазон синфазної напруги на вході підсилювача повинен відповідати напрузі живлення навантаження. Перед вимірюванням вихідного сигналу контрольного пристрою навантаження заземлюється [21].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. SCADA система моніторингу даних

Процес збору інформації програмованим контролером може здійснюватися за допомогою системи SCADA при певній модернізації.

Така інформація збирається за допомогою обладнання для збору даних, які маніпулюють, аналізують, зберігають і потім представляють її користувачеві.

На комп'ютері може бути створений екран (рис.3.1), який може стати системою контролю вітрової турбіни. Екран складається з графіка в декартовій площині, дисплея поточного значення та гистограму, що показує поточний рівень для кожного струму або напруги (це фазні струми 1, фаза 2, струм акумулятора та напруга акумулятора), плюс два аналогових дисплея, один для швидкості вітру, а інший для виробленої потужності.

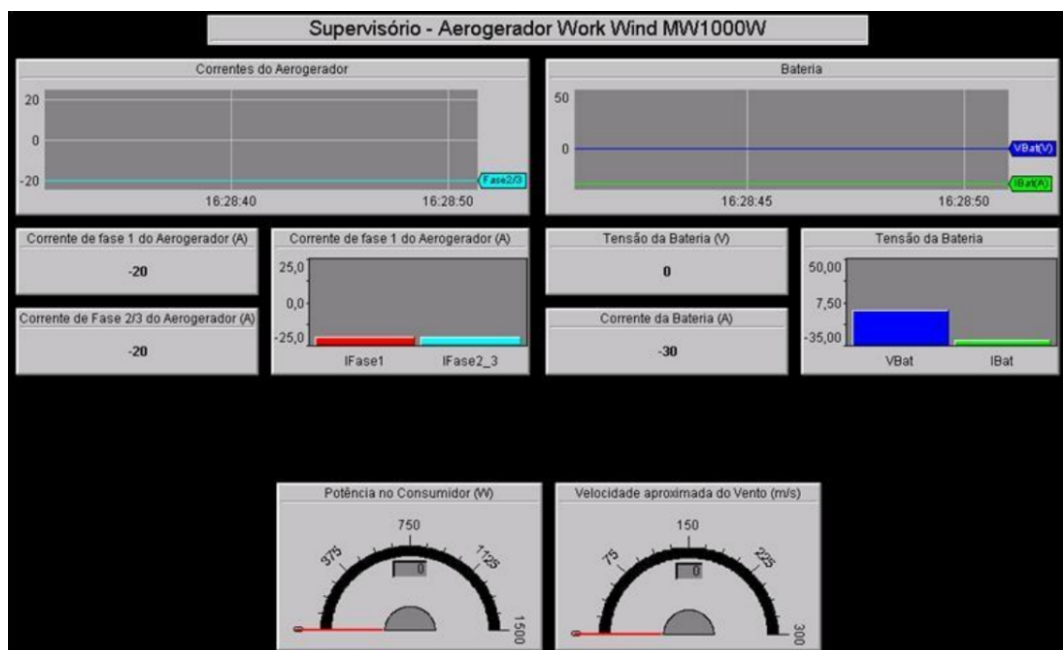


Рис.3.1. Диспетчерський екран [22]

Дані генеруються з моніторингу системи виробництва електроенергії зберігаються у цифровому файлі, який можна використовувати для подальшого аналізу.

Для послідовного зв'язку зі SCADA системою по металевими провідниками використовуються такі стандарти:

- універсальна Послідовна Шина (USB);
- EIA(RS)485 (часто використовується скорочення до RS485);
- K-Bus (приватна модифікація RS485)

Основна та головна перевага SCADA – це його HMI-інтерфейс. Всі програмні продукти працюють із двійковим кодом, в результаті отримуємо проект, зрозумілий лише машині. Щоб людське око розуміло суть процесу, що відбувається, і бачив стан технологічного обладнання і всіх пристроїв застосовують спеціальний продукт SCADA.

SCADA встановлюється на персональному комп'ютері та пов'язана з контролерами, датчиками, перетворювачами провідним або бездротовим зв'язком за допомогою спеціальних протоколів (Modbus, Modbus+, Profibus). Перетворюючи бінарну комп'ютерну мову на свій унікальний код, SCADA, завдяки графічному редактору показує все виробництво в чинному режимі таким чином, як відбувається технологічний процес у час, що цікавиться. Також оператор може викликати будь-який вузол системи та бачити стан аж до одиночного датчика. Для роботи зі SCADA користувачу не обов'язково знати мову програмування, достатньо орієнтуватися у властивостях та можливостях інструментальної системи.

Проект розробляється за допомогою вбудованого графічного редактора спеціальними блоками. Кожному блоку прописуються свої властивості та умови. Після завдання параметрів весь процес можна налагодити за допомогою вбудованого монітора реального часу.

Крім управління процесом, доступним лише спеціально навченому диспетчеру, всім зацікавленим надається можливість віддаленого перегляду роботи системи. Для цього існує низка додаткових продуктів – віддаленої

графічної консолі до інтернет-сервера, які дозволяють стежити за виробництвом на відстані від 100 м до кількох тисяч кілометрів.

Загальним недоліком універсальних SCADA є їхня низька економічна ефективність при використанні для вирішення простих завдань. Незважаючи на те, що ціна SCADA-пакетів суттєво знижується при зменшенні кількості доступних користувачеві тегів та набору модулів, залишається високою ціна технічної підтримки. Також дорогою (трудомісткою) залишається адаптація універсальної SCADA до конкретного завдання [22-24].

3.2. Дистанційне керування вітряком на Laurent-5

Використаємо два модулі Laurent-5 (рис.3.2). Перший з них буде розташований в кімнаті керування детектувати факт натискання на кнопку і відправляти команду управління по Ethernet на другий модуль, який встановлений біля вітряку і, наприклад, через реле подає керуючий сигнал на вітряк.

При цьому модулі взаємодіятимуть один з одним «безпосередньо» без участі зовнішнього комп'ютера/сервера (автономно).

Передбачається, що модулі розташовані в підмережі 192.168.0.x (за необхідності IP адреси модулів можна налаштувати на будь-яку зручну мережу). Нехай модуль з IP 192.168.0.101 буде розташований у кімнаті керування, а модуль з IP 192.168.0.102 - біля віддаленого вітряку. Клеми модуля на схемі підписані червоним кольором.

До першого модуля підключимо просту кнопку, наприклад антивандальну кнопку. Поки кнопка не натиснута, її контакти розімкнені. Якщо її натиснути – замкнуті. Пустимо через кнопку напруга +5 В від самої плати і подамо її на вхідну оптоізольовану лінію IN_1 («сухий контакт»). Оскільки лінія IN_1 оптоізольована, в даному випадку її ізольовану землю необхідно з'єднати із загальною землею модуля (клеми IIG та GND).

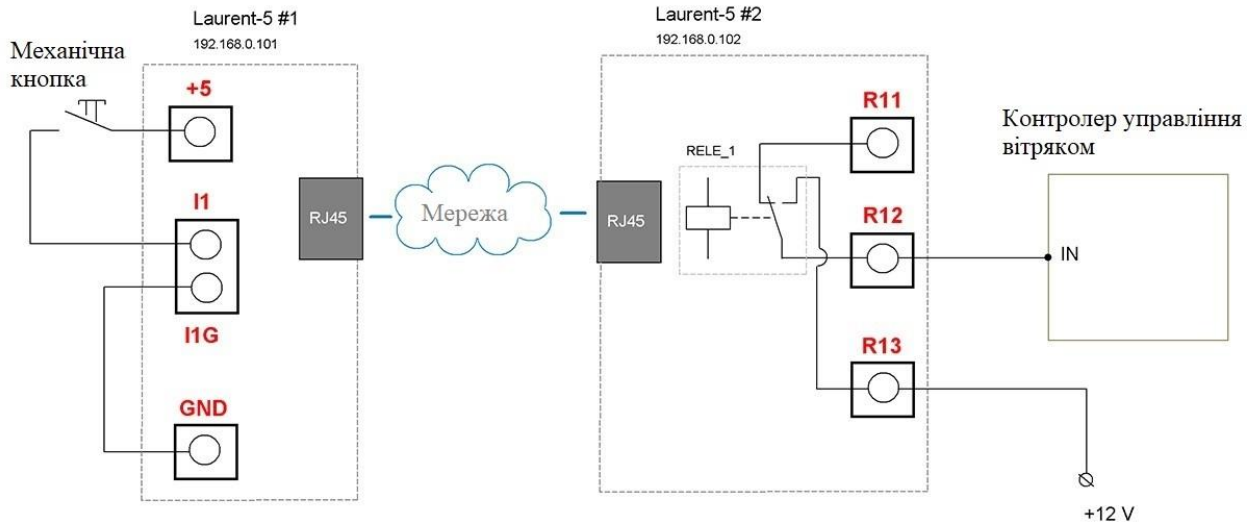


Рис.3.2. Блок схема дистанційного керування Laurent-5 [25]

Якщо кнопка не натиснута, на лінії напруга відсутня. Якщо натиснути кнопку, її контакти замкнуться, і на лінії буде напруга +5 В (логічна одиниця). Роботу кнопки можна перевірити вже зараз: при її натисканні ми маємо побачити зміну рівня сигналу у WEB інтерфейсі (рис3.3.).

The screenshot shows the Laurent-5 Web Interface. The main heading is "Laurent-5" with the subtitle "Многофункциональный Ethernet модуль управления и мониторинга". The interface displays the following information:

- ← Главная панель
- Входные оптоизолированные линии: Индикатор наличия напряжения ("сухой контакт") на дискретных оптоизолированных входных линиях IN1 - IN6.
- Состояние системы: загрузка настроек и параметров (70 %)
- Сводная информация:

Реле:	0000
IN:	100000
OUT:	0000
IO IN:	xxxxxxxx
IO OUT:	00000000
IO вх/вых:	00000000
ADC:	+
PWM:	+
1-Wire 'A':	0
1-Wire 'B':	0
1-Wire Temp:	+

The IN_1 line is highlighted in green, indicating a signal is present. The IN line status in the summary is also highlighted in red.

Рис.3.3. Детектування сигналу за допомогою Laurent-5 [25]

Далі ми налаштуємо модуль так, щоб він автоматично детектував факт зміни рівня сигналу на вхідній лінії IN_1 та надсилав команду управління на другий модуль.

Другий модуль подаватиме керуючий сигнал на контролер управління вітряком через реле RELE_1. Припустимо, що високий рівень сигналу (напруга +12 В), поданий на вхід управління протягом 2 с, активізує вітряк.

IP адреса модуля за замовчуванням – 192.168.0.101, тому у першого модуля налаштування мережі не потрібно змінювати. У другому модулі необхідно налаштувати IP-адресу і встановити його в значення 192.168.0.102. Для цього підключаємося до WEB інтерфейсу модуля (за замовчуванням доступний за адресою 192.168.0.101), заходимо в розділ "Налаштування", далі в підрозділі "Мережеві налаштування модуля" у відповідне вікно вводим нову адресу і натискаємо на кнопку "Змінити" (рис.3.4). Налаштування збережеться в незалежній пам'яті модуля. Щоб зміни набули чинності, необхідно зробити RESET модуля (наприклад, по живленню).

The image shows a web interface for configuring a module. On the left is a menu with various icons and labels in Russian. On the right is the 'Сетевые настройки модуля' (Module Network Settings) section. The IP address is set to 192.168.0.102, which is circled in red. Other settings include MAC address, subnet mask, gateway, NetBIOS name, and various ports.

Пароль модуля:	Laurent	Изменить
Сетевые настройки модуля Сетевые настройки модуля, номера TCP портов различных интерфейсов.		
MAC адрес:	84.163.255.255.255	
IP адрес:	192.168.0.102	Изменить
Маска подсети:	255.255.255.0	Изменить
Основной шлюз:	192.168.0.1	Изменить
NetBIOS Name (NBNS):	Laurent-5	Изменить
Командный TCP порт:	2424	Изменить
TCP-2-COM порт:	2525	Изменить
Web TCP порт:	80	Изменить

WEB интерфейс
Используемый по умолчанию WEB интерфейс (нерадактируемый заводской. пользовательский)

Рис.3.4. Налаштування IP адреси [25]

Повернемося до першого модуля для налаштування логічних правил обробки натискання кнопки. Для цього в модулі є система логічних правил CAT, що редагуються. Заходимо в розділ "Система CAT" у головній панелі Web-інтерфейсу та натискаємо кнопку створення нового логічного правила CAT (рис 3.5).

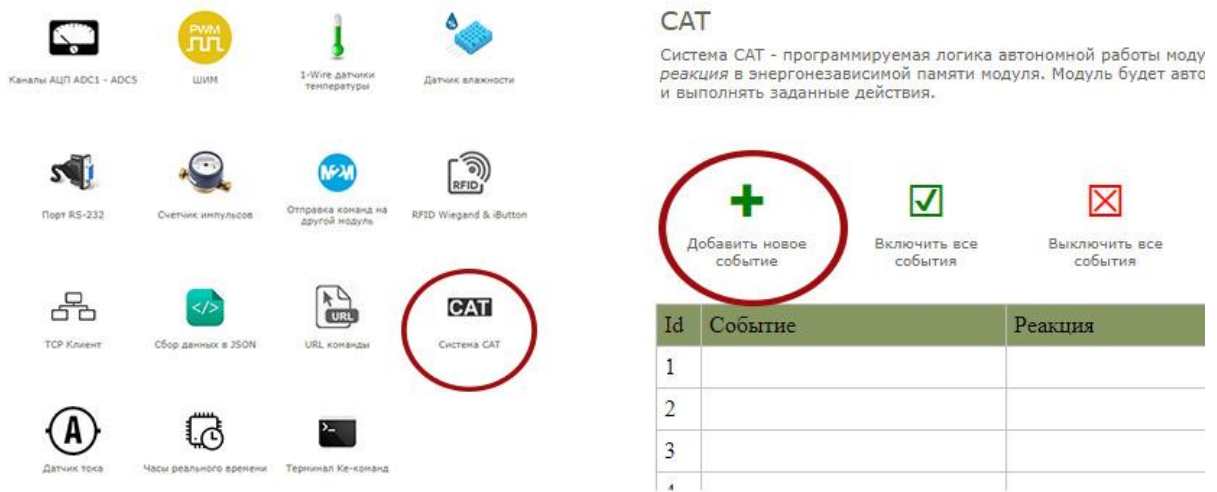


Рис.3.5. Розділ "Система CAT" [25]

На першому кроці погоджуємось із запропонованим ідентифікатором події (ID). Натискаємо кнопку "Далі".

Створимо логічне правило щодо зміни логічного рівня сигналу на вхідній оптоізольованій лінії. Натисніть кнопку напроти події "Вхід IN [L]".

На наступному кроці виберемо вхідну лінію IN_1 (до якої підключена кнопка) та реакцію на зміну вхідного рівня з низького на високий (натискання кнопки) (рис.3.5).

Додаткові умови (наступний крок) пропускаємо, тобто. залишаємо без змін. Як і наступний крок (квоти) також пропускаємо.

На наступному етапі за допомогою Ke-команд необхідно описати реакцію на цю подію. Існує кілька способів передати команду на другий модуль. У цьому прикладі скористаємося передачею команди через URL посилання.

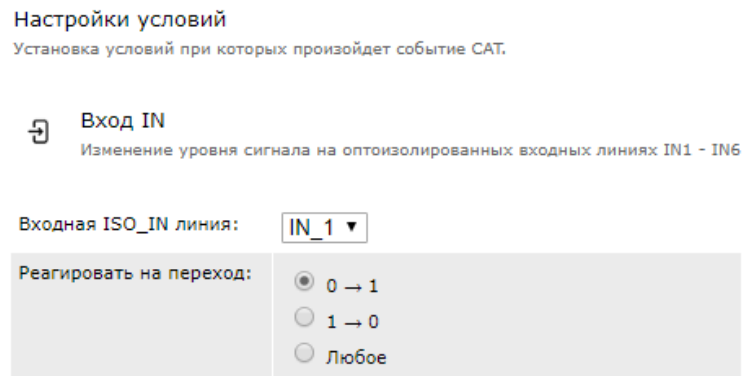


Рис.3.6.Налаштування умови для блоку Laurent-5 [25]

Давайте перевіримо роботу URL посилання. У модулях Laurent-5 можна в браузері викликати певну сторінку модуля з параметрами, куди можна передати потрібну команду для виконання. Наприклад, якщо виконати запит, як показано нижче, то реле під номером 3 (RELE_3) у модуля з IP 192.168.0.102 (HTTP TCP порт 80, пароль доступу – Laurent) буде включено:

`http://192.168.0.102/cmd.cgi?psw=Laurent&cmd=REL,3,1`

Для того щоб викликати або виконати URL посилання при спрацюванні події на першому модулі призначена Ке-команда \$KE, URL (див. докладний опис команди в Описі Ке-команд управління). У нашому випадку потрібно передати Ке-команду управління реле на другий модуль. Команда виглядає так:

`$KE,REL,1,1,2`

Така команда, виконана на модулі, включить перше реле на 2 секунди, а потім поверне його у вихідний стан (вимкнено). Щоб передати цю команду на другий модуль, скористаємося командою \$KE,URL. Отже, реакція першого модуля на натискання кнопки має виглядати так: `$KE,URL,RUN,192.168.0.102,80,cmd.cgi?psw=Laurent&cmd=REL,1,1,2` (рис 3.7).

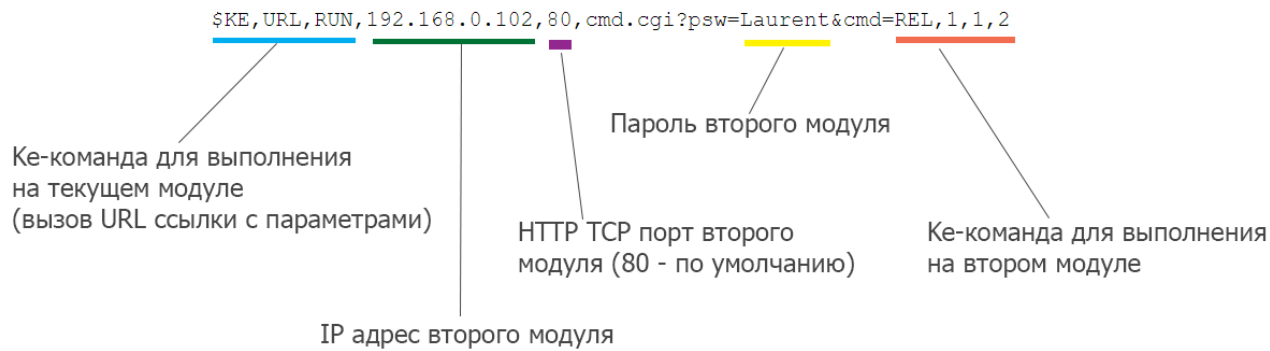


Рис.3.7. Реакція першого модуля на натискання кнопки [25]

Потрібно скопіювати цей рядок у вікно введення під час створення САТ події. Для наочності САТ події можна надати текстове ім'я, наприклад, "Вітряк" так як це правило займається автоматикою з активізації вітряку (рис 3.8).


Id	Событие	Реакция	Статус
1	 Вход IN Линия: IN_1 Условие: 0 → 1	Вітряк <code>\$KE,URL,RUN,192.168.0.102,80,cmd.cgi?psw=Laurent&cmd=REL,1,1,2</code>	<div style="background-color: green; color: white; padding: 2px; text-align: center;">ON</div> Счетчик: 17 <div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> 🔌 🗑️ ✏️ </div>

Рис.3.8. Лічильник подій [25]

Тепер натискання на механічну кнопку на першому модулі спричинить спрацювання логічного правила САТ, яке відправить команду управління реле на другий модуль. RELE_1 на другому модулі буде включено на 2 секунди, а потім воно само повернеться у вимкнений стан. При кожному спрацюванні події САТ ми побачимо зміну лічильника подій [25-30].

ВИСНОВОК

Вітряні генератори з горизонтальною віссю мають коефіцієнт використання енергії вітру приблизно від 46% до 48%. У вітряних турбін з вертикальним розташуванням вісі менша ефективність і складає 45%, але вони мають перевагу в тому, що не вимагають налаштування на напрямок вітру. Найбільшим мінусом горизонтальних вітряних генераторів є висока стартова (від 3 м/сек) та номінальна (11-15м/с) швидкості вітру – це робить їх неефективним для використання у континентальних районах. Найбільшим плюсом вертикальних вітряних генераторів є низька стартова (від 1-2 м/с, а в деяких від 0.5м/с) та номінальна (7-8 м/с) швидкості вітру.

В даній роботі була розроблена система для моніторингу та реєстрації показників з датчиків вітряного генератора та запису їх на microSD карту для подальшого використання та аналізу. Дані на microSD записуються з інтервалом в 5 секунд в форматі CSV час максимального запису на microSD карту залежить від кількості пам'яті самої карти 2ГБ, 4ГБ, 12ГБ, 16ГБ.

Основою пристрою є 8-розрядний мікроконтролер Atmel AVR Atmega32, що має 32 Кбайт Flash-пам'яті, 2 Кбайт SRAM та багату периферію працює від зовнішнього кварцового резонатора на частоті 16 МГц, застосована мікросхема годинника реального часу DS1307 з інтерфейсом I2C. Пристрій має 8 аналогових каналів що дозволяє підключити 8 давачів, має LDO регулятор напруги 3.3 В, мікросхему перетворювача логічних рівнів 5 В – 3.3 В та захисні елементи.

Для послідовного зв'язку зі SCADA системою по металевими провідниками використовуються такі стандарти USB, RS485, K-Bus. SCADA встановлюється на персональному комп'ютері та пов'язана з контролерами за допомогою спеціальних протоколів (Modbus, Modbus+, Profibus).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://ep.kpi.ua/uk/node/24> - Відновлювана енергетика та системи розосередженої генерації, дата доступу: 21.04.2022 р.
2. <https://ekotechnik.in.ua/istochniki-vozobnovlyaemoj-energii/> - Джерела відновлюваної енергії в сучасній енергетиці, дата доступу: 21.04.2022 р.
3. <https://druisp.gov.ua/energomenedzhment/2240-vidnovlyuvana-energetika#:~:text=До%20відновлюваних%20джерел%20енергії%20належать,гідроенергія%2С%20природна%20теплова%20енергія%20тощо> - Відновлювана енергетика, дата доступу: 21.04.2022 р.
4. <https://dpssmk.gov.ua/pozytyvni-ta-nehatyvni-aspekty-vykorystannia-vitroenerhetyky/> - Позитивні та негативні аспекти використання вітроенергетики, дата доступу: 21.04.2022 р.
5. <https://saee.gov.ua/uk/ae/windenergy> - Вітроенергетика, дата доступу: 21.04.2022 р.
6. <https://enerhodzherela.com.ua/novyny/Альтернативна-енергетика-в-світі-14-20.09.2020> - Альтернативна енергетика в світі, дата доступу: 21.04.2022 р.
7. <https://phys.vsu.ru/radio/sites/default/files/metod/main.pdf> - программирование микроконтроллеров, дата доступу: 02.04.2022 р.
8. <http://elektrik.info/main/automation/549-что-такое-mikrokontrollery-naznachenie-ustroystvo-princip-raboty-soft.html> - Что такое микроконтроллеры - назначение, устройство, софт, дата доступу: 02.04.2022 р.
9. <https://tcip.ru/blog/wind/dostoinstva-i-printsip-raboty-vetrogeneratora-turbinnogo-tipa.html> - Достоинства и принцип работы ветрогенератора турбинного типа, дата доступу: 19.04.2022 р.
10. <https://www.ijser.org/researchpaper/Development-of-a-Monitoring-System-for-Off-Grid-Wind-Power-Generation.pdf> - Development of a Monitoring System for Off-Grid Wind Power Generation, дата доступу 17.04.2022 р.
11. <https://220-on.ru/question/vetrogeneratory-dla-zagorodnogo-doma.php> - Ветрогенераторы, дата доступу: 20.04.2022 р.

12. <https://mcl.kiev.ua/vetrovye-elektrostantsii-ves-vetrogeneratory-i-vetryaki/> - Ветровые электростанции (ВЭС), ветрогенераторы и ветряки, дата доступа: 20.04.2022 г.
13. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:830541/FULLTEXT01.pdf> - Online Condition Monitoring System for Wind Turbine, дата доступа: 20.04.2022 г.
14. <https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=111640> - Система сбора аналоговых данных на базе АТmega8, дата доступа: 03.04.2022 г.
15. <https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=105924> - Система регистрации данных на Atmega32 с записью на SD карту памяти. Часть 1, дата доступа: 12.04.2022 г.
16. <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/avr/atmega32.htm> - АТmega32, АТmega32L, дата доступа: 12.04.2022 г.
17. <http://mypractic.ru/datchik-temperatury-lm35-dokumentaciya-na-russkom-yazyke-xarakteristiki-primenenie.html#:~:text=LM35%20обеспечивает%20измерение%20температуры%20с,калибровкой%20датчиков%20на%20этапе%20изготовления.> - Датчик температуры LM35. Документация на русском языке. Характеристики, применение, дата доступа: 12.04.2022г.
18. <https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=106266> - Система регистрации данных на Atmega32 с записью на SD карту памяти. Часть 2, дата доступа: 12.04.2022 г.
19. <https://winitpro.ru/index.php/2012/06/09/hyperterminal-v-windows-7/> - Hyper Terminal в Windows 7, дата доступа: 12.04.2022 г.
20. <https://vkmodule.com.ua/Description/Description1.html> - Протоколы, интерфейсы, технологии, дата доступа: 12.04.2022 г.
21. <https://lemzspb.ru/printsip-raboty-datchika-sily-toka/> - Принцип работы датчика силы тока, дата доступа: 20.04.2022 г.

22. <http://electricalschool.info/automation/2157-kak-ustroeny-scada-sistemy.html> - Системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления (SCADA-системы), дата доступа: 18.04.2022 г.
23. <http://tracemode.com.ua/stati/scada-preimushhestva-primeneniya.html>
<https://www.ijser.org/researchpaper/Development-of-a-Monitoring-System-for-Off-Grid-Wind-Power-Generation.pdf> - SCADA Trace Mode, дата доступа: 18.04.2022 г.
24. <https://shongames.ru/uk/smarttv/scada-sistemy-cto-takoe-scada-sistema-v-telemehanike-principy-postroeniya-asu/> - SCADA-системы, дата доступа: 18.04.2022 г.
25. <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=643969> – Дистанционное управление кнопкой по Ethernet с помощью mp718m Laurent-5G, дата доступа: 19.04.2022 г.
26. <https://habr.com/ru/post/530512/> - Многофункциональный сетевой контроллер управления и мониторинга Laurent-5G, дата доступа: 19.04.2022 г.
27. https://tpai.ru/img/cms/masterkit/documents/Laurent-5_Manual_v-1-02.pdf - Ethernet модуль Laurent-5, дата доступа: 19.04.2022 г.
28. https://plcontroller.ru/wp-content/uploads/2020/04/Laurent-5_Manual_v.1.9.pdf - Ethernet модуль Laurent-5 / Laurent-5G, дата доступа: 19.04.2022 г.
29. <https://magazin-elektronika.ru/74-63-26> - MP718m Laurent-5G, дата доступа: 19.04.2022 г.
30. <https://masterkit.livejournal.com/169822.html> - Прямое взаимодействие двух Laurent-5 / 5G через TCP клиент, дата доступа: 19.04.2022 г.

Слайди презентації до роботи

Системи
моніторингу
вітроенергетичних
установок малої
генерації



Виконав студент групи: EI-81к Кривоус Денис
Керівник: Бурик І.П.

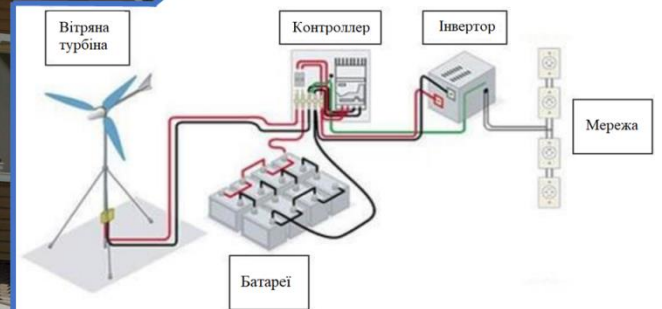
Вітрові генератори за розташуванням осі обертання поділяються на конструкції з:



- горизонтальною віссю (паралельній землі)
- вертикальною віссю (перпендикулярною до землі)

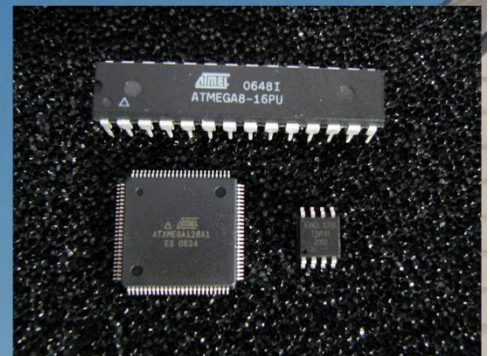


Встановлення вітряної турбіни

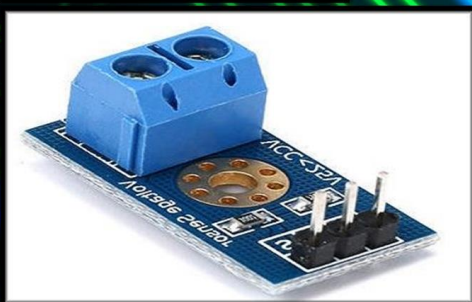
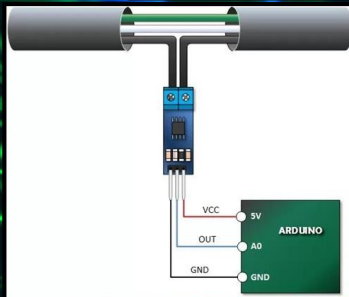


AVR фірми Atmel, поділяються на три сімейства:

- Classic AVR
- Mega AVR
- Tiny AVR

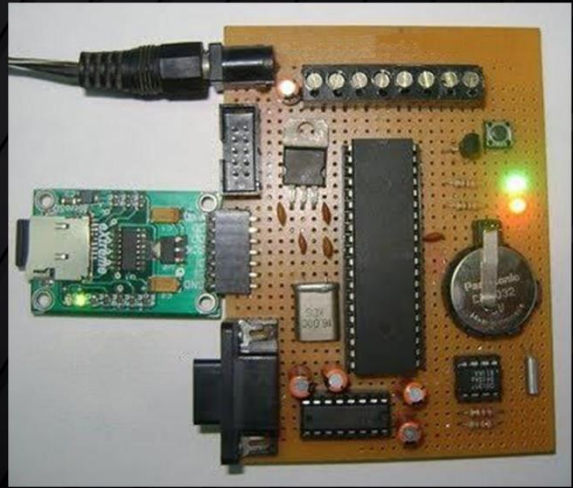
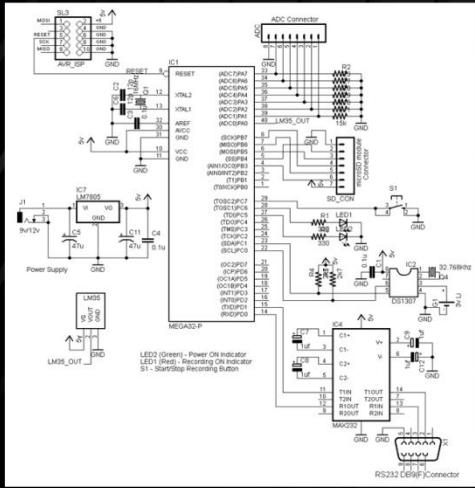


Датчик струму та його конструкція



- Контактні групи входу
- Контактні групи виходу
- Шунтуючий резистор
- Посилювач сигналу
- Несуча плата
- Блок живлення

Збирання аналогових даних на АТмега32



Моніторинг даних

```
-----  
microSD Datalogger - by CC Dharmani  
-----  
High Capacity Card Detected!  
  
> 0 : Exit the Menu  
> 1 : Display current Date/Time  
> 2 : Update Date  
> 3 : Update Time  
> 4 : Get file list  
> 5 : Read File  
> 6 : Delete File  
  
> Enter the option:  
  
Connected 0:14:13 Auto detect 19200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Clear
```

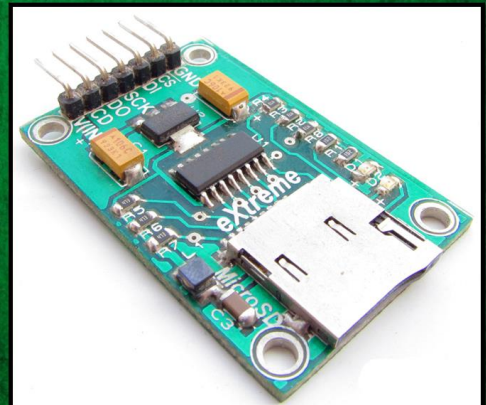
Hyper Terminal

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	10/9/2011	15:47:03	034.0°C	4.995 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
2	10/9/2011	15:47:08	034.0°C	4.995 V	0.083 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
3	10/9/2011	15:47:13	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
4	10/9/2011	15:47:18	034.0°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
5	10/9/2011	15:47:23	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
6	10/9/2011	15:47:28	034.0°C	4.995 V	0.083 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
7	10/9/2011	15:47:33	034.0°C	4.990 V	0.032 V	2.978 V	0.000 V	0.000 V	0.000 V	
8	10/9/2011	15:47:38	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
9	10/9/2011	15:47:43	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
10	10/9/2011	15:47:48	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
11	10/9/2011	15:47:53	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
12	10/9/2011	15:47:58	034.0°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
13	10/9/2011	15:48:03	034.0°C	4.995 V	0.083 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
14	10/9/2011	15:48:08	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
15	10/9/2011	15:48:13	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
16	10/9/2011	15:48:18	034.0°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
17	10/9/2011	15:48:23	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
18	10/9/2011	15:48:28	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
19	10/9/2011	15:48:33	034.0°C	4.995 V	0.083 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
20	10/9/2011	15:48:38	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
21	10/9/2011	15:48:43	034.0°C	4.995 V	0.083 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
22	10/9/2011	15:48:47	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
23	10/9/2011	15:48:52	034.0°C	4.995 V	0.083 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
24	10/9/2011	15:48:57	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
25	10/9/2011	15:49:02	034.0°C	4.995 V	0.083 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
26	10/9/2011	15:49:07	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
27	10/9/2011	15:49:12	034.0°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
28	10/9/2011	15:49:17	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
29	10/9/2011	15:49:22	034.0°C	4.995 V	0.083 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
30	10/9/2011	15:49:27	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
31	10/9/2011	15:49:32	034.0°C	4.990 V	0.078 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
32	10/9/2011	15:49:37	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	
33	10/9/2011	15:49:42	034.0°C	4.990 V	0.039 V	2.978 V	0.004 V	0.000 V	0.000 V	

Файл Exel на microSD

Модуль microSD від eXtreme

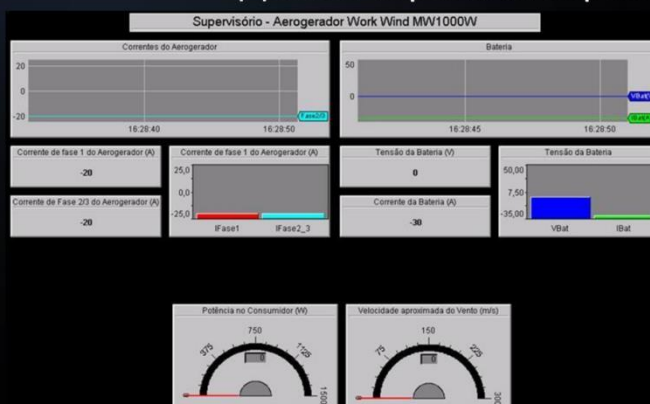
- Регулятор LDO 3,3 В
- Резистори SD Pullup
- Високоякісний текстоліт FR4



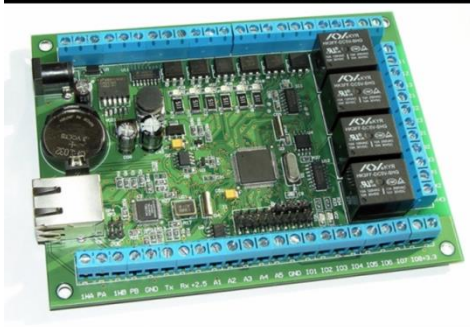
Система моніторингу інформації SCADA

Диспетчерський екран

- Універсальна Послідовна Шина (USB)
- EIA(RS)485 (часто використовується скорочення до RS485)
- K-Bus (приватна модифікація RS485).



Дистанційне керування вітряком на Laurent-5



Laurent-5

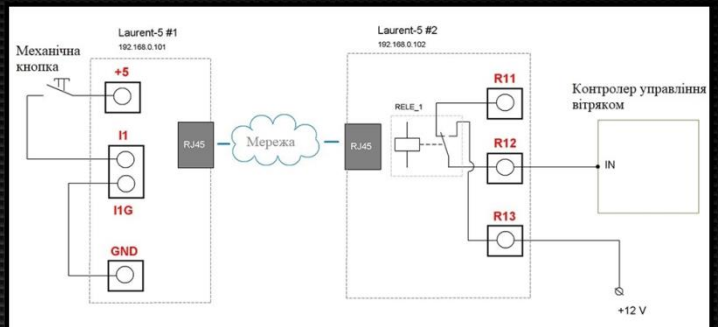


Схема включення

Дякую за увагу!

